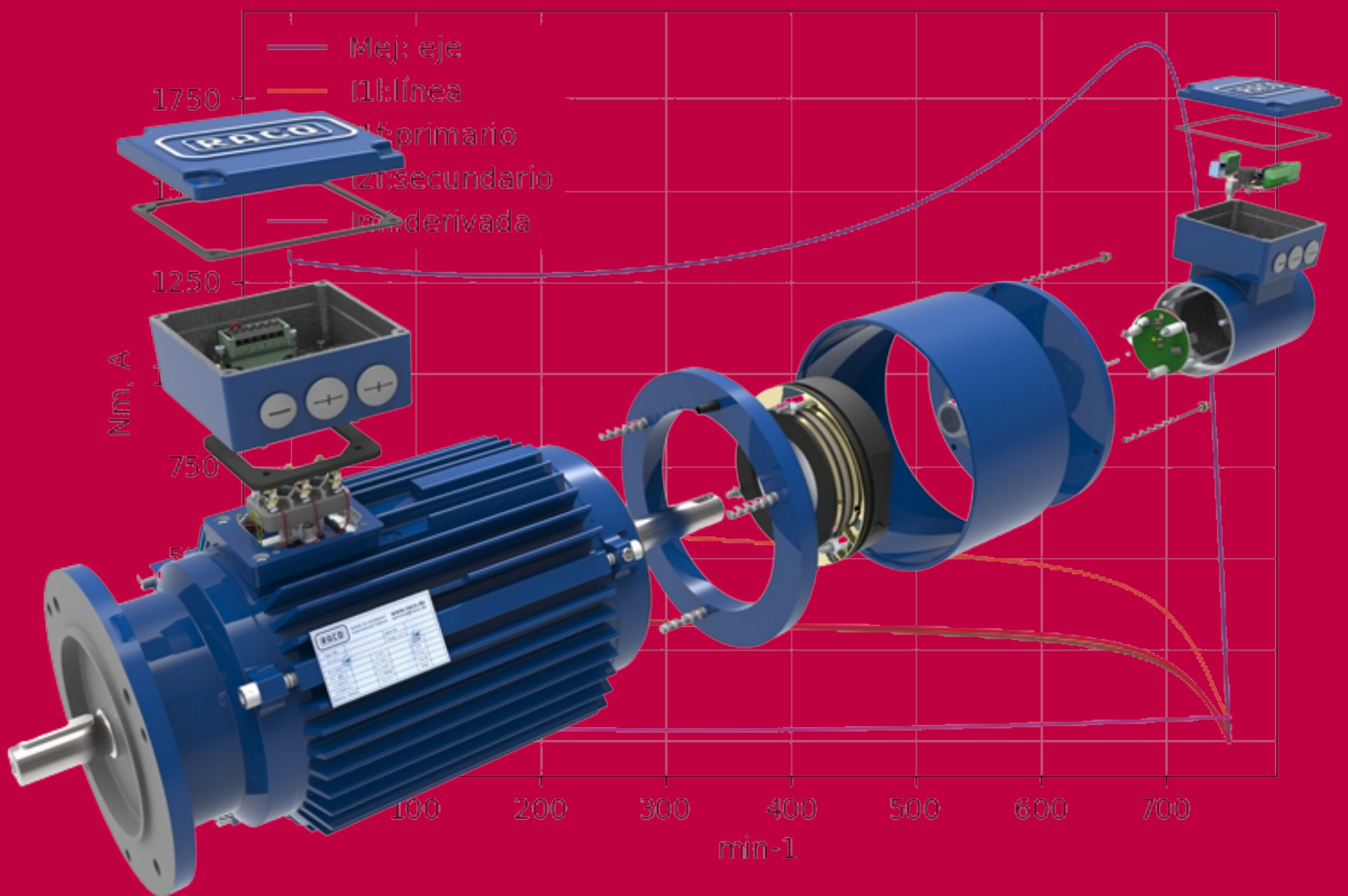


Motores trifásicos de inducción

Aplicación del circuito equivalente



Omar D. Gallo

Diego M. Ferreyra

Motores trifásicos de inducción.

Aplicación del circuito equivalente.

Omar D. Gallo
Diego M. Ferreyra

Gallo, Omar Dionisio

Motores trifásicos de inducción. : aplicación del circuito equivalente / Omar Dionisio Gallo ; Diego Martín Ferreyra ; editado por Fernando Cejas. - 1a ed - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : edUTecNe, 2023.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-8992-27-3

1. Motores. 2. Electricidad. 3. Manual Técnico. I. Ferreyra, Diego Martín II. Cejas, Fernando, ed. III. Título.

CDD 6218

Diseño de Tapa e interior: Fernando Cejas



Universidad Tecnológica Nacional – República Argentina

Rector: Ing. Rubén Soro

Vicerrector: Ing. Haroldo Avetta

Secretaría Cultura y Extensión Universitaria: Ing. Federico Olivo Aneiros



Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco

Decano: Ing. Esp. Alberto Toloza.

Vicedecana: Ing. Claudia Mariela Verino.

Director dpto. de Ingeniería electromecánica: Ing. Esp. Ernesto Galiano



edUTecNe – Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional

Coordinador General a cargo: Fernando Cejas

Dirección General: Mg. Claudio Véliz

Dirección de Cultura y Comunicación: Ing. Pablo Lassave

Queda hecho el depósito que marca la Ley N° 11.723

© edUTecNe, 2023

Sarmiento 440, Piso 6 (C1041AAJ)

Buenos Aires, República Argentina

Publicado Argentina – Published in Argentina

ISBN 978-987-8992-27-3



Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los titulares del copyright. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.

DEDICATORIAS

A mi familia, por comprender mis aspiraciones profesionales.
A Diego M. Ferreyra, por sus propuestas y su firme acompañamiento de todos
estos años.
A mi hermano Daniel T. Gallo y mi profesor Fernando Golbert, con quienes me
inicié en esta especialidad.
A la comunidad universitaria, que me concedió los espacios para crecer.

Omar D. Gallo, 2023

A Carina, Virginia, Alejandro y Cecilia, con quienes comparto cada paso y cada
etapa.
A nuestros estudiantes, por quienes aspiramos a ser los docentes que la
juventud merece.

Diego M. Ferreyra, 2023

RESEÑA

Este texto es el resultado de experiencias acumuladas durante años de enseñanza, diseño, servicios y ensayos de motores eléctricos de baja tensión.

Se usa un modelo de circuito equivalente tradicional con parámetros variables y algunas hipótesis simplificativas para obtener los valores teóricos de funcionamiento de motores de inducción trifásicos de 380 V ó 400 V, 50 Hz, desde el arranque hasta vacío.

En el capítulo 1 se expresan los fundamentos de la teoría de desarrollo y se muestran, como ejemplos, algunas tablas y gráficos que luego se observarán en los capítulos posteriores.

Desde el capítulo 2 hasta el 5 se abordan tablas, gráficos, observaciones y comparaciones de motores de 2, 4, 6 y 8 polos respectivamente, de la marca AAA.

El capítulo 6 es similar a los anteriores, para motores de la marca BBB; se agregan además tablas y gráficos comparativos entre ambas marcas.

El capítulo 7 entrega el código básico, en lenguaje Python, del software que se aplicó para obtener los valores.

Los datos usados fueron tomados de ensayos reales de los fabricantes.

Se espera que este material sea una alternativa más de consulta para profesores y estudiantes, diseñadores y reparadores de motores eléctricos trifásicos de baja tensión.

Los autores desean agradecer especialmente a la Universidad Tecnológica Nacional Facultad San Francisco y a la firma multinacional WEG, filial Argentina, por su constante acompañamiento y apoyo a este emprendimiento.

Omar D. Gallo
Diego M. Ferreyra
Julio 2023

Referencias sobre símbolos y otros	5
Capítulo 1	
Fundamentos	11
Capítulo 2	
Motores AAA de 2 polos	32
Capítulo 3	
Motores AAA de 4 polos	146
Capítulo 4	
Motores AAA de 6 polos	260
Capítulo 5	
Motores AAA de 8 polos	374
Capítulo 6	
Motores BBB de 4 polos	469
Capítulo 7	
Software de aplicación	520

Referencias sobre símbolos y otros

Las nomenclaturas de tensiones, impedancias, corrientes, momentos, dimensiones, exigencias y demás, son propias de este trabajo. Según el contexto de cálculo, se suele otorgar diferente significado a algunos símbolos.

	Abreviatura	Descripción	Unidad
A	A_{ar}	corriente en el anillo de la jaula rotor	A
	A_{br}	corriente en la barra del rotor	A
	A_{isl}	clase térmica de los aislantes	
	A_{kW}	corriente por kW de potencia en el eje	A/kW
	A_{mm2}	densidad de corriente en el alambre del arrollamiento primario	A/mm ²
	A_{mm2ar}	densidad de corriente en el anillo jaula rotor	A/mm ²
	A_{mm2br}	densidad de corriente en la barra del rotor	A/mm ²
	Arranque	instante de puesta en marcha del motor	

C	C_{ad}	coeficiente de pérdidas adicionales	
	C_{ap}	capas de bobinas por ranura	
	Carga 50%	funcionamiento al 50 % de la potencia nominal	
	Carga 75%	funcionamiento al 75 % de la potencia nominal	
	Carga	estado de carga del motor (150 % a 25 % de la nominal)	
	C_{bo}	caminos (ramas) en paralelo del bobinado	
	C_{mec}	coeficiente de pérdidas mecánicas	
	Cód/N°:	código o número del motor	
	C_{onn}	conexión del motor (T: triángulo, E: estrella, TT: doble triángulo, EE: doble estrella)	
C_{pf}	conductores en serie por fase		

D	D_{a1}	diámetro del alambre de menor diámetro	mm
	D_{a2}	diámetro del alambre de mayor diámetro	mm
	D_{ce}	diámetro de la corona del estator (fondo de las ranuras)	mm
	D_{cr}	diámetro de la corona del rotor (fondo de las ranuras)	mm
	D_{ej}	diámetro del eje	mm
	D_{ex}	diámetro exterior del estator	mm
	Dif_{il}	diferencia de corrientes calculadas, con las del fabricante	%
	Dif_m	diferencia de momentos calculados, con los del fabricante	%
	Dif_n	diferencia de velocidades, con las del fabricante	%
	D_{ro}	diámetro interior del estator (aproximadamente el del rotor)	mm

E	E_1, E_f	tensión sobre la rama derivada	V
	E_1	tensión sobre la rama derivada (de cálculo), a carga nominal	V
	$E_1>$	ángulo entre E1 y la tensión de entrada	°
	E_{10}	tensión sobre la rama derivada en vacío	V
	E_{1f}	tensión sobre la rama derivada	V
	E_{1n}	tensión sobre la rama derivada, carga nominal	V
	$E_2>$	ángulo entre E2 y la tensión de entrada	°
	E_{2f}, E_2, E_c	tensión de salida (sobre la carga)	V
	E_{bo}	espiras por bobina (promedio)	
	E_{c0}	tensión sobre la carga en vacío	V
	$E_{ff\text{máx}}$	punto de la curva de mayor eficiencia	
	E_{ff}	eficiencia	%
	E_h	longitud del entrehierro	mm
	Ensayo	tipo de ensayo realizado	
	E_{sa}	espesor (altura) del anillo de jaula rotor	mm
	Especialidad	característica especial del motor Estado: condición de funcionamiento	

	Abreviatura	Descripción	Unidad
F	f	frecuencia	Hz
	F_{ap}	factor de apilado de las chapas	
	F_{ar}	factor de arrollamiento	
	Φ_{δ}	flujo disperso	Wb
	F_{dp}	factor de potencia	
	F_{dp0}	factor de potencia en vacío	
	Flujo	flujo por polo	Wb

H	H_{ce}	altura de la corona del estator	mm
	H_{cr}	altura de la corona del rotor	mm
	H_{eh}	intensidad de campo en el entrehierro	A/m

I	I_1	corriente de la rama primaria	A
	$I_{1>}$	ángulo entre la corriente primaria y la tensión de entrada	°
	I_{10}	corriente de la rama primaria en vacío	A
	I_{1a}	corriente de la rama primaria en el arranque	A
	I_{1f}	corriente de la rama primaria por fase	A
	I_{1l}	corriente de la rama primaria de línea	A
	I_{1lc}	corriente de línea, de cálculo	A
	I_{1lf}	corriente de la curva del fabricante	A
	I_{1lf}	corriente de línea, de la curva del fabricante	A
	I_{1n}	corriente de la rama primaria nominal	A
	I_2	corriente de la rama secundaria	A
	$I_{2>}$	ángulo entre la corriente secundaria y la tensión de entrada	°
	I_{20}	corriente de la rama secundaria en vacío	A
	I_{2a}	corriente de la rama secundaria en el arranque	A
	I_{2f}	corriente de la rama secundaria, por fase	A
	I_{2n}	corriente de la rama secundaria nominal	A
	I_a/I_n	relación corriente de arranque/corriente nominal	A
	I_{kW}	corriente por kW	A/kW
	I_m	corriente de la rama derivada	A
	$I_{m>}$	ángulo entre la corriente derivada y la tensión	°
	I_{m0}	corriente de la rama derivada en vacío	A
	I_{m0}	corriente de la rama derivada en vacío	A
	I_{mf}	corriente de la rama derivada por fase	A
I_{ml}	corriente de la rama derivada de línea	A	
I_n	corriente nominal por fase	A	
IP	tipo de protección		

K	k_{ml}	coeficiente de variación lineal de X_m	Ω
	k_{mx}	coeficiente de variación de X_{mx} , a n_x	

L	L	coeficiente de autoinducción	H/m
	L_1	coeficiente de autoinducción, arrollamiento primario	H/m
	L_2	coeficiente de autoinducción, arrollamiento secundario	H/m
	L_{pa}	longitud del paquete de chapas	mm

	Abreviatura	Descripción	Unidad
M	M	momento del motor	Nm
	M_a	momento de arranque	Nm
	M_a/M_n	relación momento de arranque/momento nominal	
	Marca	marca del motor	
	Máximo	momento de mayor valor	
	M_{ej}	momento en el eje	Nm
	M_{ejc}	momento en el eje, de cálculo	Nm
	M_{ejf}, M_f	momento en el eje, de la curva del fabricante	Nm
	Mínimo	momento de menor valor	
	M_m/M_n	relación momento máximo/momento nominal	
	M_n	momento nominal, Nm	Nm
	Momento	tipo de momento de la curva (mínimo o máximo)	

N	N	espiras del arrollamiento ligadas al flujo disperso	
	n	velocidad, velocidad nominal	min^{-1}
	n_o	velocidad en vacío	min^{-1}
	N_{a1}	número de alambres de arrollamiento, de diámetro menor	
	N_{a2}	número de alambres del arrollamiento, de diámetro mayor	
	n_f	velocidad de la curva del fabricante	min^{-1}
	Nominal ₁	valores nominales con circuito simplificado	
	Nominal ₂	valores nominales con circuito completo	
	N_{re}	número de ranuras del estator	
	N_{rr}	número de ranuras del rotor	
	n_s	velocidad sincrónica	min^{-1}
	n_x	velocidad en un punto de la curva	min^{-1}
	n_{xc}	velocidad en un punto de la curva de cálculo	min^{-1}
n_{xf}	velocidad en un punto de la curva del fabricante	min^{-1}	

P	P_1	potencia de entrada	W
	P_{10}	potencia de entrada en vacío	W
	P_{1e}	potencia de entrada, motor estabilizado térmicamente	W
	P_{1n}	potencia de entrada, nominal	W
	P_{1t}	potencia total de entrada	W
	P_{ad}	pérdidas adicionales	W
	P_{ad}/PP	relación entre pérdidas adicionales y total de pérdidas	
	P_{ad0}	pérdidas adicionales en vacío	W
	P_{adf}	pérdidas adicionales, del fabricante	W
	P_{adn}	pérdidas adicionales nominales	W
	P_{cu}	pérdidas en el cobre	W
	P_{cu}/PP	relación pérdidas en el cobre y total de pérdidas	W
	P_{ej}	potencia en el eje	W
	P_{ejee}	potencia en el eje, motor estabilizado térmicamente	W
	P_{ejef}	potencia en el eje, del fabricante	W
	P_{fe}	pérdidas en el hierro	W
	P_{fe}/PP	relación pérdidas en el hierro y total de pérdidas	W
	P_{me}	pérdidas mecánicas	W
	P_{me}/PP	relación pérdidas mecánicas y total de pérdidas	W
	P_{mec}	pérdidas mecánicas	W
	P_{mec0}	pérdidas mecánicas en vacío	W
	P_{mecf}	pérdidas mecánicas del fabricante	W
P_{mecn}	pérdidas mecánicas nominales	W	
P_n	potencia nominal en el eje	W o kW	
Polos, polos	cantidad de polos		

	Abreviatura	Descripción	Unidad
R	R	resistencia de una impedancia Z	Ω
	R_0	resistencia de la impedancia Z_0	Ω
	R_1	resistencia del arrollamiento primario	Ω
	R_{10}	resistencia del arrollamiento primario, vacío	Ω
	R_{10}/R_n	relación entre la resistencia del arrollamiento primario en vacío y la total nominal	Ω
	R_{1a}	resistencia del arrollamiento primario en el arranque	Ω
	R_{10}/R_n	relación entre la resistencia del arrollamiento primario en el arranque y la total nominal	Ω
	R_{1f}	resistencia del arrollamiento primario, del fabricante	Ω
	R_{1l}	resistencia del arrollamiento primario, de variación lineal	Ω
	R_{1n}	resistencia del arrollamiento primario, carga nominal	Ω
	R_{10}/R_n	relación entre la resistencia del arrollamiento nominal y la total nominal	Ω
	R_{1x}	resistencia del arrollamiento primario, a n_x	Ω
	R_2	resistencia del arrollamiento secundario	Ω
	R_{20}	resistencia del arrollamiento secundario en vacío	Ω
	R_{20}/R_n	relación entre la resistencia del arrollamiento secundario en vacío y la total nominal	Ω
	R_{2a}	resistencia del arrollamiento secundario, en el arranque	Ω
	R_{2a}/R_n	relación entre la resistencia del arrollamiento secundario en el arranque y la total nominal	Ω
	R_{2c}, R_{2l}	resistencia del arrollamiento secundario, de cálculo lineal	Ω
	R_{2f}	resistencia del arrollamiento secundario, del fabricante	Ω
	R_{2n}	resistencia del arrollamiento secundario, nominal	Ω
	R_{2n}/R_n	relación entre la resistencia del arrollamiento primario nominal y la total nominal	Ω
	R_{2x}	resistencia de arrollamiento secundario, a n_x	Ω
	R_c, R_{carga}	resistencia de carga	Ω
	R_{c0}	resistencia de carga en vacío	Ω
	R_{ca}	resistencia de carga de arranque	Ω
	R_{ca}	resistencia de carga de arranque	Ω
	R_{cf}	resistencia de carga, del fabricante	Ω
	R_{cl}	resistencia de carga, de cálculo lineal	Ω
	R_{cn}	resistencia de carga nominal	Ω
	R_{cx}	resistencia de la carga, a n_x	Ω
	$R_{est\ cal}$	resistencia de una fase del bobinado, motor estabilizado térmicamente	Ω
	$R_{est\ frío}$	resistencia de una fase del bobinado, motor en frío	Ω
	R_m	resistencia de la rama derivada	Ω
	R_{m0}	resistencia de la rama derivada en vacío	Ω
	R_{m0}/R_n	relación entre la resistencia derivada en vacío y la total nominal	Ω
	R_{ma}	resistencia por pérdidas mecánicas y adicionales	Ω
	R_{ma}/R_n	relación entre la resistencia derivada en el arranque y la total nominal	Ω
	R_{man}	resistencia por pérdidas mecánicas y adicionales, nominales	Ω
	R_{ml}	resistencia de la rama derivada, cálculo de variación lineal	Ω
	R_{mn}/R_n	relación entre la resistencia derivada nominal y la total nominal	Ω
	R_{mx}	resistencia de la rama derivada, a n_x	Ω
R_n	resistencia total nominal del circuito del motor	Ω	
R_t	resistencia total del circuito del motor	Ω	

	Abreviatura	Descripción	Unidad
S	s	deslizamiento	
	S_{ar}	sección promedio del anillo de la jaula rotor	mm^2
	S_{ce}	sección de la corona del estator	mm^2
	S_{cr}	sección de la corona del rotor	mm^2
	S_{cu}	sección del conductor del arrollamiento primario (2 diámetros posibles)	mm^2
	S_{eh}	sección del entrehierro	mm^2
	s_f	deslizamiento de la curva del fabricante	
	s_n	deslizamiento nominal	
	S_{ar}	promedio de temperatura del bobinado sobre la del ambiente	K
	S_{rr}	sección de la ranura del rotor	mm^2
	s_x	deslizamiento, a n_x	

T	Tamb cal:	temperatura del ambiente, motor estabilizado térmicamente	$^{\circ}\text{C}$
	Tamb frío:	temperatura del ambiente, motor en frío	$^{\circ}\text{C}$
	tc	temperatura del ambiente motor estabilizado térmicamente	$^{\circ}\text{C}$
	tcare	temperatura de la carcasa del motor, estabilizado térmicamente	C
	Tce	densidad de flujo en la corona del estator	T
	Tcr	densidad de flujo en la corona del rotor	T
	Teh	densidad de flujo en el entrehierro	T
	Temperat. carcasa	temperatura en un punto de la carcasa, motor estabilizado térmicamente	$^{\circ}\text{C}$
	Tens	tensión aplicada	V
	Tipo	altura del eje, mm. S, A, C (short), M, B (medium), L (large): dimensional de patas	
	TW	sobrettemperatura de carcasa / pérdidas	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$

V	Vacío	funcionamiento sin carga en el eje	
	V_f, V	tensión aplicada al circuito	V
	V_n	tensión nominal	V
	ω	velocidad angular	seg^{-1}

X	X	reactancia de una impedancia	Ω
	X_0	reactancia de la impedancia	Ω
	X_1	reactancia del arrollamiento primario	Ω
	X_{10}/X_n	relación entre la reactancia del arrollamiento primario en vacío y la total nominal	Ω
	X_{12f}	suma de reactancias $X_{1f} + X_{2f}$, del fabricante	Ω
	X_{1a}	reactancia del arrollamiento primario, de arranque	Ω
	X_{1a}/X_n	relación entre la reactancia del arrollamiento primario en el arranque y la total nominal	Ω
	X_{1c}, X_{1l}	reactancia del arrollamiento primario, de cálculo lineal	Ω
	X_{1f}	reactancia del arrollamiento primario, del fabricante	Ω
	X_{1n}	reactancia del arrollamiento primario, nominal	Ω
	X_{1n}/X_n	relación entre la reactancia del arrollamiento primario nominal y la total nominal	Ω
	X_{1x}	reactancia del arrollamiento primario, a n_x	Ω
	X_2	reactancia del arrollamiento secundario	Ω
	X_{20}	reactancia del arrollamiento secundario, en vacío	Ω
	X_{20}/X_n	relación entre la reactancia del arrollamiento secundario en vacío y la total nominal	Ω
X_{2a}	reactancia del arrollamiento secundario, de arranque	Ω	

	Abreviatura	Descripción	Unidad
X	X_{2a}/X_n	relación entre la reactancia del arrollamiento secundario en el arranque y la total nominal	Ω
	X_{2c}, X_{2l}	reactancia del arrollamiento secundario, de cálculo lineal	Ω
	X_{2f}	reactancia del arrollamiento secundario, del fabricante	Ω
	X_{2n}	reactancia del arrollamiento secundario, nominal	Ω
	X_{2n}/X_n	relación entre la reactancia del arrollamiento primario nominal y la total nominal	Ω
	X_{2x}	reactancia del arrollamiento secundario, a nx	Ω
	X_m	reactancia de la rama derivada	Ω
	X_{m0}	reactancia de la rama derivada en vacío	Ω
	X_{m0}/X_n	relación entre la reactancia derivada en vacío y la total nominal	Ω
	X_{ma}/X_n	relación entre la reactancia derivada en el arranque y la total nominal	Ω
	X_{ml}	reactancia de la rama derivada, de variación lineal	Ω
	X_{mn}/X_n	relación entre la reactancia derivada nominal y la total nominal	Ω
	X_{mx}	reactancia de la rama derivada, a nx	
	X_n	reactancia total nominal del circuito del motor	Ω
X_t	reactancia total del circuito del motor	Ω	

Z	Z	impedancia	Ω
	Z_0	impedancia en vacío	Ω
	Z_{10}	impedancia del arrollamiento primario, en vacío	Ω
	Z_{20}	impedancia del arrollamiento secundario en vacío	Ω
	Z_a	impedancia de arranque	Ω
	Z_c	impedancia, de cálculo lineal	Ω
	Z_f	impedancia, de la curva del fabricante	Ω
	Z_m	impedancia de la rama derivada	Ω
	Z_{m0}	impedancia de la rama derivada en vacío	Ω
	Z_n	impedancia total nominal del circuito del motor	Ω
	Z_t	Impedancia total en un punto de la curva	Ω

Capítulo 1. Fundamentos

1-1. Introducción

Uno de los métodos de cálculo de los valores de funcionamiento de un motor eléctrico trifásico consiste en el uso del circuito equivalente (Fraile Mora, 2008: 259-334; Chapman, 2005: 380-431; Liwschitz-Garik y Whipple, 1974: 177-209); este circuito (figura 1-1-CC) está formado por tres ramas: 1) la correspondiente a una fase del primario o bobinado del estator (rama primaria), 2) la correspondiente al comportamiento del circuito magnético (rama derivada) y 3) la correspondiente a una fase del secundario o rotor (rama secundaria), cuyos parámetros están reducidos al primario. Debe aclararse que las nomenclaturas de tensiones, impedancias, corrientes, momentos y demás, son propias de este trabajo, y se expresan en las pertinentes referencias.

Referencias de la figura 1-1-CC (por fase):

V_f : tensión aplicada, V

I_{1f} : corriente de la rama primaria, A

R_1, jX_1 : resistencia y reactancia del primario, Ω

E_f, E_{1f} : caída de tensión en la rama derivada, V

I_{mf} : corriente de la rama derivada (rama del circuito magnético), A

R_m, jX_m : resistencia y reactancia de la rama derivada, Ω

I_{2f} : corriente de la rama secundaria; A

R_2, jX_2 : resistencia y reactancia del secundario, Ω

E_c, E_{2f} : tensión de salida (sobre la carga), V

R_{carga} : resistencia de carga, Ω

Los parámetros de la rama secundaria son los del rotor, reducidos al estator

Nomenclatura de la figura: 1(capítulo), 1(orden de la figura), CC (identificación)

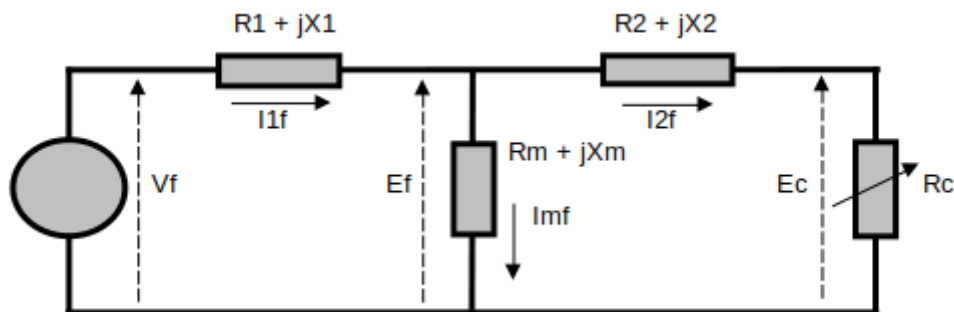


Fig. 1-1-CC. Circuito equivalente convencional (CC)

Si bien la mayoría de los autores abordan la rama derivada en forma de una resistencia y una reactancia en paralelo, aquí se aplica a ella una única impedancia en serie, porque simplifica el proceso de resolución y no afecta los resultados; por lo tanto, la corriente I_{mf} involucra los efectos de magnetización y pérdidas en el hierro.

Cuando se quiere construir el circuito equivalente de un determinado motor, se toman temperatura, resistencia, tensión, corriente y potencia a la entrada y velocidad y momento en el eje durante el arranque, la carga nominal y la marcha en vacío, que se obtienen de ensayos en laboratorio o que son provistas por el catálogo del fabricante (WEG, 2021; LafertGroup, 2021), y se calculan los parámetros R_1 , X_1 , R_m , X_m , R_2 , X_2 en cada rama del circuito. Los valores de impedancias así obtenidos, propios de cada estado de carga, son aproximados porque resultan de aplicar simplificaciones razonables en las ramas de tal circuito.

La bibliografía especializada (Liwschitz-Garik y Whipple, 1974: 227-246) y las experiencias de ensayos (Gallo, 2017), fundamentan que los valores de impedancias indicados son propios para cada estado de carga y varían en todas las velocidades (desde el arranque hasta vacío) del motor.

Existen numerosas publicaciones referidas o relacionadas con el tema propuesto. Los aspectos generales de algunas de ellas se abordan brevemente a continuación.

Sale A. et al. (2018) utiliza un método similar al aquí propuesto, llamado método de ingeniería para optimización de parámetros de momento en el eje y corriente, en varios motores normales y usando datos del fabricante. El análisis y la resolución del circuito equivalente son distintos, no se entregan resultados de corrientes o caídas de tensión en las ramas y se realiza la misma comparación de curvas de momentos y corrientes, con buenos resultados.

Wengerkiewicz C. et al. (2017) presenta un estudio en el cual se considera el circuito equivalente y la variación de los parámetros por efecto de la saturación. Estudia los métodos alternativos propuestos por varios autores y compara sus resultados con los del fabricante. Presenta comparaciones de impedancias y potencias variables. No muestra valores de magnitudes en las ramas del circuito, ni entrega comparaciones de curvas de momentos y corriente.

Amaral, G.F.V et al. (2021) presenta un estudio de circuito equivalente de motores desde 1 kW a 520 kW de tres marcas usando los valores del folleto del fabricante y arribando, con buenos resultados, a los valores requeridos de 50 %, 75 % y 100 % de carga. Tampoco entrega valores internos en las ramas del circuito, para cada velocidad.

En línea también se encuentran disponibles múltiples aplicaciones comerciales o de libre acceso que apuntan al diseño o reconstrucción de motores eléctricos, y se comentan seguidamente.

Indielec, siglas de la empresa Ingeniería de diseño electrotécnico. ofrece software que aplica diseño asistido por computadora (CAD) para esquemas de devanados, cálculo de refrigeración y dimensionamiento preliminar de motores eléctricos (<https://www.indielec.com/software-para-maquinas-electricindielec-cms-4-50-494/>).

Multisim es una aplicación destinada generalmente a usos electrónicos, que se puede aplicar para armar el circuito equivalente del motor de inducción, colocando instrumental en cada rama y obteniendo los valores requeridos en cada estado de velocidad (<https://www.multisim.com/>).

Progebo, siglas de Programa de gestión de bobinados, es una plataforma interactiva de acceso libre que permite calcular, dibujar, compartir y almacenar datos de arrollamientos trifásicos de motores de inducción (<http://www.progebo.com/>).

1-2. Resolución del circuito en distintos estados de carga

Para resolver este circuito se dispone de resistencia y temperatura del arrollamiento, tensión, corriente y potencia de entrada al motor y momento y velocidad en el eje, durante el arranque, carga nominal y marcha en vacío.

Ejemplos de datos ingresados se muestran en las tablas 1-1-315C y 1-2-315C.

Todas las tablas y gráficos de curvas de este capítulo se presentan a modo de ejemplo; no necesariamente las mostradas en el resto del texto indicarán iguales tendencias o comportamiento de valores.

Referencias de tabla 1-1-315C:

Cód/N°: código o número del motor

Tipo: tamaño constructivo (altura del eje). S, A, C: short, M, B: medium, L: large

kW: potencia entregada en el eje, kW

V: tensión de alimentación, V

Conn: conexión del motor. T: triángulo

Hz: frecuencia, Hz

min⁻¹: velocidad nominal, min⁻¹

Eff: eficiencia, %

Fdp: factor de potencia

A: corriente nominal, A

Ia/In: relación corriente de arranque/corriente nominal

Ma/Mn: relación momento de arranque/momento nominal

Mm/Mn: relación momento máximo/momento nominal

Aisl: clase térmica de los aislantes (F: 155 °C)

IP: tipo de protección

Especialidad: alguna característica especial del motor

Nomenclatura de la tabla: 1 (capítulo), 1 (orden de la tabla), 315C (tamaño del motor, u otra identificación).

Salvo que se indique otra característica, todas las tablas de este capítulo corresponden al mismo motor de 110 kW, 4 polos

Marca	Cód/Nº	Tipo	kW	V Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	315 C4	110.0	380	T	50	4	1485	91.6	0.84	216.0	5.68	2.1	2.5	B 44	Normal

Tabla 1-1-315C. Datos del motor

Referencias de tabla 1-2-315C:

Rest frío, Rest cal: resistencia de una fase del bobinado en frío, estabilizado térmicamente, °C

Tamb frío, Tamb cal: temperatura del ambiente en frío, estabilizado, °C

Sobtemp: promedio de temperatura del bobinado sobre la del ambiente (método por variación de resistencia), K

Vacío, arranque, carga 75 %, carga 50 % (de la nominal): estados de funcionamiento

Temperat. carcasa: temperatura en un punto determinado de la carcasa, estabilizado en temperatura, °C

R1: resistencia por fase arrollamiento primario, Ω

°C/K: unidades de medición para temperaturas y sobretemperaturas, respectivamente

Tens: tensión aplicada, V

nx: velocidad, min⁻¹

Mej: momento en el eje, Nm

Eff: eficiencia, %

P1t: potencia de entrada, W

Pej: potencia en el eje, W

I1l: corriente de línea, A

Fdp: factor de potencia

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.026	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	15.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.036	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	24.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobtemp	-	79.3	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	1500.0	-	-	4800	-	68.0	0.11
Arranque	-	-	380	0.0	1485.4	-	-	-	1226.9	-
Carga 75%	-	-	383	1490.0	530.0	91.2	90600	82655	166.0	0.82
Carga 50%	-	-	388	1490.0	353.4	90.1	61200	55114	122.0	0.75
Temperat. carcasa	-	56.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 1-2-315C. Datos de ensayos

Inicialmente, se aplican varias hipótesis simplificadoras en este proceso de resolución:

- se estiman las pérdidas mecánicas y las adicionales, usando recomendaciones de normas o experiencias prácticas (Norma IEC 60034-1, 2017; Norma IEC 60034-2-1, 2014; EASA/AEMT, 2003: 18-19).

- la resistencia del primario (R1) es constante con la temperatura

- las reactancias del primario ($X1 = \omega \cdot L1$) del secundario reducida ($X2 = \omega \cdot L2$) varían con sus coeficientes de autoinducción ($L1 = N1 \cdot \Phi_{\delta} / I1$, $L2 = N2 \cdot \Phi_{\delta} / I2$), que dependen del flujo disperso (Φ_{δ}) y las corrientes (I1, I2) variables. N1 y N2 son las espiras involucradas (Corrales Martín I, 1976: 210-214). Esta variación con la velocidad se considera, preliminarmente, constante.

- la resistencia (Rm) de la rama derivada (efecto de histéresis y corrientes parásitas), se asume constante, suponiendo que se mantienen aproximadamente estables las condiciones de magnetización del hierro (Chapman, 2005: 21-28).

- la reactancia de la rama derivada (Xm) varía linealmente con la corriente de magnetización (Corrales Martín I: 409-411).

- el coeficiente de autoinducción de los conductores del rotor y por lo tanto su resistencia equivalente ($R2$) varía con el flujo disperso concatenado (Corrales Martín I, 1976: 246-250).
 Teniendo en claro estos supuestos, el proceso de cálculo de los parámetros de este circuito, durante los estados de carga básicos, se resume a continuación.

a) Arranque del motor (con circuito simplificado): Partiendo de la fig. 1-1-CC se obtiene el circuito de la figura 1-2-CA, en donde $R_{carga} = 0$, Imf es despreciable respecto a $I1f$, por lo que no se incluye la rama derivada en el cálculo, $I1f = I2f$ y preliminarmente, se asume que $X1 = X2$. Ma es el momento de arranque y Mn el nominal; $P1n$ y $P10$ son las potencias de entrada nominal y en vacío, respectivamente. Las velocidades n y ns son la nominal y la sincrónica respectivamente. $R1a = R1$ es la resistencia corregida a 25 °C.

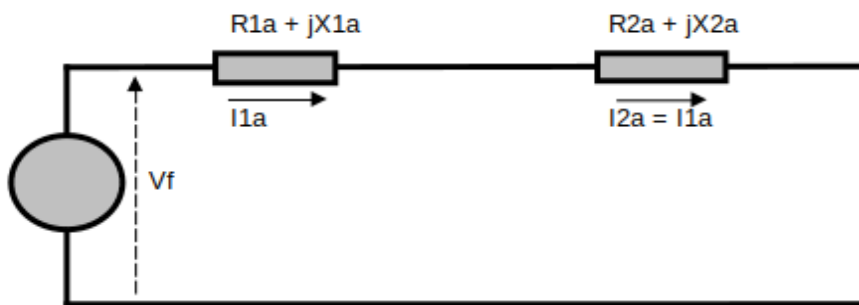


Fig. 1-2-CA. Circuito simplificado de arranque (CA)

En los desarrollos siguientes, los parámetros indicados con negrita son los datos de ensayo o del fabricante; los remarcados son los valores finales buscados para construir el circuito en esta condición.

Los valores de impedancias calculados en el arranque (circuito sin rama derivada) son:

$$I1f = I1a \quad \# \text{ Igualdad de corrientes en las ramas} \quad (1)$$

$$I2f = I2a$$

$$I1a = I2a$$

$$Za = Vf / I1a \quad \# \text{ Módulo de la impedancia} \quad (2)$$

$$R1a = R1 \quad \# \text{ Resistencia arrollamiento a temperatura de norma} \quad (3)$$

$$R2a = R2 = Ma \cdot 2\pi \cdot ns / (3 \cdot 60 \cdot I1a^2) \quad \# \text{ Resistencia secundaria} \quad (4)$$

$$X1 = X1a \quad \# \text{ Reactancias del circuito} \quad (5)$$

$$X2 = X2a$$

$$X1a = X2a = (Za^2 - (R1a + R2a)^2)^{0.5} / 2 \quad \# \text{ Reactancias primaria y secundaria} \quad (6)$$

$$Rca = R_{carga} \quad \# \text{ Resistencia de carga} \quad (7)$$

A partir estos valores, se pueden obtener caídas de tensión, factor de potencia, potencia de entrada y demás, para cada rama del circuito.

b) Funcionamiento en carga nominal (con circuito simplificado): De igual manera que en el punto anterior, se obtiene el circuito de la figura 1-3- CN1, en donde R_{carga} y $R2$ están determinados por el momento nominal Mn , Imf suele admitirse pequeña respecto a $I1f$ por lo que tampoco se incluye la rama derivada en el cálculo, $I1f = I2f$, $X1 = X2$ y $R1$ es constante en todas las condiciones de marcha. Las pérdidas mecánicas $Pmec$ se deducen de la potencia en vacío (preliminarmente, un 20 % de las pérdidas en el hierro) y se llevan a carga nominal usando una expresión normalizada. Las pérdidas adicionales Pad se consideran un porcentaje de la potencia entregada en el eje (inicial-

mente, un 1 %). Posteriormente las P_{mec} y P_{ad} se ajustan por software a los valores particulares razonables, según el tamaño y las potencias en juego. P_{1n} es la potencia de entrada del circuito. I_{10} es la corriente de vacío, por fase

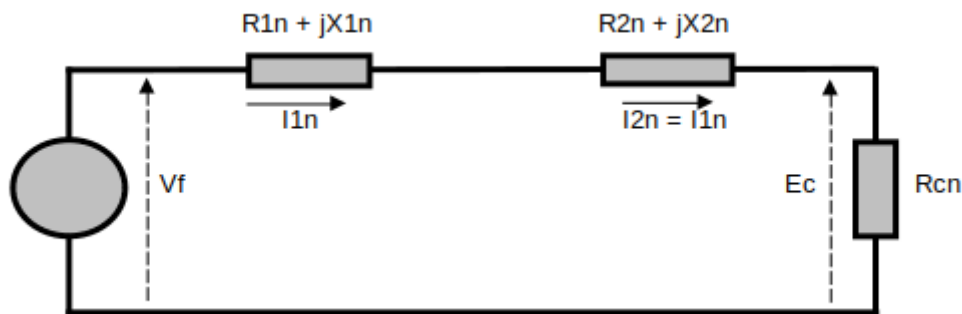


Fig. 1-3-CN1. Circuito simplificado con carga nominal (CN1)

Los valores de impedancias calculados en carga son:

$$I_{1f} = I_{1n} \quad \# \text{ Igualdad de corrientes en las ramas} \quad (8)$$

$$I_{2f} = I_{2n}$$

$$I_{1n} = I_{2n}$$

$$R_{1n} = R_1 \quad \# \text{ Resistencia arrollamiento a temperatura de norma} \quad (9)$$

$$P_{mec0} = C_{mec} \cdot (P_{10} - 3 \cdot R_1 \cdot I_{10}^2) \quad \# C_{mec} \text{ es estimado en vacío } (C_{mec} = 20 \%) \quad (10)$$

$$s = s_n = (n_s - n) / n_s \quad \# \text{ Deslizamiento nominal} \quad (11)$$

$$P_{mecn} = P_{mec0} \cdot (1 - s_n)^{2.5} \quad \# \text{ Pérdidas mecánicas en carga nominal} \quad (12)$$

$$P_{adn} = C_{ad} \cdot P_n \quad \# C_{ad} \text{ es estimado } (1\%) \cdot P_n: \text{ potencia nominal eje} \quad (13)$$

$$Z_n = V_f / I_{1n} \quad \# \text{ Módulo de la impedancia nominal} \quad (14)$$

$$R_{man} = (P_{mecn} + P_{adn}) / (3 \cdot I_{1n}^2) \quad \# \text{ Resistencia de pérdidas mecánicas y adicionales} \quad (15)$$

$$R_{carga} = (M_n \cdot 2\pi \cdot n / (3 \cdot 60 \cdot I_{1n}^2)) + R_{man} \quad \# \text{ Resistencia de carga nominal} \quad (16)$$

$$R_{cn} = R_{carga}$$

$$R_{2n} = R_2 = R_{cn} \cdot s_n / (1 - s_n) \quad \# \text{ Resistencia secundaria nominal} \quad (17)$$

$$X_{1n} = X_{2n} = (Z_n^2 - (R_{1n} + R_{2n} + R_{cn})^2)^{0.5} / 2 \quad \# \text{ Reactancias del circuito} \quad (18)$$

I_{mf} y las pérdidas P_{mec} y P_{ad} suelen tener mayores valores relativos a medida que decrece la potencia, por lo que la eliminación de la rama derivada origina un error relacionado con estos valores. De la misma manera que en el punto anterior se pueden obtener los restantes valores del circuito. Estos valores de arranque y nominal son preliminares, pero establecen las bases para llegar a los definitivos, que se obtendrán más adelante, con el circuito equivalente completo.

c) Funcionamiento en vacío (circuito completo): A partir de aquí se usa el circuito completo de la figura 1-1-Ccy se obtiene la figura 1-4-CV, donde R_{carga} es elevada porque el motor solo entrega la potencia necesaria para mover el rotor y ventilar (pérdidas mecánicas P_{mec0}), por lo que I_{2f} es pequeña respecto a I_{1f} y la tensión a bornes de R_{carga} se considera igual a V_f . Aquí ya se incluye la rama derivada en el cálculo y X_1 junto a X_2 se extrapolan linealmente con la velocidad, entre los valores de arranque y los nominales ya calculados. La velocidad en vacío se asume aproximadamente $n_0 = n_s$. Esta aproximación originará mayor error a medida que la potencia del motor decrece.

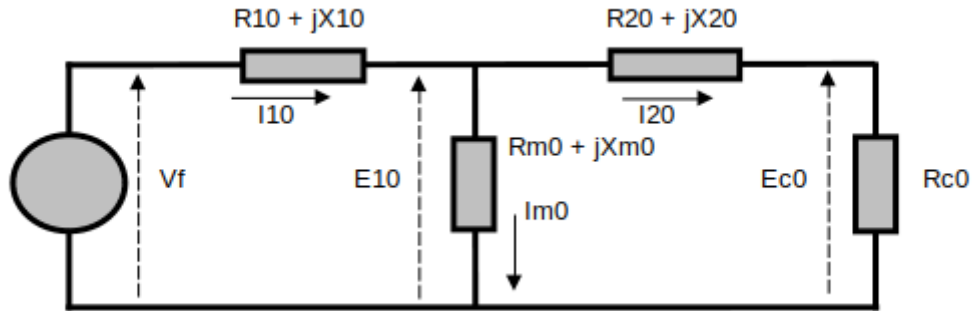


Fig. 1-4-CV. Circuito en vacío (CV)

Los valores de impedancias obtenidos en vacío (circuito completo con rama derivada) son:

$$\begin{aligned} I1f &= I10 && \# \text{ Corrientes en las tres ramas del circuito} && (19) \\ I2f &= I20 \\ Imf &= Im0 \end{aligned}$$

$$R10 = R1 \quad \# \text{ Resistencia arrollamiento a temperatura de norma} \quad (20)$$

$$Z0 = Vf / I10 \quad \# \text{ Módulo de la impedancia} \quad (21)$$

$$Fdp0 = P10 / (3 \cdot Vf \cdot I10) \quad \# \text{ Factor de potencia} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} \overline{Z0} &= Z0 \cdot (Fdp0 + j \text{sen} \text{acos} Fdp0) && \# \text{ Impedancia de entrada} && (23) \\ \overline{Z0} &= R0 + jX0 \end{aligned}$$

$$\overline{Vf} = Vf + j0 \quad \# \text{ Tensión aplicada} \quad (24)$$

$$\overline{I10} = \overline{Vf} / \overline{Z0} \quad \# \text{ Corriente en vacío} \quad (25)$$

$$X10 = X1 = X1a + (n0 / n) \cdot (X1n - X1a) \quad \# \text{ Reactancia del primario (variación lineal)} \quad (26)$$

$$\overline{Z10} = R1 + jX10 \quad \# \text{ Impedancia primaria} \quad (27)$$

$$\overline{E10} = \overline{Vf} - \overline{I10} \cdot \overline{Z10} \quad \# \text{ Tensión a bornes rama derivada} \quad (28)$$

$$Pad0 = 0 \quad \# \text{ Pérdidas adicionales} \quad (29)$$

$$Rc0 = R\text{carga} = Vf^2 / (Pmec0 / 3) \quad \# \text{ Resistencia aproximada de salida} \quad (30)$$

$$R20 = R2 = R2a - (n0 / n) \cdot (R2a - R2n) \quad \# \text{ Resistencia secundaria (variación lineal)} \quad (31)$$

$$X20 = X2 = X2a - (n0 / n) \cdot (X2a - X2n) \quad \# \text{ Reactancia secundaria (variación lineal)} \quad (32)$$

$$\overline{Z20} = (R20 + Rc0) + jX20 \quad \# \text{ Impedancia de la rama secundaria} \quad (33)$$

$$\begin{aligned} \overline{Zm0} &= (\overline{Z0} \cdot \overline{Z20} - \overline{Z10} \cdot \overline{Z20}) / (\overline{Z20} - \overline{Z0} + \overline{Z10}) && \# \text{ Impedancia de rama derivada resultante} && (34) \\ \overline{Zm0} &= Rm0 + jXm0 \end{aligned}$$

$$\overline{Im0} = \overline{E10} / \overline{Zm0} \quad \# \text{ Corriente rama derivada} \quad (35)$$

$$\overline{I20} = \overline{E10} / \overline{Z20} \quad \# \text{ Corriente rama secundaria} \quad (36)$$

Si bien podría adoptarse otro criterio en la resolución, aquí X10, R20 y X20 son valores extrapolados linealmente, obtenidos a partir de los calculados a la velocidad nominal, que generalmente es muy próxima a la de vacío. Con estos datos, se pueden obtener los restantes valores del circuito.

d) Funcionamiento en carga nominal (circuito completo): esta parte es un recálculo de los parámetros nominales del punto b), pero incluyendo la rama derivada. En la figura 1-5-CN2, R_{carga} y R_2 están determinados por el momento nominal M_n . Esta vez, X_1 se considera variable con la velocidad, $R_m = R_{m0}$ y X_m se obtiene desde su valor en vacío afectado por la relación de caídas de tensión en la rama derivada. X_2 resulta de despejar de la impedancia secundaria. Los valores obtenidos en este caso son:

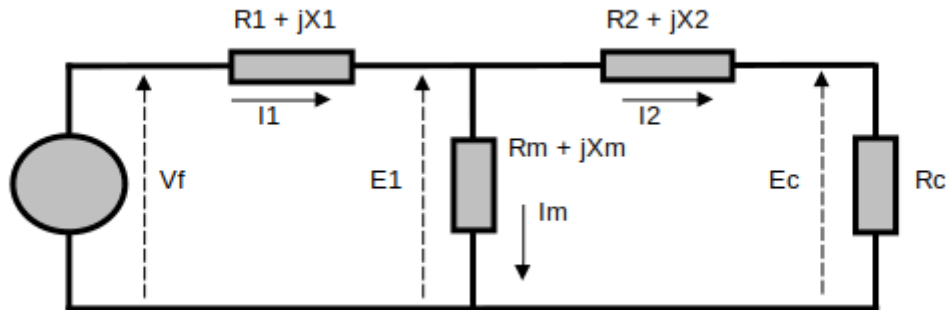


Fig. 1-5-CN2. Circuito con carga nominal (CN2)

$I_{1f} = I_1$	# Corrientes de las tres ramas. I_{1f} corriente nominal	(39)
$I_{2f} = I_2$		
$I_{mf} = I_m$		
$R_1 = R_1$	# Resistencia del arrollamiento primario	(40)
$Z = V_f / I_1$	# Módulo de la impedancia nominal	(41)
$F_{dp} = P_{1n} / (3 \cdot V_f \cdot I_1)$	# Factor de potencia	(42)
$\bar{Z} = Z \cdot (F_{dp} + j \text{sen} \text{acos} F_{dp}) = R + jX$	# Impedancia total de entrada	(43)
$\bar{V}_f = V_f + j0$	# Tensión de entrada	(44)
$X_1 = X_{1a} + (n/n_0) \cdot (X_{10} - X_{1a})$	# Reactancia primaria	(45)
$\bar{Z}_1 = R_1 + jX_1$	# Impedancia primaria	(46)
$\bar{I}_1 = \bar{V}_f / \bar{Z}$	# Corriente de entrada	(47)
$\bar{E}_1 = \bar{V}_f - \bar{I}_1 \cdot \bar{Z}_1$	# Tensión a bornes de rama derivada	(48)
$\bar{Z}_m = R_{m0} + X_{m0} \cdot E_{1n} / E_{10}$	# Impedancia de la rama derivada. X_m variable	(49)
$\bar{Z}_m = R_m + jX_m$	# Componentes de rama derivada	(50)
$\bar{I}_m = \bar{E}_1 / \bar{Z}_m$	# Corriente por la rama derivada	(51)
$\bar{I}_2 = \bar{I}_1 - \bar{I}_m$	# Corriente de la rama secundaria	(52)
$\bar{Z}_2 = \bar{E}_1 / \bar{I}_2$	# Impedancia secundaria	(53)
$P_{mec} = P_{mec0} \cdot (1 - s_n)^{2.5}$	# Pérdidas mecánicas	(54)
$P_{ad} = C_{ad} \cdot P_n$	# Pérdidas adicionales	(55)
$R_{ma} = (P_{mec} + P_{ad}) / (3 \cdot I_2^2)$	# Resistencia secundaria por pérdidas	(56)
$R_{carga} = M_n \cdot 2\pi \cdot n / (3 \cdot 60 \cdot I_2^2) + R_{ma}$	# Resistencia de carga nominal	(57)
$R_c = R_{carga}$	# Resistencia de carga nominal	(58)
$R_2 = R_c \cdot s_n / (1 - s_n)$	# Resistencia secundaria	(59)
$X_2 = (Z_2^2 - (R_2 + R_c)^2)^{0.5}$	# Reactancia secundaria	(60)
$\bar{E}_c = E_{2f} = \bar{E}_1 - \bar{I}_2 \cdot (R_2 + jX_2)$	# Tensión de salida a la carga	(61)
$E_c = E_2$	# Módulo de la tensión de salida	

Aquí también se resuelven $X1$, Rm y Xm usando valores anteriores. Las $Pmec$ en función de la velocidad usan una expresión normalizada, y no se considera la potencia consumida por el dinamómetro, que a bajas potencias puede tener un valor relativo considerable.

En las tablas 1-3-315C y 1-4-315C se muestra un ejemplo de los valores de impedancias, corrientes, momentos y otros, obtenidos según los métodos detallados desde a) hasta d)

Referencias de tablas 1-3-315C y 1-4-315C :

Arranque: valores de arranque obtenidos sin considerar la rama derivada del circuito ($Imf = 0$)

Nominal1 : valores nominales obtenidos sin considerar la rama derivada del circuito

Vacío: valores obtenidos considerando la rama derivada, con reactancias y resistencia rotórica variables

Nominal2: recálculo de valores nominales, con parámetros variables y rama derivada, según proceso del punto d)

Rt, Xt : resistencia y reactancia total del circuito, Ω

$R1, X1$: resistencia y reactancia del primario, Ω

Rm, Xm : resistencia y reactancia de la rama derivada, Ω

Imf, Iml : corrientes por fase y de línea, A; $Im>$: ángulo de la corriente respecto a la tensión, $^\circ$

$R2, X2$: resistencia y reactancia del secundario, Ω

$P1t$: potencia total de entrada, W

Pad, Pme, Pfe, Pcu : pérdidas adicionales, mecánicas, en el hierro y arrollamiento, respectivamente, W

$E2f, E2>$: tensión de salida (a bornes de la carga), V, su ángulo con la tensión de entrada, $^\circ$

$E1f, E1>$: caída de tensión sobre la rama derivada, V, su ángulo con la tensión de entrada, $^\circ$

$I2f, I2>$: corriente de la rama secundaria, A y su ángulo, $^\circ$

$I1f, I1l$: corriente de la rama primaria de fase y de línea, A

315C = 315 S

$Cmec, Cad$: coeficientes de pérdidas mecánicas y adicionales

Estado	$n_x(\min-1)$	$R_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$	$X_2(\Omega)$	$I_{mf}(A)$	$I_{ml}(A)$	$I_{m>}(^\circ)$
Arranque	0	0.182	0.504	0.027	0.252	inf	inf	0.155	0.252	0.0	0.0	-
Nominal1	1485	2.447	1.810	0.027	0.905	inf	inf	0.024	0.905	0.0	0.0	-
Vacío	1500	1.063	9.609	0.027	0.912	1.004	8.705	0.000	0.912	39.3	68.0	-83.9
Nominal2	1485	2.557	1.651	0.027	0.905	1.004	8.155	0.029	-0.110	40.1	69.3	-99.4

Tabla 1-3-315C. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, $Cmec = 4.0$, $Cad = 2.0$

Estado	$n_x(\min-1)$	$Mej(Nm)$	$Eff(\%)$	$P1t(W)$	$Pej(W)$	$Pad(W)$	$Pme(W)$	$Pfe(W)$	$Pcu(W)$	$E2f(V)$	$E2>(^{\circ})$	$E1f(V)$	$E1>(^{\circ})$	$I2f(A)$	$I2>(^{\circ})$	$I1f(A)$	$I1l(A)$	$I1>(^{\circ})$
Arranque	0	1485.4	0.0	274783	0	0	0	0	274783	0.0	-	209.7	-11.7	709.2	-70.1	709.2	1226.9	-70.1
Nominal1	1485	707.7	96.0	114428	110000	1100	911	0	2416	299.0	-36.5	322.5	-16.0	124.9	-36.5	124.9	216.0	-36.5
Vacío	1500	0.0	0.0	4963	0	0	187	4648	127	344.3	-0.5	344.3	-0.5	0.1	-0.5	39.3	68.0	-83.7
Nominal2	1485	707.7	91.9	119638	110000	2200	182	4835	2420	325.9	-14.2	329.2	-16.4	114.9	-14.2	124.9	216.0	-32.9

Tabla 1-4-315C. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, $Cmec = 4.0$, $Cad = 2.0$

e) Funcionamiento en cualquier estado de carga

Los valores de resistencias y reactancias del punto a) y del d), son los que se tomarán como iniciales y finales respectivamente para obtener las resistencias y reactancias de variación lineal, teniendo presentes las condiciones especiales de arranque y vacío, en cualquier estado de carga (o velocidad n_x) del motor. A saber:

$$s_x = (n_s - n_x) / n_s \quad \# \text{ Deslizamiento a la velocidad } n_x \quad (62)$$

$$R_{1x} = R_1 \quad \# \text{ Resistencia primaria} \quad (63)$$

$$X_{1x} = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_1 - X_{1a}) \quad \# \text{ Reactancia primaria} \quad (64)$$

$$R_{mx} = R_{m0} \quad \# \text{ Resistencia rama derivada} \quad (65)$$

$$k_{mx} = E_{1a} + (n_x / n_s) \cdot (E_{10} - E_{1a}) / E_{10} \quad \# \text{ Coeficiente creciente para } X_{mx} \quad (66)$$

$$X_{mx} = X_{m0} \cdot k_{mx} \quad \# \text{ Reactancia de la rama derivada} \quad (67)$$

$$R_{2x} = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_2) \quad \# \text{ Resistencia secundaria} \quad (68)$$

$$X_{2x} = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{1a} - X_2) \quad \# \text{ Reactancia secundaria} \quad (69)$$

$$R_{cx} = R_{2x} / s_x - R_{2x}$$

Resistencia de la carga

(70)

Introduciendo estos parámetros en el circuito, desde $n_x = 0$ hasta $n_x = ns$, se pueden obtener los valores y sus curvas de variación para cada velocidad del motor (en escalones de 1 min^{-1}), a saber:

- Resistencias, reactancias e impedancias
- Tensiones y sus ángulos respecto a la tensión nominal
- Corrientes y sus ángulos respecto a la tensión nominal
- Potencias, pérdidas y eficiencias

Y en especial, también se obtienen todos estos valores para:

- Estados de carga (150 %, 125 %, 100 %, 75 %, 50 %, 25 % de la potencia nominal)
- Eficiencia máxima
- Momentos máximos y mínimos

Para obtener los valores a las potencias normalizadas exactas, se realiza una interpolación entre los valores más cercanos a ellas.

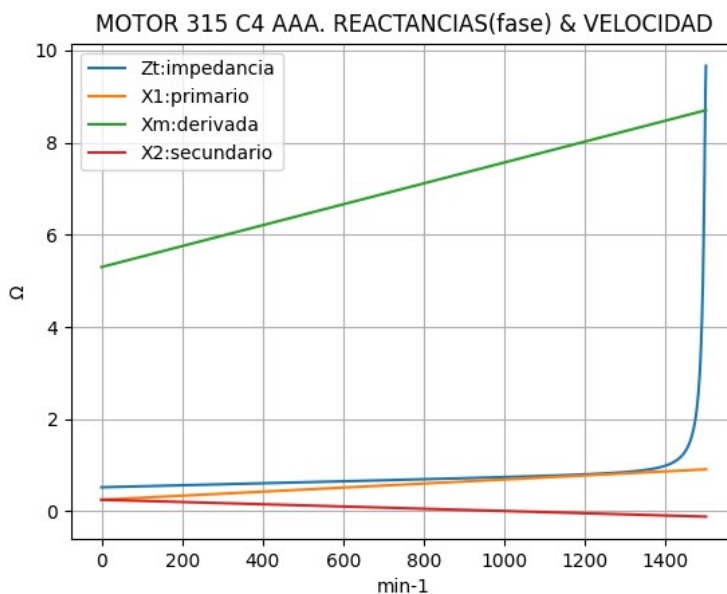
La tabla 1-5-315C muestra las resistencias y reactancias en función de la velocidad, según el método d)

$n_x(\text{min-1})$	$R_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$	$X_2(\Omega)$	$Imf(A)$	$Iml(A)$	$Im>(^{\circ})$	
0	0	0.170	0.494	0.027	0.252	1.004	5.301	0.155	0.252	37.9	65.5	-90.8
1	75	0.172	0.511	0.027	0.285	1.004	5.471	0.148	0.234	34.0	58.8	-93.6
2	150	0.175	0.528	0.027	0.318	1.004	5.642	0.142	0.215	30.6	52.9	-96.7
3	225	0.177	0.544	0.027	0.351	1.004	5.812	0.136	0.197	27.5	47.6	-100.0
4	300	0.180	0.560	0.027	0.384	1.004	5.982	0.129	0.179	24.8	42.9	-103.6
5	375	0.183	0.576	0.027	0.417	1.004	6.152	0.123	0.160	22.5	38.8	-107.5
6	450	0.187	0.592	0.027	0.450	1.004	6.322	0.116	0.142	20.4	35.3	-111.7
7	525	0.190	0.608	0.027	0.483	1.004	6.493	0.110	0.124	18.6	32.2	-116.4
8	600	0.195	0.623	0.027	0.516	1.004	6.663	0.104	0.106	17.2	29.7	-121.4
9	675	0.200	0.639	0.027	0.549	1.004	6.833	0.097	0.087	16.0	27.6	-126.7
10	750	0.205	0.654	0.027	0.582	1.004	7.003	0.091	0.069	15.0	26.0	-132.3
11	825	0.212	0.669	0.027	0.615	1.004	7.173	0.085	0.051	14.4	24.9	-138.0
12	900	0.221	0.685	0.027	0.648	1.004	7.344	0.078	0.032	14.0	24.3	-143.5
13	975	0.231	0.700	0.027	0.681	1.004	7.514	0.072	0.014	13.9	24.1	-148.7
14	1050	0.245	0.716	0.027	0.714	1.004	7.684	0.066	-0.004	14.1	24.4	-153.2
15	1125	0.264	0.731	0.027	0.747	1.004	7.854	0.059	-0.023	14.7	25.4	-156.6
16	1200	0.293	0.748	0.027	0.780	1.004	8.024	0.053	-0.041	15.6	27.1	-158.4
17	1275	0.340	0.765	0.027	0.813	1.004	8.194	0.046	-0.059	17.4	30.0	-157.7
18	1350	0.433	0.788	0.027	0.846	1.004	8.365	0.040	-0.078	20.5	35.5	-152.5
19	1425	0.707	0.837	0.027	0.879	1.004	8.535	0.034	-0.096	27.5	47.5	-136.7
20	1500	1.063	0.609	0.027	0.912	1.004	8.705	0.027	-0.114	39.3	68.0	-83.9

Tabla 1-5-315C. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

La figura 1-6-315C muestra variación de reactancias con la velocidad, de la tabla 1-5-315C.

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	0.523	0.494	0.252	5.301	0.252
75	0.539	0.511	0.285	5.471	0.234
150	0.556	0.528	0.318	5.642	0.215
225	0.572	0.544	0.351	5.812	0.197
300	0.588	0.560	0.384	5.982	0.179
375	0.604	0.576	0.417	6.152	0.160
450	0.621	0.592	0.450	6.322	0.142
525	0.637	0.608	0.483	6.493	0.124
600	0.653	0.623	0.516	6.663	0.106
675	0.669	0.639	0.549	6.833	0.087
750	0.686	0.654	0.582	7.003	0.069
825	0.702	0.669	0.615	7.173	0.051
900	0.719	0.685	0.648	7.344	0.032
975	0.737	0.700	0.681	7.514	0.014
1050	0.756	0.716	0.714	7.684	-0.004
1125	0.778	0.731	0.747	7.854	-0.023
1200	0.803	0.748	0.780	8.024	-0.041
1275	0.837	0.765	0.813	8.194	-0.059
1350	0.899	0.788	0.846	8.365	-0.078
1425	1.095	0.837	0.879	8.535	-0.096
1500	9.668	9.609	0.912	8.705	-0.114



Observaciones:

- La reactancia primaria $X1 = X1a + (nx / n) \cdot (X1 - X1a)$ y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X2 = X2a - (nx / n) \cdot (X2a - X2)$ es decreciente y positiva hasta cerca de 975 min^{-1} y luego es negativa

Fig. 1-6-315C . Curvas de impedancias y reactancias

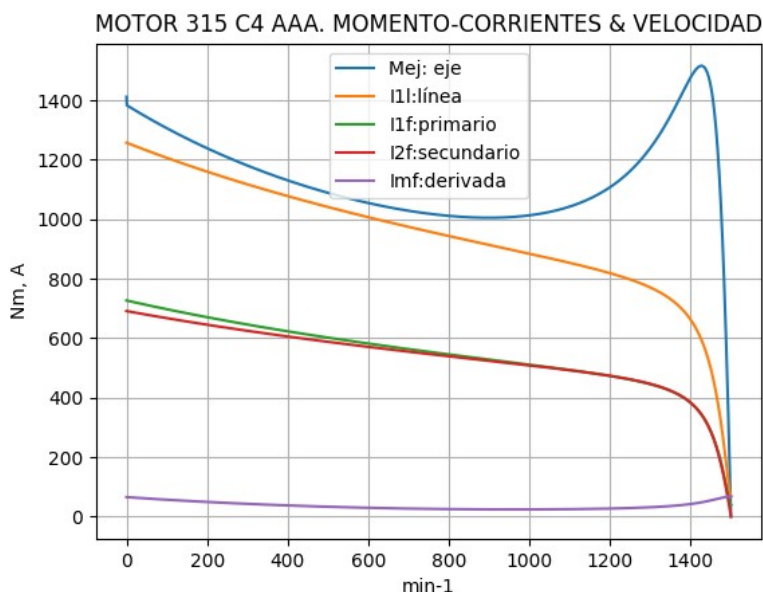
En la tabla 1-6-315C se muestran los momentos, potencias, pérdidas, corrientes y demás valores.

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(w)	Pej(w)	Pad(w)	Pme(w)	Pfe(w)	Pcu(w)	E2f(V)	E2(>°)	E1f(V)	E1(>°)	I2f(A)	I2(>°)	I1f(A)	I1l(A)	I1(>°)	
0	0	1411.9	0.0	269651	0	0	0	4322	265329	0.0	-	204.4	-11.5	691.4	-70.0	726.9	1257.6	-71.0
1	75	1324.8	4.1	256663	10405	208	0	3483	242567	5.3	-70.3	189.2	-14.0	673.3	-70.3	704.6	1219.0	-71.4
2	150	1271.4	8.1	245067	19972	399	1	2814	221881	10.3	-70.6	175.2	-16.8	656.2	-70.6	683.8	1183.0	-71.7
3	225	1223.6	12.3	234703	28830	577	2	2280	203015	15.3	-70.8	162.3	-19.8	640.1	-70.8	664.3	1149.2	-72.0
4	300	1180.8	16.5	225445	37095	742	3	1855	185750	20.2	-71.0	150.5	-23.1	624.9	-71.0	646.0	1117.5	-72.2
5	375	1142.6	20.7	217194	44872	897	6	1518	169901	25.0	-71.2	140.0	-26.7	610.5	-71.2	628.7	1087.7	-72.4
6	450	1109.0	24.9	209876	52261	1045	9	1253	155308	29.8	-71.3	130.6	-30.8	596.7	-71.3	612.4	1059.4	-72.5
7	525	1079.7	29.2	203442	59362	1187	14	1046	141833	34.6	-71.3	122.4	-35.2	583.5	-71.3	596.9	1032.6	-72.6
8	600	1054.8	33.5	197865	66277	1326	19	887	129356	39.5	-71.4	115.6	-40.0	570.9	-71.4	582.1	1007.0	-72.7
9	675	1034.4	37.9	193147	73121	1462	25	768	117771	44.5	-71.3	110.3	-45.1	558.7	-71.3	567.9	982.5	-72.6
10	750	1018.9	42.3	189323	80025	1601	33	682	106983	49.8	-71.2	106.4	-50.5	546.9	-71.2	554.3	959.0	-72.6
11	825	1008.8	46.7	186472	87158	1743	42	624	96904	55.4	-71.0	104.3	-55.9	535.3	-71.0	541.1	936.1	-72.4
12	900	1005.2	51.3	184733	94741	1895	52	592	87453	61.5	-70.7	103.9	-61.3	523.9	-70.7	528.2	913.8	-72.1
13	975	1009.7	55.9	184344	103089	2062	64	584	78546	68.4	-70.2	105.5	-66.3	512.4	-70.2	515.4	891.6	-71.7
14	1050	1024.8	60.7	185701	112679	2254	77	600	70091	76.6	-69.5	109.4	-70.6	500.6	-69.5	502.4	869.1	-71.1
15	1125	1054.9	65.6	189476	124283	2486	91	647	61969	86.7	-68.4	116.1	-73.9	488.0	-68.4	488.7	845.4	-70.1
16	1200	1108.0	70.7	196856	139233	2785	107	737	53994	100.1	-66.7	126.6	-75.5	473.5	-66.7	473.3	818.8	-68.6
17	1275	1198.0	76.2	209976	159955	3199	125	908	45789	119.7	-63.9	143.4	-74.7	454.7	-63.9	453.8	785.1	-66.1
18	1350	1347.9	82.1	232137	190559	3811	144	1271	36353	153.0	-58.4	173.1	-69.4	423.9	-58.4	422.9	731.6	-61.2
19	1425	1516.0	88.6	255271	226232	4525	164	2274	22076	222.1	-45.3	236.1	-53.4	346.6	-45.3	347.0	600.3	-49.8
20	1500	0.0	0.0	4963	0	0	187	4648	127	344.3	-0.5	344.3	-0.5	0.1	-0.5	39.3	68.0	-83.7

Tabla 1-6-315C. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

En la figura 1-7-315C se observan las curvas de momentos y corrientes, con parámetros de impedancia de variación lineal, correspondientes a la tabla 1-6-315C.

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	1411.9	691.4	726.9	1257.6	37.9
75	1324.8	673.3	704.6	1219.0	34.0
150	1271.4	656.2	683.8	1183.0	30.6
225	1223.6	640.1	664.3	1149.2	27.5
300	1180.8	624.9	646.0	1117.5	24.8
375	1142.6	610.5	628.7	1087.7	22.5
450	1109.0	596.7	612.4	1059.4	20.4
525	1079.7	583.5	596.9	1032.6	18.6
600	1054.8	570.9	582.1	1007.0	17.2
675	1034.4	558.7	567.9	982.5	16.0
750	1018.9	546.9	554.3	959.0	15.0
825	1008.8	535.3	541.1	936.1	14.4
900	1005.2	523.9	528.2	913.8	14.0
975	1009.7	512.4	515.4	891.6	13.9
1050	1024.8	500.6	502.4	869.1	14.1
1125	1054.9	488.0	488.7	845.4	14.7
1200	1108.0	473.5	473.3	818.8	15.6
1275	1198.0	454.7	453.8	785.1	17.4
1350	1347.9	423.9	422.9	731.6	20.5
1425	1516.0	346.6	347.0	600.3	27.5
1500	0.0	0.1	39.3	68.0	39.3



Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 900 min⁻¹ y el máximo cerca de 1425 min⁻¹
- La corriente I1l de línea descende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria, con cambio de pendiente cerca de 1300 min⁻¹
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f cerca de 1200 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 975 min⁻¹

Fig. 1-7-315C . Curvas de momentos y corrientes

En la tabla 1-7-315C se observan los valores para momento mínimo y máximo

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	899	1005.2	51.2	184748	94635	1893	52	592	87575	61.4	-70.7	103.9	-61.2	524.1	-70.7	528.4	914.1	-72.1
Máximo	1427	1516.2	88.8	255140	226578	4532	165	2321	21545	224.9	-44.7	238.7	-52.6	342.8	-44.7	343.3	593.9	-49.3

Tabla 1-7-315C . Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

La tabla 1-8-315C muestra los valores obtenidos para los estados de carga normalizados

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	1474.0	1075.6	92.6	179378.0	166031.0	3321.0	179.0	3916.0	5933.0	307.8	-22.6	313.9	-26.2	183.6	-22.6	188.9	326.9	-33.6
125 %	1480.3	887.0	92.7	148408.2	137500.6	2750.1	181.0	4163.6	3813.3	319.5	-18.0	324.2	-20.8	146.5	-18.0	153.5	265.6	-32.0
100 %	1485.2	707.3	92.4	119093.5	109999.7	2199.8	182.2	4338.9	2372.2	327.9	-14.1	331.4	-16.2	114.3	-14.1	123.1	213.1	-32.0
75 %	1489.4	529.0	91.5	90157.0	82500.0	1650.2	183.4	4467.6	1355.2	334.1	-10.4	336.6	-12.1	84.2	-10.4	95.6	165.3	-34.2
50 %	1493.2	351.7	89.4	61514.8	55000.3	1099.9	185.0	4559.5	670.9	338.8	-7.0	340.4	-8.1	55.4	-7.0	70.7	122.4	-40.3
25 %	1496.7	175.5	82.8	33127.4	27500.3	550.4	186.0	4618.7	273.0	342.1	-3.7	342.9	-4.3	27.5	-3.7	50.3	86.9	-54.8
Eff máx	1479.0	929.6	92.7	155374.0	143973.0	2879.0	180.0	4114.0	4227.0	317.2	-19.0	322.2	-22.0	154.5	-19.0	161.1	278.7	-32.2

Tabla 1-8-315C . Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

1-3. Verificación de valores característicos

a) **Valores característicos:** cuando no se dispone de las curvas de momentos y corrientes en función de la velocidad obtenidas por ensayos, se considera suficiente, como comprobación del método propuesto, la comparación de los valores característicos del motor calculados con variación lineal de impedancias con los datos de los ensayos o del folleto del fabricante, a saber:

- Valores de arranque y momento máximo
- Valores de estados de carga normalizados y vacío

La comparación se toma como la diferencia porcentual entre el valor calculado y el ingresado, respecto al calculado, incluidos ángulos, lo cual permite visualizar rápidamente que las diferencias, en general, suelen ser razonables en el último tramo de cargas (tabla 1-9-315C, parcial).

Datos	$n_x(\text{min}-1)$	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque							
Valores ingresados	0.0	1485.4	0.0	-	0.0	1226.9	-
Valores calculados	0.0	1411.9	0.0	269651.0	0.0	1257.6	-71.0
Diferencias (%)	-	4.9	-	-	-	-2.5	-
Mto Máximo							
Valores ingresados	-	1768.4	-	-	-	-	-
Valores calculados	1427.0	1516.2	88.8	255140.0	226578.0	593.9	-49.3
Diferencias (%)	-	14.3	-	-	-	-	-
Nominal							
Valores ingresados	1485.0	707.4	91.6	119278.7	110000.0	216.0	-32.9
Valores calculados	1485.2	707.3	92.4	119093.5	109999.7	213.1	-32.0
Diferencias (%)	-0.0	0.0	-0.9	0.2	0.0	1.3	2.6
75% carga							
Valores ingresados	1490.0	530.0	91.2	90600.0	82655.0	166.0	-34.9
Valores calculados	1489.4	529.0	91.5	90157.0	82500.0	165.3	-34.2
Diferencias (%)	0.0	0.2	-0.3	0.5	0.2	0.4	2.1

Tabla 1-9-315C . Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C (parcial)

b) Valores respecto a la curva del fabricante: cuando se dispone de las curvas de momentos y corrientes en función de la velocidad, obtenidas por ensayos, resulta de importancia obtener las diferencias entre valores calculados y reales a otras velocidades, aparte de las indicadas en la tabla 1-9-315C. La tabla 1-10-315SM muestra las diferencias de momentos y corrientes a lo largo de la curva, obtenidos con parámetros del circuito equivalente de variación lineal, para un motor cuyas curvas estuvieron disponibles. Las líneas remarcadas corresponden a los momentos mínimo y máximo, respectivamente.

Referencias de tabla 1-10-315SM:

n_xf, n_{xc} : velocidad curva del fabricante, velocidad de cálculo

$Difn, DifM, DifIl$: diferencias de velocidades, momentos y corrientes

$Mejf, Mejc$: momento en el eje de curva del fabricante y de cálculo

Ilf, Ilc : corrientes de la curva del fabricante y de cálculo

	$n_xf(\text{min}-1)$	$n_{xc}(\text{min}-1)$	Difn(%)	Mejf(Nm)	Mejc(Nm)	DifM(%)	I1lf(A)	I1lc(A)	DifIl(%)
0	0	0	0.0	1762.4	1678.7	4.7	1435.0	1467.2	-2.2
1	75	75	0.0	1734.3	1618.8	6.7	1435.0	1433.4	0.1
2	150	150	0.0	1692.0	1580.4	6.6	1433.0	1402.1	2.2
3	225	225	0.0	1670.8	1546.7	7.4	1430.9	1372.9	4.1
4	300	300	0.0	1645.5	1517.1	7.8	1428.9	1345.6	5.8
5	375	375	0.0	1611.6	1491.7	7.4	1424.8	1319.9	7.4
6	450	450	0.0	1586.2	1470.1	7.3	1422.7	1295.6	8.9
7	525	525	0.0	1565.1	1452.6	7.2	1420.6	1272.6	10.4
8	600	600	0.0	1546.1	1439.2	6.9	1418.6	1250.5	11.8
9	675	675	0.0	1529.1	1430.3	6.5	1414.5	1229.4	13.1
10	750	750	0.0	1512.2	1426.4	5.7	1394.0	1208.9	13.3
11	825	825	0.0	1501.6	1428.5	4.9	1383.8	1188.8	14.1
12	900	900	0.0	1497.4	1437.8	4.0	1359.1	1168.8	14.0
13	975	975	0.0	1486.8	1456.4	2.0	1332.5	1148.5	13.8
14	1050	1050	0.0	1482.6	1487.9	-0.4	1291.5	1127.2	12.7
15	1080	1080	0.0	1480.5	1505.1	-1.7	1266.9	1118.2	11.7

Tabla 1-10-315SM. Comparación de valores a distintas velocidades

16	1125	1125	0.0	1483.7	1537.6	-3.6	1225.9	1103.7	10.0
17	1200	1200	0.0	1501.6	1615.2	-7.6	1127.5	1075.6	4.6
18	1275	1275	0.0	1582.0	1737.9	-9.9	969.6	1037.2	-7.0
19	1350	1350	0.0	1681.4	1931.4	-14.9	768.8	971.2	-26.3
20	1422	1422	0.0	1825.2	2128.2	-16.6	457.2	811.9	-77.6
21	1425	1425	0.0	1832.9	2128.4	-16.1	451.0	800.0	-77.4
22	1500	1500	0.0	0.0	0.0	0.0	77.2	77.2	0.0

Tabla 1-10-315SM. Comparación de valores a distintas velocidades

En la tabla 1-10-315SM se observan diferencias apreciables de momentos y corrientes, lo que permite adelantar que los datos obtenidos usando variación lineal son parcialmente válidos para ver las curvas aproximadas del motor cuando no se dispone de los medios físicos para trazarlas.

En la figura 1-8-315SM se observan las curvas de comparación de momentos y corrientes del fabricante, versus las del cálculo lineal, obtenidas de la tabla 1-10-315SM.

Como se ve en la figura 1-8-315SM, las curvas resultantes de considerar esta variación lineal de las impedancias, si bien adoptan las formas admitidas universalmente, son aproximaciones, ya que en algunas zonas se suelen alejar sensiblemente de las provistas por el fabricante.

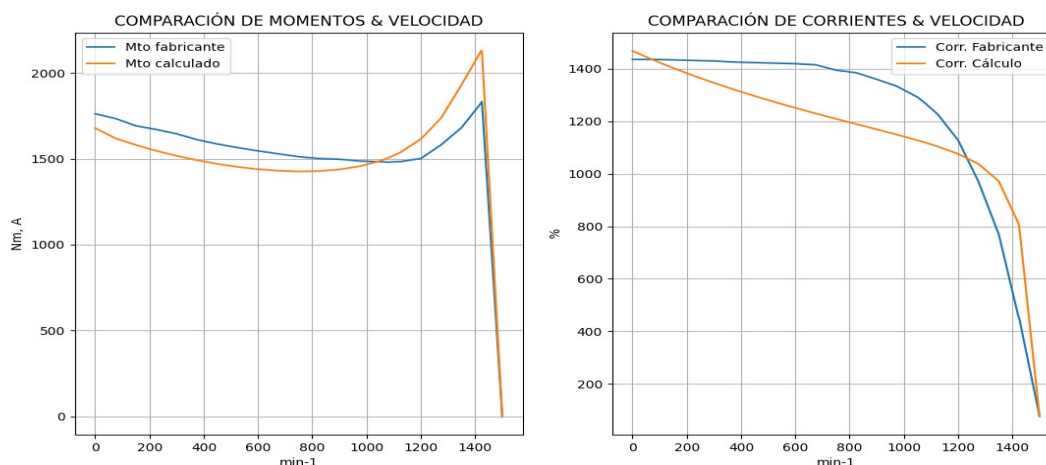


Fig. 1-8-315SM. Momentos y corrientes del fabricante versus calculados

1-4. Resistencias y reactancias a partir de la curva del fabricante

Como ya se dijo, las resistencias y reactancias obtenidas usando el método lineal desde el arranque hasta el estado de vacío producen curvas que en algunos casos se alejan sensiblemente de las provistas por el fabricante.

Para obtener una aproximación de la variación de resistencias y reactancias a partir de las curvas de momentos y corrientes del fabricante e insertar sus valores en el cálculo con el fin de acercar los resultados a los valores reales, se propone plantear aquí un método que admita los siguientes criterios:

- se mantiene lo referido a constancia de $R1$ y Rm y evaluación de pérdidas mecánicas y adicionales.
- las resistencias y reactancias para el arranque, vacío y nominal se calculan de igual manera que lo indicado hasta ahora
- las resistencias y reactancias a distintas velocidades de la curva se obtienen aplicando el siguiente proceso:

a) Valores lineales: se calculan los valores teóricos lineales de $X1$, $X2$ y $R2$ para distintas velocidades de la curva, usando un circuito equivalente completo. Se usan sólo para comparar con los obtenidos de las curvas del fabricante del punto b)

nf	# Velocidad obtenida de la curva del fabricante	(71)
$sf = (ns - nf) / ns$	# Deslizamiento	
Mf, I1f	# Momento y corriente de curva del fabricante	(72)
$R1l = R1$	# Resistencia primaria	(73)
$X1l = X1a + (nf / n) \cdot (X1 - X1a)$	# Reactancia primaria	(74)
$Rml = Rm0$	# Resistencia rama derivada	(75)
$kml = E1a + (nf / ns) \cdot (E10 - E1a) / E10$	# Coeficiente creciente para Xmx	(76)
$Xml = Xm0 \cdot kml$	# Reactancia de la rama derivada	(77)
$R2l = R2a - (nf / n) \cdot (R2a - R2)$	# Resistencia secundaria	(78)
$X2l = X2a - (nf / n) \cdot (X1a - X2)$	# Reactancia secundaria	(79)
$Rcl = R2l / sf - R2l$	# Resistencia de la carga	(80)
$Zf = Vn / I1f$	# Impedancia del circuito a la corriente I1f	(81)

b) Valores del fabricante aproximados: se obtienen $X1 = X2$ y $R2$ de las curvas del fabricante a las mismas velocidades de la curva del punto anterior, usando el circuito equivalente simplificado, como el de la figura 1-3-CN1:

Mf, I1f	# Momento y corriente de curva del fabricante	(82)
$sf = (ns - nf) / ns$	# deslizamiento	(83)
R1f = R1	# Resistencia primaria	(84)
$Pmecf = Pmec0 \cdot (1 - sf) ^ 2.5$	# Potencia mecánica	(85)
$Pejef = (Mf \cdot 2\pi \cdot nf) / 60$	# Potencia en el eje	(86)
$Padf = Pejef \cdot Cad / 100$	# Pérdidas adicionales	(87)
$I2f = I1f$	# Eliminación de rama derivada	(88)
$Rcf = (Pejef + Pmecf + Padf) / (3 \cdot I2f) ^ 2$	# Resistencia de carga	(89)
R2f = $sf \cdot Rcf / (1 - sf)$	# Resistencia secundario	(90)
$X12f = [Zf ^ 2 - (R1f + R2f / sf) ^ 2] ^ 0.5$	# Suma de reactancias en serie	(91)
X1f = X2f = $X12f / 2$	# Reactancia del secundario aproximada	(92)

La tabla 1-11-315SM muestra los valores lineales y reales aproximados, respetando este método.

Referencias de tabla 1-11-315SM:

Zf, Zc : Impedancia obtenida a partir de la curva del fabricante, impedancia de cálculo lineal, respectivamente
 $X1f, X1c$: Reactancias del primario de la curva del fabricante y de cálculo lineal, respectivamente
 $X2f, X2c$: Reactancias del secundario de la curva del fabricante y de cálculo lineal, respectivamente
 $R2f, R2c$: Resistencias del secundario de de la curva del fabricante y de cálculo lineal, respectivamente
 Mf, If : Momentos y corrientes obtenidos de las curvas del fabricante

nx(min-1)	Zf(Ω)	Zc(Ω)	X1f(Ω)	X1c(Ω)	X2f(Ω)	X2c(Ω)	R2f(Ω)	R2c(Ω)	Mf(Nm)	I1f(A)	
0	0	0.458	0.458	0.215	0.215	0.215	0.215	0.134	0.134	1762.4	1435.0
1	75	0.458	0.459	0.216	0.249	0.216	0.190	0.127	0.128	1734.3	1435.0
2	150	0.459	0.469	0.216	0.282	0.216	0.165	0.117	0.123	1692.0	1433.0
3	225	0.459	0.479	0.217	0.315	0.217	0.139	0.110	0.117	1670.8	1430.9
4	300	0.460	0.489	0.218	0.349	0.218	0.114	0.102	0.111	1645.5	1428.9
5	375	0.461	0.498	0.219	0.382	0.219	0.089	0.094	0.105	1611.6	1424.8
6	450	0.462	0.507	0.219	0.415	0.219	0.064	0.087	0.100	1586.2	1422.7
7	525	0.463	0.517	0.220	0.448	0.220	0.038	0.080	0.094	1565.1	1420.6

Tabla 1-11-315SM. Resistencias y reactancias del fabricante

8	600	0.463	0.526	0.220	0.482	0.220	0.013	0.073	0.088	1546.1	1418.6
9	675	0.465	0.535	0.221	0.515	0.221	-0.012	0.067	0.082	1529.1	1414.5
10	750	0.472	0.544	0.224	0.548	0.224	-0.038	0.062	0.077	1512.2	1394.0
11	825	0.475	0.553	0.226	0.582	0.226	-0.063	0.056	0.071	1501.6	1383.8
12	900	0.484	0.562	0.230	0.615	0.230	-0.088	0.051	0.065	1497.4	1359.1
13	975	0.493	0.572	0.234	0.648	0.234	-0.113	0.046	0.059	1486.8	1332.5
14	1050	0.509	0.583	0.241	0.681	0.241	-0.139	0.042	0.054	1482.6	1291.5
15	1080	0.519	0.588	0.246	0.695	0.246	-0.149	0.041	0.051	1480.5	1266.9
16	1125	0.536	0.596	0.253	0.715	0.253	-0.164	0.039	0.048	1483.7	1225.9
17	1200	0.583	0.611	0.272	0.748	0.272	-0.189	0.037	0.042	1501.6	1127.5
18	1275	0.678	0.634	0.307	0.781	0.307	-0.215	0.040	0.036	1582.0	969.6
19	1350	0.855	0.677	0.356	0.815	0.356	-0.240	0.045	0.031	1681.4	768.8
20	1422	1.438	0.810	0.155	0.846	0.155	-0.264	0.072	0.025	1825.2	457.2
21	1425	1.458	0.822	0.083	0.848	0.083	-0.265	0.071	0.025	1832.9	451.0
22	1500	8.511	8.511	0.881	0.881	0.881	0.881	0.000	0.000	0.0	77.2

Tabla 1-11-315SM. Resistencias y reactancias del fabricante

Las resistencias y reactancias obtenidas de las curvas del fabricante se interpolan para lograr una gráfica continua de ellas en todas las velocidades del motor . La figura 1-9-315SM muestra las curvas de resistencias y reactancias del fabricante, versus las de cálculo lineal.

Referencias de la Fig 1-9-315SM:

R1: resistencia del primario

Rm, R2: resistencias calculadas, rama derivada, secundario

X1, Xm, X2: reactancias calculadas, primario, derivada y secundario

R2f: resistencia del secundario, obtenida del fabricante

X1f, X12: reactancias del fabricante, primario y secundario (superpuestas)

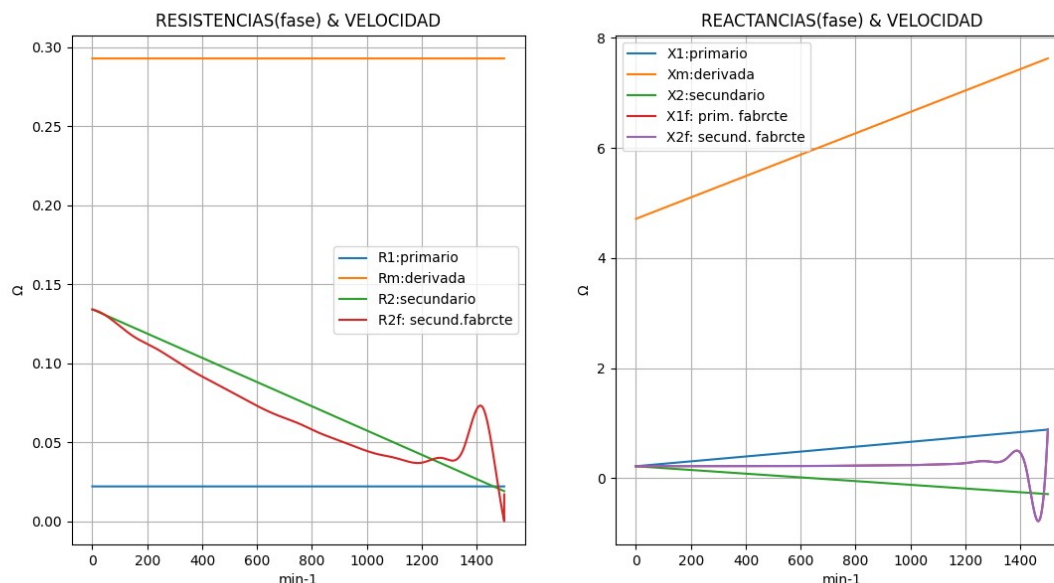


Fig. 1-9-315SM. Comparación de resistencias y reactancias de cálculo y del fabricante

Debe aclararse que, mientras los valores de cálculo fueron obtenidos a 25°C, los de la curva del fabricante se obtuvieron a una temperatura no conocida, que si es diferente a aquella, evidentemente podrían contribuir a las diferencias de las figuras 1-9-315SM y 1-10-315SM.

La figura 1-10-315SM muestra los resultados discretos de momentos y corrientes obtenidos del cálculo, usando las resistencias y reactancias de la figura 1-9-315SM, provenientes de las curvas del fabricante.

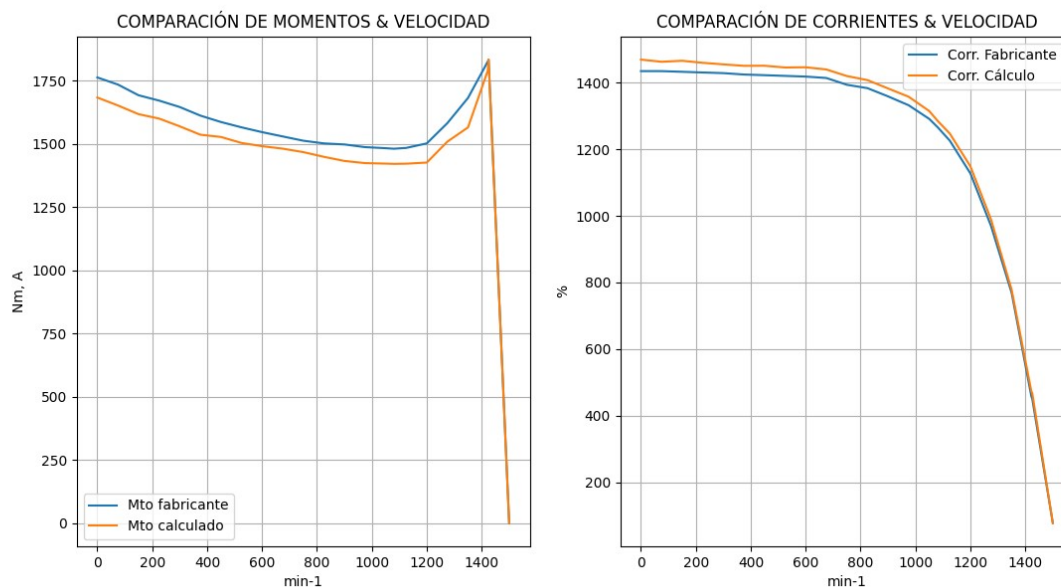


Fig 1-10-315SM. Comparación de momentos y corrientes de cálculo y del fabricante

Los valores aproximados de la tabla 1-11-315SM y las curvas de la figura 1-9-315SM, demuestran que la resistencia $R2f$ y las reactancias $X1f$ y $X2f$ del fabricante no son lineales, como lo plantean las hipótesis simplificativas del punto 2, ya que se presentan como curvas con valores máximos muy pronunciados, ocasionados mayormente por la relación general Φ_{δ} / I en el primario y secundario, donde el flujo disperso Φ_{δ} va cayendo suavemente mientras que la corriente I lo hace en forma abrupta. $R2f$ toma el valor superior en el punto de máximo momento, en el cual también influye la forma de la barra del rotor. Esto se repite en varios motores cuyas curvas provee el fabricante.

De aquí se infiere nuevamente que el método de variación lineal de parámetros inicialmente planteado es teórico y aproximado y que, para mejorar la cercanía de los resultados del cálculo a las curvas del fabricante usando el circuito equivalente tradicional, será imperante conocer las resistencias y reactancias provenientes de tales curvas.

1-5. Valores de exigencias

En caso de estar disponibles los datos dimensionales del paquete de chapas y los del bobinado se calculan aproximadamente las exigencias eléctricas, magnéticas y térmicas en condiciones nominales, lo cual es una herramienta de gran utilidad para los diseñadores de motores. En la figura 1-11-DER se presenta un corte del estator y rotor, indicando las cotas que se usarán en el cálculo de exigencias.

Referencias sobre figura 1-11-DER y cálculo de exigencias (lo indicado en negrita es dato):

- Cap**: capas de bobinas por ranura
- Cbo**: ramas en paralelo del bobinado
- Dce**: diámetro de la corona del estator, mm
- Dcr**: diámetro de la corona del rotor, mm
- Dej**: diámetro del eje, mm
- Dex**: diámetro exterior, mm
- Dro**: diámetro interior del estator (aproximadamente del rotor), mm
- E1**: cdt en la rama derivada (de cálculo), V
- Ebo**: espiras por bobina (promedio)
- Eh**: longitud del entrehierro, mm
- f**: frecuencia, Hz
- Fap**: factor de apilado de las chapas

Far: factor de arrollamiento

Im0, In: corriente rama derivada en vacío; corriente nominal por fase, A

Lpa: longitud del paquete de chapas, mm

Nre, Nrr: número de ranuras del estator y rotor

Na1, Na2: número de alambres del bobinado en paralelo

P1e, Pejee: potencia de entrada y en el eje, estabilizado térmicamente, W

Pn: potencia nominal, kW

polos: cantidad de polos

Scu: sección de conductor, por rama, mm²

tc: temperatura del ambiente cuando ocurre la estabilización térmica, °C

tcare: temperatura de la carcasa del motor, estabilizado térmicamente, °C

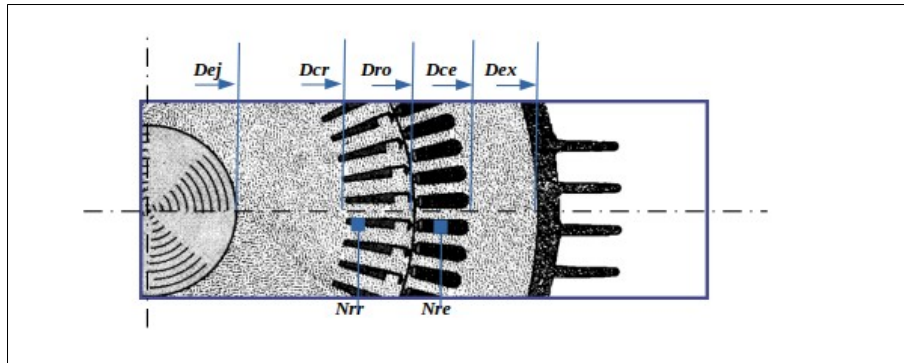


Fig. 1-11-DER. Dimensiones del estator y rotor (DER)

Figura obtenida del Manual WEG de Motores Eléctricos, con agregados propios

Seguidamente, se muestra el proceso de cálculo:

$Hce = (Dex - Dce) / 2$	# Altura de la corona estator	(93)
$Hcr = (Dcr - Dej) / 2$	# Altura de la corona del rotor	(94)
$Sar = (Dro - Dcr) \cdot Esa / 2$	# Sección del anillo de jaula del rotor	(95)
$IkW = In / Pn$	# Corriente por kW	(96)
$Scu = (\pi / 4) \cdot [(Na1 \cdot Da1^2) + (Na2 \cdot Da2^2)]$	# Sección alambres de cobre, de 2 diámetros	(97)
$Amm2 = In / (Cbo \cdot Scu)$	# Densidad de corriente en el alambre estator	(98)
$Abr = Far \cdot In \cdot Ebo \cdot Cap \cdot Nre / (Cbo \cdot Nrr)$	# Corriente en la barra del rotor	(99)
$Amm2br = Abr / Srr$	# Densidad de corriente en la barra del rotor	(100)
$Aar = Nrr \cdot Abr / (\pi \cdot polos)$	# Corriente en el anillo jaula rotor	(101)
$Amm2ar = Aar / Sar$	# Densidad de corriente en el anillo jaula rotor	(102)
$Cpf = Ebo \cdot Cap \cdot Nre / (3 \cdot Cbo)$	# Conductores por fase	(103)
$Flujo = E1 / (2.22 \cdot f \cdot Far \cdot Cpf)$	# Flujo por polo	(104)
$Seh = \pi \cdot Dro \cdot Lpa / (polos \cdot 10^6)$	# Sección del entrehierro	(105)
$Teh = \pi \cdot Flujo / (2 \cdot Seh)$	# Densidad de flujo en el entrehierro	(106)
$Sce = Hce \cdot Lpa \cdot Fap / 10^6$	# Sección de la corona estator	(107)
$Tce = Flujo / (2 \cdot Sce)$	# Densidad de flujo en la corona estator	(108)
$Scr = (Hcr \cdot Lpa \cdot Fap + Dej \cdot Lpa / 4) / 10^6$	# Sección de la corona rotor y aporte del eje	(109)
$Tcr = Flujo / (2 \cdot Scr)$	# Densidad de flujo en la corona rotor	(110)
$TW = (tcare - tc) / (P1e - Pejee)$	# Sobretemperatura arrollamiento / pérdidas, °C/W	(111)
$Heh = Cpf \cdot Im0 \cdot 10^3 / (2 \cdot 2 \cdot Eh)$	# Intensidad de campo entrehierro, A/m	(112)

En la tabla 1-12-315C se muestra un ejemplo de los valores aproximados obtenidos según estos criterios de cálculo.

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado Datos bob.		Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	495.0	Paso de bobinas en ran 12/14/16-12/14		Corriente por kW (A/kW)	1.96
Altura corona estator (mm)	52.5	Capas de bobinas por ranura 1		Densidad corriente bobinado (A/mm2)	3.4
Diámetro interior estator (mm)	310.0	Factor de arrollamiento 0.957		Corriente barra rotor (A)	496.6
Altura corona rotor (mm)	44.2	Espiras por bobina (prom) 13.3		Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	2.7
Diámetro eje rotor (mm)	120.0	Espiras por bobina (real) 16/16/8		Corriente anillo rotor (A)	1896.9
Longitud paquete de chapas (mm)	340.0	Número de alambres 1 6		Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	1.9
Número ranuras estator	60.0	Diámetro alambre 1 (mm) 1.4		Flujo por polo (wb)	0.0469
Sección ranura estator (mm2)	377.5	Número de alambres 2 0		Densidad flujo entrehierro (T)	0.89
Número ranuras rotor	48.0	Diámetro alambre 2 (mm) 0.0		Dens. flujo corona estator (T)	1.46
Sección ranura rotor (mm2)	184.9	Conexión bobinado (vías) 4		Dens. flujo corona rotor (T)	0.99
Espesor anillo rotor (mm)	20.0	Peso total cobre (kg) 58.5		Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.004
Sección anillo rotor(mm2)	1016.0	Relleno ranura(%) 39.1		NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	2612719
Longitud entrehierro (mm)	1.0				

Tabla 1-12-315C . Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

1-6. Relaciones de impedancias y de pérdidas

Las relaciones de resistencias, reactancias y pérdidas suelen resultar útiles, en el momento del diseño, para la comparación del comportamiento de un motor con otro de similares características y arribar a conclusiones necesarias para ajustar las características dimensionales, eléctricas o magnéticas. La tabla 1-13-315C muestra las relaciones entre resistencias y reactancias.

Referencias sobre tabla 1-13-315C:

$R1a/Rn$: relación entre la resistencia del arrollamiento primario en el arranque y la total nominal

$X1a/Xn$: relación entre la reactancia del arrollamiento primario en el arranque y la total nominal

Rma/Rn : relación entre la resistencia derivada en el arranque y la total nominal

Xma/Xn : relación entre la reactancia derivada en el arranque y la total nominal

$R2a/Rn$: relación entre la resistencia del arrollamiento secundario en el arranque y la total nominal

$X2a/Xn$: relación entre la reactancia del arrollamiento secundario en el arranque y la total nominal

Las restantes relaciones se detallan en la lista de símbolos

Relación	$R1a/Rn$	$X1a/Xn$	Rma/Rn	Xma/Xn	$R2a/Rn$	$X2a/Xn$	$R1n/Rn$	$X1n/Xn$	Rmn/Rn	Xmn/Xn	$R2n/Rn$	$X2/Xn$	$R10/Rn$	$X10/Xn$	$Rm0/Rn$	$Xm0/Xn$	$R20/Rn$	$X20/Xn$
Valor	0.0106	0.1526	0.3926	3.2108	0.0606	0.1526	0.0106	0.5482	0.3926	4.9394	0.0113	-0.0666	0.0106	0.5524	0.3926	5.2726	0.0	0.5524

Tabla 1-13-315C . Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

En la tabla 1-14-315C se observan las relaciones de pérdidas, también útiles en la evaluación de prototipos

Referencias sobre tabla 1-14-315C:

Pad/PP : relación entre pérdidas adicionales y total de pérdidas

Pme/PP : relación entre pérdidas mecánicas y total de pérdidas

Pfe/PP : relación entre pérdidas en el hierro y total de pérdidas

Pcu/PP : relación entre pérdidas en el cobre y total de pérdidas

Carga	Pad/PP (%)	Pme/PP (%)	Pfe/PP (%)	Pcu/PP (%)
Nominal	22.8	1.9	50.2	25.1
Eff. Máx	25.3	1.6	36.1	37.1

Tabla 1-14-315C . Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

1-7. Bobinados

Solo a fines ilustrativos y sin redundar en detalles, se muestra el esquema circular del arrollamiento con bobinas iguales de una fase (Crisci, 1956), equivalente al usado normalmente por el motor, y una variante del mismo, obtenido de la plataforma www.progebo.com (Gallo y Gallo, 2014, 2017). En las figuras 1-12-315C y 1-13-315C se observan variantes en simple y doble estrato por ranura, del bobinado de la tabla 1-12-315C (que en realidad presenta doble estrato en 4 ranuras por fase y 4 vías), para un motor de 110 kW, 4 polos, con conexión en 2 y 4 vías de corriente, respectivamente.

1-8. Software de aplicación

Para la resolución de los puntos anteriores se aplica un software específico basado en datos de ensayos y fabricación de motores trifásicos de inducción hasta 450 kW, en 380 V, 50 Hz.

En la elaboración del software se utiliza Python 3 (González Duque, 2019; Python Software Foundation, 2021) porque presenta, entre otras, las ventajas de ser un lenguaje de programación de última generación, accesible en la red, actualizable, de sintaxis sencilla, multiplataforma, y con las posibilidades de extenderlo, eventualmente, al dominio de la inteligencia artificial. En el sitio <https://pypi.org/> (The Python Package Index) se encuentran disponibles innumerables proyectos similares a éste, destinados a motores trifásicos de inducción.

Esta aplicación cumple con los siguientes requisitos elementales:

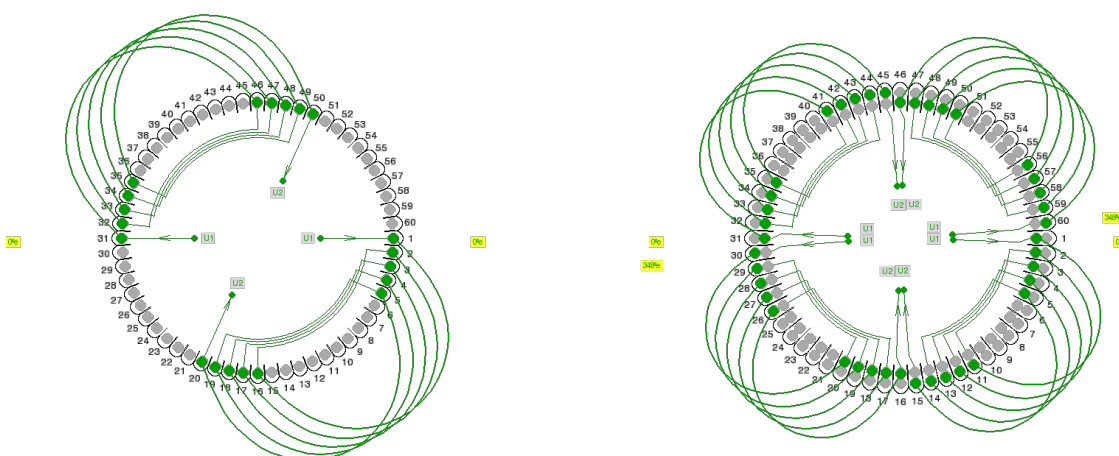


Fig. 1-12-315C . Esquema de arrollamiento de 60 ranuras, 4 polos, paso 1-16, 2 vías, $k_a = 0.957$

Fig. 1-13-315C . Esquema de arrollamiento de 60 ranuras, 4 polos, paso 1-11, 4 vías, $k_a = 0.829$

- Sencillez de comunicación con el usuario, rápida carga y ágil lectura de datos: posee una interfaz amigable y velocidad de comunicación, lo que posibilita un pronto y sencillo acceso a los resultados.
- Posibilidad de graficar, almacenar, recuperar y exportar los valores: los resultados se muestran en tablas y gráficos e incluye soporte y detalle de los datos almacenados. Los valores obtenidos pueden exportarse a una planilla de cálculo estándar.
- Libre acceso en la red: factibilidad de usarse, adaptarse o actualizarse en el ámbito profesional o académico, sin costos económicos.

Desde la visión del usuario, este software posibilita la aplicación del método de resolución del circuito equivalente convencional para obtener todas las magnitudes internas de funcionamiento del motor eléctrico a lo largo de la curva *momento & velocidad*. Esto constituye una prestación muy

valorada en el campo de diseño, porque facilita la realización de sucesivos ajustes de adaptación en los prototipos y permite aproximar aquellos valores que no se pueden adquirir por ensayos directos.

1-9. Referencias

Amaral, G.F.V. et al (2021) “A High Precision Method for Induction Machine Parameters Estimation From Manufacturer Data” . IEEE Transactions on. 36(2):1226-1233 Energy Conversion, USA. Disponible en:

<http://portal.bibliotecas.utn.edu.ar/proxy/https://ieeexplore.ieee.org/document/9234616>

Chapman, S. (2005). “*Máquinas Eléctricas*”. México: Mc Graw Hill, 401-430.

Crisci, G. (1956). “*Costruzione, schemi e calcolo degli avvolgimenti delle macchine elettriche rotanti*”. Módena: STFM Mucchi: 675-815. Disponible en:

https://www.mucchieditore.it/index.php?option=com_virtuemart&view=productdetails&virtuemart_product_id=2168&virtuemart_category_id=67

Corrales Martín, J. (1976). “*Cálculo industrial de máquinas eléctricas*”. Tomo I . Barcelona: Marcombo B.E.: 236-276.

Corrales Martín, J. (1976). “*Cálculo industrial de máquinas eléctricas*”. Tomo II. Barcelona: Marcombo B.E.: 380-430.

EASA/AEMT. (2003). “*El Efecto de la Reparación/Rebobinado en la Eficiencia del Motor Estudio de Rebobinado EASA/AEMT y Guía de Buenas Prácticas Para Conservar La Eficiencia del Motor*”. USA, 18-19. Disponible en:

https://www.academia.edu/36573565/El_Efecto_de_la_Reparacion_Rebobinado_en_la_Eficiencia_del_Motor_Estudio_de_Rebobinado_EASA_AEMT_y_Guia_de_Buenas_Practicas_Para_Conservar_La_Eficiencia_del_Motor

Fraile Mora, J. (2008). “*Máquinas Eléctricas*”. Madrid: Mc Graw Hill, 259-334.

Gallo, O. y Gallo, J. (2014). “*Programa de Gestión de Bobinados (ProGeBo) (Primera parte)*”. Revista Iberoamericana de Ingeniería Industrial. Brasil, Vol. 6, N° 11, ISSN 21758018, pp. 328-348, noviembre 2014. Disponible en:

<https://ria.utn.edu.ar/handle/20.500.12272/3331>

Gallo, O y Gallo, J. (2017). “*Programa de Gestión de Bobinados (ProGeBo). Parte II*”. 46° Congreso JAIIO, Córdoba, Argentina. Disponible en:

<https://ria.utn.edu.ar/handle/20.500.12272/3359>

González Duque, R. (2019). “*Python para todos*”. Disponible en: <http://mundogeek.net/tutorial-python/>

LafertGroup (2021). “*IE3 Range. Premium Efficiency Three Phase Motors*”. Italia. Disponible en: <https://www.lafertaust.com.au/wp-content/uploads/2019/01/Brochure-IE3-Range-2019.pdf>

Liwschitz-Garik, M; Whipple, C. (1974). “*Máquinas de corriente alterna*”. México: Editorial CECSA: 177-209.

Norma IEC 60034-1. (2017). “*Rotating electrical machines - Part 1: Rating and performance*”. Disponible en:
<<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/iec?c=28145>>

Norma IEC 60034-2-1. (2014). *Rotating electrical machines – Part 2-1: Standard methods for determining losses and efficiency from tests (excluding machines for traction vehicles)*. Disponible en:
<<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0053468>>

Python Software Foundation. (2021). “*Documentation*”. Disponible en: <<https://www.python.org/>>

Sale A, A. et al. (2018). “*Optimization of Induction Motor Equivalent Circuit Parameter Estimation Based on Manufacturer’s Data*”. *Energies*, 2018, 11, 7, 1. Disponible en:
<<http://portal.bibliotecas.utn.edu.ar/proxy/https://ideas.repec.org/a/gam/jeners/v11y2018i7p1792-d156869.html>>

WEG. (2021). “*Motor Modular IE2 110 kW 4P 280S/M 3F 200/346/400/690//230/400 V 50 Hz IC411 - TEFC – B. Curva de par y corriente x rotación*”. Brasil. Disponible en:
<<https://www.weg.net/catalog/weg/ES/es/Motores-EI%C3%A9ctricos/Motores-para-Aplicaci%C3%B3n-Industrial/Motor-Modular/Motor-Modular-%28Hierro-Gris%29/Motor-Modular-IE2-110-kW-4P-280S-M-3F-200-346-400-690-230-400-V-50-Hz-IC411---TEFC---B3T/p/12411261>>

Wengerkiewicz C. et al. (2017). “*Estimation of Three-Phase Induction Motor Equivalent Circuit Parameters from Manufacturer Catalog Data*”. *Journal of Microwaves, Optoelectronics and Electromagnetic Applications*. March 2017 16(1): 90-107. Disponible en:
<http://portal.bibliotecas.utn.edu.ar/proxy/http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-10742017000100090&lng=en&tlng=en>

Capítulo 2. Motores AAA de 2 polos

2-1. Motor asincrónico trifásico 71 B2. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad	
AAA	xxx	71 B2	0.55	380	E	50	2	2735	63.0	0.88	1.5	4.58	1.93	2.5	B	44	Normal

Tabla 2-1-71. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	16.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	23.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	22.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	27.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	79.9	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	3000.0	-	-	128	-	0.65	0.30
Arranque	-	-	380	0.0	3.700	-	-	-	6.90	-
Carga 75%	-	-	380	2805.0	1.404	62.4	660	412	1.16	0.87
Carga 50%	-	-	380	2875.0	0.913	138.9	198	275	0.67	0.45
Temperat. carcasa	-	64.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2-2-71. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	24.952	19.991	16.729	9.996	inf	inf	8.223	9.996	0.0	0.0	-
Nominal1	2735	109.753	96.941	16.729	48.470	inf	inf	8.217	48.470	0.0	0.0	-
Vacío	3000	101.378	322.363	16.729	52.198	74.614	276.664	8.000	52.198	0.6	0.6	-74.9
Nominal2	2735	128.863	69.553	16.729	48.470	74.614	236.550	11.026	-37.264	0.7	0.7	-90.2

Tabla 2-3-71. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 20.0, Cad = 5.5

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	3.7	0.0	3533	0	0	0	0	3533	0.0	-153.4	88.9	11.9	6.9	-38.7	6.9	6.9	-38.7
Nominal1	2735	1.9	74.0	741	550	6	17	0	168	127.2	-41.5	157.3	-13.9	1.5	-41.5	1.5	1.5	-41.5
Vacío	3000	0.0	0.0	135	0	0	21	92	21	183.8	-0.4	184.0	0.1	0.0	-0.4	0.7	0.7	-72.5
Nominal2	2735	1.9	62.9	875	550	30	17	107	171	150.5	-1.0	171.1	-17.7	1.3	-1.0	1.5	1.5	-28.4

Tabla 2-4-71. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 20.0, Cad = 5.5

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	24.191	19.328	16.729	9.996	74.614	133.687	8.223	9.996	0.6	0.6	-48.1
1	150	24.812	19.251	16.729	12.106	74.614	140.836	8.377	7.404	0.5	0.5	-58.4
2	300	25.565	19.111	16.729	14.216	74.614	147.985	8.531	4.812	0.4	0.4	-71.0
3	450	26.458	18.915	16.729	16.326	74.614	155.134	8.684	2.220	0.4	0.4	-85.0
4	600	27.505	18.673	16.729	18.436	74.614	162.283	8.838	-0.372	0.4	0.4	-98.2
5	750	28.722	18.395	16.729	20.546	74.614	169.431	8.992	-2.964	0.4	0.4	-109.0
6	900	30.134	18.093	16.729	22.657	74.614	176.580	9.146	-5.556	0.5	0.5	-116.9
7	1050	31.774	17.781	16.729	24.767	74.614	183.729	9.299	-8.148	0.5	0.5	-122.0
8	1200	33.689	17.479	16.729	26.877	74.614	190.878	9.453	-10.740	0.5	0.5	-125.1
9	1350	35.940	17.214	16.729	28.987	74.614	198.027	9.607	-13.332	0.6	0.6	-126.5
10	1500	38.614	17.023	16.729	31.097	74.614	205.176	9.760	-15.924	0.6	0.6	-126.6
11	1650	41.837	16.962	16.729	33.207	74.614	212.325	9.914	-18.516	0.6	0.6	-125.6
12	1800	45.792	17.116	16.729	35.317	74.614	219.473	10.068	-21.108	0.7	0.7	-123.8
13	1950	50.757	17.631	16.729	37.427	74.614	226.622	10.221	-23.700	0.7	0.7	-121.1
14	2100	57.173	18.764	16.729	39.538	74.614	233.771	10.375	-26.292	0.7	0.7	-117.7
15	2250	65.777	21.012	16.729	41.648	74.614	240.920	10.529	-28.884	0.7	0.7	-113.3
16	2400	77.879	25.454	16.729	43.758	74.614	248.069	10.682	-31.475	0.7	0.7	-108.0
17	2550	95.959	34.792	16.729	45.868	74.614	255.218	10.836	-34.067	0.6	0.6	-101.6
18	2700	124.723	57.318	16.729	47.978	74.614	262.367	10.990	-36.659	0.6	0.6	-93.9
19	2850	166.892	125.928	16.729	50.088	74.614	269.516	11.144	-39.251	0.6	0.6	-84.8
20	3000	101.378	322.363	16.729	52.198	74.614	276.664	11.297	-41.843	0.6	0.6	-74.9

Tabla 2-5-71. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	3.4	0.0	3652	0	0	0	69	3583	0.0	-	84.8	12.7	6.5	-37.8	7.1	7.1	-38.6
1	150	3.4	1.5	3642	54	3	0	50	3535	2.9	-36.4	75.5	3.7	6.6	-36.4	7.0	7.0	-37.8
2	300	3.7	3.2	3632	115	6	0	39	3471	6.2	-34.7	69.5	-7.8	6.5	-34.7	6.9	6.9	-36.8
3	450	3.9	5.1	3620	184	10	0	35	3391	10.0	-32.9	68.0	-20.7	6.5	-32.9	6.8	6.8	-35.6
4	600	4.1	7.2	3602	260	14	0	36	3291	14.2	-31.0	71.2	-32.9	6.4	-31.0	6.6	6.6	-34.2
5	750	4.4	9.6	3574	343	19	1	40	3170	19.0	-28.9	78.5	-42.8	6.4	-28.9	6.4	6.4	-32.6
6	900	4.6	12.2	3531	432	24	1	48	3026	24.4	-26.7	88.5	-49.8	6.2	-26.7	6.2	6.2	-31.0
7	1050	4.8	15.1	3469	525	29	2	57	2857	30.4	-24.5	100.1	-54.1	6.1	-24.5	6.0	6.0	-29.2
8	1200	4.9	18.3	3385	619	34	2	67	2663	37.1	-22.1	112.2	-56.4	5.9	-22.1	5.8	5.8	-27.4
9	1350	5.0	21.7	3276	711	39	3	77	2445	44.4	-19.7	124.2	-57.1	5.7	-19.7	5.5	5.5	-25.6
10	1500	5.1	25.4	3138	799	44	4	86	2206	52.5	-17.3	135.4	-56.5	5.4	-17.3	5.2	5.2	-23.8
11	1650	5.1	29.5	2971	876	48	5	94	1948	61.3	-14.9	145.5	-55.0	5.1	-14.9	4.9	4.9	-22.1
12	1800	5.0	33.9	2773	939	52	6	99	1678	70.8	-12.6	154.1	-52.6	4.7	-12.6	4.5	4.5	-20.5
13	1950	4.8	38.6	2545	981	54	7	102	1400	81.2	-10.3	160.9	-49.3	4.3	-10.3	4.1	4.1	-19.2
14	2100	4.5	43.6	2285	996	55	9	102	1123	92.5	-8.1	166.0	-45.4	3.8	-8.1	3.7	3.7	-18.2
15	2250	4.1	48.9	1997	977	54	10	101	855	104.7	-6.1	169.3	-40.5	3.3	-6.1	3.2	3.2	-17.7
16	2400	3.6	54.4	1679	914	50	12	98	605	117.9	-4.3	171.1	-34.8	2.8	-4.3	2.7	2.7	-18.1
17	2550	3.0	59.8	1333	798	44	14	94	383	132.4	-2.6	172.2	-27.9	2.2	-2.6	2.2	2.2	-19.9
18	2700	2.2	64.2	958	615	34	16	91	202	148.1	-1.3	173.5	-19.7	1.5	-1.3	1.6	1.6	-24.7
19	2850	1.2	63.2	553	349	19	19	89	76	165.4	-0.3	176.7	-10.2	0.8	-0.3	1.1	1.1	-37.0
20	3000	0.0	0.0	135	0	0	21	92	21	183.7	0.4	184.0	0.1	0.0	-0.4	0.7	0.7	-72.5

Tabla 2-6-71. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	3.2	0.0	3652	0	0	0	68	3583	0.0	-37.8	84.7	12.7	6.5	-37.8	7.1	7.1	-38.6
Máximo	1549	5.1	26.7	3087	825	45	4	89	2124	55.3	-16.5	138.9	-56.1	5.3	-16.5	5.1	5.1	-23.2

Tabla 2-7-71. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125 %	2647.2	2.5	62.9	1093.3	687.8	38.0	16.0	92.0	260.8	142.4	-1.7	172.9	-22.8	1.7	-1.7	1.8	1.8	-22.5
100 %	2741.9	1.9	64.8	848.3	550.1	30.0	17.0	90.0	161.1	152.8	-1.0	174.1	-17.2	1.3	-1.0	1.4	1.4	-27.0
75 %	2818.8	1.4	64.5	639.7	412.5	23.0	18.0	89.0	97.0	161.7	-0.4	175.8	-12.3	0.9	-0.4	1.2	1.2	-33.3
50 %	2884.3	0.9	60.4	455.1	275.1	15.0	19.0	90.0	56.0	169.5	-0.1	178.0	-7.9	0.6	-0.1	0.9	0.9	-42.3
25 %	2941.7	0.4	47.6	289.0	137.6	8.0	20.0	91.0	32.3	176.8	0.2	180.7	-3.8	0.3	0.2	0.8	0.8	-54.9
Eff máx	2773.0	1.7	65.0	765.0	497.0	27.0	18.0	90.0	133.0	156.3	-0.7	174.7	-15.3	1.2	-0.7	1.3	1.3	-29.2

Tabla 2-8-71. Valores a estados de carga y rendimiento máximo 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	3.7	0.0	-	0.0	6.9	-
Valores calculados		0.0	3.4	0.0	3652.0	0.0	7.1	-38.6
Diferencias (%)		-	8.1	-	-	-	-2.9	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	4.8	-	-	-	-	-
Valores calculados		1549.0	5.1	26.7	3087.0	825.0	5.1	-23.2
Diferencias (%)		-	-6.3	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		2735.0	1.9	63.0	868.0	550.0	1.5	-28.4
Valores calculados		2741.9	1.9	64.8	848.3	550.1	1.4	-27.0
Diferencias (%)		-0.3	1.1	-2.9	2.2	-0.0	6.7	4.8
75% carga								
Valores ingresados		2805.0	1.4	62.4	660.0	412.0	1.2	-29.5
Valores calculados		2818.8	1.4	64.5	639.7	412.5	1.2	-33.3
Diferencias (%)		-0.5	0.3	-3.4	3.1	-0.1	-3.5	-12.7

Tabla 2-9-71. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	2875.0	0.9	138.9	198.0	275.0	0.7	-63.3
Valores calculados	2884.3	0.9	60.4	455.1	275.1	0.9	-42.3
Diferencias (%)	-0.3	1.4	56.5	-129.8	-0.0	-34.3	33.1
Vacío							
Valores ingresados	3000.0	0.0	0.0	128.0	0.0	0.7	-72.5
Valores calculados	3000.0	0.0	0.0	135.0	0.0	0.7	-72.5
Diferencias (%)	-	-	-	-5.5	-	-7.7	0.1

Tabla 2-9-71. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	120.30	Paso de bobinas en ranuras	10/12	Corriente por kW (A/kW)	2.73
Altura corona estator (mm)	16.90	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm ²)	7.6
Diámetro interior estator (mm)	59.00	Factor de arrollamiento	0.958	Corriente barra rotor (A)	225.2
Altura corona rotor (mm)	7.20	Espiras por bobina (prom)	111.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm ²)	7.0
Diámetro eje rotor (mm)	25.00	Espiras por bobina (real)	111/111	Corriente anillo rotor (A)	609.3
Longitud paquete de chapas (mm)	45.00	Número de alambres 1	1	Densidad corr. anillo rotor(A/mm ²)	3.1
Número ranuras estator	24.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.5	Flujo por polo (wb)	0.0018
Sección ranura estator (mm ²)	68.50	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.68
Número ranuras rotor	17.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.31
Sección ranura rotor (mm ²)	32.20	Conexión bobinado (vías)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	1.57
Espesor anillo rotor (mm)	20.00	Peso total cobre (kg)	0.9	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.101
Sección anillo rotor(mm ²)	195.00	Relleno ranura(%)	31.8	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	216708
Longitud entrehierro (mm)	0.38				

Tabla 2-10-71. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.1298	0.1437	0.5790	1.9221	0.0638	0.1437	0.1298	0.6969	0.5790	3.4010	0.0856	-0.5358	0.1298	0.7505	0.5790	3.9777	0.0621	0.7505

Tabla 2-11-71. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	9.3	5.2	32.8	52.6
Eff. Máx	10.1	6.7	33.6	49.6

Tabla 2-12-71. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

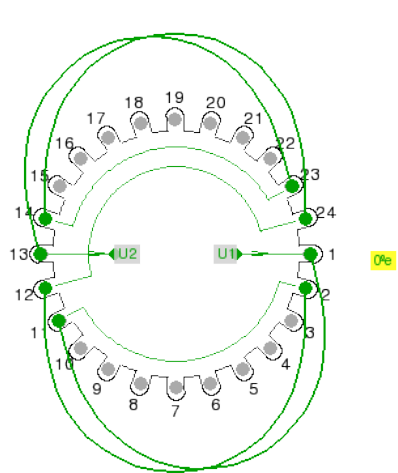


Fig. 2-1-71
Esquema de arrollamiento de 24 ranuras,
2 polos, paso 1-11, 1 vía , ka = 0.958

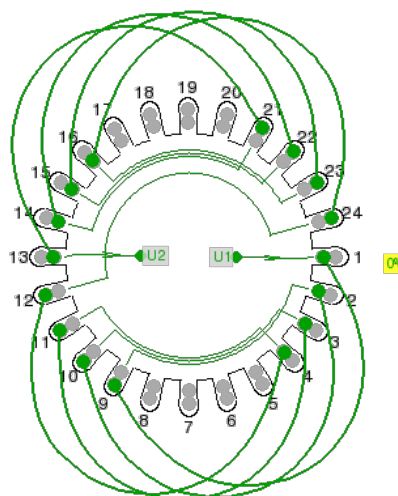
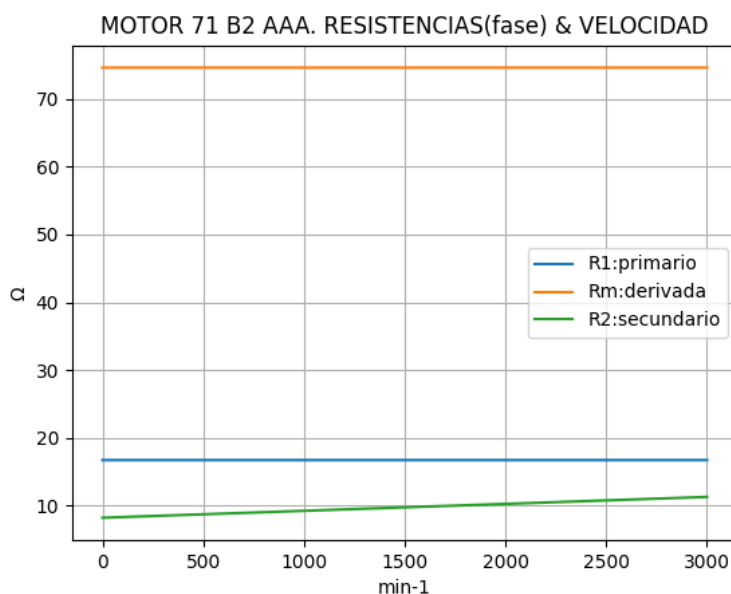


Fig. 2-2-71
Esquema de arrollamiento de 24 ranuras,
2 polos, paso 1-11, 1 vía , ka = 0.829

2-2. Motor asincrónico trifásico 71 B2. Curvas características

$n_x(\text{min}^{-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	24.191	16.729	74.614	8.223
150	24.812	16.729	74.614	8.377
300	25.565	16.729	74.614	8.531
450	26.458	16.729	74.614	8.684
600	27.505	16.729	74.614	8.838
750	28.722	16.729	74.614	8.992
900	30.134	16.729	74.614	9.146
1050	31.774	16.729	74.614	9.299
1200	33.689	16.729	74.614	9.453
1350	35.940	16.729	74.614	9.607
1500	38.614	16.729	74.614	9.760
1650	41.837	16.729	74.614	9.914
1800	45.792	16.729	74.614	10.068
1950	50.757	16.729	74.614	10.221
2100	57.173	16.729	74.614	10.375
2250	65.777	16.729	74.614	10.529
2400	77.879	16.729	74.614	10.682
2550	95.959	16.729	74.614	10.836
2700	124.723	16.729	74.614	10.990
2850	166.892	16.729	74.614	11.144
3000	101.378	16.729	74.614	11.297

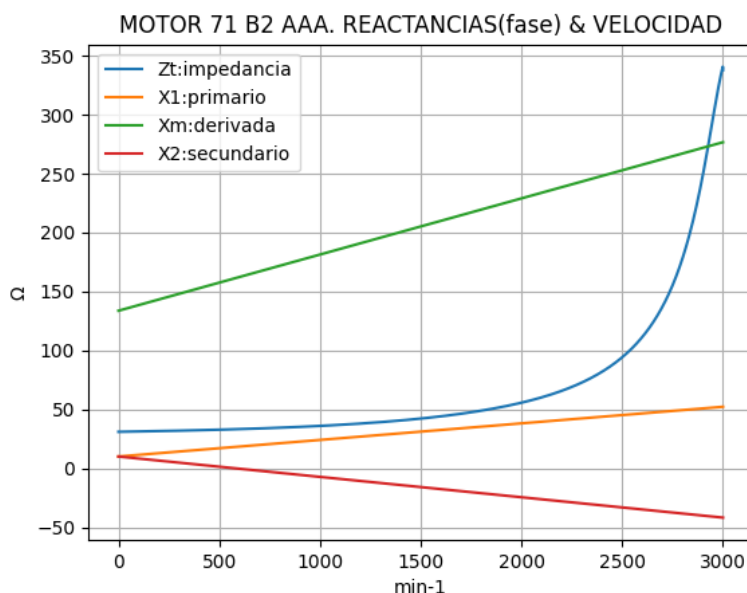


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig 2-3-71. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min}^{-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	30.964	19.328	9.996	133.687	9.996
150	31.404	19.251	12.106	140.836	7.404
300	31.918	19.111	14.216	147.985	4.812
450	32.524	18.915	16.326	155.134	2.220
600	33.245	18.673	18.436	162.283	-0.372
750	34.108	18.395	20.546	169.431	-2.964
900	35.148	18.093	22.657	176.580	-5.556
1050	36.411	17.781	24.767	183.729	-8.148
1200	37.953	17.479	26.877	190.878	-10.740
1350	39.849	17.214	28.987	198.027	-13.332
1500	42.200	17.023	31.097	205.176	-15.924
1650	45.145	16.962	33.207	212.325	-18.516
1800	48.887	17.116	35.317	219.473	-21.108
1950	53.732	17.631	37.427	226.622	-23.700
2100	60.173	18.764	39.538	233.771	-26.292
2250	69.052	21.012	41.648	240.920	-28.884
2400	81.933	25.454	43.758	248.069	-31.475
2550	102.072	34.792	45.868	255.218	-34.067
2700	137.263	57.318	47.978	262.367	-36.659
2850	209.071	125.928	50.088	269.516	-39.251
3000	337.928	322.363	52.198	276.664	-41.843

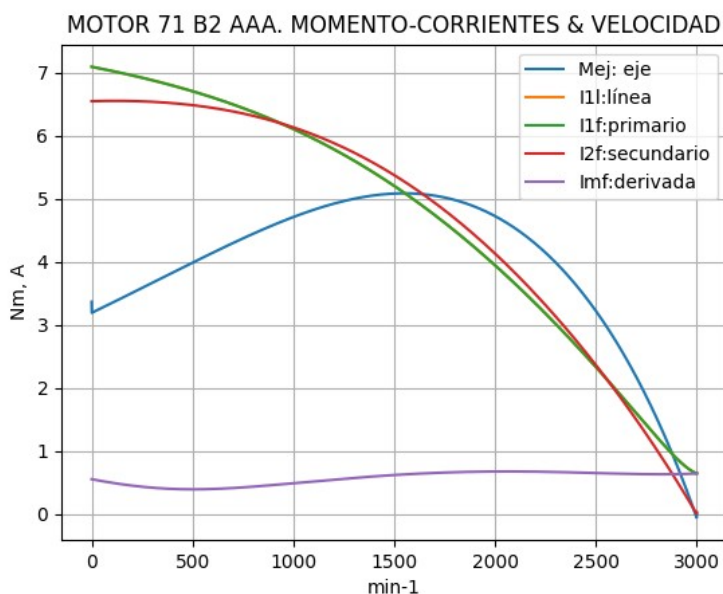


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ presenta valores positivos y luego negativos, cerca de 600 min^{-1}

Fig 2-4-71. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	3.4	6.5	7.1	7.1	0.6
150	3.4	6.6	7.0	7.0	0.5
300	3.7	6.5	6.9	6.9	0.4
450	3.9	6.5	6.8	6.8	0.4
600	4.1	6.4	6.6	6.6	0.4
750	4.4	6.4	6.4	6.4	0.4
900	4.6	6.2	6.2	6.2	0.5
1050	4.8	6.1	6.0	6.0	0.5
1200	4.9	5.9	5.8	5.8	0.5
1350	5.0	5.7	5.5	5.5	0.6
1500	5.1	5.4	5.2	5.2	0.6
1650	5.1	5.1	4.9	4.9	0.6
1800	5.0	4.7	4.5	4.5	0.7
1950	4.8	4.3	4.1	4.1	0.7
2100	4.5	3.8	3.7	3.7	0.7
2250	4.1	3.3	3.2	3.2	0.7
2400	3.6	2.8	2.7	2.7	0.7
2550	3.0	2.2	2.2	2.2	0.6
2700	2.2	1.5	1.6	1.6	0.6
2850	1.2	0.8	1.1	1.1	0.6
3000	0.0	0.0	0.7	0.7	0.6

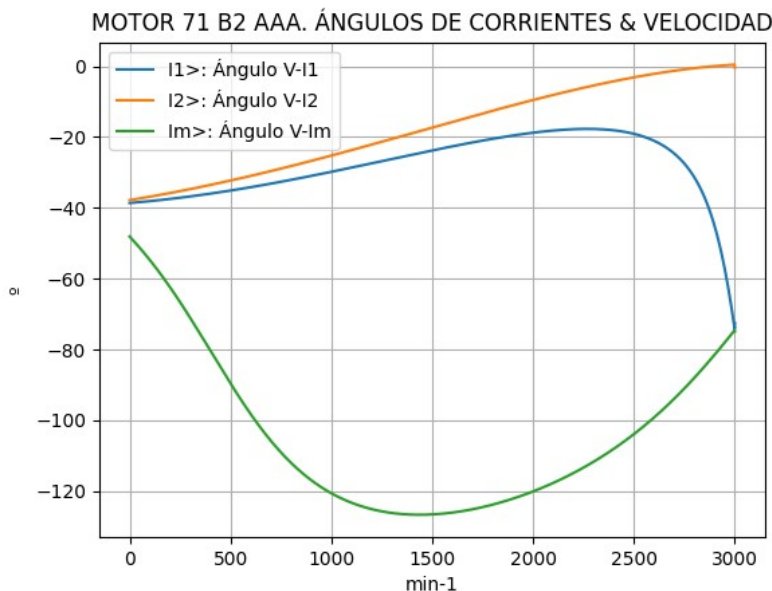


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 1500 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf crece hasta superar a I1 cerca de las 1050 min⁻¹ y cerca de las 2700 min⁻¹ vuelve a ser inferior a aquella
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cercana a las 500 min⁻¹

Fig. 2-5-71. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-37.8	-38.6	-48.1
150	-36.4	-37.8	-58.4
300	-34.7	-36.8	-71.0
450	-32.9	-35.6	-85.0
600	-31.0	-34.2	-98.2
750	-28.9	-32.6	-109.0
900	-26.7	-31.0	-116.9
1050	-24.5	-29.2	-122.0
1200	-22.1	-27.4	-125.1
1350	-19.7	-25.6	-126.5
1500	-17.3	-23.8	-126.6
1650	-14.9	-22.1	-125.6
1800	-12.6	-20.5	-123.8
1950	-10.3	-19.2	-121.1
2100	-8.1	-18.2	-117.7
2250	-6.1	-17.7	-113.3
2400	-4.3	-18.1	-108.0
2550	-2.6	-19.9	-101.6
2700	-1.3	-24.7	-93.9
2850	-0.3	-37.0	-84.8
3000	-0.4	-72.5	-74.9

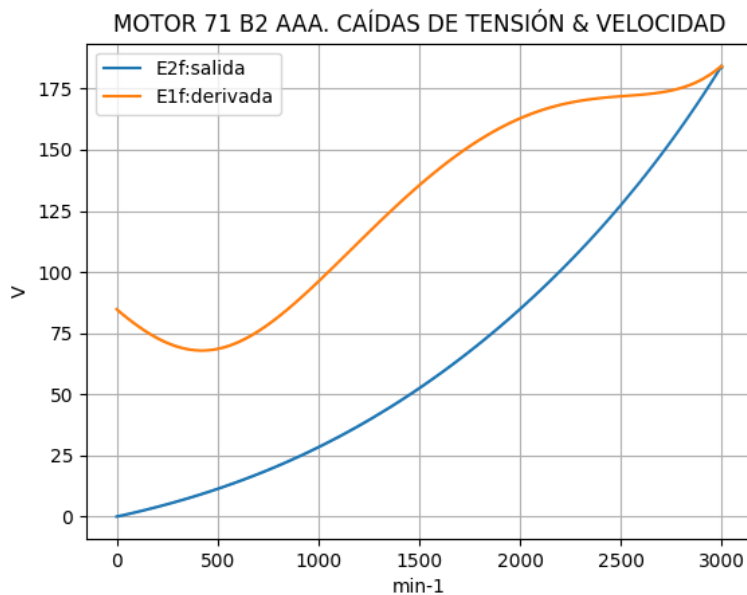


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 2250 min⁻¹, para luego crecer nuevamente
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 1350 min⁻¹

Fig 2-6-71. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	84.8
150	2.9	75.5
300	6.2	69.5
450	10.0	68.0
600	14.2	71.2
750	19.0	78.5
900	24.4	88.5
1050	30.4	100.1
1200	37.1	112.2
1350	44.4	124.2
1500	52.5	135.4
1650	61.3	145.5
1800	70.8	154.1
1950	81.2	160.9
2100	92.5	166.0
2250	104.7	169.3
2400	117.9	171.1
2550	132.4	172.2
2700	148.1	173.5
2850	165.4	176.7
3000	183.7	184.0

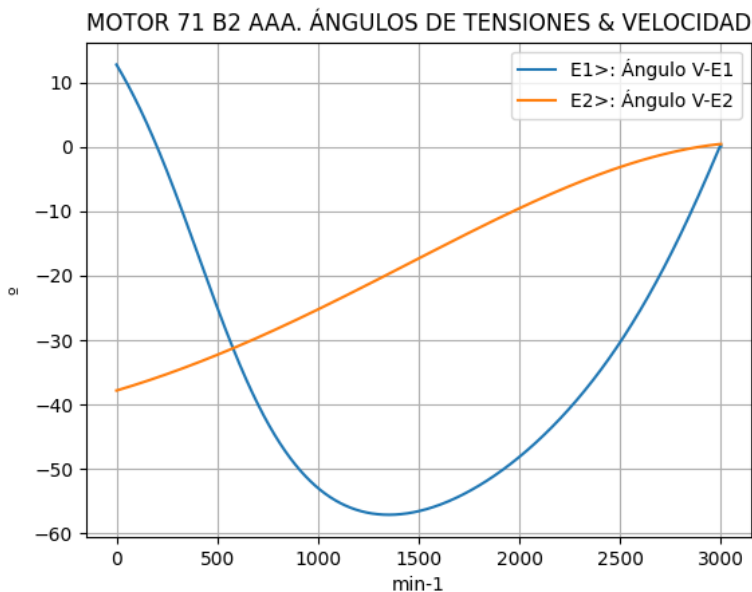


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 450 min^{-1} y luego crece casi regularmente
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 2-7-71. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	12.7
150	-36.4	3.7
300	-34.7	-7.8
450	-32.9	-20.7
600	-31.0	-32.9
750	-28.9	-42.8
900	-26.7	-49.8
1050	-24.5	-54.1
1200	-22.1	-56.4
1350	-19.7	-57.1
1500	-17.3	-56.5
1650	-14.9	-55.0
1800	-12.6	-52.6
1950	-10.3	-49.3
2100	-8.1	-45.4
2250	-6.1	-40.5
2400	-4.3	-34.8
2550	-2.6	-27.9
2700	-1.3	-19.7
2850	-0.3	-10.2
3000	0.4	0.1

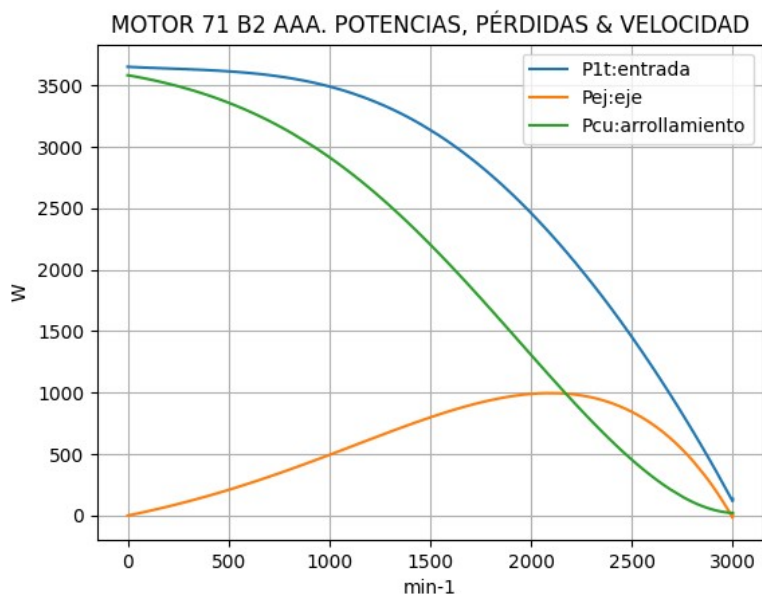


Observaciones:

- El ángulo $V-E1$ comienza positivo, se anula cerca de 150 min^{-1} , haciéndose máximo negativo cerca de 1350 min^{-1}
- El ángulo $V-E2$ es indeterminado en el arranque ($E2=0$) y es el mismo de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 2-8-71. Curvas de ángulos de caídas de tensión

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	3652	0	3583
150	3642	54	3535
300	3632	115	3471
450	3620	184	3391
600	3602	260	3291
750	3574	343	3170
900	3531	432	3026
1050	3469	525	2857
1200	3385	619	2663
1350	3276	711	2445
1500	3138	799	2206
1650	2971	876	1948
1800	2773	939	1678
1950	2545	981	1400
2100	2285	996	1123
2250	1997	977	855
2400	1679	914	605
2550	1333	798	383
2700	958	615	202
2850	553	349	76
3000	135	0	21

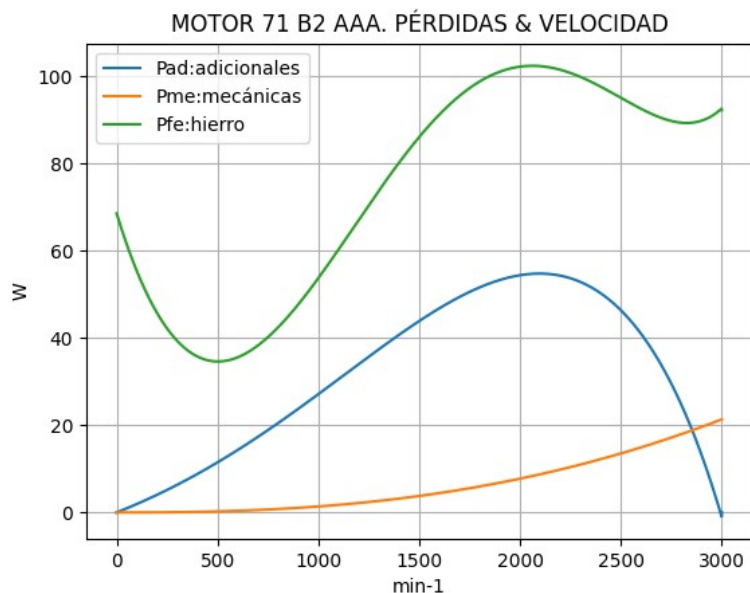


Observaciones:

- La potencia de entrada P1t = (Peje + Pérdidas) presenta una meseta inicial y luego cae regularmente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cercano a 2100 min⁻¹
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso prácticamente regular

Fig. 2-9-71. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamientos

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	69
150	3	0	50
300	6	0	39
450	10	0	35
600	14	0	36
750	19	1	40
900	24	1	48
1050	29	2	57
1200	34	2	67
1350	39	3	77
1500	44	4	86
1650	48	5	94
1800	52	6	99
1950	54	7	102
2100	55	9	102
2250	54	10	101
2400	50	12	98
2550	44	14	94
2700	34	16	91
2850	19	19	89
3000	0	21	92

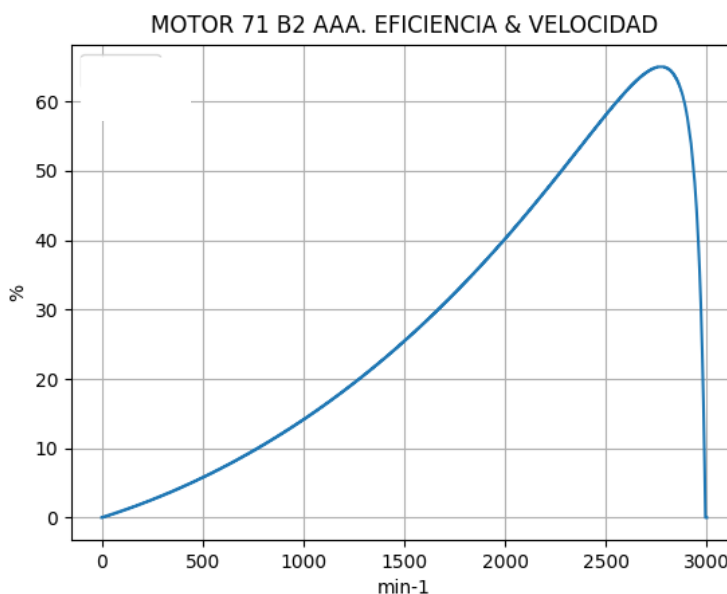


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales Pad = Peje · Cad / 100 son máximas cerca de las 2100 min⁻¹
- Las pérdidas mecánicas Pme = Pmec0 · (1 - s)^{2.5} crecen regularmente
- Las pérdidas en el hierro Pfe = 3 · Rm · Im² se minimizan cerca de 450 min⁻¹ y luego crecen hasta un pico cerca de 2100 min⁻¹, para volver a descender

Fig. 2-10-71. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff (%)
0	0.0
150	1.5
300	3.2
450	5.1
600	7.2
750	9.6
900	12.2
1050	15.1
1200	18.3
1350	21.7
1500	25.4
1650	29.5
1800	33.9
1950	38.6
2100	43.6
2250	48.9
2400	54.4
2550	59.8
2700	64.2
2850	63.2
3000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cercano a 2700 min^{-1} y luego decrece

Fig. 2-11-71. Curva de eficiencias

Referencias para las observaciones de las curvas

Cad: coeficiente de pérdidas adicionales

$E1 = E1f$, $E2 = E2f$: caídas de tensión en la rama derivada y en la carga (a cualquier velocidad)

Eff: eficiencia

I_l, I_1, I_m, I_2 : corriente de línea y en las tres ramas del circuito

n : velocidad nominal

n_x : velocidad en un punto cualquiera de la curva

$P1t$: potencia trifásica de entrada

Pad, Pme, Pcu : pérdidas adicionales, mecánicas y en los arrollamientos

Peje: potencia en el eje

$Pmec0$: pérdidas mecánicas en vacío

$R1n, X1n$: resistencia y reactancia por fase del circuito primario, nominales

$R1, X1, Z1$: resistencia, reactancia e impedancia del primario

$R2n, X2n$: resistencia y reactancia por fase del circuito secundario, nominales

$R2a, X2a$: resistencia y reactancia por fase del secundario, en el arranque

$R2, X2, Z2$: resistencia, reactancia e impedancia del secundario

Rm, Xm, Zm : resistencia, reactancia e impedancia de la rama derivada

s : deslizamiento

$V, V1$: tensión de entrada por fase

$X1a$: reactancia del primario en el arranque

2-3. Motor asincrónico trifásico 80 A2. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	80 A2	0.75	380	E	50	2	2805	66.8	0.85	1.97	4.65	2.19	2.5	B	44	Normal

Tabla 2-1-80. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	10.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	16.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	14.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	20.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	76.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	3000.0	-	-	120	-	1.0	0.18
Arranque	-	-	380	0.0	5.60	-	-	-	9.2	-
Carga 75%	-	-	380	2850.0	1.84	65.4	840	549	1.6	0.80
Carga 50%	-	-	380	2905.0	1.21	60.9	604	368	1.3	0.71
Temperat. carcasa	-	47.2	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2-2-80. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	17.958	15.889	10.98	7.945	inf	inf	6.978	7.945	0.0	0.0	-
Nominal1	2805	81.907	75.652	10.98	37.826	inf	inf	4.610	37.826	0.0	0.0	-
Vacío	3000	39.146	213.926	10.98	39.903	23.722	175.402	4.000	39.903	1.0	1.0	-81.1
Nominal2	2805	94.774	58.736	10.98	37.826	23.722	155.999	5.812	-29.414	1.1	1.1	-99.1

Tabla 2-3-80. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 25.0, Cad = 11.5

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	5.6	0.0	4521	0	0	0	0	4521	0.0	45.0	96.9	7.2	9.2	-41.5	9.2	9.2	-41.5
Nominal1	2805	2.6	79.0	954	750	8	15	0	182	130.6	-42.7	158.4	-14.7	2.0	-42.7	2.0	2.0	-42.7
Vacío	3000	0.0	0.0	127	0	0	22	72	34	177.9	0.8	178.1	1.2	0.0	0.8	1.0	1.0	-79.6
Nominal2	2805	2.6	66.7	1124	750	86	18	83	187	154.3	0.8	170.1	-17.8	1.8	0.8	2.0	2.0	-31.8

Tabla 2-4-80. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 25.0, Cad = 11.5

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	17.011	15.468	10.98	7.945	23.722	95.422	6.978	7.945	0.9	0.9	-67.0
1	150	17.458	15.421	10.98	9.543	23.722	99.421	6.916	5.947	0.8	0.8	-75.8
2	300	17.973	15.303	10.98	11.140	23.722	103.420	6.853	3.949	0.7	0.7	-86.7
3	450	18.560	15.120	10.98	12.738	23.722	107.419	6.791	1.951	0.7	0.7	-99.3
4	600	19.228	14.878	10.98	14.336	23.722	111.418	6.729	-0.047	0.7	0.7	-112.0
5	750	19.989	14.585	10.98	15.934	23.722	115.417	6.666	-2.044	0.7	0.7	-123.0
6	900	20.858	14.247	10.98	17.532	23.722	119.416	6.604	-4.042	0.7	0.7	-131.5
7	1050	21.854	13.875	10.98	19.130	23.722	123.415	6.542	-6.040	0.8	0.8	-137.3
8	1200	23.004	13.480	10.98	20.728	23.722	127.414	6.479	-8.038	0.9	0.9	-140.9
9	1350	24.347	13.078	10.98	22.326	23.722	131.413	6.417	-10.035	1.0	1.0	-142.7
10	1500	25.933	12.689	10.98	23.924	23.722	135.412	6.355	-12.033	1.0	1.0	-143.1
11	1650	27.836	12.344	10.98	25.522	23.722	139.411	6.292	-14.031	1.1	1.1	-142.3
12	1800	30.165	12.092	10.98	27.120	23.722	143.410	6.230	-16.029	1.1	1.1	-140.5
13	1950	33.089	12.014	10.98	28.718	23.722	147.409	6.167	-18.027	1.2	1.2	-137.9
14	2100	36.876	12.252	10.98	30.316	23.722	151.408	6.105	-20.024	1.2	1.2	-134.4
15	2250	41.984	13.089	10.98	31.914	23.722	155.407	6.043	-22.022	1.2	1.2	-129.9
16	2400	49.252	15.149	10.98	33.512	23.722	159.406	5.980	-24.020	1.1	1.1	-124.3
17	2550	60.338	20.049	10.98	35.110	23.722	163.405	5.918	-26.018	1.1	1.1	-117.1
18	2700	78.690	33.064	10.98	36.708	23.722	167.404	5.856	-28.016	1.0	1.0	-107.8
19	2850	107.471	77.744	10.98	38.305	23.722	171.403	5.793	-30.013	1.0	1.0	-95.8
20	3000	39.146	213.926	10.98	39.903	23.722	175.402	5.731	-32.011	1.0	1.0	-81.1

Tabla 2-5-80. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	5.1	0.0	4658	0	0	0	62	4595	0.0	-	92.1	9.0	8.7	-39.7	9.6	9.6	-42.3
1	150	4.8	1.6	4657	75	9	0	46	4527	3.2	-38.5	82.5	0.8	8.8	-38.5	9.4	9.4	-41.5
2	300	5.1	3.4	4669	160	18	0	36	4455	6.7	-37.1	75.7	-9.7	8.8	-37.1	9.3	9.3	-40.4
3	450	5.4	5.4	4688	253	29	0	31	4374	10.6	-35.5	72.9	-21.7	8.9	-35.5	9.2	9.2	-39.2
4	600	5.7	7.6	4709	356	41	0	31	4280	14.9	-33.7	74.7	-34.0	8.9	-33.7	9.0	9.0	-37.7
5	750	6.0	9.9	4725	469	54	1	34	4168	19.7	-31.7	80.9	-44.6	8.9	-31.7	8.9	8.9	-36.1
6	900	6.3	12.5	4732	591	68	1	39	4032	25.0	-29.5	90.5	-52.7	8.8	-29.5	8.7	8.7	-34.3
7	1050	6.6	15.3	4720	721	83	2	47	3868	30.8	-27.2	102.5	-58.2	8.7	-27.2	8.5	8.5	-32.4
8	1200	6.8	18.3	4684	856	98	2	57	3670	37.1	-24.8	115.7	-61.5	8.6	-24.8	8.2	8.2	-30.4
9	1350	7.0	21.5	4614	993	114	3	67	3437	44.1	-22.2	129.2	-62.9	8.4	-22.2	7.9	7.9	-28.2
10	1500	7.2	25.0	4503	1127	130	4	76	3167	51.7	-19.6	142.3	-63.0	8.1	-19.6	7.6	7.6	-26.1
11	1650	7.2	28.8	4345	1252	144	5	85	2860	59.9	-16.8	154.3	-61.9	7.8	-16.8	7.2	7.2	-23.9
12	1800	7.2	32.9	4134	1360	156	6	91	2520	68.9	-14.1	164.7	-59.9	7.4	-14.1	6.8	6.8	-21.8
13	1950	7.1	37.3	3865	1443	166	7	95	2153	78.6	-11.4	172.9	-57.0	6.9	-11.4	6.2	6.2	-20.0
14	2100	6.8	42.1	3535	1490	171	9	97	1768	89.1	-8.7	178.5	-53.3	6.3	-8.7	5.7	5.7	-18.4
15	2250	6.3	47.3	3142	1488	171	11	95	1378	100.4	-6.2	181.2	-48.6	5.5	-6.2	5.0	5.0	-17.3
16	2400	5.7	52.9	2685	1421	163	12	90	998	112.9	-4.0	180.9	-42.7	4.7	-4.0	4.3	4.3	-17.1
17	2550	4.8	58.8	2160	1271	146	14	83	646	126.5	-1.9	178.3	-35.4	3.8	-1.9	3.5	3.5	-18.4
18	2700	3.6	64.6	1563	1010	116	17	76	345	141.7	-0.3	174.5	-25.9	2.7	-0.3	2.6	2.6	-22.8
19	2850	2.0	67.7	884	599	69	19	71	126	158.7	0.9	172.6	-13.7	1.4	0.9	1.7	1.7	-35.9
20	3000	0.0	0.0	127	0	0	22	72	34	177.9	1.5	178.1	1.2	0.0	0.8	1.0	1.0	-79.6

Tabla 2-6-80. Momentos y otros en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	4.5	0.0	4658	0	0	0	62	4595	0.0	-39.7	92.0	9.0	8.7	-39.7	9.6	9.6	-42.3
Máximo	1687	7.2	29.8	4298	1280	147	5	87	2779	62.1	-16.2	157.1	-61.5	7.7	-16.2	7.1	7.1	-23.4

Tabla 2-7-80. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 25.0, Cad = 11.5

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	2643.0	4.1	62.5	1799.0	1124.0	129.0	16.0	78.0	452.0	135.7	-0.9	175.9	-29.8	3.1	-0.9	2.9	2.9	-20.6
125 %	2731.6	3.3	65.7	1427.7	937.2	108.0	17.0	74.0	290.8	145.1	0.0	173.8	-23.5	2.4	0.0	2.4	2.4	-24.5
100 %	2801.9	2.6	67.5	1111.5	750.3	86.1	18.0	72.0	185.2	153.0	0.6	172.7	-17.9	1.9	0.6	1.9	1.9	-30.0
75 %	2860.7	1.9	67.6	832.4	562.8	65.0	19.0	71.0	115.3	160.1	0.9	172.7	-12.6	1.3	0.9	1.6	1.6	-37.5
50 %	2911.4	1.2	64.9	578.8	375.3	43.0	20.0	70.0	70.0	166.4	1.2	173.6	-7.8	0.9	1.2	1.3	1.3	-48.0
25 %	2956.1	0.6	54.3	345.3	187.5	21.9	21.0	71.0	44.0	172.3	1.4	175.4	-3.2	0.4	1.4	1.1	1.1	-61.9
Eff máx	2838.0	2.1	67.8	942.0	639.0	73.0	19.0	71.0	140.0	157.3	0.8	172.6	-14.7	1.5	0.8	1.7	1.7	-34.2

Tabla 2-8-80. Valores a estados de carga y rendimiento máximo 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	5.6	0.0	-	0.0	9.2	-
Valores calculados		0.0	5.1	0.0	4658.0	0.0	9.6	-42.3
Diferencias (%)		-	8.9	-	-	-	-4.4	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	6.4	-	-	-	-	-
Valores calculados		1687.0	7.2	29.8	4298.0	1280.0	7.1	-23.4
Diferencias (%)		-	-12.5	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		2805.0	2.6	66.8	1101.0	750.0	2.0	-31.8
Valores calculados		2801.9	2.6	67.5	1111.5	750.3	1.9	-30.0
Diferencias (%)		0.1	-1.8	-1.1	-1.0	-0.0	3.6	5.6
75% carga								
Valores ingresados		2850.0	1.8	65.4	840.0	549.0	1.6	-36.9
Valores calculados		2860.7	1.9	67.6	832.4	562.8	1.6	-37.5
Diferencias (%)		-0.4	-3.3	-3.4	0.9	-2.5	0.0	-1.7

Tabla 2-9-80. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(w) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	2905.0	1.2	60.9	604.0	368.0	1.3	-44.8
Valores calculados	2911.4	1.2	64.9	578.8	375.3	1.3	-48.0
Diferencias (%)	-0.2	0.8	-6.6	4.2	-2.0	0.0	-7.2
Vacío							
Valores ingresados	3000.0	0.0	0.0	120.0	0.0	1.0	-79.6
Valores calculados	3000.0	0.0	0.0	127.0	0.0	1.0	-79.6
Diferencias (%)	-	-	-	-5.8	-	1.0	0.1

Tabla 2-9-80. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	120.30	Paso de bobinas en ranuras	10/12	Corriente por kW (A/kW)	2.63
Altura corona estator (mm)	16.90	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	8.3
Diámetro interior estator (mm)	59.00	Factor de arrollamiento	0.958	Corriente barra rotor (A)	245.1
Altura corona rotor (mm)	7.20	Espiras por bobina (prom)	92.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	7.6
Diámetro eje rotor (mm)	25.00	Espiras por bobina (real)	92/92	Corriente anillo rotor (A)	663.1
Longitud paquete de chapas (mm)	60.00	Número de alambres 1	1	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	3.4
Número ranuras estator	24.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.55	Flujo por polo (wb)	0.0022
Sección ranura estator (mm2)	68.50	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.62
Número ranuras rotor	17.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.21
Sección ranura rotor (mm2)	32.20	Conexión bobinado (vías)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	1.44
Espesor anillo rotor (mm)	20.00	Peso total cobre (kg)	1.15	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.066
Sección anillo rotor(mm2)	195.00	Relleno ranura(%)	31.9	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	185093
Longitud entrehierro (mm)	0.25				

Tabla 2-10-80. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.1159	0.1353	0.2503	1.6246	0.0736	0.1353	0.1159	0.6440	0.2503	2.6559	0.0613	-0.5008	0.1159	0.6794	0.2503	2.9863	0.0422	0.6794

Tabla 2-11-80. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	23.0	4.9	22.1	50.0
Eff. Máx	24.1	6.3	23.4	46.2

Tabla 2-12-80. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

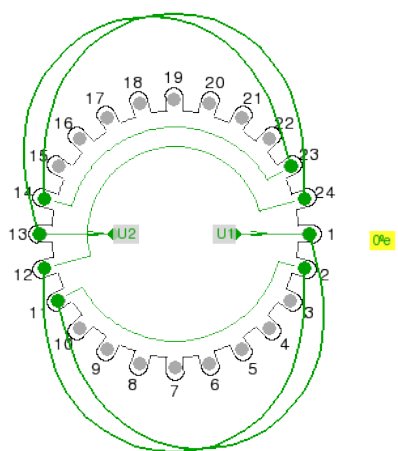


Fig. 2-1-80
Esquema de arrollamiento de 24 ranuras, 2 polos, paso 1-11, 1 vía , ka = 0.958

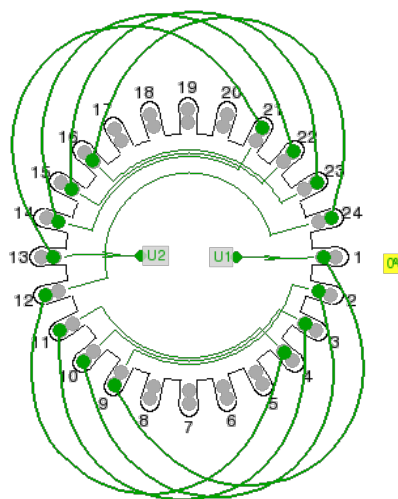
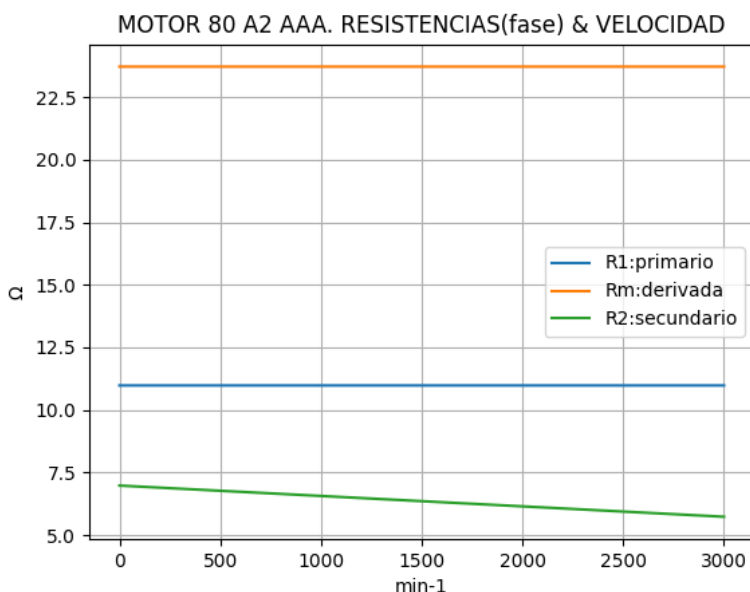


Fig. 2-2-80
Esquema de arrollamiento de 24 ranuras, 2 polos, paso 1-11, 1 vía , ka = 0.829

2-4. Motor asincrónico trifásico 80 A. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	17.011	10.98	23.722	6.978
150	17.458	10.98	23.722	6.916
300	17.973	10.98	23.722	6.853
450	18.560	10.98	23.722	6.791
600	19.228	10.98	23.722	6.729
750	19.989	10.98	23.722	6.666
900	20.858	10.98	23.722	6.604
1050	21.854	10.98	23.722	6.542
1200	23.004	10.98	23.722	6.479
1350	24.347	10.98	23.722	6.417
1500	25.933	10.98	23.722	6.355
1650	27.836	10.98	23.722	6.292
1800	30.165	10.98	23.722	6.230
1950	33.089	10.98	23.722	6.167
2100	36.876	10.98	23.722	6.105
2250	41.984	10.98	23.722	6.043
2400	49.252	10.98	23.722	5.980
2550	60.338	10.98	23.722	5.918
2700	78.690	10.98	23.722	5.856
2850	107.471	10.98	23.722	5.793
3000	39.146	10.98	23.722	5.731

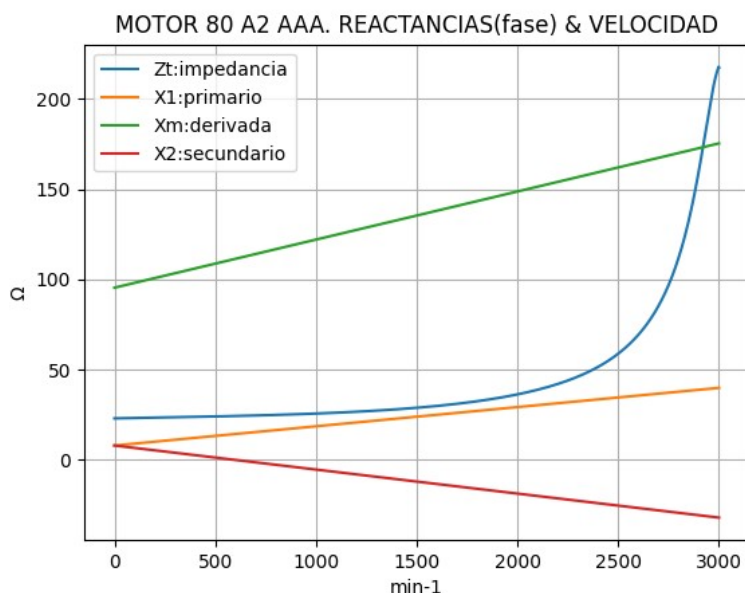


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2) decrece con la velocidad

Fig. 2-3-80. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	22.992	15.468	7.945	95.422	7.945
150	23.294	15.421	9.543	99.421	5.947
300	23.605	15.303	11.140	103.420	3.949
450	23.939	15.120	12.738	107.419	1.951
600	24.312	14.878	14.336	111.418	-0.047
750	24.744	14.585	15.934	115.417	-2.044
900	25.259	14.247	17.532	119.416	-4.042
1050	25.887	13.875	19.130	123.415	-6.040
1200	26.663	13.480	20.728	127.414	-8.038
1350	27.637	13.078	22.326	131.413	-10.035
1500	28.870	12.689	23.924	135.412	-12.033
1650	30.450	12.344	25.522	139.411	-14.031
1800	32.499	12.092	27.120	143.410	-16.029
1950	35.203	12.014	28.718	147.409	-18.027
2100	38.858	12.252	30.316	151.408	-20.024
2250	43.977	13.089	31.914	155.407	-22.022
2400	51.529	15.149	33.512	159.406	-24.020
2550	63.582	20.049	35.110	163.405	-26.018
2700	85.354	33.064	36.708	167.404	-28.016
2850	132.643	77.744	38.305	171.403	-30.013
3000	217.478	213.926	39.903	175.402	-32.011

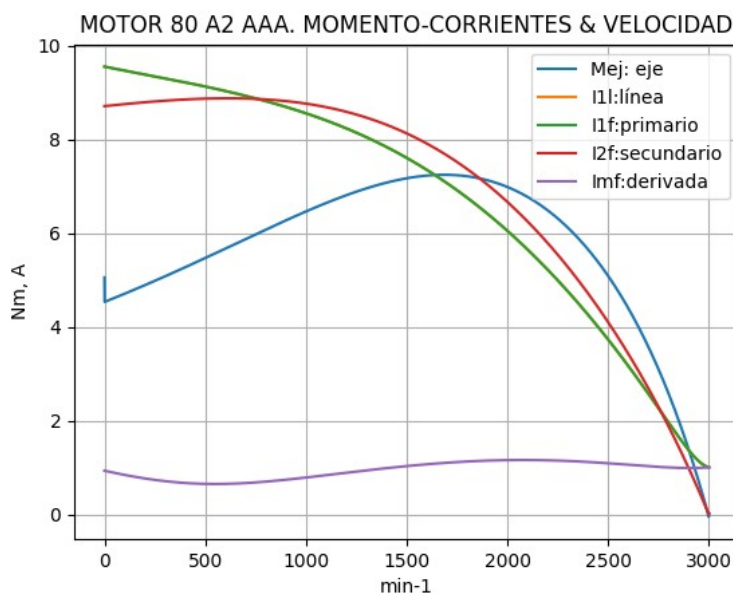


Observaciones:

- La reactancia primaria $X1x = X1a + (nxx/n) \cdot (X1 - X1a)$ y $Xmxx$ crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X2 = X2a - (nx/n) \cdot (X2a - X2)$ presenta valores positivos hasta cerca de 450 min^{-1} y luego negativos

Fig. 2-4-80. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	5.1	8.7	9.6	9.6	0.9
150	4.8	8.8	9.4	9.4	0.8
300	5.1	8.8	9.3	9.3	0.7
450	5.4	8.9	9.2	9.2	0.7
600	5.7	8.9	9.0	9.0	0.7
750	6.0	8.9	8.9	8.9	0.7
900	6.3	8.8	8.7	8.7	0.7
1050	6.6	8.7	8.5	8.5	0.8
1200	6.8	8.6	8.2	8.2	0.9
1350	7.0	8.4	7.9	7.9	1.0
1500	7.2	8.1	7.6	7.6	1.0
1650	7.2	7.8	7.2	7.2	1.1
1800	7.2	7.4	6.8	6.8	1.1
1950	7.1	6.9	6.2	6.2	1.2
2100	6.8	6.3	5.7	5.7	1.2
2250	6.3	5.5	5.0	5.0	1.2
2400	5.7	4.7	4.3	4.3	1.1
2550	4.8	3.8	3.5	3.5	1.1
2700	3.6	2.7	2.6	2.6	1.0
2850	2.0	1.4	1.7	1.7	1.0
3000	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0

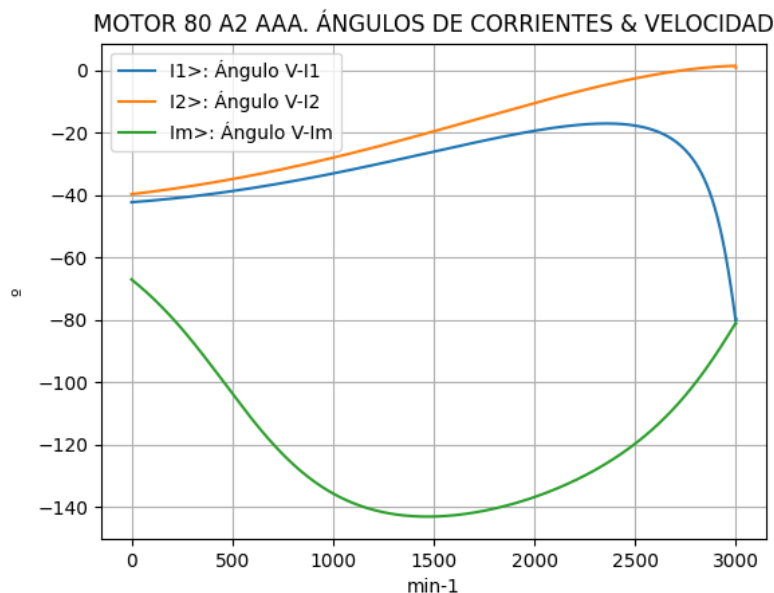


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo entre 1500 y 2000 min⁻¹.
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1 primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f cerca de las 750 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cercana a las 500 min⁻¹

Fig. 2-5-80. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-39.7	-42.3	-67.0
150	-38.5	-41.5	-75.8
300	-37.1	-40.4	-86.7
450	-35.5	-39.2	-99.3
600	-33.7	-37.7	-112.0
750	-31.7	-36.1	-123.0
900	-29.5	-34.3	-131.5
1050	-27.2	-32.4	-137.3
1200	-24.8	-30.4	-140.9
1350	-22.2	-28.2	-142.7
1500	-19.6	-26.1	-143.1
1650	-16.8	-23.9	-142.3
1800	-14.1	-21.8	-140.5
1950	-11.4	-20.0	-137.9
2100	-8.7	-18.4	-134.4
2250	-6.2	-17.3	-129.9
2400	-4.0	-17.1	-124.3
2550	-1.9	-18.4	-117.1
2700	-0.3	-22.8	-107.8
2850	0.9	-35.9	-95.8
3000	0.8	-79.6	-81.1

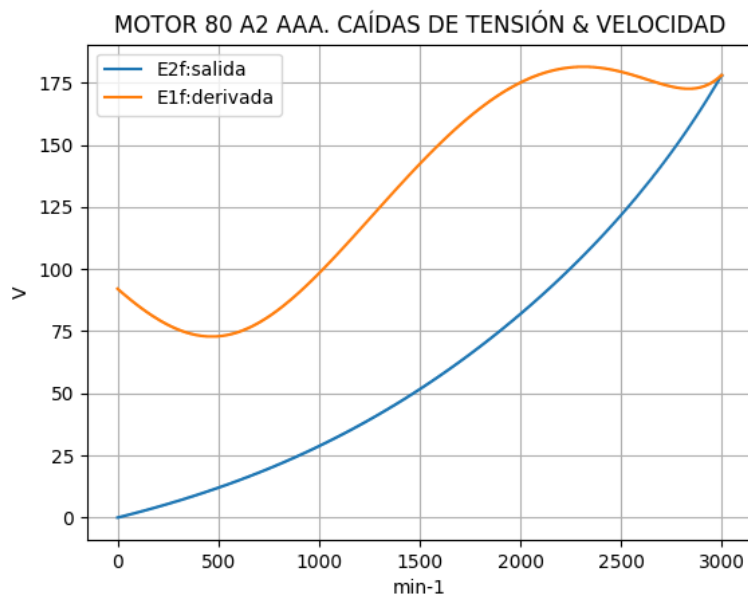


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 2400 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente hasta hacerse pequeño positivo
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 1500 min⁻¹

Fig. 2-6-80. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	92.1
150	3.2	82.5
300	6.7	75.7
450	10.6	72.9
600	14.9	74.7
750	19.7	80.9
900	25.0	90.5
1050	30.8	102.5
1200	37.1	115.7
1350	44.1	129.2
1500	51.7	142.3
1650	59.9	154.3
1800	68.9	164.7
1950	78.6	172.9
2100	89.1	178.5
2250	100.4	181.2
2400	112.9	180.9
2550	126.5	178.3
2700	141.7	174.5
2850	158.7	172.6
3000	177.9	178.1

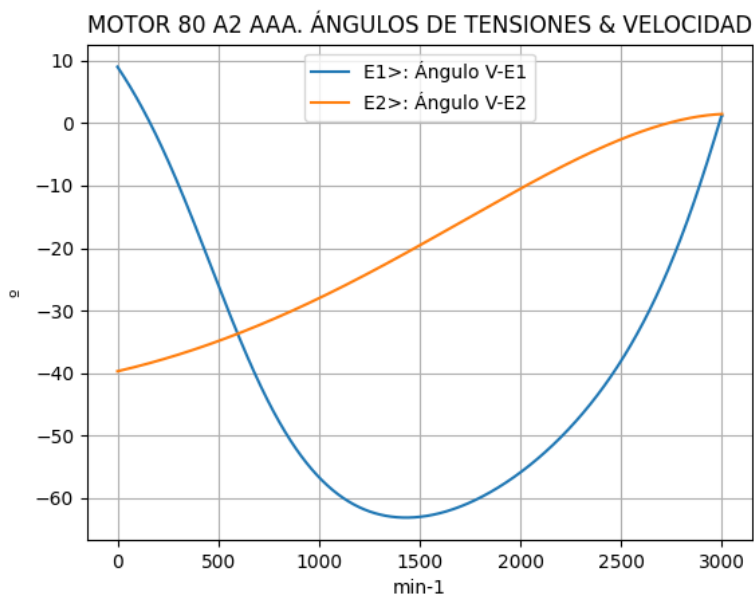


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 500 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 2-7-80. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	9.0
150	-38.5	0.8
300	-37.1	-9.7
450	-35.5	-21.7
600	-33.7	-34.0
750	-31.7	-44.6
900	-29.5	-52.7
1050	-27.2	-58.2
1200	-24.8	-61.5
1350	-22.2	-62.9
1500	-19.6	-63.0
1650	-16.8	-61.9
1800	-14.1	-59.9
1950	-11.4	-57.0
2100	-8.7	-53.3
2250	-6.2	-48.6
2400	-4.0	-42.7
2550	-1.9	-35.4
2700	-0.3	-25.9
2850	0.9	-13.7
3000	1.5	1.2

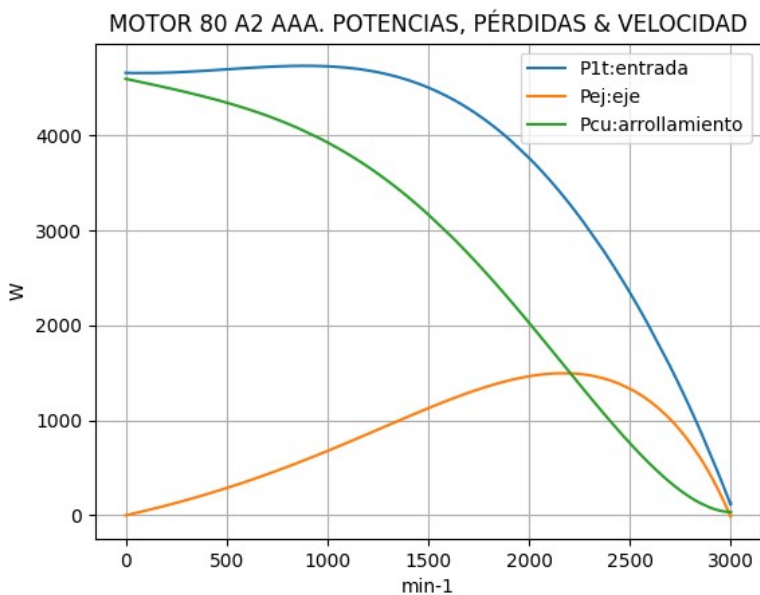


Observaciones:

- El ángulo $V-E1$ es positivo, se anula entre 150 y 300 min^{-1} , haciéndose máximo negativo cerca de 1500 min^{-1}
- El ángulo $V-E2$ es indeterminado en el arranque ($E2=0$) y es el mismo de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 2-8-80. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	4658	0	4595
150	4657	75	4527
300	4669	160	4455
450	4688	253	4374
600	4709	356	4280
750	4725	469	4168
900	4732	591	4032
1050	4720	721	3868
1200	4684	856	3670
1350	4614	993	3437
1500	4503	1127	3167
1650	4345	1252	2860
1800	4134	1360	2520
1950	3865	1443	2153
2100	3535	1490	1768
2250	3142	1488	1378
2400	2685	1421	998
2550	2160	1271	646
2700	1563	1010	345
2850	884	599	126
3000	127	0	34

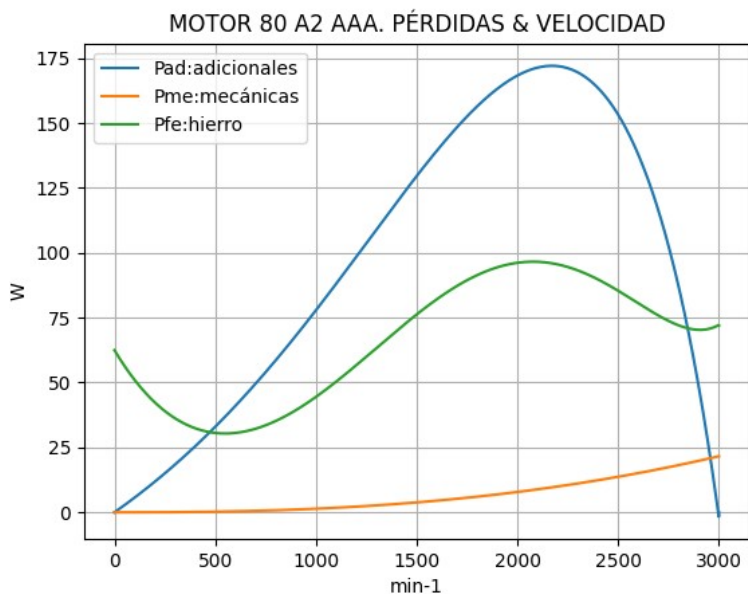


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ presenta una breve meseta inicial y luego cae regularmente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo entre 2000 y 2500 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso cuasi regular

Fig. 2-9-80. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	62
150	9	0	46
300	18	0	36
450	29	0	31
600	41	0	31
750	54	1	34
900	68	1	39
1050	83	2	47
1200	98	2	57
1350	114	3	67
1500	130	4	76
1650	144	5	85
1800	156	6	91
1950	166	7	95
2100	171	9	97
2250	171	11	95
2400	163	12	90
2550	146	14	83
2700	116	17	76
2850	69	19	71
3000	0	22	72

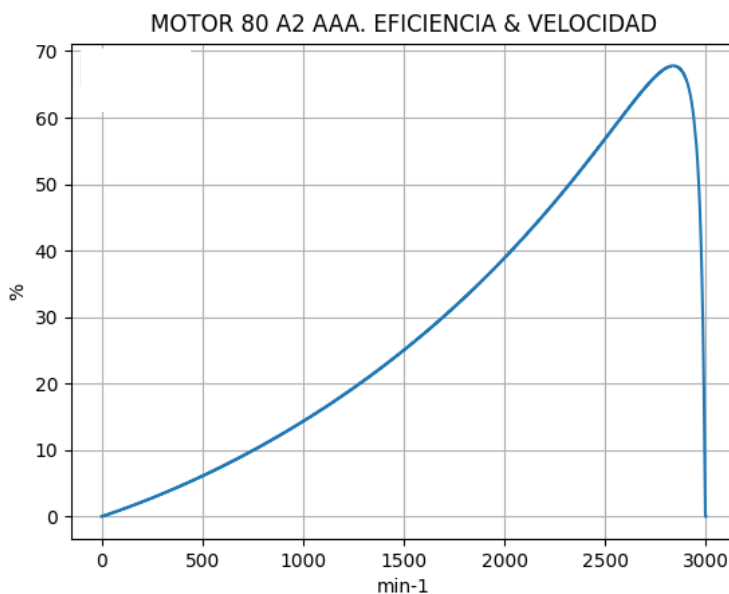


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 2000 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas $Pme = Pmec0 \cdot (1 - s)^{2.5}$ crecen regularmente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 450 min^{-1} y luego crecen

Fig. 2-10-80. Curvas de otras pérdidas

nx(min-1)	Eff(%)
0	0.0
150	1.6
300	3.4
450	5.4
600	7.6
750	9.9
900	12.5
1050	15.3
1200	18.3
1350	21.5
1500	25.0
1650	28.8
1800	32.9
1950	37.3
2100	42.1
2250	47.3
2400	52.9
2550	58.8
2700	64.6
2850	67.7
3000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cercano a 2850 min^{-1} y luego decrece

Fig. 2-11-80. Curva de eficiencias

2-5. Motor asincrónico trifásico 90 C2. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kw	V Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad	
AAA	xxx	90 C2	1.5	380	E	50	2	2840	71.0	0.92	3.43	6.23	2.16	2.8	B	44	Normal

Tabla 2-1-90. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	4.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	20.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	5.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	19.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	62.4	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	3000.0	-	-	244	-	1.11	0.33
Arranque	-	-	380	0.0	10.9	-	-	-	21.40	-
Carga 75%	-	-	380	2875.0	3.7	70.1	1576	1104	2.67	0.90
Carga 50%	-	-	380	2920.0	2.4	65.8	1116	734	2.01	0.84
Temperat. carcasa	-	44.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2-2-90. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	6.699	7.796	4.201	3.898	inf	inf	2.498	3.898	0.0	0.0	-
Nominal1	2840	50.736	39.075	4.201	19.537	inf	inf	2.482	19.537	0.0	0.0	-
Vacio	3000	65.302	186.800	4.201	20.419	53.947	171.955	2.000	20.419	1.1	1.1	-73.5
Nominal2	2840	58.916	25.098	4.201	19.537	53.947	151.301	3.211	-14.790	1.2	1.2	-87.7

Tabla 2-3-90. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 18.0, Cad = 8.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	10.9	0.0	9177	0	0	0	0	9177	0.0	-90.0	98.9	8.0	21.4	-49.3	21.4	21.4	-49.3
Nominal1	2840	5.0	84.0	1791	1500	15	40	0	236	151.1	-37.6	173.1	-14.8	3.4	-37.6	3.4	3.4	-37.6
Vacio	3000	0.0	0.0	250	0	0	41	193	16	196.6	-1.2	196.7	-0.9	0.1	-1.2	1.1	1.1	-70.7
Nominal2	2840	5.0	70.7	2121	1500	120	36	223	242	177.4	-3.1	188.6	-17.3	3.1	-3.1	3.4	3.4	-23.1

Tabla 2-4-90. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 18.0, Cad = 8.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	6.589	7.628	4.201	3.898	53.947	86.473	2.498	3.898	0.9	0.9	-49.9
1	150	6.755	7.551	4.201	4.724	53.947	90.747	2.536	2.911	0.8	0.8	-59.6
2	300	6.956	7.459	4.201	5.550	53.947	95.021	2.574	1.924	0.7	0.7	-72.7
3	450	7.193	7.353	4.201	6.376	53.947	99.295	2.611	0.937	0.6	0.6	-89.0
4	600	7.470	7.234	4.201	7.202	53.947	103.569	2.649	-0.050	0.6	0.6	-106.0
5	750	7.791	7.105	4.201	8.028	53.947	107.843	2.687	-1.037	0.6	0.6	-120.2
6	900	8.163	6.968	4.201	8.854	53.947	112.118	2.724	-2.024	0.7	0.7	-130.3
7	1050	8.596	6.823	4.201	9.680	53.947	116.392	2.762	-3.011	0.8	0.8	-136.6
8	1200	9.102	6.676	4.201	10.506	53.947	120.666	2.799	-3.998	0.9	0.9	-140.2
9	1350	9.698	6.529	4.201	11.332	53.947	124.940	2.837	-4.985	1.0	1.0	-141.8
10	1500	10.410	6.387	4.201	12.158	53.947	129.214	2.875	-5.973	1.1	1.1	-141.8
11	1650	11.272	6.259	4.201	12.984	53.947	133.488	2.912	-6.960	1.2	1.2	-140.6
12	1800	12.340	6.157	4.201	13.810	53.947	137.762	2.950	-7.947	1.2	1.2	-138.4
13	1950	13.695	6.101	4.201	14.636	53.947	142.036	2.987	-8.934	1.2	1.2	-135.2
14	2100	15.477	6.126	4.201	15.462	53.947	146.310	3.025	-9.921	1.2	1.2	-131.0
15	2250	17.928	6.303	4.201	16.288	53.947	150.584	3.063	-10.908	1.2	1.2	-125.7
16	2400	21.518	6.793	4.201	17.114	53.947	154.858	3.100	-11.895	1.2	1.2	-119.1
17	2550	27.287	8.025	4.201	17.940	53.947	159.133	3.138	-12.882	1.2	1.2	-110.9
18	2700	38.036	11.547	4.201	18.766	53.947	163.407	3.176	-13.869	1.1	1.1	-100.7
19	2850	63.903	26.787	4.201	19.593	53.947	167.681	3.213	-14.856	1.1	1.1	-88.0
20	3000	65.302	186.800	4.201	20.419	53.947	171.955	3.251	-15.843	1.1	1.1	-73.5

Tabla 2-5-90. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	10.4	0.0	9387	0	0	0	145	9241	0.0	-	96.5	8.2	20.8	-49.2	21.8	21.8	-49.2
1	150	10.3	1.7	9525	162	13	0	99	9251	2.8	-47.8	82.6	-0.3	20.9	-47.8	21.7	21.7	-48.2
2	300	11.1	3.6	9679	348	28	0	71	9232	6.0	-46.2	72.2	-12.3	20.9	-46.2	21.5	21.5	-47.0
3	450	11.9	5.7	9840	560	45	0	57	9177	9.6	-44.5	67.2	-27.6	20.9	-44.5	21.4	21.4	-45.6
4	600	12.7	8.0	9999	799	64	1	57	9078	13.8	-42.7	69.0	-43.5	20.9	-42.7	21.1	21.1	-44.1
5	750	13.6	10.5	10142	1065	85	1	66	8924	18.5	-40.6	77.2	-56.8	20.7	-40.6	20.8	20.8	-42.4
6	900	14.4	13.2	10258	1358	109	2	84	8705	23.9	-38.5	89.8	-65.9	20.5	-38.5	20.5	20.5	-40.5
7	1050	15.2	16.2	10330	1674	134	3	108	8411	30.0	-36.1	104.9	-71.5	20.1	-36.1	20.0	20.0	-38.4
8	1200	16.0	19.4	10340	2008	161	4	136	8032	36.8	-33.7	121.0	-74.3	19.7	-33.7	19.5	19.5	-36.3
9	1350	16.6	22.9	10270	2352	188	6	164	7560	44.4	-31.1	137.2	-75.1	19.1	-31.1	18.8	18.8	-34.0
10	1500	17.1	26.7	10102	2694	216	7	192	6993	52.9	-28.4	152.5	-74.4	18.4	-28.4	18.0	18.0	-31.5
11	1650	17.5	30.7	9814	3017	241	9	216	6331	62.3	-25.5	166.2	-72.6	17.5	-25.5	17.0	17.0	-29.0
12	1800	17.5	35.1	9392	3301	264	11	234	5581	72.6	-22.6	177.9	-69.8	16.4	-22.6	15.9	15.9	-26.5
13	1950	17.2	39.9	8819	3519	282	14	245	4759	84.0	-19.7	187.1	-66.0	15.1	-19.7	14.7	14.7	-24.0
14	2100	16.6	45.0	8085	3642	291	17	248	3887	96.4	-16.7	193.2	-61.2	13.7	-16.7	13.2	13.2	-21.6
15	2250	15.4	50.6	7185	3633	291	20	243	2998	109.9	-13.7	196.2	-55.4	12.0	-13.7	11.6	11.6	-19.4
16	2400	13.7	56.5	6117	3453	276	24	232	2132	124.6	-10.8	196.2	-48.3	10.0	-10.8	9.7	9.7	-17.5
17	2550	11.4	62.6	4882	3056	244	27	216	1339	140.4	-8.0	194.0	-39.6	7.9	-8.0	7.7	7.7	-16.4
18	2700	8.4	68.5	3484	2387	191	32	200	675	157.7	-5.3	191.2	-28.9	5.5	-5.3	5.5	5.5	-16.9
19	2850	4.6	71.8	1927	1383	111	36	190	207	176.4	-2.9	190.6	-15.9	2.9	-2.9	3.2	3.2	-22.7
20	3000	0.0	0.0	250	0	0	41	193	16	196.6	-0.6	196.7	-0.9	0.1	-1.2	1.1	1.1	-70.7

Tabla 2-6-90. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	9.6	0.0	9387	1	0	0	145	9242	0.0	-49.1	96.4	8.1	20.8	-49.1	21.8	21.8	-49.2
Máximo	1751	17.5	33.7	9546	3214	257	11	229	5835	69.1	-23.6	174.4	-70.8	16.8	-23.6	16.3	16.3	-27.3

Tabla 2-7-90. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	2724.0	7.9	69.4	3246.0	2251.0	180.0	32.0	198.0	585.0	160.6	-4.9	190.8	-27.0	5.1	-4.9	5.2	5.2	-17.3
125 %	2783.4	6.4	71.1	2637.9	1875.1	150.0	34.0	193.0	385.8	167.9	-3.9	190.3	-22.0	4.1	-3.9	4.2	4.2	-18.9
100 %	2835.1	5.1	71.8	2088.1	1500.3	119.9	36.0	190.0	242.7	174.5	-3.1	190.5	-17.3	3.2	-3.1	3.4	3.4	-21.6
75 %	2881.2	3.7	71.1	1583.0	1125.4	89.8	37.0	189.0	141.6	180.5	-2.4	191.2	-12.9	2.3	-2.4	2.7	2.7	-26.0
50 %	2922.9	2.4	67.5	1111.7	749.7	60.1	39.0	189.0	74.1	186.2	-1.7	192.5	-8.7	1.5	-1.7	2.0	2.0	-33.4
25 %	2961.2	1.2	56.1	668.8	375.1	29.8	40.0	190.2	33.0	191.4	-1.2	194.3	-4.7	0.8	-1.2	1.5	1.5	-46.6
Eff máx	2839.0	4.9	71.8	2046.0	1470.0	118.0	36.0	190.0	233.0	175.0	-3.0	190.5	-16.9	3.1	-3.0	3.3	3.3	-21.9

Tabla 2-8-90. Valores a estados de carga y rendimiento máximo 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	10.9	0.0	-	0.0	21.4	-
Valores calculados		0.0	10.4	0.0	9387.0	0.0	21.8	-49.2
Diferencias (%)		-	4.6	-	-	-	-1.9	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	14.1	-	-	-	-	-
Valores calculados		1751.0	17.5	33.7	9546.0	3214.0	16.3	-27.3
Diferencias (%)		-	-24.1	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		2840.0	5.0	71.0	2074.0	1500.0	3.4	-23.1
Valores calculados		2835.1	5.1	71.8	2088.1	1500.3	3.4	-21.6
Diferencias (%)		0.2	-1.1	-1.1	-0.7	-0.0	0.9	6.4
75% carga								
Valores ingresados		2875.0	3.7	70.1	1576.0	1104.0	2.7	-25.8
Valores calculados		2881.2	3.7	71.1	1583.0	1125.4	2.7	-26.0
Diferencias (%)		-0.2	-0.8	-1.4	-0.4	-1.9	-1.1	-0.6

Tabla 2-9-90. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	2920.0	2.4	65.8	1116.0	734.0	2.0	-32.9
Valores calculados	2922.9	2.4	67.5	1111.7	749.7	2.0	-33.4
Diferencias (%)	-0.1	0.0	-2.6	0.4	-2.1	0.5	-1.6
Vacío							
Valores ingresados	3000.0	0.0	0.0	244.0	0.0	1.1	-70.7
Valores calculados	3000.0	0.0	0.0	250.0	0.0	1.1	-70.7
Diferencias (%)	-	-	-	-2.5	-	0.9	0.1

Tabla 2-9-90. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado Datos bob.	Exigencias Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	130.50	Paso de bobinas en ranuras 10/12	Corriente por kW (A/kW) 2.29
Altura corona estator (mm)	15.60	Capas de bobinas por ranura 1	Densidad corriente bobinado (A/mm2) 6.6
Diámetro interior estator (mm)	70.00	Factor de arrollamiento 0.958	Corriente barra rotor (A) 177.4
Altura corona rotor (mm)	9.80	Espiras por bobina (prom) 63.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2) 5.9
Diámetro eje rotor (mm)	30.00	Espiras por bobina (real) 63/63	Corriente anillo rotor (A) 790.6
Longitud paquete de chapas (mm)	75.00	Número de alambres 1 1	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2) 4.8
Número ranuras estator	24.00	Diámetro alambre 1 (mm) 0.55	Flujo por polo (wb) 0.0036
Sección ranura estator (mm2)	89.80	Número de alambres 2 1	Densidad flujo entrehierro (T) 0.69
Número ranuras rotor	28.00	Diámetro alambre 2 (mm) 0.6	Dens. flujo corona estator (T) 1.71
Sección ranura rotor (mm2)	30.10	Conexión bobinado (vías) 1	Dens. flujo corona rotor (T) 1.47
Espesor anillo rotor (mm)	16.00	Peso total cobre (kg) 1.6	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W) 0.041
Sección anillo rotor(mm2)	164.00	Relleno ranura(%) 36.5	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m) 181571
Longitud entrehierro (mm)	0.33		

Tabla 2-10-90. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0713	0.1553	0.9157	3.4454	0.0424	0.1553	0.0713	0.7784	0.9157	6.0284	0.0545	-0.5893	0.0713	0.8136	0.9157	6.8513	0.0339	0.8136

Tabla 2-11-90. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	19.3	5.8	36.0	38.9
Eff. Máx	20.5	6.2	33.0	40.5

Tabla 2-12-90. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

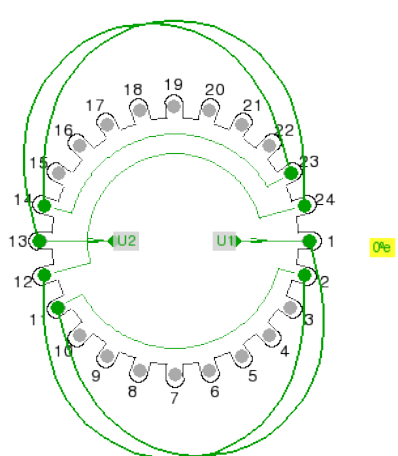


Fig. 2-1-90
Esquema de arrollamiento de 24 ranuras,
2 polos, paso 1-11, 1 vía , ka = 0.958

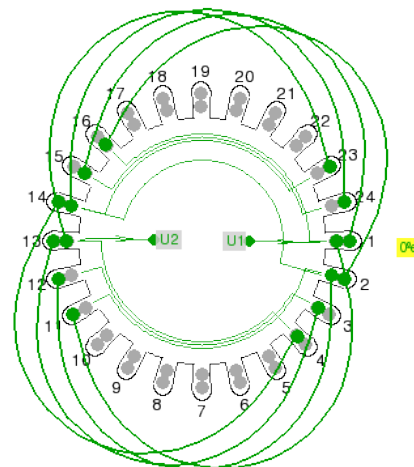
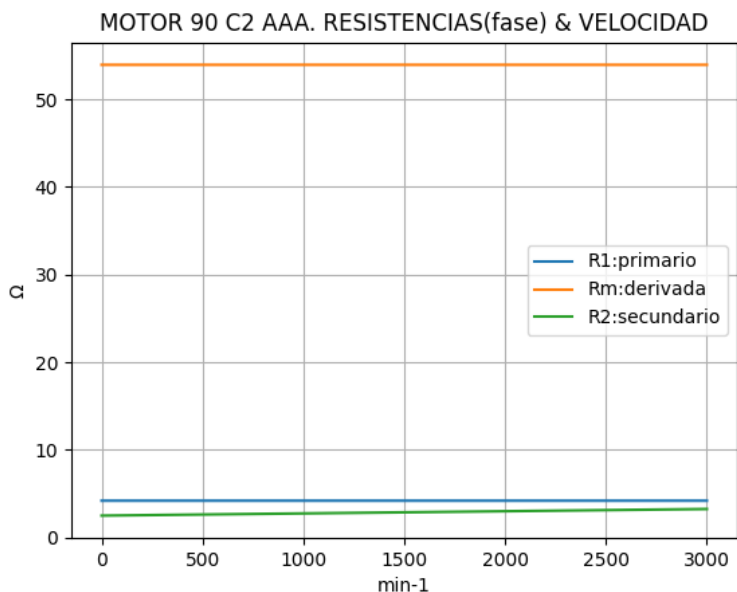


Fig. 2-2-90
Esquema de arrollamiento de 24 ranuras,
2 polos, paso 1-11, 1 vía , ka = 0.829

2-6. Motor asincrónico trifásico 90 C2. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	6.589	4.201	53.947	2.498
150	6.755	4.201	53.947	2.536
300	6.956	4.201	53.947	2.574
450	7.193	4.201	53.947	2.611
600	7.470	4.201	53.947	2.649
750	7.791	4.201	53.947	2.687
900	8.163	4.201	53.947	2.724
1050	8.596	4.201	53.947	2.762
1200	9.102	4.201	53.947	2.799
1350	9.698	4.201	53.947	2.837
1500	10.410	4.201	53.947	2.875
1650	11.272	4.201	53.947	2.912
1800	12.340	4.201	53.947	2.950
1950	13.695	4.201	53.947	2.987
2100	15.477	4.201	53.947	3.025
2250	17.928	4.201	53.947	3.063
2400	21.518	4.201	53.947	3.100
2550	27.287	4.201	53.947	3.138
2700	38.036	4.201	53.947	3.176
2850	63.903	4.201	53.947	3.213
3000	65.302	4.201	53.947	3.251

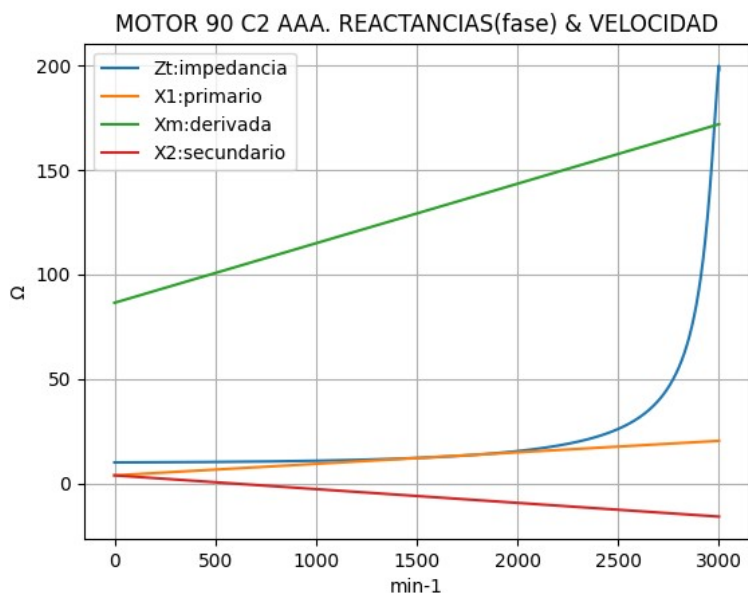


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) crece ligeramente

Fig. 2-3-90. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	10.080	7.628	3.898	86.473	3.898
150	10.132	7.551	4.724	90.747	2.911
300	10.199	7.459	5.550	95.021	1.924
450	10.286	7.353	6.376	99.295	0.937
600	10.399	7.234	7.202	103.569	-0.050
750	10.544	7.105	8.028	107.843	-1.037
900	10.732	6.968	8.854	112.118	-2.024
1050	10.975	6.823	9.680	116.392	-3.011
1200	11.288	6.676	10.506	120.666	-3.998
1350	11.691	6.529	11.332	124.940	-4.985
1500	12.213	6.387	12.158	129.214	-5.973
1650	12.894	6.259	12.984	133.488	-6.960
1800	13.791	6.157	13.810	137.762	-7.947
1950	14.993	6.101	14.636	142.036	-8.934
2100	16.645	6.126	15.462	146.310	-9.921
2250	19.004	6.303	16.288	150.584	-10.908
2400	22.565	6.793	17.114	154.858	-11.895
2550	28.443	8.025	17.940	159.133	-12.882
2700	39.750	11.547	18.766	163.407	-13.869
2850	69.290	26.787	19.593	167.681	-14.856
3000	197.886	186.800	20.419	171.955	-15.843

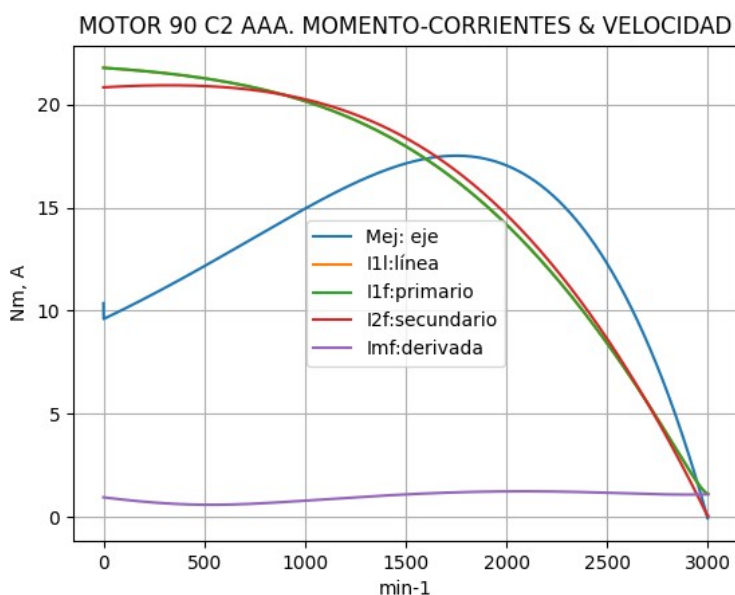


Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) presenta inicialmente valores positivos y luego negativos, cerca de las 500 min⁻¹

Fig. 2-4-90. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	10.4	20.8	21.8	21.8	0.9
150	10.3	20.9	21.7	21.7	0.8
300	11.1	20.9	21.5	21.5	0.7
450	11.9	20.9	21.4	21.4	0.6
600	12.7	20.9	21.1	21.1	0.6
750	13.6	20.7	20.8	20.8	0.6
900	14.4	20.5	20.5	20.5	0.7
1050	15.2	20.1	20.0	20.0	0.8
1200	16.0	19.7	19.5	19.5	0.9
1350	16.6	19.1	18.8	18.8	1.0
1500	17.1	18.4	18.0	18.0	1.1
1650	17.5	17.5	17.0	17.0	1.2
1800	17.5	16.4	15.9	15.9	1.2
1950	17.2	15.1	14.7	14.7	1.2
2100	16.6	13.7	13.2	13.2	1.2
2250	15.4	12.0	11.6	11.6	1.2
2400	13.7	10.0	9.7	9.7	1.2
2550	11.4	7.9	7.7	7.7	1.2
2700	8.4	5.5	5.5	5.5	1.1
2850	4.6	2.9	3.2	3.2	1.1
3000	0.0	0.1	1.1	1.1	1.1

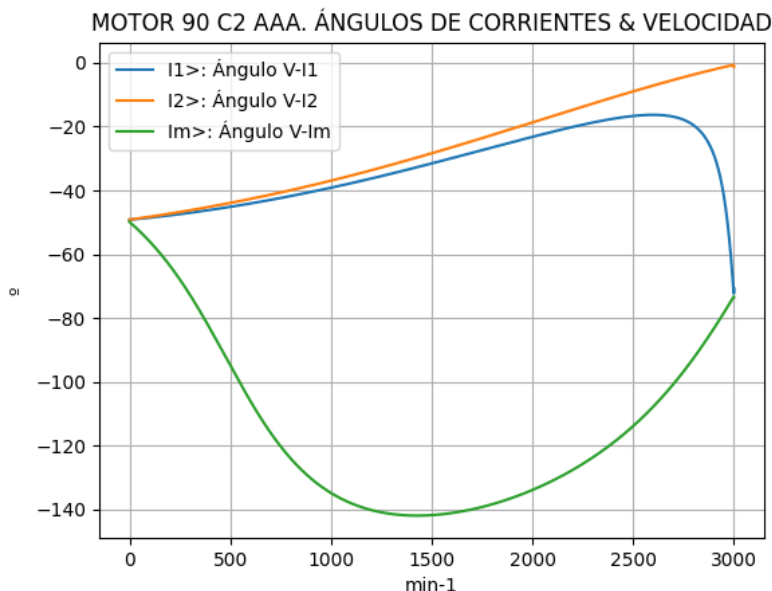


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo entre 1500 y 2000 min⁻¹.
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1 primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f cerca de las 1050 min⁻¹; cerca de 2850 min⁻¹ se hace menor a ella
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cercana a las 500 min⁻¹

Fig. 2-5-90. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-49.2	-49.2	-49.9
150	-47.8	-48.2	-59.6
300	-46.2	-47.0	-72.7
450	-44.5	-45.6	-89.0
600	-42.7	-44.1	-106.0
750	-40.6	-42.4	-120.2
900	-38.5	-40.5	-130.3
1050	-36.1	-38.4	-136.6
1200	-33.7	-36.3	-140.2
1350	-31.1	-34.0	-141.8
1500	-28.4	-31.5	-141.8
1650	-25.5	-29.0	-140.6
1800	-22.6	-26.5	-138.4
1950	-19.7	-24.0	-135.2
2100	-16.7	-21.6	-131.0
2250	-13.7	-19.4	-125.7
2400	-10.8	-17.5	-119.1
2550	-8.0	-16.4	-110.9
2700	-5.3	-16.9	-100.7
2850	-2.9	-22.7	-88.0
3000	-1.2	-70.7	-73.5

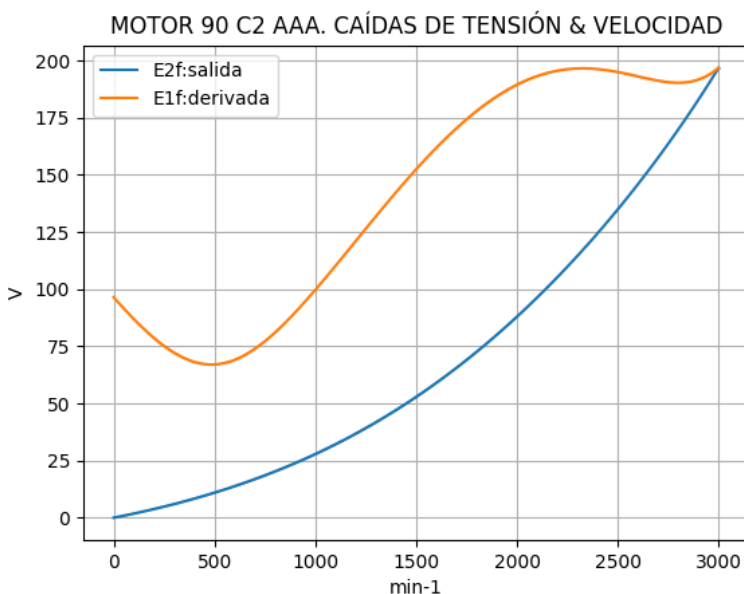


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 2500 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 1500 min⁻¹

Fig. 2-6-90. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	96.5
150	2.8	82.6
300	6.0	72.2
450	9.6	67.2
600	13.8	69.0
750	18.5	77.2
900	23.9	89.8
1050	30.0	104.9
1200	36.8	121.0
1350	44.4	137.2
1500	52.9	152.5
1650	62.3	166.2
1800	72.6	177.9
1950	84.0	187.1
2100	96.4	193.2
2250	109.9	196.2
2400	124.6	196.2
2550	140.4	194.0
2700	157.7	191.2
2850	176.4	190.6
3000	196.6	196.7

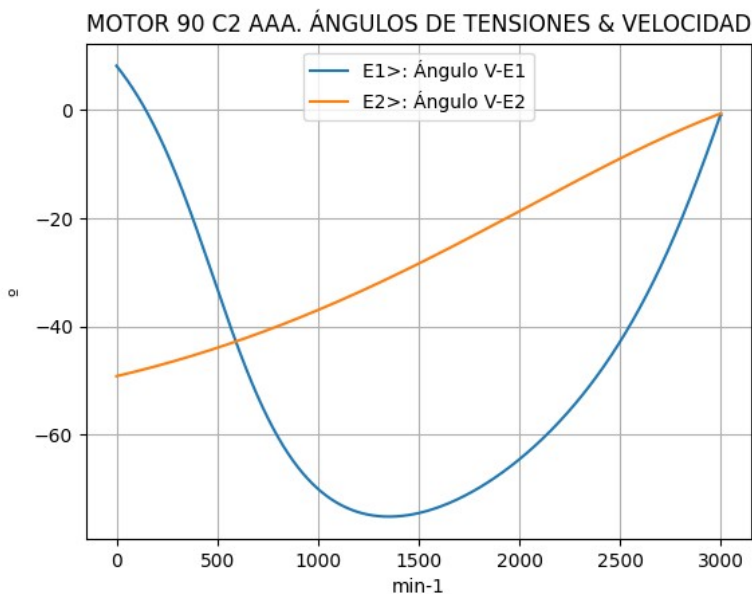


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 500 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 2-7-90. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(^°)	E1>(^°)
0	-	8.2
150	-47.8	-0.3
300	-46.2	-12.3
450	-44.5	-27.6
600	-42.7	-43.5
750	-40.6	-56.8
900	-38.5	-65.9
1050	-36.1	-71.5
1200	-33.7	-74.3
1350	-31.1	-75.1
1500	-28.4	-74.4
1650	-25.5	-72.6
1800	-22.6	-69.8
1950	-19.7	-66.0
2100	-16.7	-61.2
2250	-13.7	-55.4
2400	-10.8	-48.3
2550	-8.0	-39.6
2700	-5.3	-28.9
2850	-2.9	-15.9
3000	-0.6	-0.9

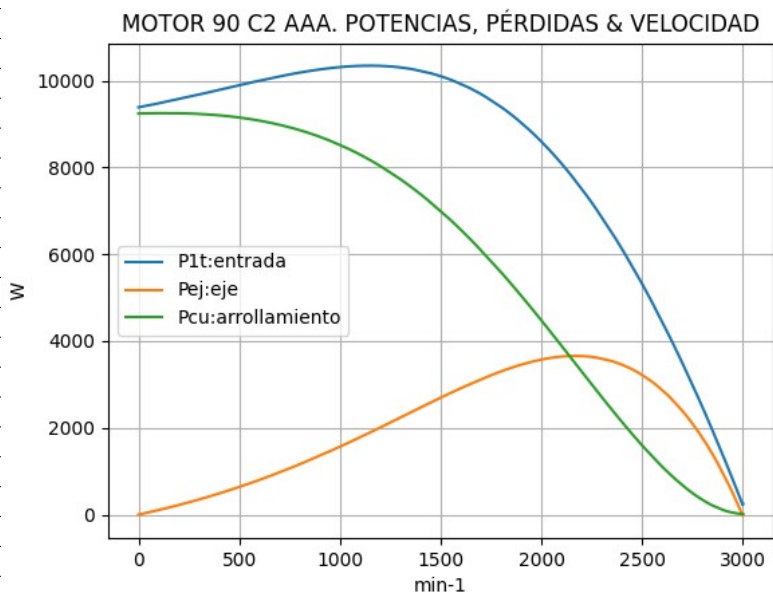


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es positivo, se anula cerca de 150 min^{-1} , haciéndose máximo negativo cerca de 1500 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2=0$) y es el mismo de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 2-8-90. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	9387	0	9241
150	9525	162	9251
300	9679	348	9232
450	9840	560	9177
600	9999	799	9078
750	10142	1065	8924
900	10258	1358	8705
1050	10330	1674	8411
1200	10340	2008	8032
1350	10270	2352	7560
1500	10102	2694	6993
1650	9814	3017	6331
1800	9392	3301	5581
1950	8819	3519	4759
2100	8085	3642	3887
2250	7185	3633	2998
2400	6117	3453	2132
2550	4882	3056	1339
2700	3484	2387	675
2850	1927	1383	207
3000	250	0	16

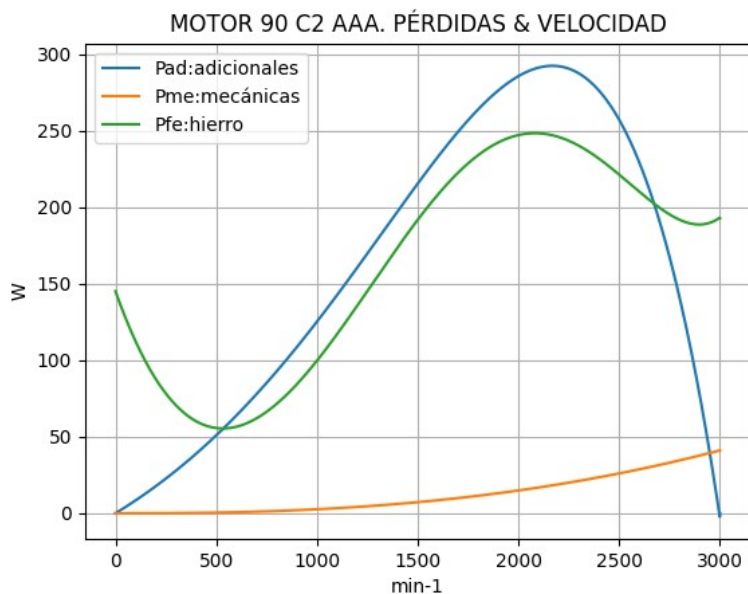


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ presenta un máximo cerca de 1000 min^{-1} y luego cae regularmente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cercano a 2000 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 2-9-90. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	145
150	13	0	99
300	28	0	71
450	45	0	57
600	64	1	57
750	85	1	66
900	109	2	84
1050	134	3	108
1200	161	4	136
1350	188	6	164
1500	216	7	192
1650	241	9	216
1800	264	11	234
1950	282	14	245
2100	291	17	248
2250	291	20	243
2400	276	24	232
2550	244	27	216
2700	191	32	200
2850	111	36	190
3000	0	41	193

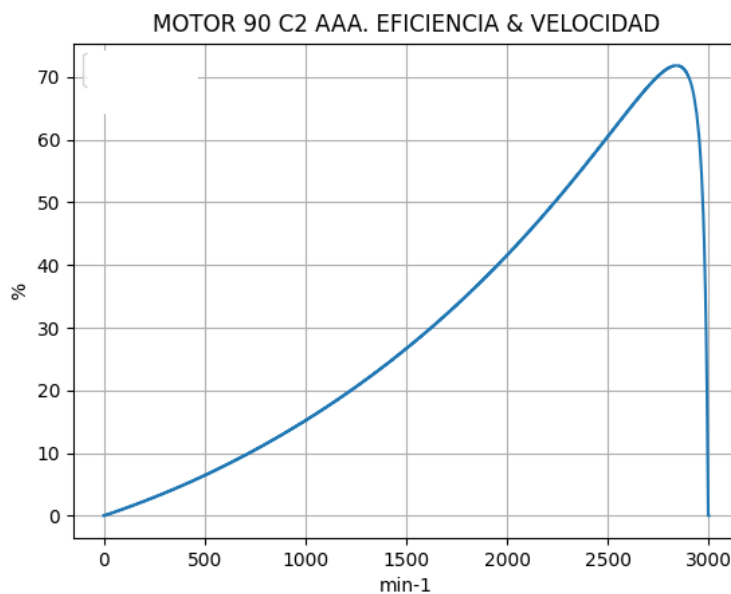


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 2100 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas $Pme = Pmec0 \cdot (1 - s)^{2.5}$ crecen regularmente
- Las pérdidas en el hierro $Pfex = 3 \cdot Rmx \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 450 min^{-1} y luego crecen

Fig. 2-10-90. Curvas de otras pérdidas

nx(min-1)	Eff(%)
0	0.0
150	1.7
300	3.6
450	5.7
600	8.0
750	10.5
900	13.2
1050	16.2
1200	19.4
1350	22.9
1500	26.7
1650	30.7
1800	35.1
1950	39.9
2100	45.0
2250	50.6
2400	56.5
2550	62.6
2700	68.5
2850	71.8
3000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cercano a 2850 min^{-1} y luego decrece

Fig. 2-11-90. Curva de eficiencias

2-7. Motor asincrónico trifásico 100 L2. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	100 L2	3.0	380	T	50	2	2885	76.0	0.93	5.95	8.0	2.65	3.0	B	44	Normal

Tabla 2-1-100. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	16.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	6.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	19.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	71.4	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	3000.0	-	-	444	-	2.00	0.34
Arranque	-	-	380	0.0	26.30	-	-	-	47.60	-
Carga 75%	-	-	380	2915.0	7.23	75.0	2940	2206	4.72	0.95
Carga 50%	-	-	380	2945.0	4.77	72.5	2028	1470	3.53	0.87
Temperat. carcasa	-	51.5	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2-2-100. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	8.809	10.637	5.169	5.318	inf	inf	3.640	5.318	0.0	0.0	-
Nominal1	2885	96.207	54.330	5.169	27.165	inf	inf	3.490	27.165	0.0	0.0	-
Vacío	3000	111.758	309.118	5.169	28.036	99.769	286.826	3.000	28.036	1.1	2.0	-71.7
Nominal2	2885	102.753	40.611	5.169	27.165	99.769	269.675	4.552	-22.923	1.2	2.0	-83.4

Tabla 2-3-100. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 10.0, Cad = 6.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	26.3	0.0	20006	0	0	0	0	20006	0.0	-0.0	177.3	5.2	27.5	-50.4	27.5	47.6	-50.4
Nominal1	2885	9.9	88.0	3414	3000	30	77	0	307	301.1	-29.5	326.7	-12.8	3.4	-29.5	3.4	5.9	-29.5
Vacío	3000	0.0	0.0	455	0	0	42	392	21	347.4	-1.0	347.5	-0.9	0.0	-1.0	1.2	2.0	-70.1
Nominal2	2885	9.9	76.0	3946	3000	180	38	416	312	350.0	-1.8	338.8	-13.7	3.1	-1.8	3.4	5.9	-21.6

Tabla 2-4-100. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 10.0, Cad = 6.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	8.681	10.450	5.169	5.318	99.769	146.351	3.640	5.318	1.0	1.7	-50.4
1	150	8.917	10.218	5.169	6.454	99.769	153.375	3.687	3.850	0.8	1.4	-60.7
2	300	9.200	9.967	5.169	7.590	99.769	160.399	3.735	2.382	0.7	1.2	-74.9
3	450	9.533	9.699	5.169	8.726	99.769	167.423	3.782	0.913	0.6	1.1	-92.1
4	600	9.921	9.416	5.169	9.862	99.769	174.446	3.830	-0.555	0.7	1.1	-109.1
5	750	10.370	9.119	5.169	10.998	99.769	181.470	3.877	-2.023	0.7	1.3	-122.4
6	900	10.891	8.811	5.169	12.134	99.769	188.494	3.925	-3.492	0.8	1.5	-131.2
7	1050	11.494	8.495	5.169	13.269	99.769	195.518	3.972	-4.960	1.0	1.7	-136.5
8	1200	12.200	8.175	5.169	14.405	99.769	202.541	4.019	-6.429	1.1	1.9	-139.2
9	1350	13.031	7.854	5.169	15.541	99.769	209.565	4.067	-7.897	1.2	2.0	-140.0
10	1500	14.022	7.541	5.169	16.677	99.769	216.589	4.114	-9.365	1.3	2.2	-139.4
11	1650	15.224	7.243	5.169	17.813	99.769	223.613	4.162	-10.834	1.3	2.3	-137.8
12	1800	16.712	6.976	5.169	18.949	99.769	230.636	4.209	-12.302	1.4	2.4	-135.3
13	1950	18.602	6.763	5.169	20.085	99.769	237.660	4.257	-13.770	1.4	2.4	-132.0
14	2100	21.090	6.649	5.169	21.220	99.769	244.684	4.304	-15.239	1.4	2.4	-127.8
15	2250	24.517	6.719	5.169	22.356	99.769	251.708	4.351	-16.707	1.4	2.4	-122.7
16	2400	29.552	7.164	5.169	23.492	99.769	258.731	4.399	-18.176	1.3	2.3	-116.4
17	2550	37.694	8.502	5.169	24.628	99.769	265.755	4.446	-19.644	1.3	2.2	-108.5
18	2700	53.071	12.609	5.169	25.764	99.769	272.779	4.494	-21.112	1.2	2.1	-98.6
19	2850	91.896	31.370	5.169	26.900	99.769	279.802	4.541	-22.581	1.1	2.0	-86.3
20	3000	111.758	309.118	5.169	28.036	99.769	286.826	4.589	-24.049	1.1	2.0	-71.7

Tabla 2-5-100. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	25.3	0.0	20375	0	0	0	289	20086	0.0	-	173.9	5.3	27.0	-50.3	28.0	48.4	-50.3
1	150	25.9	1.9	21003	407	24	0	198	20373	5.3	-48.5	148.8	-3.8	27.2	-48.5	28.0	48.5	-48.9
2	300	28.1	4.1	21662	882	53	0	144	20583	11.4	-46.6	131.1	-16.8	27.4	-46.6	28.0	48.5	-47.3
3	450	30.3	6.4	22328	1429	86	0	123	20691	18.4	-44.5	124.9	-32.9	27.5	-44.5	27.9	48.3	-45.5
4	600	32.6	8.9	22972	2051	123	1	130	20667	26.3	-42.3	132.6	-48.9	27.5	-42.3	27.8	48.1	-43.5
5	750	35.0	11.7	23557	2747	165	1	162	20482	35.4	-39.8	152.2	-61.2	27.4	-39.8	27.5	47.6	-41.3
6	900	37.3	14.6	24040	3513	211	2	212	20103	45.7	-37.2	179.5	-69.1	27.2	-37.2	27.1	46.9	-39.0
7	1050	39.4	17.8	24374	4335	260	3	276	19500	57.3	-34.4	210.7	-73.5	26.8	-34.4	26.6	46.0	-36.5
8	1200	41.3	21.2	24506	5194	312	4	347	18648	70.2	-31.6	243.1	-75.4	26.2	-31.6	25.9	44.8	-33.8
9	1350	42.9	24.9	24385	6062	364	6	419	17534	84.5	-28.6	274.6	-75.4	25.4	-28.6	25.0	43.2	-31.1
10	1500	43.9	28.8	23964	6901	414	7	485	16156	100.2	-25.5	303.6	-74.2	24.4	-25.5	23.9	41.3	-28.3
11	1650	44.3	33.0	23203	7663	460	9	540	14532	117.4	-22.4	328.8	-71.9	23.1	-22.4	22.5	39.0	-25.4
12	1800	44.0	37.6	22076	8293	498	12	577	12696	136.1	-19.2	349.0	-68.7	21.6	-19.2	21.0	36.3	-22.7
13	1950	42.8	42.4	20569	8730	524	14	594	10706	156.3	-16.2	363.2	-64.7	19.8	-16.2	19.2	33.2	-20.0
14	2100	40.5	47.7	18684	8908	535	17	590	8634	178.0	-13.2	370.9	-60.0	17.7	-13.2	17.2	29.7	-17.5
15	2250	37.2	53.3	16435	8758	525	21	565	6567	201.2	-10.4	371.9	-54.3	15.4	-10.4	14.9	25.9	-15.3
16	2400	32.6	59.3	13845	8204	492	24	523	4602	226.2	-7.9	366.7	-47.4	12.9	-7.9	12.5	21.6	-13.6
17	2550	26.8	65.5	10936	7161	430	28	473	2844	253.0	-5.6	357.0	-39.1	10.0	-5.6	9.8	17.0	-12.7
18	2700	19.6	71.6	7726	5530	332	33	425	1407	281.9	-3.6	346.1	-28.7	7.0	-3.6	7.0	12.1	-13.4
19	2850	10.7	75.4	4222	3185	191	37	392	417	313.3	-1.9	339.8	-15.9	3.6	-1.9	3.9	6.8	-18.8
20	3000	0.0	0.0	455	0	0	42	392	21	347.4	-0.8	347.5	-0.9	0.0	-1.0	1.2	2.0	-70.1

Tabla 2-6-100. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	23.9	0.0	20379	3	0	0	288	20088	0.0	-50.3	173.8	5.3	27.0	-50.3	28.0	48.4	-50.3
Máximo	1660	44.3	33.3	23140	7709	463	10	543	14415	118.6	-22.2	330.3	-71.7	23.0	-22.2	22.4	38.8	-25.3

Tabla 2-7-100. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	2772.0	15.5	74.0	6081.0	4502.0	270.0	35.0	406.0	868.0	296.6	-2.7	342.0	-22.9	5.4	-2.7	5.5	9.6	-14.9
125 %	2818.1	12.7	75.1	4992.0	3750.7	224.9	36.0	396.9	583.2	306.4	-2.2	340.4	-18.8	4.4	-2.2	4.6	7.9	-16.8
100 %	2860.0	10.0	75.4	3978.8	2999.7	180.0	38.0	390.0	370.2	315.5	-1.8	339.8	-15.0	3.4	-1.8	3.7	6.4	-19.7
75 %	2898.4	7.4	74.3	3027.2	2250.1	134.6	39.0	387.0	216.4	324.1	-1.5	340.3	-11.3	2.5	-1.5	2.9	5.0	-24.2
50 %	2934.0	4.9	70.5	2127.9	1499.9	90.0	40.0	387.0	111.0	332.2	-1.2	341.8	-7.6	1.6	-1.2	2.2	3.8	-31.6
25 %	2967.2	2.4	59.0	1272.1	749.8	44.8	41.0	388.0	47.8	339.9	-1.0	344.2	-4.2	0.8	-1.0	1.6	2.7	-44.9
Eff máx	2851.0	10.6	75.4	4198.0	3166.0	190.0	37.0	392.0	412.0	313.5	-1.9	339.8	-15.8	3.6	-1.9	3.9	6.7	-18.9

Tabla 2-8-100. Valores a estados de carga y rendimiento máximo 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	26.3	0.0	-	0.0	47.6	-
Valores calculados		0.0	25.3	0.0	20375.0	0.0	48.4	-50.3
Diferencias (%)		-	3.8	-	-	-	-1.7	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	29.8	-	-	-	-	-
Valores calculados		1660	44.3	33.3	23140.0	7709.0	38.8	-25.3
Diferencias (%)		-	-48.7	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		2885.0	9.9	76.0	3638.0	3000.0	6.0	-21.6
Valores calculados		2860.0	10.0	75.4	3978.8	2999.7	6.4	-19.7
Diferencias (%)		0.9	-0.7	0.8	-9.4	0.0	-7.6	8.7
75% carga								
Valores ingresados		2915.0	7.2	75.0	2940.0	2206.0	4.7	-18.2
Valores calculados		2898.4	7.4	74.3	3027.2	2250.1	5.0	-24.2
Diferencias (%)		0.6	-2.4	0.9	-3.0	-2.0	-5.9	-33.0

Tabla 2-9-100. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	2945.0	4.8	72.5	2028.0	1470.0	3.5	-29.5
Valores calculados	2934.0	4.9	70.5	2127.9	1499.9	3.8	-31.6
Diferencias (%)	0.4	-2.7	2.8	-4.9	-2.0	-7.7	-7.0
Vacío							
Valores ingresados	3000.0	0.0	0.0	444.0	0.0	2.0	-70.1
Valores calculados	3000.0	0.0	0.0	455.0	0.0	2.0	-70.1
Diferencias (%)	-	-	-	-2.5	-	0.0	0.0

Tabla 2-9-100. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	145.3	Paso de bobinas en ranuras	10/12	Corriente por kW (A/kW)	1.98
Altura corona estator (mm)	18.4	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	6.6
Diámetro interior estator (mm)	80.0	Factor de arrollamiento	0.958	Corriente barra rotor (A)	180.7
Altura corona rotor (mm)	10.9	Espiras por bobina (prom)	64.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	5.7
Diámetro eje rotor (mm)	32.0	Espiras por bobina (real)	64/64	Corriente anillo rotor (A)	805.3
Longitud paquete de chapas (mm)	125.0	Número de alambres 1	1	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	3.6
Número ranuras estator	24.0	Diámetro alambre 1 (mm)	0.55	Flujo por polo (wb)	0.0062
Sección ranura estator (mm2)	92.2	Número de alambres 2	1	Densidad flujo entrehierro (T)	0.62
Número ranuras rotor	28.0	Diámetro alambre 2 (mm)	0.6	Dens. flujo corona estator (T)	1.5
Sección ranura rotor (mm2)	31.9	Conexión bobinado (vías)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	1.39
Espesor anillo rotor (mm)	17.0	Peso total cobre (kg)	2.25	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.035
Sección anillo rotor(mm2)	222.0	Relleno ranura(%)	36.1	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	175778
Longitud entrehierro (mm)	0.3				

Tabla 2-10-100. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0503	0.1309	0.9710	3.6037	0.0354	0.1309	0.0503	0.6689	0.9710	6.6404	0.0443	-0.5645	0.0503	0.6904	0.9710	7.0628	0.0292	0.6904

Tabla 2-11-100. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	19.0	4.1	43.9	33.0
Eff. Máx	18.4	3.6	38.0	39.9

Tabla 2-12-100. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

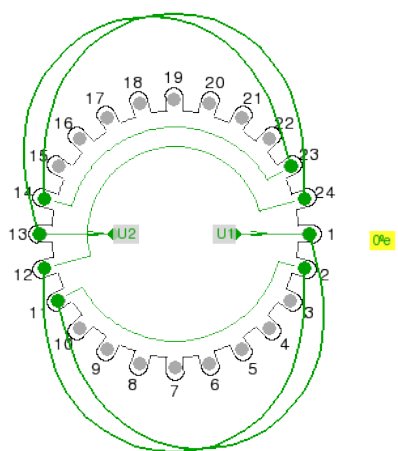


Fig. 2-1-100
Esquema de arrollamiento de 24 ranuras,
2 polos, paso 1-11, 1 vía , ka = 0.958

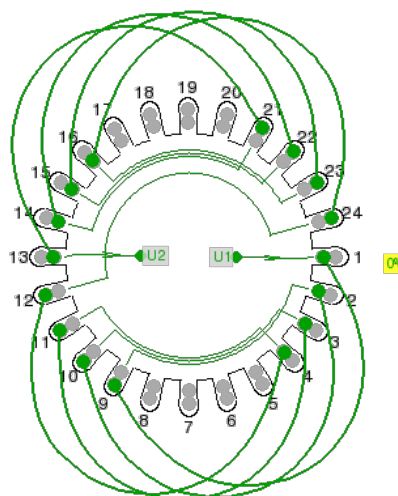
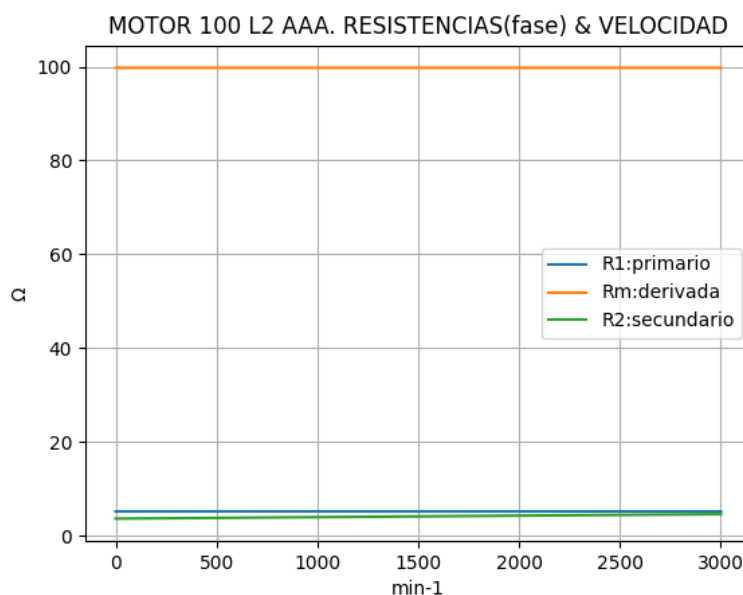


Fig. 2-2-100
Esquema de arrollamiento de 24 ranuras,
2 polos, paso 1-11, 1 vía , ka = 0.829

2-8. Motor asincrónico trifásico 100 L2. Curvas características

$n_x(\text{min-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	8.681	5.169	99.769	3.640
150	8.917	5.169	99.769	3.687
300	9.200	5.169	99.769	3.735
450	9.533	5.169	99.769	3.782
600	9.921	5.169	99.769	3.830
750	10.370	5.169	99.769	3.877
900	10.891	5.169	99.769	3.925
1050	11.494	5.169	99.769	3.972
1200	12.200	5.169	99.769	4.019
1350	13.031	5.169	99.769	4.067
1500	14.022	5.169	99.769	4.114
1650	15.224	5.169	99.769	4.162
1800	16.712	5.169	99.769	4.209
1950	18.602	5.169	99.769	4.257
2100	21.090	5.169	99.769	4.304
2250	24.517	5.169	99.769	4.351
2400	29.552	5.169	99.769	4.399
2550	37.694	5.169	99.769	4.446
2700	53.071	5.169	99.769	4.494
2850	91.896	5.169	99.769	4.541
3000	111.758	5.169	99.769	4.589

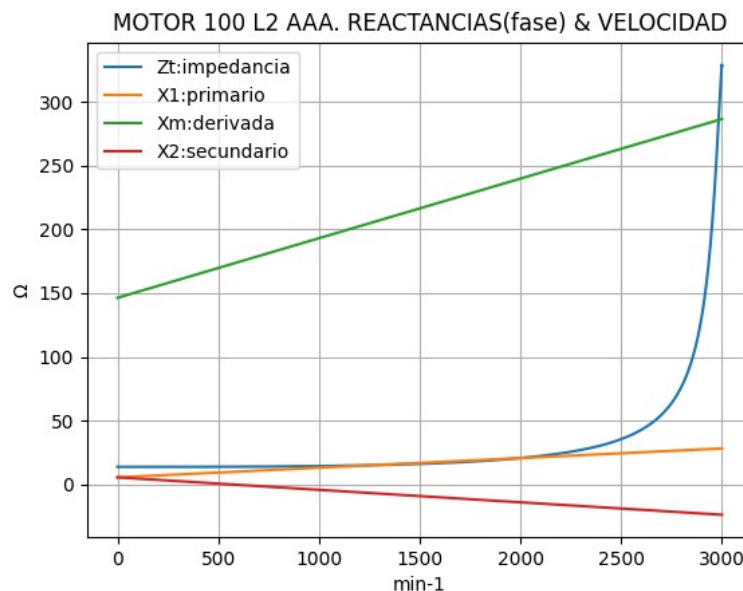


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ crece con la velocidad

Fig. 2-3-100. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	13.586	10.450	5.318	146.351	5.318
150	13.562	10.218	6.454	153.375	3.850
300	13.564	9.967	7.590	160.399	2.382
450	13.600	9.699	8.726	167.423	0.913
600	13.678	9.416	9.862	174.446	-0.555
750	13.810	9.119	10.998	181.470	-2.023
900	14.009	8.811	12.134	188.494	-3.492
1050	14.293	8.495	13.269	195.518	-4.960
1200	14.685	8.175	14.405	202.541	-6.429
1350	15.215	7.854	15.541	209.565	-7.897
1500	15.921	7.541	16.677	216.589	-9.365
1650	16.859	7.243	17.813	223.613	-10.834
1800	18.109	6.976	18.949	230.636	-12.302
1950	19.794	6.763	20.085	237.660	-13.770
2100	22.113	6.649	21.220	244.684	-15.239
2250	25.421	6.719	22.356	251.708	-16.707
2400	30.408	7.164	23.492	258.731	-18.176
2550	38.641	8.502	24.628	265.755	-19.644
2700	54.548	12.609	25.764	272.779	-21.112
2850	97.103	31.370	26.900	279.802	-22.581
3000	328.700	309.118	28.036	286.826	-24.049

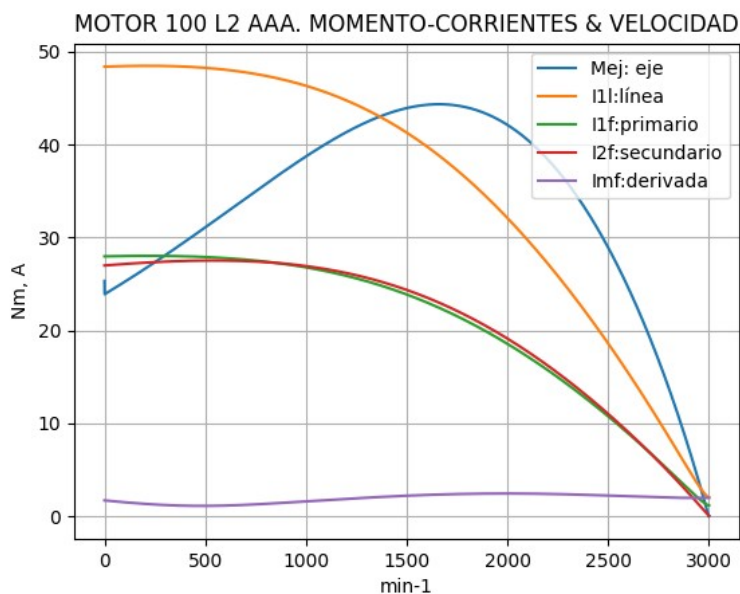


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ presenta valores positivos y luego negativos

Fig. 2-4-100. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	25.3	27.0	28.0	48.4	1.0
150	25.9	27.2	28.0	48.5	0.8
300	28.1	27.4	28.0	48.5	0.7
450	30.3	27.5	27.9	48.3	0.6
600	32.6	27.5	27.8	48.1	0.7
750	35.0	27.4	27.5	47.6	0.7
900	37.3	27.2	27.1	46.9	0.8
1050	39.4	26.8	26.6	46.0	1.0
1200	41.3	26.2	25.9	44.8	1.1
1350	42.9	25.4	25.0	43.2	1.2
1500	43.9	24.4	23.9	41.3	1.3
1650	44.3	23.1	22.5	39.0	1.3
1800	44.0	21.6	21.0	36.3	1.4
1950	42.8	19.8	19.2	33.2	1.4
2100	40.5	17.7	17.2	29.7	1.4
2250	37.2	15.4	14.9	25.9	1.4
2400	32.6	12.9	12.5	21.6	1.3
2550	26.8	10.0	9.8	17.0	1.3
2700	19.6	7.0	7.0	12.1	1.2
2850	10.7	3.6	3.9	6.8	1.1
3000	0.0	0.0	1.2	2.0	1.1

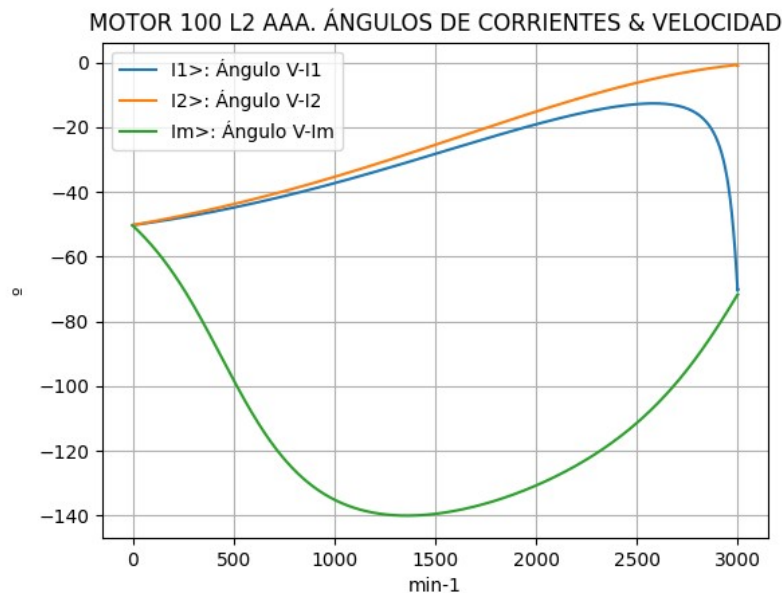


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 1650 min⁻¹.
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1 primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f cerca de las 1050 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cercana a las 600 min⁻¹

Fig. 2-5-100. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-50.3	-50.3	-50.4
150	-48.5	-48.9	-60.7
300	-46.6	-47.3	-74.9
450	-44.5	-45.5	-92.1
600	-42.3	-43.5	-109.1
750	-39.8	-41.3	-122.4
900	-37.2	-39.0	-131.2
1050	-34.4	-36.5	-136.5
1200	-31.6	-33.8	-139.2
1350	-28.6	-31.1	-140.0
1500	-25.5	-28.3	-139.4
1650	-22.4	-25.4	-137.8
1800	-19.2	-22.7	-135.3
1950	-16.2	-20.0	-132.0
2100	-13.2	-17.5	-127.8
2250	-10.4	-15.3	-122.7
2400	-7.9	-13.6	-116.4
2550	-5.6	-12.7	-108.5
2700	-3.6	-13.4	-98.6
2850	-1.9	-18.8	-86.3
3000	-1.0	-70.1	-71.7

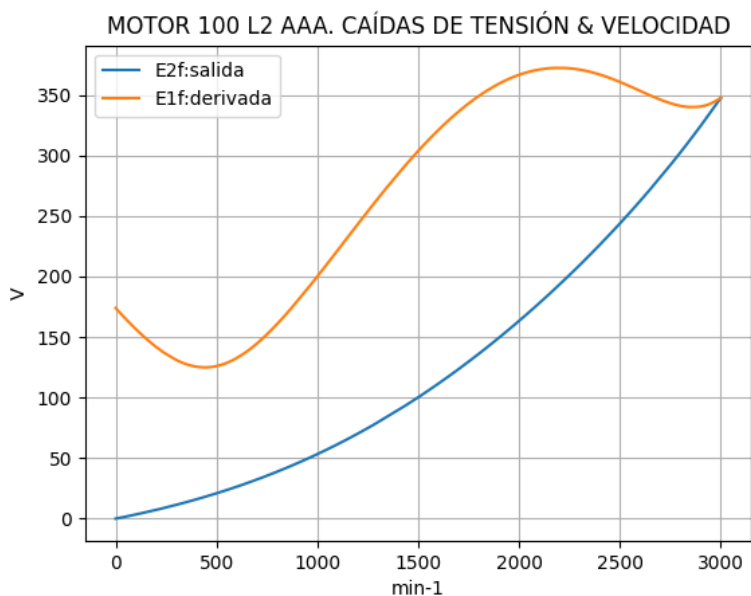


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 2550 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 1350 min⁻¹

Fig. 2-6-100. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	173.9
150	5.3	148.8
300	11.4	131.1
450	18.4	124.9
600	26.3	132.6
750	35.4	152.2
900	45.7	179.5
1050	57.3	210.7
1200	70.2	243.1
1350	84.5	274.6
1500	100.2	303.6
1650	117.4	328.8
1800	136.1	349.0
1950	156.3	363.2
2100	178.0	370.9
2250	201.2	371.9
2400	226.2	366.7
2550	253.0	357.0
2700	281.9	346.1
2850	313.3	339.8
3000	347.4	347.5

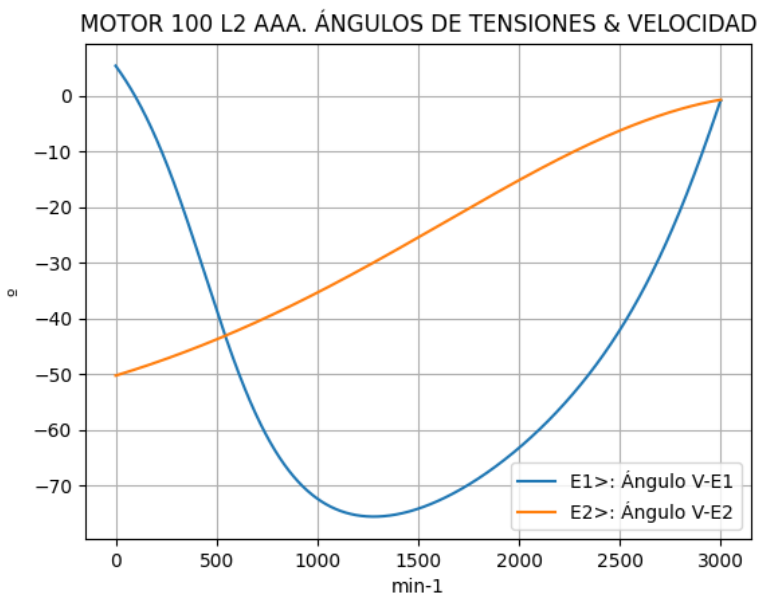


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ presenta un mínimo cerca de 450 min^{-1} y un máximo cerca de 2250 min^{-1}
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ asciende regularmente

Fig. 2-7-100. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	5.3
150	-48.5	-3.8
300	-46.6	-16.8
450	-44.5	-32.9
600	-42.3	-48.9
750	-39.8	-61.2
900	-37.2	-69.1
1050	-34.4	-73.5
1200	-31.6	-75.4
1350	-28.6	-75.4
1500	-25.5	-74.2
1650	-22.4	-71.9
1800	-19.2	-68.7
1950	-16.2	-64.7
2100	-13.2	-60.0
2250	-10.4	-54.3
2400	-7.9	-47.4
2550	-5.6	-39.1
2700	-3.6	-28.7
2850	-1.9	-15.9
3000	-0.8	-0.9

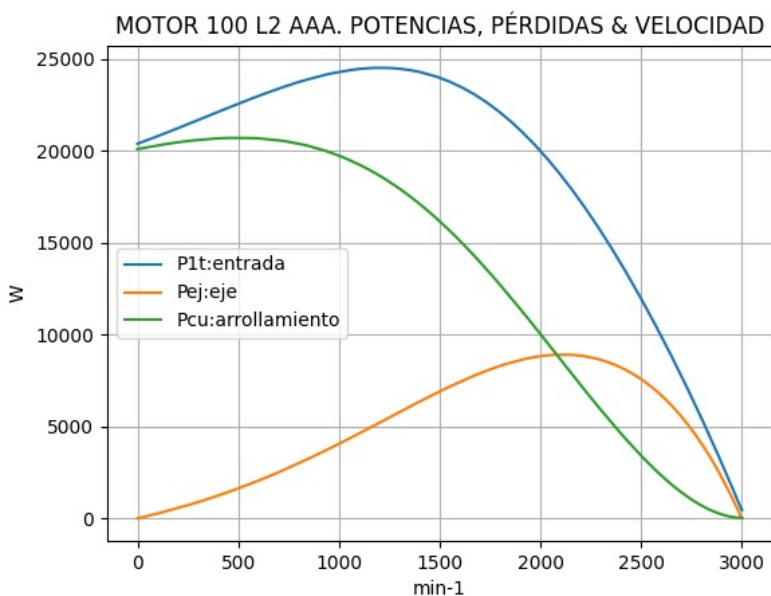


Observaciones:

- El ángulo V-E1 inicia positivo, se anula cerca de 150 min^{-1} , haciéndose máximo negativo cerca de 1200 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2=0$) y es el mismo de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 2-8-100. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	20375	0	20086
150	21003	407	20373
300	21662	882	20583
450	22328	1429	20691
600	22972	2051	20667
750	23557	2747	20482
900	24040	3513	20103
1050	24374	4335	19500
1200	24506	5194	18648
1350	24385	6062	17534
1500	23964	6901	16156
1650	23203	7663	14532
1800	22076	8293	12696
1950	20569	8730	10706
2100	18684	8908	8634
2250	16435	8758	6567
2400	13845	8204	4602
2550	10936	7161	2844
2700	7726	5530	1407
2850	4222	3185	417
3000	455	0	21

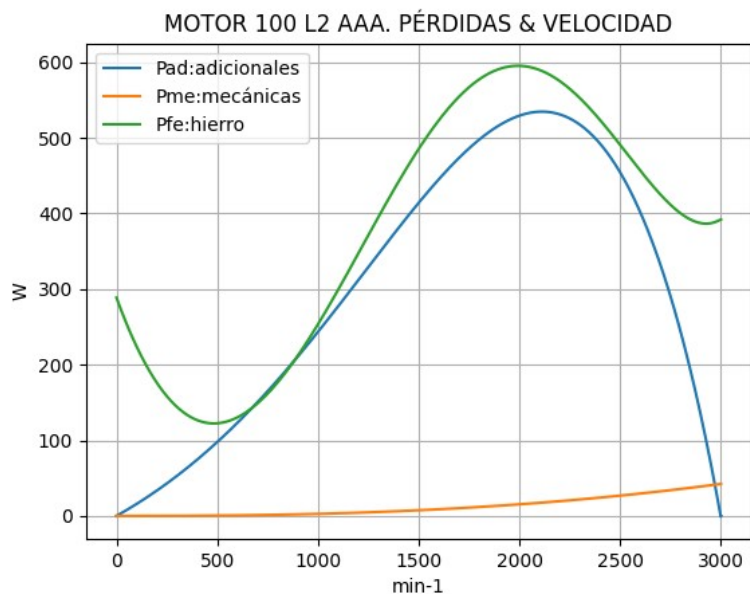


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ crece hasta cerca de 1500 min^{-1} y luego cae regularmente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cercano a 2100 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un leve crecimiento inicial y luego un descenso regular

Fig. 2-9-100. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	289
150	24	0	198
300	53	0	144
450	86	0	123
600	123	1	130
750	165	1	162
900	211	2	212
1050	260	3	276
1200	312	4	347
1350	364	6	419
1500	414	7	485
1650	460	9	540
1800	498	12	577
1950	524	14	594
2100	535	17	590
2250	525	21	565
2400	492	24	523
2550	430	28	473
2700	332	33	425
2850	191	37	392
3000	0	42	392

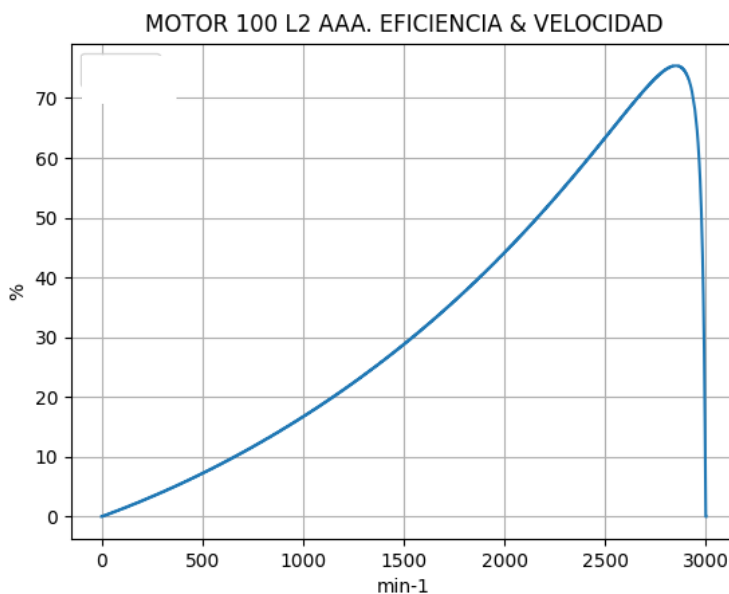


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 2100 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas $Pme = Pmec0 \cdot (1 - s)^{2.5}$ crecen regularmente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 450 min y se maximizan cerca de 2100 min^{-1}

Fig. 2-10-100. Curvas de otras pérdidas

nx(min-1)	Eff(%)
0	0.0
150	1.9
300	4.1
450	6.4
600	8.9
750	11.7
900	14.6
1050	17.8
1200	21.2
1350	24.9
1500	28.8
1650	33.0
1800	37.6
1950	42.4
2100	47.7
2250	53.3
2400	59.3
2550	65.5
2700	71.6
2850	75.4
3000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cercano a 2850 min^{-1} y luego decrece

Fig. 2-11-100. Curva de eficiencias

2-9. Motor asincrónico trifásico 112 M2. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	112 M2	4.0	380	T	50	2	2880	84.2	0.91	8.0	5.73	2.4	3.0	B	44	Normal

Tabla 2-1-112. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	3.62	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	18.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	4.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	21.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	58.4	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	3000.0	-	-	412	-	2.0	0.31
Arranque	-	-	380	0.0	31.80	-	-	-	45.8	-
Carga 75%	-	-	380	2915.0	9.93	85.1	3560	3030	6.0	0.90
Carga 50%	-	-	380	2945.0	6.56	87.9	2300	2022	4.2	0.83
Temperat. carcasa	-	49.6	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2-2-112. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	8.461	11.580	3.713	5.790	inf	inf	4.748	5.790	0.0	0.0	-
Nominal1	2880	70.477	42.258	3.713	21.129	inf	inf	2.671	21.129	0.0	0.0	-
Vacío	3000	101.897	312.507	3.713	21.768	88.943	297.321	3.000	21.768	1.1	2.0	-74.0
Nominal2	2880	74.779	34.070	3.713	21.129	88.943	271.395	3.199	-5.372	1.2	2.0	-86.0

Tabla 2-3-112. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 13.0, Cad = 0.15

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	31.8	0.0	17820	0	0	0	0	17820	0.0	153.4	198.4	-3.2	26.5	-53.9	26.5	45.8	-53.9
Nominal1	2880	13.3	88.0	4521	4000	40	72	0	410	296.4	-30.9	323.8	-13.4	4.6	-30.9	4.6	8.0	-30.9
Vacío	3000	0.0	0.0	415	0	0	52	349	15	354.7	-0.7	354.8	-0.6	0.0	-0.7	1.2	2.0	-71.9
Nominal2	2880	13.3	82.9	4825	4000	6	47	365	407	322.0	-10.3	334.0	-14.2	4.2	-10.3	4.6	8.0	-24.5

Tabla 2-4-112. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 13.0, Cad = 0.15

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	8.241	11.396	3.713	5.790	88.943	166.274	4.748	5.790	1.0	1.8	-64.9
1	150	8.407	11.666	3.713	6.589	88.943	172.826	4.667	5.209	0.9	1.6	-69.8
2	300	8.596	11.931	3.713	7.388	88.943	179.379	4.586	4.627	0.9	1.5	-74.9
3	450	8.808	12.192	3.713	8.187	88.943	185.931	4.506	4.046	0.8	1.4	-80.4
4	600	9.048	12.451	3.713	8.986	88.943	192.483	4.425	3.465	0.7	1.3	-86.2
5	750	9.322	12.706	3.713	9.784	88.943	199.036	4.344	2.883	0.7	1.2	-92.1
6	900	9.634	12.961	3.713	10.583	88.943	205.588	4.264	2.302	0.7	1.2	-98.1
7	1050	9.995	13.214	3.713	11.382	88.943	212.141	4.183	1.721	0.7	1.1	-103.9
8	1200	10.415	13.468	3.713	12.181	88.943	218.693	4.102	1.139	0.6	1.1	-109.3
9	1350	10.909	13.724	3.713	12.980	88.943	225.245	4.022	0.558	0.6	1.1	-114.1
10	1500	11.501	13.984	3.713	13.779	88.943	231.798	3.941	-0.023	0.7	1.1	-118.1
11	1650	12.220	14.252	3.713	14.578	88.943	238.350	3.860	-0.605	0.7	1.2	-121.1
12	1800	13.116	14.533	3.713	15.377	88.943	244.902	3.780	-1.186	0.7	1.2	-123.1
13	1950	14.261	14.835	3.713	16.176	88.943	251.455	3.699	-1.767	0.7	1.3	-123.9
14	2100	15.778	15.175	3.713	16.975	88.943	258.007	3.618	-2.349	0.8	1.3	-123.4
15	2250	17.888	15.586	3.713	17.774	88.943	264.560	3.538	-2.930	0.8	1.4	-121.3
16	2400	21.022	16.141	3.713	18.572	88.943	271.112	3.457	-3.511	0.9	1.5	-117.4
17	2550	26.173	17.050	3.713	19.371	88.943	277.664	3.376	-4.093	0.9	1.6	-111.2
18	2700	36.200	19.099	3.713	20.170	88.943	284.217	3.296	-4.674	1.0	1.8	-102.3
19	2850	63.856	27.867	3.713	20.969	88.943	290.769	3.215	-5.255	1.1	1.9	-90.0
20	3000	101.897	312.507	3.713	21.768	88.943	297.321	3.134	-5.837	1.1	2.0	-74.0

Tabla 2-5-112. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	30.7	0.0	18049	0	0	0	285	17765	0.0	-	194.7	-3.1	26.0	-53.7	27.0	46.7	-54.1
1	150	30.5	2.7	17614	479	1	0	236	16898	6.3	-53.7	182.7	-7.0	25.5	-53.7	26.4	45.7	-54.2
2	300	30.5	5.6	17221	957	1	0	198	16065	12.8	-53.5	172.3	-11.3	25.0	-53.5	25.8	44.7	-54.2
3	450	30.5	8.5	16866	1436	2	0	168	15260	19.5	-53.3	163.7	-16.0	24.6	-53.3	25.3	43.7	-54.2
4	600	30.5	11.6	16547	1918	3	1	146	14478	26.6	-53.1	157.1	-21.0	24.1	-53.1	24.7	42.7	-54.0
5	750	30.7	14.8	16260	2408	4	2	131	13716	34.1	-52.7	152.5	-26.2	23.6	-52.7	24.1	41.7	-53.7
6	900	30.9	18.2	16003	2908	4	3	120	12968	42.1	-52.2	150.1	-31.5	23.1	-52.2	23.5	40.7	-53.4
7	1050	31.1	21.7	15773	3421	5	4	114	12229	50.7	-51.6	150.1	-36.6	22.5	-51.6	22.9	39.7	-52.9
8	1200	31.4	25.4	15565	3951	6	5	111	11492	60.1	-50.9	152.3	-41.4	22.0	-50.9	22.3	38.6	-52.3
9	1350	31.8	29.3	15376	4500	7	7	112	10750	70.4	-50.0	156.8	-45.6	21.4	-50.0	21.7	37.5	-51.5
10	1500	32.3	33.4	15197	5071	8	9	116	9994	81.8	-48.9	163.5	-49.1	20.7	-48.9	21.0	36.3	-50.6
11	1650	32.8	37.7	15026	5664	8	12	122	9214	94.5	-47.6	172.3	-51.6	20.0	-47.6	20.2	35.0	-49.4
12	1800	33.3	42.3	14826	6275	9	14	132	8396	109.1	-45.9	183.3	-53.1	19.2	-45.9	19.4	33.6	-47.9
13	1950	33.8	47.2	14589	6892	10	18	145	7525	125.9	-43.9	196.4	-53.4	18.3	-43.9	18.5	31.9	-46.1
14	2100	34.1	52.5	14263	7490	11	21	161	6580	145.5	-41.3	211.8	-52.4	17.2	-41.3	17.4	30.0	-43.9
15	2250	34.0	58.2	13767	8009	12	25	181	5540	168.7	-38.1	229.7	-49.8	15.9	-38.1	16.0	27.7	-41.1
16	2400	33.2	64.3	12964	8333	12	30	206	4383	196.5	-34.0	250.6	-45.5	14.2	-34.0	14.3	24.8	-37.5
17	2550	30.8	70.8	11620	8228	12	34	237	3109	229.7	-28.7	274.7	-39.0	12.0	-28.7	12.2	21.0	-33.1
18	2700	25.7	77.6	9361	7264	11	40	274	1773	268.9	-21.6	301.8	-29.7	9.1	-21.6	9.3	16.1	-27.8
19	2850	15.9	83.3	5699	4748	7	45	315	584	312.6	-12.4	330.2	-17.0	5.1	-12.4	5.5	9.4	-23.6
20	3000	0.0	0.0	415	0	0	52	349	15	354.6	-0.6	354.8	-0.6	0.0	-0.7	1.2	2.0	-71.9

Tabla 2-6-112. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	359	30.5	6.7	17077	1145	2	0	185	15745	15.4	-53.5	168.7	-13.1	24.8	-53.5	25.6	44.3	-54.2
Máximo	2160	34.1	54.7	14090	7712	12	23	168	6176	154.3	-40.2	218.6	-51.6	16.7	-40.2	16.9	29.2	-42.8

Tabla 2-7-112. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	2790.0	20.5	81.4	7362.0	5993.0	9.0	43.0	298.0	1018.0	294.8	-16.4	318.9	-22.6	6.8	-16.4	7.1	12.3	-24.8
125 %	2839.1	16.8	83.0	6021.4	5000.3	7.9	45.0	312.0	657.2	309.4	-13.1	328.1	-18.1	5.4	-13.1	5.8	10.0	-23.7
100 %	2879.5	13.2	83.7	4777.9	4000.4	6.0	47.0	322.0	403.0	321.4	-10.2	335.6	-14.0	4.2	-10.2	4.6	7.9	-23.8
75 %	2914.2	9.8	83.1	3611.1	2999.8	4.8	48.0	331.0	227.2	331.5	-7.6	341.6	-10.5	3.1	-7.6	3.5	6.1	-25.5
50 %	2944.9	6.5	80.0	2500.6	2000.4	3.0	49.0	338.0	110.2	340.2	-5.1	346.8	-7.0	2.0	-5.1	2.5	4.4	-30.5
25 %	2972.9	3.2	69.5	1438.0	999.9	1.1	50.0	344.0	42.3	347.9	-2.8	351.1	-3.7	1.0	-2.8	1.7	3.0	-42.5
Eff máx	2883.0	12.9	83.7	4664.0	3905.0	6.0	47.0	323.0	383.0	322.4	-10.0	336.2	-13.7	4.1	-10.0	4.5	7.7	-23.8

Tabla 2-8-112. Valores a estados de carga y rendimiento máximo 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1)		Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque							
Valores ingresados	0.0	31.8	0.0	-	0.0	45.8	-
Valores calculados	0.0	30.7	0.0	18049	0.0	46.7	-54.1
Diferencias (%)	-	3.5	-	-	-	-2.0	-
Mto Máximo							
Valores ingresados	-	39.8	-	-	-	-	-
Valores calculados	2160.0	34.1	54.7	14090.0	7712.0	29.2	-42.8
Diferencias (%)	-	14.3	-	-	-	-	-
Nominal							
Valores ingresados	2880.0	13.3	84.2	4786.0	4000.0	8.0	-24.5
Valores calculados	2879.5	13.2	83.7	4777.9	4000.4	7.9	-23.8
Diferencias (%)	0.0	0.5	0.6	0.2	-0.0	1.3	2.8
75% carga							
Valores ingresados	2915.0	9.9	85.1	3560.0	3030.0	6.0	-25.8
Valores calculados	2914.2	9.8	83.1	3611.1	2999.8	6.1	-25.5
Diferencias (%)	0.0	1.3	2.4	-1.4	1.0	-1.7	1.3

Tabla 2-9-112. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	2945.0	6.56	87.9	2300.0	2022	4.2	-33.9
Valores calculados	2944.9	6.5	80.0	2500.6	2000.4	4.4	-30.5
Diferencias (%)	0.0	0.9	9.0	-8.7	1.1	-4.8	10.0
Vacío							
Valores ingresados	3000.0	0.0	0.0	412.0	0.0	2.0	-71.9
Valores calculados	3000.0	0.0	0.0	415.0	0.0	2.0	-71.9
Diferencias (%)	-	-	-	-0.7	-	0.0	0.1

Tabla 2-9-112. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	165.3	Paso de bobinas en ranuras	14/16/18	Corriente por kW (A/kw)	2.0
Altura corona estator (mm)	19.4	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	6.0
Diámetro interior estator (mm)	90.0	Factor de arrollamiento	0.956	Corriente barra rotor (A)	233.0
Altura corona rotor (mm)	8.4	Espiras por bobina (prom)	41.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	6.3
Diámetro eje rotor (mm)	38.0	Espiras por bobina (real)	41/41/41	Corriente anillo rotor (A)	1038.3
Longitud paquete de chapas (mm)	125.0	Número de alambres 1	2	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	3.0
Número ranuras estator	36.0	Diámetro alambre 1 (mm)	0.7	Flujo por polo (wb)	0.0064
Sección ranura estator (mm2)	95.8	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.57
Número ranuras rotor	28.0	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.47
Sección ranura rotor (mm2)	36.8	Conexión bobinado (vías)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	1.5
Espesor anillo rotor (mm)	20.0	Peso total cobre (kg)	2.0	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.034
Sección anillo rotor(mm2)	351.0	Relleno ranura(%)	32.9	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	168728
Longitud entrehierro (mm)	0.3				

Tabla 2-10-112. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0497	0.1699	1.1894	4.8804	0.0635	0.1699	0.0497	0.6202	1.1894	7.9658	0.0428	-0.1577	0.0497	0.6389	1.1894	8.7268	0.0401	0.6389

Tabla 2-11-112. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	0.7	5.7	44.3	49.4
Eff. Máx	0.8	6.2	42.6	50.5

Tabla 2-12-112. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

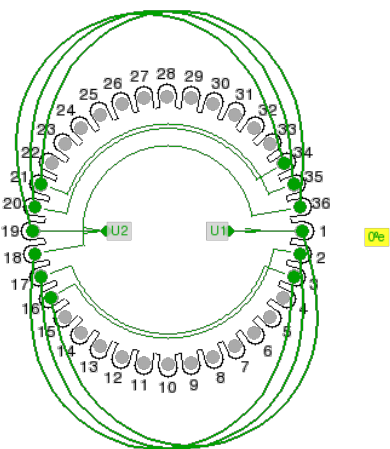


Fig. 2-1-112
Esquema de arrollamiento de 36 ranuras,
2 polos, paso 1-16, 1 vía , ka = 0.956

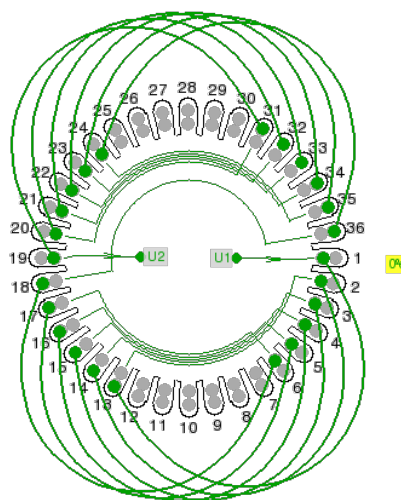
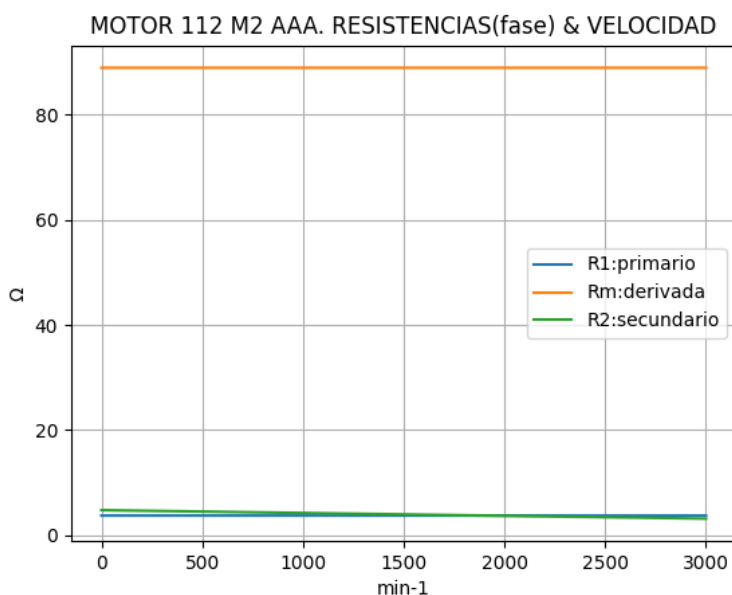


Fig. 2-2-112
Esquema de arrollamiento de 36 ranuras,
2 polos, paso 1-13, 1 vía , ka = 0.828

2-10. Motor asincrónico trifásico 112 M2. Curvas características

$n_x(\text{min-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	8.241	3.713	88.943	4.748
150	8.407	3.713	88.943	4.667
300	8.596	3.713	88.943	4.586
450	8.808	3.713	88.943	4.506
600	9.048	3.713	88.943	4.425
750	9.322	3.713	88.943	4.344
900	9.634	3.713	88.943	4.264
1050	9.995	3.713	88.943	4.183
1200	10.415	3.713	88.943	4.102
1350	10.909	3.713	88.943	4.022
1500	11.501	3.713	88.943	3.941
1650	12.220	3.713	88.943	3.860
1800	13.116	3.713	88.943	3.780
1950	14.261	3.713	88.943	3.699
2100	15.778	3.713	88.943	3.618
2250	17.888	3.713	88.943	3.538
2400	21.022	3.713	88.943	3.457
2550	26.173	3.713	88.943	3.376
2700	36.200	3.713	88.943	3.296
2850	63.856	3.713	88.943	3.215
3000	101.897	3.713	88.943	3.134

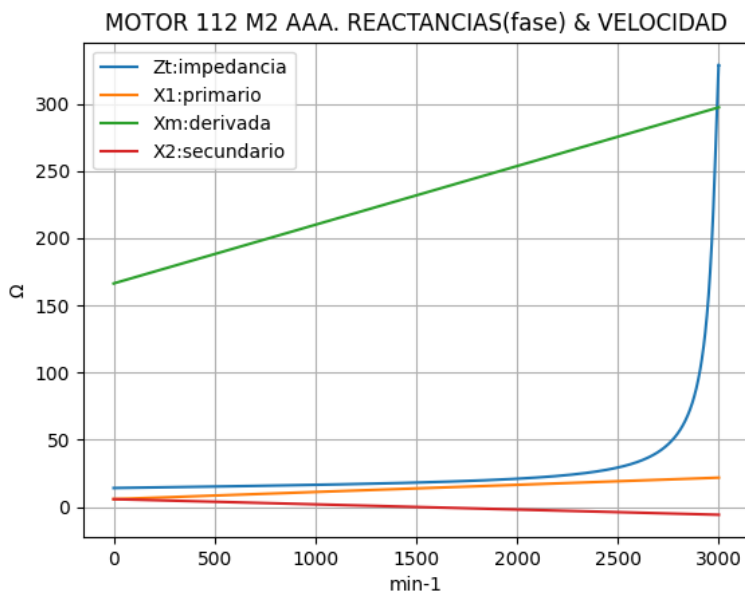


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 2-3-112. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	14.064	11.396	5.790	166.274	5.790
150	14.380	11.666	6.589	172.826	5.209
300	14.705	11.931	7.388	179.379	4.627
450	15.041	12.192	8.187	185.931	4.046
600	15.391	12.451	8.986	192.483	3.465
750	15.759	12.706	9.784	199.036	2.883
900	16.149	12.961	10.583	205.588	2.302
1050	16.568	13.214	11.382	212.141	1.721
1200	17.025	13.468	12.181	218.693	1.139
1350	17.532	13.724	12.980	225.245	0.558
1500	18.106	13.984	13.779	231.798	-0.023
1650	18.774	14.252	14.578	238.350	-0.605
1800	19.576	14.533	15.377	244.902	-1.186
1950	20.578	14.835	16.176	251.455	-1.767
2100	21.892	15.175	16.975	258.007	-2.349
2250	23.725	15.586	17.774	264.560	-2.930
2400	26.504	16.141	18.572	271.112	-3.511
2550	31.237	17.050	19.371	277.664	-4.093
2700	40.929	19.099	20.170	284.217	-4.674
2850	69.672	27.867	20.969	290.769	-5.255
3000	328.700	312.507	21.768	297.321	-5.837



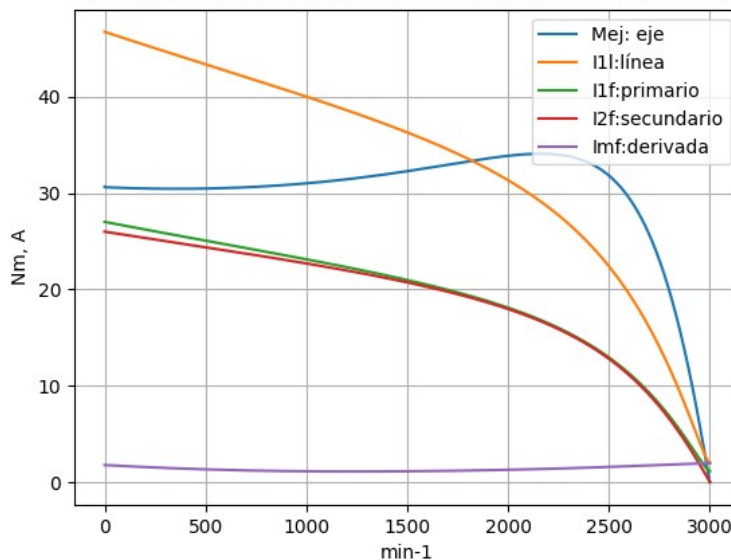
Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ presenta valores positivos y luego negativos

Fig. 2-4-112. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	30.7	26.0	27.0	46.7	1.0
150	30.5	25.5	26.4	45.7	0.9
300	30.5	25.0	25.8	44.7	0.9
450	30.5	24.6	25.3	43.7	0.8
600	30.5	24.1	24.7	42.7	0.7
750	30.7	23.6	24.1	41.7	0.7
900	30.9	23.1	23.5	40.7	0.7
1050	31.1	22.5	22.9	39.7	0.7
1200	31.4	22.0	22.3	38.6	0.6
1350	31.8	21.4	21.7	37.5	0.6
1500	32.3	20.7	21.0	36.3	0.7
1650	32.8	20.0	20.2	35.0	0.7
1800	33.3	19.2	19.4	33.6	0.7
1950	33.8	18.3	18.5	31.9	0.7
2100	34.1	17.2	17.4	30.0	0.8
2250	34.0	15.9	16.0	27.7	0.8
2400	33.2	14.2	14.3	24.8	0.9
2550	30.8	12.0	12.2	21.0	0.9
2700	25.7	9.1	9.3	16.1	1.0
2850	15.9	5.1	5.5	9.4	1.1
3000	0.0	0.0	1.2	2.0	1.1

MOTOR 112 M2 AAA. MOMENTO-CORRIENTES & VELOCIDAD



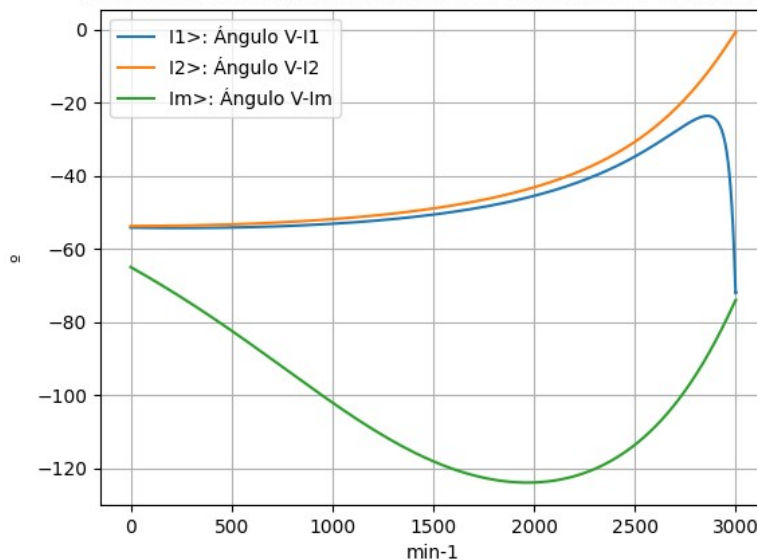
Observaciones:

- El momento mínimo se presenta entre 150 y 450 min⁻¹ y el máximo cerca de 2100 min⁻¹.
- La corriente I1l de línea descende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1 primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf es muy cercana a I1x
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cercana a las 1200 min⁻¹

Fig. 2-5-112. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-53.7	-54.1	-64.9
150	-53.7	-54.2	-69.8
300	-53.5	-54.2	-74.9
450	-53.3	-54.2	-80.4
600	-53.1	-54.0	-86.2
750	-52.7	-53.7	-92.1
900	-52.2	-53.4	-98.1
1050	-51.6	-52.9	-103.9
1200	-50.9	-52.3	-109.3
1350	-50.0	-51.5	-114.1
1500	-48.9	-50.6	-118.1
1650	-47.6	-49.4	-121.1
1800	-45.9	-47.9	-123.1
1950	-43.9	-46.1	-123.9
2100	-41.3	-43.9	-123.4
2250	-38.1	-41.1	-121.3
2400	-34.0	-37.5	-117.4
2550	-28.7	-33.1	-111.2
2700	-21.6	-27.8	-102.3
2850	-12.4	-23.6	-90.0
3000	-0.7	-71.9	-74.0

MOTOR 112 M2 AAA. ÁNGULOS DE CORRIENTES & VELOCIDAD

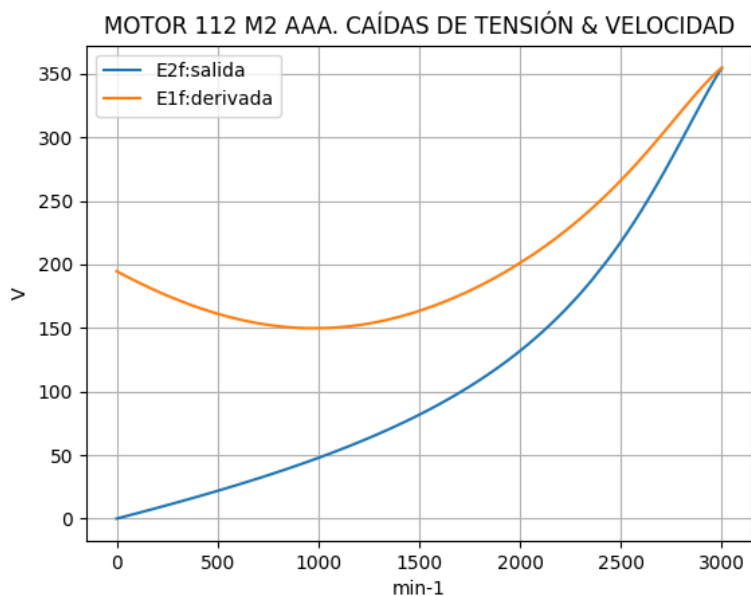


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 2850 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 1950 min⁻¹

Fig. 2-6-112. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	194.7
150	6.3	182.7
300	12.8	172.3
450	19.5	163.7
600	26.6	157.1
750	34.1	152.5
900	42.1	150.1
1050	50.7	150.1
1200	60.1	152.3
1350	70.4	156.8
1500	81.8	163.5
1650	94.5	172.3
1800	109.1	183.3
1950	125.9	196.4
2100	145.5	211.8
2250	168.7	229.7
2400	196.5	250.6
2550	229.7	274.7
2700	268.9	301.8
2850	312.6	330.2
3000	354.6	354.8

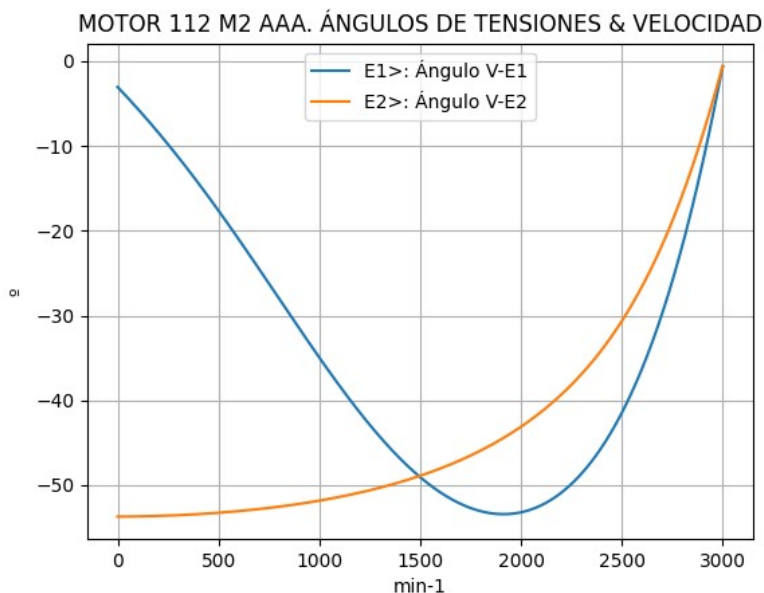


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 1000 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 2-7-112. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-3.1
150	-53.7	-7.0
300	-53.5	-11.3
450	-53.3	-16.0
600	-53.1	-21.0
750	-52.7	-26.2
900	-52.2	-31.5
1050	-51.6	-36.6
1200	-50.9	-41.4
1350	-50.0	-45.6
1500	-48.9	-49.1
1650	-47.6	-51.6
1800	-45.9	-53.1
1950	-43.9	-53.4
2100	-41.3	-52.4
2250	-38.1	-49.8
2400	-34.0	-45.5
2550	-28.7	-39.0
2700	-21.6	-29.7
2850	-12.4	-17.0
3000	-0.6	-0.6

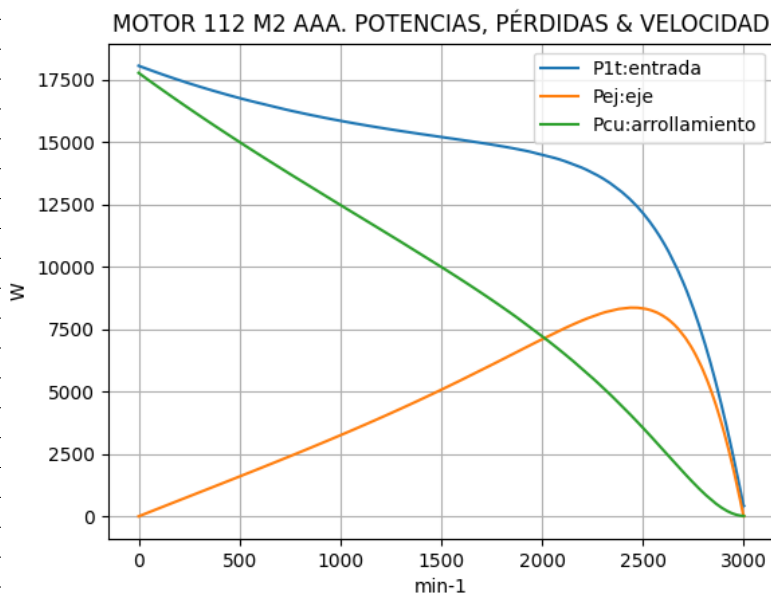


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 1950 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2=0$) y es el mismo de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 2-8-112. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	18049	0	17765
150	17614	479	16898
300	17221	957	16065
450	16866	1436	15260
600	16547	1918	14478
750	16260	2408	13716
900	16003	2908	12968
1050	15773	3421	12229
1200	15565	3951	11492
1350	15376	4500	10750
1500	15197	5071	9994
1650	15020	5664	9214
1800	14826	6275	8396
1950	14589	6892	7525
2100	14263	7490	6580
2250	13767	8009	5540
2400	12964	8333	4383
2550	11620	8228	3109
2700	9361	7264	1773
2850	5699	4748	584
3000	415	0	15

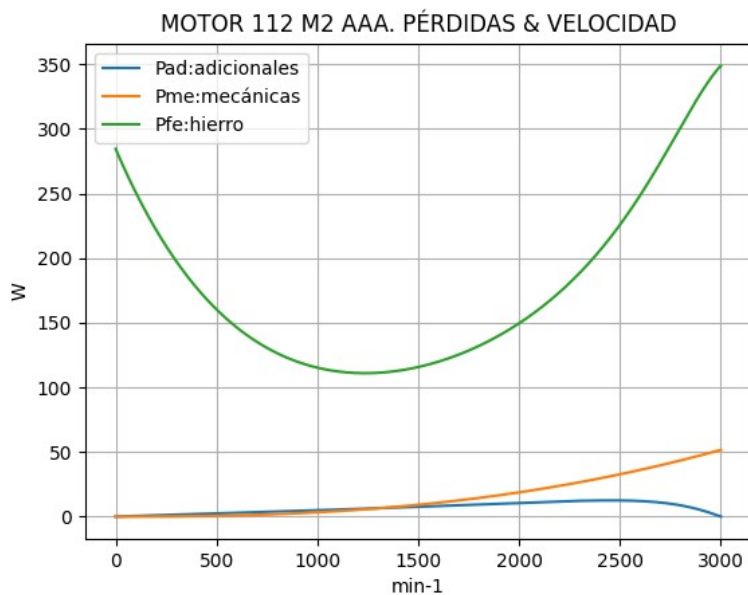


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ desciende regularmente hasta 2000 min^{-1} y luego cae con mayor pendiente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cercano a 2400 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 2-9-112. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	285
150	1	0	236
300	1	0	198
450	2	0	168
600	3	1	146
750	4	2	131
900	4	3	120
1050	5	4	114
1200	6	5	111
1350	7	7	112
1500	8	9	116
1650	8	12	122
1800	9	14	132
1950	10	18	145
2100	11	21	161
2250	12	25	181
2400	12	30	206
2550	12	34	237
2700	11	40	274
2850	7	45	315
3000	0	52	349

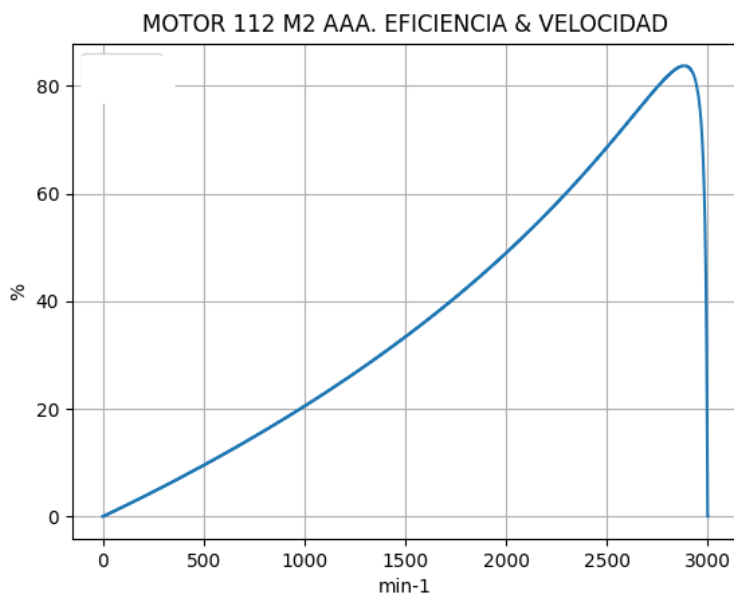


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 2250 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas $Pme = Pmec0 \cdot (1 - s)^{2.5}$ crecen regularmente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 1200 min^{-1}

Fig. 2-10-112. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min}^{-1})$	Eff (%)
0	0.0
150	2.7
300	5.6
450	8.5
600	11.6
750	14.8
900	18.2
1050	21.7
1200	25.4
1350	29.3
1500	33.4
1650	37.7
1800	42.3
1950	47.2
2100	52.5
2250	58.2
2400	64.3
2550	70.8
2700	77.6
2850	83.3
3000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cercano a 2850 min^{-1} y luego decrece

Fig. 2-11-112. Curva de eficiencias

2-11. Motor asincrónico trifásico 132 M2. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	132 M2	9.3	380	T	50	2	2895	80.9	0.92	18.8	5.52	2.44	3.0	B	44	Normal

Tabla 2-1-132. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	1.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	9.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	1.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	17.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	88.4	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	3000.0	-	-	848	-	3.5	0.37
Arranque	-	-	380	0.0	74.9	-	-	-	103.8	-
Carga 75%	-	-	380	2920.0	22.5	81.4	8450	6877	14.0	0.92
Carga 50%	-	-	380	2945.0	14.9	79.9	5750	4593	10.0	0.87
Temperat. carcasa	-	63.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2-2-132. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	3.561	5.239	1.382	2.620	inf	inf	2.178	2.620	0.0	0.0	-
Nominal1	2895	29.302	19.083	1.382	9.542	inf	inf	0.977	9.542	0.0	0.0	-
Vacío	3000	69.497	174.499	1.382	9.793	64.083	168.516	1.000	9.793	2.0	3.5	-69.9
Nominal2	2895	32.171	13.705	1.382	9.542	64.083	149.842	1.197	-1.526	2.1	3.6	-82.2

Tabla 2-3-132. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 9.0, Cad = 5.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	74.9	0.0	38438	0	0	0	0	38438	0.0	26.6	204.4	-5.5	60.0	-55.8	60.0	103.8	-55.8
Nominal1	2895	30.7	90.0	10381	9300	93	152	0	836	292.8	-33.1	320.6	-14.2	10.9	-33.1	10.9	18.8	-33.1
Vacío	3000	0.0	0.0	861	0	0	75	769	17	360.5	-0.8	360.6	-0.8	0.1	-0.8	2.0	3.5	-68.3
Nominal2	2895	30.7	80.8	11505	9300	465	68	825	846	328.9	-12.8	337.6	-15.4	10.0	-12.8	10.9	18.8	-23.1

Tabla 2-4-132. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 9.0, Cad = 5.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
0	3.491	5.171	1.382	2.620	64.083	95.511	2.178	2.620	1.8	3.0	-61.7
1	3.551	5.329	1.382	2.978	64.083	99.161	2.127	2.405	1.6	2.8	-66.1
2	3.619	5.487	1.382	3.337	64.083	102.812	2.077	2.190	1.5	2.6	-70.8
3	3.695	5.644	1.382	3.696	64.083	106.462	2.026	1.975	1.4	2.4	-75.6
4	3.782	5.800	1.382	4.054	64.083	110.112	1.975	1.761	1.3	2.2	-80.7
5	3.881	5.956	1.382	4.413	64.083	113.762	1.924	1.546	1.2	2.1	-85.8
6	3.994	6.111	1.382	4.772	64.083	117.413	1.873	1.331	1.1	2.0	-91.1
7	4.124	6.267	1.382	5.130	64.083	121.063	1.823	1.116	1.1	1.9	-96.3
8	4.276	6.422	1.382	5.489	64.083	124.713	1.772	0.901	1.1	1.8	-101.3
9	4.455	6.577	1.382	5.848	64.083	128.363	1.721	0.687	1.1	1.8	-106.0
10	4.670	6.734	1.382	6.206	64.083	132.014	1.670	0.472	1.1	1.8	-110.3
11	4.932	6.892	1.382	6.565	64.083	135.664	1.619	0.257	1.1	1.8	-113.9
12	5.258	7.054	1.382	6.923	64.083	139.314	1.568	0.042	1.1	1.9	-116.7
13	5.676	7.221	1.382	7.282	64.083	142.964	1.518	-0.173	1.1	2.0	-118.5
14	6.230	7.396	1.382	7.641	64.083	146.615	1.467	-0.387	1.2	2.1	-119.2
15	7.002	7.589	1.382	7.999	64.083	150.265	1.416	-0.602	1.3	2.2	-118.4
16	8.153	7.816	1.382	8.358	64.083	153.915	1.365	-0.817	1.4	2.4	-115.8
17	10.054	8.127	1.382	8.717	64.083	157.565	1.314	-1.032	1.5	2.6	-110.7
18	13.791	8.709	1.382	9.075	64.083	161.216	1.263	-1.246	1.7	2.9	-102.3
19	24.469	10.929	1.382	9.434	64.083	164.866	1.213	-1.461	1.9	3.2	-89.1
20	69.497	174.499	1.382	9.793	64.083	168.516	1.162	-1.676	2.0	3.5	-69.9

Tabla 2-5-132. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	72.8	0.0	38854	0	0	0	591	38263	0.0	-	201.6	-5.6	59.2	-55.8	60.9	105.4	-56.0
1	150	67.9	2.8	37509	1067	53	0	497	35891	6.5	-56.1	189.8	-9.0	57.8	-56.1	59.3	102.7	-56.3
2	300	66.7	5.8	36284	2095	105	0	421	33663	13.0	-56.2	179.4	-12.7	56.4	-56.2	57.8	100.0	-56.6
3	450	65.6	8.8	35173	3093	155	1	361	31564	19.7	-56.3	170.4	-16.7	55.0	-56.3	56.3	97.4	-56.8
4	600	64.7	11.9	34169	4068	203	1	314	29582	26.5	-56.3	162.9	-20.9	53.7	-56.3	54.9	94.9	-56.9
5	750	64.1	15.1	33266	5031	252	2	278	27704	33.6	-56.3	157.0	-25.2	52.4	-56.3	53.5	92.5	-56.9
6	900	63.5	18.4	32459	5989	299	4	251	25917	41.0	-56.1	152.8	-29.7	51.1	-56.1	52.1	90.0	-56.8
7	1050	63.2	21.9	31745	6952	348	5	232	24209	48.9	-55.9	150.3	-34.1	49.8	-55.9	50.7	87.6	-56.7
8	1200	63.1	25.5	31121	7932	397	8	219	22565	57.3	-55.5	149.7	-38.5	48.5	-55.5	49.3	85.2	-56.3
9	1350	63.2	29.2	30582	8939	447	10	213	20973	66.4	-54.9	151.1	-42.5	47.2	-54.9	47.8	82.8	-55.9
10	1500	63.6	33.1	30125	9985	499	13	213	19415	76.4	-54.2	154.4	-46.1	45.8	-54.2	46.4	80.2	-55.3
11	1650	64.1	37.3	29744	11083	554	17	218	17872	87.7	-53.2	159.8	-49.1	44.3	-53.2	44.8	77.6	-54.4
12	1800	65.0	41.6	29427	12243	612	21	229	16321	100.5	-52.0	167.5	-51.4	42.7	-52.0	43.2	74.7	-53.3
13	1950	66.0	46.2	29148	13472	674	25	247	14730	115.4	-50.4	177.6	-52.7	40.9	-50.4	41.4	71.6	-51.8
14	2100	67.1	51.1	28859	14759	738	31	273	13058	133.1	-48.3	190.7	-52.8	38.9	-48.3	39.3	68.0	-49.9
15	2250	68.1	56.4	28450	16053	803	36	310	11247	154.7	-45.4	207.4	-51.5	36.4	-45.4	36.8	63.7	-47.3
16	2400	68.4	62.1	27688	17203	860	43	361	9221	181.5	-41.5	228.5	-48.4	33.2	-41.5	33.6	58.2	-43.8
17	2550	66.6	68.3	26060	17797	890	50	434	6890	215.7	-36.1	255.5	-42.8	29.0	-36.1	29.4	50.9	-39.0
18	2700	59.4	74.8	22456	16806	840	57	534	4218	259.0	-28.3	289.2	-34.0	22.8	-28.3	23.3	40.3	-32.3
19	2850	40.0	80.9	14759	11938	597	66	661	1497	311.1	-16.9	328.0	-20.4	13.5	-16.9	14.2	24.5	-24.1
20	3000	0.0	0.0	861	0	0	75	769	17	360.5	-0.7	360.6	-0.8	0.1	-0.8	2.0	3.5	-68.3

Tabla 2-6-132. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1201	63.1	25.5	31117	7939	397	8	219	22555	57.3	-55.5	149.8	-38.5	48.5	-55.5	49.2	85.2	-56.3
Máximo	2366	68.5	60.8	27911	16970	848	41	348	9704	174.9	-42.5	223.3	-49.3	34.0	-42.5	34.4	59.6	-44.7

Tabla 2-7-132. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	2806.0	47.5	79.3	17604.0	13967.0	698.0	63.0	623.0	2252.0	295.2	-20.7	316.5	-24.9	16.6	-20.7	17.2	29.8	-26.4
125 %	2855.8	38.8	81.1	14342.4	11625.0	581.4	66.0	666.0	1403.2	313.1	-16.4	329.5	-19.7	13.0	-16.4	13.7	23.8	-23.8
100 %	2893.6	30.7	81.7	11376.6	9300.1	465.3	68.0	698.6	844.7	326.7	-12.7	339.1	-15.3	10.0	-12.7	10.8	18.6	-22.4
75 %	2924.9	22.7	81.3	8582.5	6975.2	348.4	70.0	723.9	465.0	337.6	-9.4	346.5	-11.3	7.3	-9.4	8.1	14.1	-22.4
50 %	2952.2	15.0	78.7	5913.9	4650.1	232.2	72.0	743.2	216.6	346.6	-6.4	352.3	-7.7	4.8	-6.4	5.8	10.0	-25.2
25 %	2976.7	7.5	69.5	3345.6	2325.5	116.3	73.0	758.0	73.1	354.1	-3.5	356.9	-4.1	2.3	-3.5	3.6	6.2	-34.9
Eff máx	2899.0	29.4	81.8	10914.0	8923.0	446.0	69.0	703.0	773.0	328.6	-12.2	340.4	-14.6	9.6	-12.2	10.3	17.9	-22.3

Tabla 2-8-132. Valores a estados de carga y rendimiento máximo 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque							
Valores ingresados	0.0	74.9	0.0	-	0.0	103.8	-
Valores calculados	0.0	72.8	0.0	38854.0	0.0	105.4	-56.0
Diferencias (%)	-	2.8	-	-	-	-1.5	-
Mto Máximo							
Valores ingresados	-	92.0	-	-	-	-	-
Valores calculados	2366.0	68.5	60.8	27911.0	16970.0	59.6	-44.7
Diferencias (%)	-	25.5	-	-	-	-	-
Nominal							
Valores ingresados	2895.0	30.7	80.9	11370.0	9300.0	18.8	-23.1
Valores calculados	2893.6	30.7	81.7	11376.6	9300.1	18.6	-22.4
Diferencias (%)	0.1	-0.1	-1.0	1-0.1	-0.0	1.1	2.9
75% carga							
Valores ingresados	2920.0	22.5	81.4	8450.0	6877.0	14.0	-23.1
Valores calculados	2924.9	22.7	81.3	8582.5	6975.2	14.1	-22.4
Diferencias (%)	-0.2	-0.9	0.1	-1.6	-1.4	-0.7	2.9

Tabla 2-9-132. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	$n_x(\min-1)$	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
50% carga							
Valores ingresados	2945.0	14.9	79.9	5750.0	4593.0	10.0	-29.5
Valores calculados	2952.2	15.0	78.7	5913.9	4650.1	10.0	-25.2
Diferencias (%)	-0.2	-0.7	1.5	-2.9	-1.2	0.0	14.7
Vacío							
Valores ingresados	3000.0	0.0	0.0	848.0	0.0	3.5	-68.3
Valores calculados	3000.0	0.0	0.0	861.0	0.0	3.5	-68.3
Diferencias (%)	-	-	-	-1.5	-	0.0	-0.0

Tabla 2-9-132. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	195.30	Paso de bobinas en ranuras	14/16/18	Corriente por kW (A/kW)	2.02
Altura corona estator (mm)	27.20	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	7.1
Diámetro interior estator (mm)	110.00	Factor de arrollamiento	0.956	Corriente barra rotor (A)	320.6
Altura corona rotor (mm)	9.50	Espiras por bobina (prom)	24.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	5.5
Diámetro eje rotor (mm)	48.00	Espiras por bobina (real)	24/24/24	Corriente anillo rotor (A)	1428.7
Longitud paquete de chapas (mm)	175.00	Número de alambres 1	4	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	4.7
Número ranuras estator	36.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.7	Flujo por polo (wb)	0.0111
Sección ranura estator (mm2)	96.00	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.58
Número ranuras rotor	28.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.3
Sección ranura rotor (mm2)	58.80	Conexión bobinado (vías)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	1.54
Espesor anillo rotor (mm)	14.00	Peso total cobre (kg)	5.0	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.019
Sección anillo rotor(mm2)	301.00	Relleno ranura(%)	38.5	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	259208
Longitud entrehierro (mm)	0.45				

Tabla 2-10-132. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0430	0.1912	1.9919	6.9691	0.0677	0.1912	0.043	0.6962	1.9919	10.9334	0.0372	-0.1113	0.0430	0.7146	1.9919	12.2960	0.0311	0.7146

Tabla 2-11-132. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	21.1	3.1	37.4	38.4
Eff. Máx	22.4	3.5	35.3	38.8

Tabla 2-12-132. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

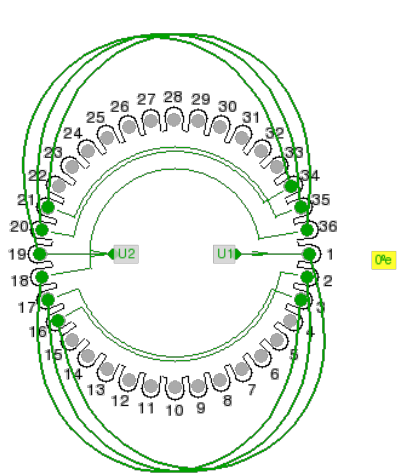


Fig. 2-1-132
Esquema de arrollamiento de 36 ranuras,
2 polos, paso 1-16, 1 vía , ka = 0.956

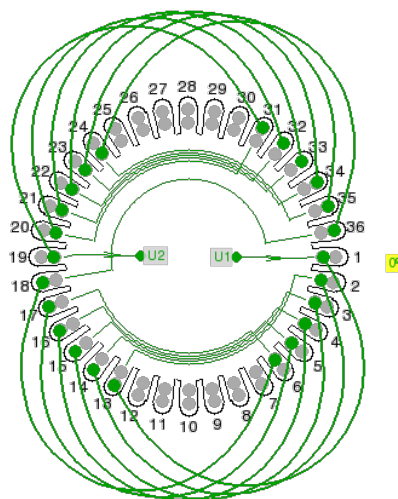
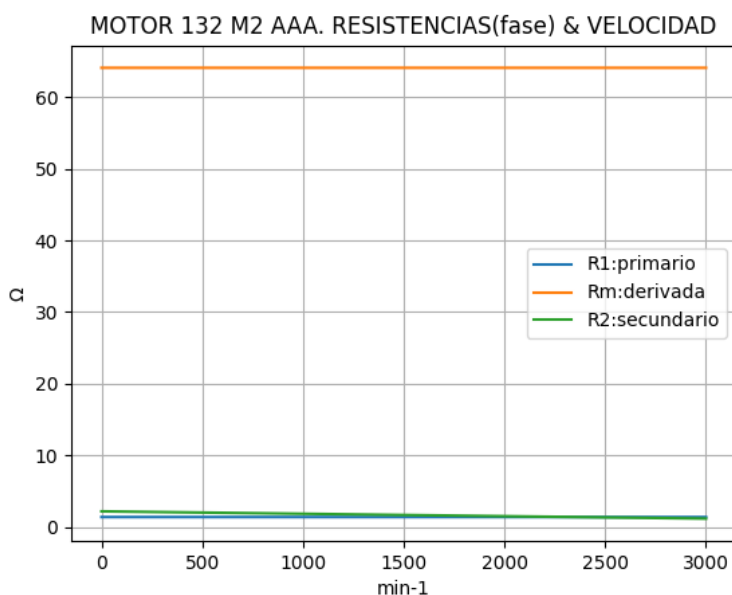


Fig. 2-2-132
Esquema de arrollamiento de 36 ranuras,
2 polos, paso 1-13, 1 vía , ka = 0.828

2-12. Motor asincrónico trifásico 132 M2. Curvas características

$n_x(\text{min-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	3.491	1.382	64.083	2.178
150	3.551	1.382	64.083	2.127
300	3.619	1.382	64.083	2.077
450	3.695	1.382	64.083	2.026
600	3.782	1.382	64.083	1.975
750	3.881	1.382	64.083	1.924
900	3.994	1.382	64.083	1.873
1050	4.124	1.382	64.083	1.823
1200	4.276	1.382	64.083	1.772
1350	4.455	1.382	64.083	1.721
1500	4.670	1.382	64.083	1.670
1650	4.932	1.382	64.083	1.619
1800	5.258	1.382	64.083	1.568
1950	5.676	1.382	64.083	1.518
2100	6.230	1.382	64.083	1.467
2250	7.002	1.382	64.083	1.416
2400	8.153	1.382	64.083	1.365
2550	10.054	1.382	64.083	1.314
2700	13.791	1.382	64.083	1.263
2850	24.469	1.382	64.083	1.213
3000	69.497	1.382	64.083	1.162

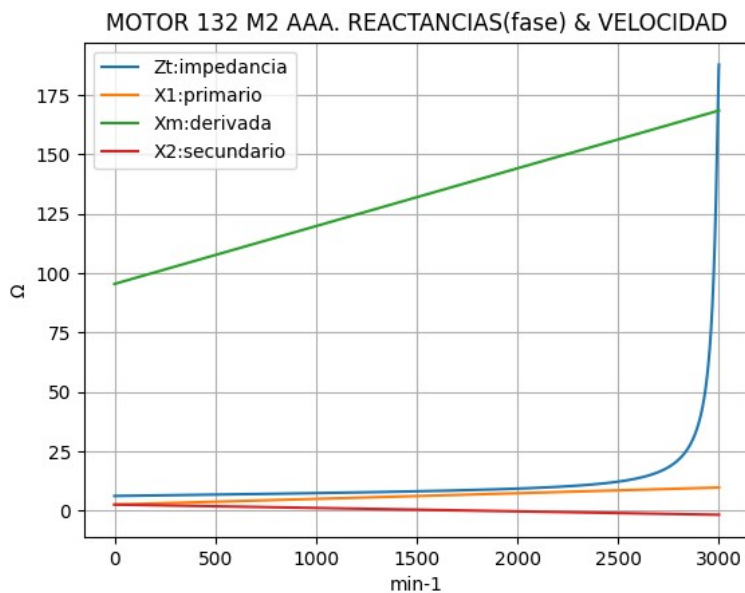


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 2-3-132. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	6.239	5.171	2.620	95.511	2.620
150	6.404	5.329	2.978	99.161	2.405
300	6.573	5.487	3.337	102.812	2.190
450	6.746	5.644	3.696	106.462	1.975
600	6.925	5.800	4.054	110.112	1.761
750	7.109	5.956	4.413	113.762	1.546
900	7.301	6.111	4.772	117.413	1.331
1050	7.502	6.267	5.130	121.063	1.116
1200	7.715	6.422	5.489	124.713	0.901
1350	7.944	6.577	5.848	128.363	0.687
1500	8.195	6.734	6.206	132.014	0.472
1650	8.475	6.892	6.565	135.664	0.257
1800	8.798	7.054	6.923	139.314	0.042
1950	9.184	7.221	7.282	142.964	-0.173
2100	9.671	7.396	7.641	146.615	-0.387
2250	10.326	7.589	7.999	150.265	-0.602
2400	11.294	7.816	8.358	153.915	-0.817
2550	12.928	8.127	8.717	157.565	-1.032
2700	16.311	8.709	9.075	161.216	-1.246
2850	26.799	10.929	9.434	164.866	-1.461
3000	187.829	174.499	9.793	168.516	-1.676

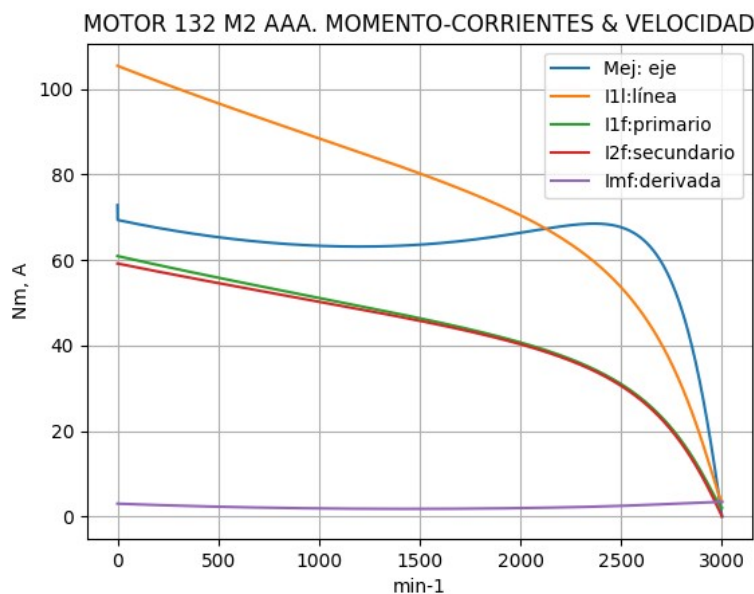


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ presenta valores positivos hasta cerca de 1650 min^{-1} y luego negativos

Fig. 2-4-132. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	72.8	59.2	60.9	105.4	1.8
150	67.9	57.8	59.3	102.7	1.6
300	66.7	56.4	57.8	100.0	1.5
450	65.6	55.0	56.3	97.4	1.4
600	64.7	53.7	54.9	94.9	1.3
750	64.1	52.4	53.5	92.5	1.2
900	63.5	51.1	52.1	90.0	1.1
1050	63.2	49.8	50.7	87.6	1.1
1200	63.1	48.5	49.3	85.2	1.1
1350	63.2	47.2	47.8	82.8	1.1
1500	63.6	45.8	46.4	80.2	1.1
1650	64.1	44.3	44.8	77.6	1.1
1800	65.0	42.7	43.2	74.7	1.1
1950	66.0	40.9	41.4	71.6	1.1
2100	67.1	38.9	39.3	68.0	1.2
2250	68.1	36.4	36.8	63.7	1.3
2400	68.4	33.2	33.6	58.2	1.4
2550	66.6	29.0	29.4	50.9	1.5
2700	59.4	22.8	23.3	40.3	1.7
2850	40.0	13.5	14.2	24.5	1.9
3000	0.0	0.1	2.0	3.5	2.0

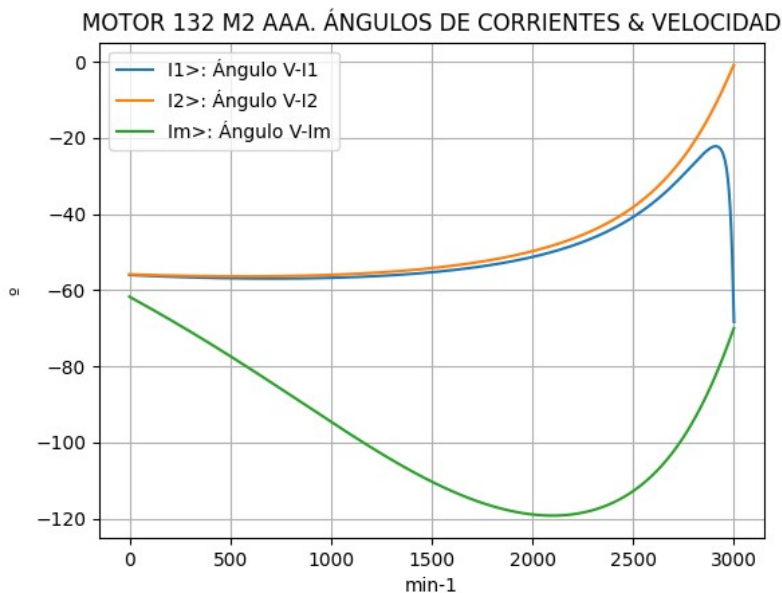


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 1200 min⁻¹ y el máximo cerca de 2400 min⁻¹.
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1 primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf es cercana y menor a I1
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cercana a las 1500 min⁻¹

Fig. 2-5-132. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-55.8	-56.0	-61.7
150	-56.1	-56.3	-66.1
300	-56.2	-56.6	-70.8
450	-56.3	-56.8	-75.6
600	-56.3	-56.9	-80.7
750	-56.3	-56.9	-85.8
900	-56.1	-56.8	-91.1
1050	-55.9	-56.7	-96.3
1200	-55.5	-56.3	-101.3
1350	-54.9	-55.9	-106.0
1500	-54.2	-55.3	-110.3
1650	-53.2	-54.4	-113.9
1800	-52.0	-53.3	-116.7
1950	-50.4	-51.8	-118.5
2100	-48.3	-49.9	-119.2
2250	-45.4	-47.3	-118.4
2400	-41.5	-43.8	-115.8
2550	-36.1	-39.0	-110.7
2700	-28.3	-32.3	-102.3
2850	-16.9	-24.1	-89.1
3000	-0.8	-68.3	-69.9

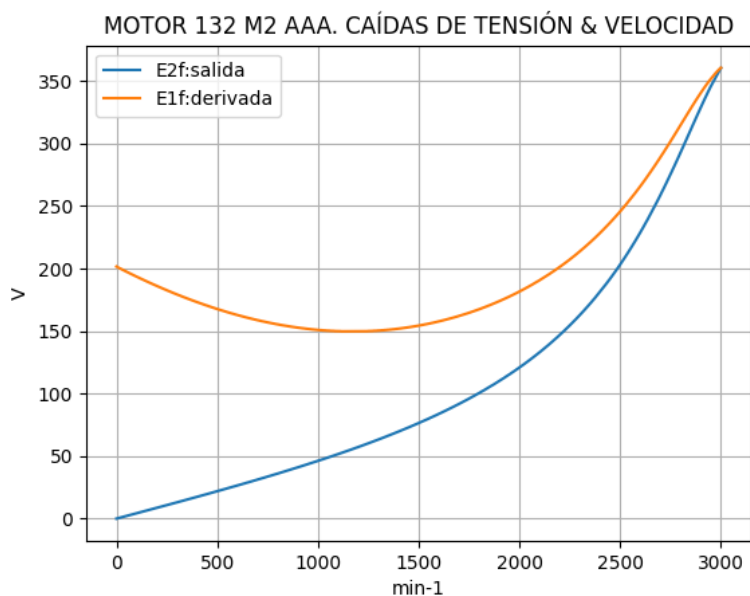


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 2850 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 2100 min⁻¹

Fig. 2-6-132. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	201.6
150	6.5	189.8
300	13.0	179.4
450	19.7	170.4
600	26.5	162.9
750	33.6	157.0
900	41.0	152.8
1050	48.9	150.3
1200	57.3	149.7
1350	66.4	151.1
1500	76.4	154.4
1650	87.7	159.8
1800	100.5	167.5
1950	115.4	177.6
2100	133.1	190.7
2250	154.7	207.4
2400	181.5	228.5
2550	215.7	255.5
2700	259.0	289.2
2850	311.1	328.0
3000	360.5	360.6

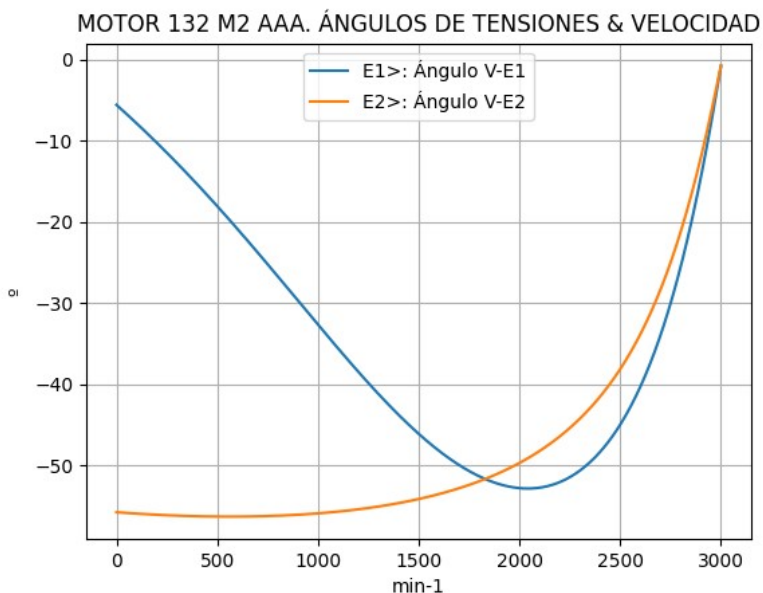


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 1200 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 2-7-132. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-5.6
150	-56.1	-9.0
300	-56.2	-12.7
450	-56.3	-16.7
600	-56.3	-20.9
750	-56.3	-25.2
900	-56.1	-29.7
1050	-55.9	-34.1
1200	-55.5	-38.5
1350	-54.9	-42.5
1500	-54.2	-46.1
1650	-53.2	-49.1
1800	-52.0	-51.4
1950	-50.4	-52.7
2100	-48.3	-52.8
2250	-45.4	-51.5
2400	-41.5	-48.4
2550	-36.1	-42.8
2700	-28.3	-34.0
2850	-16.9	-20.4
3000	-0.7	-0.8

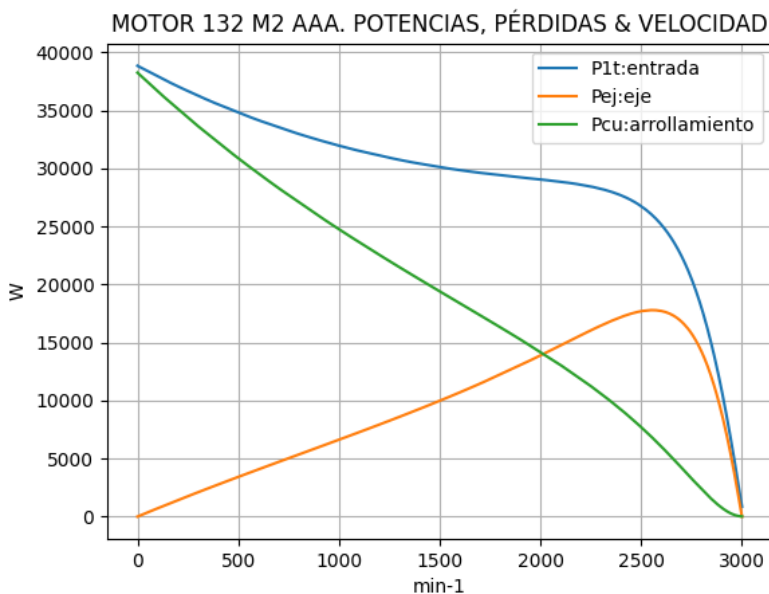


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo, haciéndose máximo cerca de 2100 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2=0$) y es el mismo de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 2-8-132. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	38854	0	38263
150	37509	1067	35891
300	36284	2095	33663
450	35173	3093	31564
600	34169	4068	29582
750	33266	5031	27704
900	32459	5989	25917
1050	31745	6952	24209
1200	31121	7932	22565
1350	30582	8939	20973
1500	30125	9985	19415
1650	29744	11083	17872
1800	29427	12243	16321
1950	29148	13472	14730
2100	28859	14759	13058
2250	28450	16053	11247
2400	27688	17203	9221
2550	26060	17797	6890
2700	22456	16806	4218
2850	14759	11938	1497
3000	861	0	17

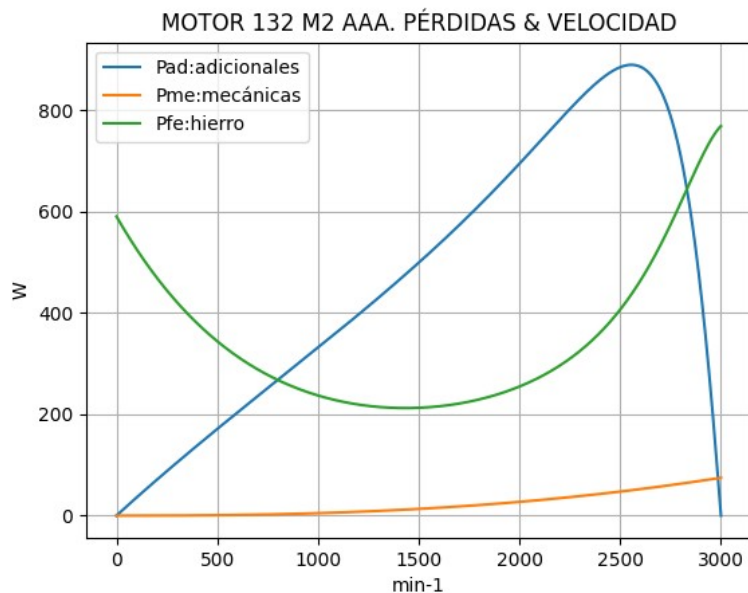


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ desciende hasta cerca de 2400 min^{-1} meseta inicial y luego cae abruptamente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cercano a 2550 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 2-9-132. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	591
150	53	0	497
300	105	0	421
450	155	1	361
600	203	1	314
750	252	2	278
900	299	4	251
1050	348	5	232
1200	397	8	219
1350	447	10	213
1500	499	13	213
1650	554	17	218
1800	612	21	229
1950	674	25	247
2100	738	31	273
2250	803	36	310
2400	860	43	361
2550	890	50	434
2700	840	57	534
2850	597	66	661
3000	0	75	769

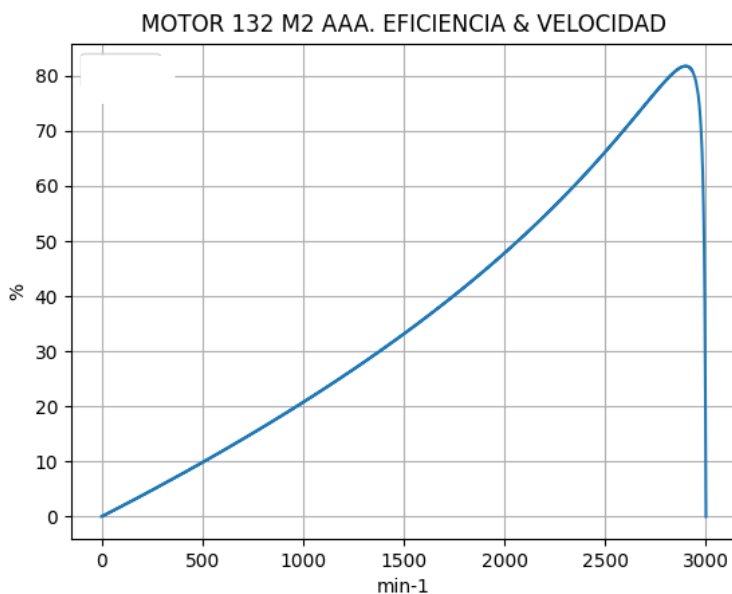


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 2550 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas $Pme = Pmec0 \cdot (1 - s)^{2.5}$ crecen regularmente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 1350 min^{-1}

Fig. 2-10-132. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min}^{-1})$	Eff(%)
0	0.0
150	2.8
300	5.8
450	8.8
600	11.9
750	15.1
900	18.4
1050	21.9
1200	25.5
1350	29.2
1500	33.1
1650	37.3
1800	41.6
1950	46.2
2100	51.1
2250	56.4
2400	62.1
2550	68.3
2700	74.8
2850	80.9
3000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cercano a 2850 min^{-1} y luego decrece

Fig. 2-11-132. Curva de eficiencias

2-13. Motor asincrónico trifásico 160 L2. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	160 L2	18.5	380	T	50	2	2935	87.5	0.89	35.8	7.58	3.56	4.0	B	44	Normal

Tabla 2-1-160. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.397	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	21.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.505	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	21.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	69.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	3000.0	-	-	1450	-	9.8	0.23
Arranque	-	-	380	0.0	214.3	-	-	-	271.4	-
Carga 75%	-	-	380	2950.0	44.6	87.2	15800	13771	27.5	0.87
Carga 50%	-	-	380	2960.0	29.6	84.9	10800	9170	20.0	0.82
Temperat. carcasa	-	55.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2-2-160. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	1.315	2.034	0.403	1.017	inf	inf	0.912	1.017	0.0	0.0	-
Nominal1	2935	15.482	9.874	0.403	4.937	inf	inf	0.327	4.937	0.0	0.0	-
Vacío	3000	15.429	65.283	0.403	5.024	14.128	60.720	0.000	5.024	5.6	9.8	-77.6
Nominal2	2935	16.343	8.373	0.403	4.937	14.128	56.671	0.389	-1.180	5.8	10.0	-91.0

Tabla 2-3-160. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 8.0, Cad = 1.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	214.3	0.0	97080	0	0	0	0	97080	0.0	-36.9	214.3	-9.0	156.9	-57.1	156.9	271.4	-57.1
Nominal1	2935	60.2	93.0	19890	18500	185	267	0	938	305.3	-32.5	328.3	-14.4	20.7	-32.5	20.7	35.8	-32.5
Vacío	3000	0.0	0.0	1501	0	0	113	1350	39	351.8	-0.8	351.8	-0.7	0.1	-0.8	5.7	9.8	-76.7
Nominal2	2935	60.2	87.5	21141	18500	185	107	1415	934	331.9	-11.2	337.4	-15.0	18.9	-11.2	20.7	35.8	-27.1

Tabla 2-4-160. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 8.0, Cad = 1.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	1.275	2.013	0.403	1.017	14.128	36.987	0.912	1.017	5.3	9.2	-77.9
1	150	1.297	2.109	0.403	1.218	14.128	38.174	0.885	0.905	4.8	8.2	-83.2
2	300	1.322	2.204	0.403	1.418	14.128	39.361	0.859	0.793	4.3	7.4	-88.7
3	450	1.350	2.299	0.403	1.618	14.128	40.547	0.832	0.680	3.9	6.7	-94.7
4	600	1.381	2.393	0.403	1.819	14.128	41.734	0.805	0.568	3.5	6.1	-100.9
5	750	1.416	2.486	0.403	2.019	14.128	42.921	0.778	0.456	3.3	5.7	-107.4
6	900	1.455	2.578	0.403	2.219	14.128	44.107	0.752	0.343	3.1	5.3	-114.0
7	1050	1.501	2.671	0.403	2.420	14.128	45.294	0.725	0.231	2.9	5.1	-120.5
8	1200	1.553	2.763	0.403	2.620	14.128	46.481	0.698	0.119	2.9	4.9	-126.7
9	1350	1.615	2.855	0.403	2.820	14.128	47.667	0.672	0.007	2.8	4.9	-132.4
10	1500	1.688	2.947	0.403	3.021	14.128	48.854	0.645	-0.106	2.8	4.9	-137.3
11	1650	1.778	3.040	0.403	3.221	14.128	50.040	0.618	-0.218	2.9	5.0	-141.4
12	1800	1.888	3.134	0.403	3.421	14.128	51.227	0.592	-0.330	3.0	5.1	-144.5
13	1950	2.029	3.229	0.403	3.622	14.128	52.414	0.565	-0.443	3.1	5.3	-146.3
14	2100	2.216	3.328	0.403	3.822	14.128	53.600	0.538	-0.555	3.2	5.6	-146.8
15	2250	2.476	3.432	0.403	4.022	14.128	54.787	0.511	-0.667	3.4	5.9	-145.6
16	2400	2.863	3.549	0.403	4.223	14.128	55.974	0.485	-0.780	3.7	6.4	-142.3
17	2550	3.503	3.697	0.403	4.423	14.128	57.160	0.458	-0.892	4.0	7.0	-135.9
18	2700	4.764	3.941	0.403	4.623	14.128	58.347	0.431	-1.004	4.5	7.8	-124.9
19	2850	8.400	4.771	0.403	4.824	14.128	59.533	0.405	-1.116	5.1	8.9	-106.6
20	3000	15.429	65.283	0.403	5.024	14.128	60.720	0.378	-1.229	5.6	9.8	-77.6

Tabla 2-5-160. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	207.8	0.0	97263	0	0	0	1204	96059	0.0	-	211.1	-8.8	154.5	-57.0	159.5	275.9	-57.7
1	150	196.0	3.4	91651	3079	31	0	960	87581	7.0	-57.6	193.8	-13.5	149.2	-57.6	153.5	265.5	-58.4
2	300	187.4	6.8	86681	5887	59	0	775	79960	13.8	-58.2	178.8	-18.5	144.1	-58.2	147.8	255.8	-59.1
3	450	179.8	10.3	82278	8473	85	1	635	73084	20.5	-58.7	166.2	-23.9	139.4	-58.7	142.6	246.6	-59.6
4	600	173.2	13.9	78382	10881	109	2	531	66859	27.2	-59.0	155.9	-29.6	134.9	-59.0	137.6	238.0	-60.0
5	750	167.4	17.5	74940	13150	131	4	455	61200	33.9	-59.3	148.1	-35.6	130.6	-59.3	132.8	229.8	-60.3
6	900	162.5	21.3	71912	15317	153	6	402	56035	40.8	-59.4	142.7	-41.7	126.5	-59.4	128.3	222.0	-60.6
7	1050	158.4	25.1	69266	17418	174	8	367	51298	47.9	-59.5	139.6	-47.8	122.6	-59.5	124.0	214.6	-60.7
8	1200	155.1	29.1	66975	19491	195	11	347	46931	55.3	-59.4	138.9	-53.6	118.8	-59.4	119.9	207.4	-60.7
9	1350	152.6	33.2	65023	21572	216	15	338	42882	63.2	-59.2	140.4	-58.9	115.0	-59.2	115.8	200.4	-60.5
10	1500	150.9	37.4	63398	23702	237	20	340	39099	71.8	-58.8	144.0	-63.5	111.3	-58.8	111.9	193.5	-60.2
11	1650	150.1	41.8	62095	25928	259	25	351	35532	81.3	-58.2	149.6	-67.2	107.5	-58.2	107.9	186.7	-59.7
12	1800	150.1	46.3	61112	28300	283	31	370	32126	92.0	-57.3	157.1	-69.9	103.7	-57.3	103.9	179.7	-58.9
13	1950	151.2	51.1	60442	30875	309	38	400	28821	104.5	-56.1	166.7	-71.4	99.6	-56.1	99.6	172.4	-57.9
14	2100	153.3	56.1	60062	33704	337	46	440	25535	119.4	-54.4	178.6	-71.6	95.1	-54.4	95.0	164.4	-56.3
15	2250	156.2	61.5	59887	36807	368	55	496	22161	138.0	-52.0	193.5	-70.1	89.9	-52.0	89.8	155.3	-54.2
16	2400	159.4	67.2	59643	40071	401	65	574	18532	161.9	-48.6	212.5	-66.4	83.5	-48.6	83.3	144.2	-51.1
17	2550	160.7	73.4	58507	42916	429	75	690	14397	193.8	-43.4	237.5	-59.7	74.7	-43.4	74.6	129.1	-46.5
18	2700	152.7	80.0	53984	43176	432	87	865	9424	237.8	-35.4	271.3	-48.5	61.3	-35.4	61.5	106.3	-39.6
19	2850	113.1	86.6	38993	33764	338	99	1120	3672	296.0	-22.1	314.6	-30.0	38.5	-22.1	39.3	68.1	-29.6
20	3000	0.0	0.0	1501	0	0	113	1350	39	351.8	-0.7	351.8	-0.7	0.1	-0.8	5.7	9.8	-76.7

Tabla 2-6-160. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1713	150.0	43.6	61643	26904	269	28	358	34085	85.6	-57.8	152.5	-68.5	105.9	-57.8	106.2	183.8	-59.4
Máximo	2521	160.8	72.1	58874	42461	425	73	664	15251	186.8	-44.6	232.1	-61.3	76.6	-44.6	76.6	132.4	-47.6

Tabla 2-7-160. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	2890.0	91.7	87.9	31557.0	27742.0	277.0	103.0	1196.0	2239.0	312.9	-17.3	326.6	-23.3	30.0	-17.3	31.1	53.8	-27.0
125 %	2914.0	75.7	88.3	26184.4	23125.0	231.1	105.0	1238.9	1484.4	322.7	-14.1	333.4	-18.9	24.2	-14.1	25.6	44.2	-26.1
100 %	2934.6	60.2	88.1	20995.3	18499.7	184.9	107.0	1273.1	930.2	330.8	-11.1	338.9	-14.9	18.9	-11.1	20.5	35.6	-26.4
75 %	2952.9	44.8	87.0	15954.6	13874.8	138.4	108.9	1300.7	531.6	337.5	-8.3	343.3	-11.1	13.9	-8.3	15.9	27.6	-28.4
50 %	2969.5	29.8	83.8	11035.5	9250.0	92.4	110.0	1321.5	261.0	343.2	-5.7	346.8	-7.6	9.1	-5.7	11.6	20.1	-33.8
25 %	2985.0	14.8	74.4	6221.5	4624.8	45.9	111.0	1338.0	100.8	347.9	-3.2	349.6	-4.1	4.6	-3.2	8.0	13.8	-46.7
Eff máx	2919.0	72.1	88.3	24962.0	22049.0	220.0	105.0	1247.0	1340.0	324.7	-13.4	334.8	-18.0	23.0	-13.4	24.4	42.2	-26.1

Tabla 2-8-160. Valores a estados de carga y rendimiento máximo 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque							
Valores ingresados	0.0	214.3	0.0	-	0.0	271.4	-
Valores calculados	0.0	207.8	0.0	97263.0	0.0	275.9	-57.7
Diferencias (%)	-	3.0	-	-	-	-1.7	-
Mto Máximo							
Valores ingresados	-	240.8	-	-	-	-	-
Valores calculados	2521.0	160.8	72.1	58874.0	42461.0	132.4	-47.6
Diferencias (%)	-	33.2	-	-	-	-	-
Nominal							
Valores ingresados	2935	60.2	87.5	20946	18500.0	35.8	-27.1
Valores calculados	2934.6	60.2	88.1	20995.3	18499.7	35.6	-26.4
Diferencias (%)	0.0	-0.0	-0.7	-0.2	0.0	0.6	2.7
75% carga							
Valores ingresados	2950.0	44.6	87.2	15800.0	13771	27.5	-29.5
Valores calculados	2952.9	44.8	87.0	15954.6	13874.8	27.6	-28.4
Diferencias (%)	-0.1	-0.5	0.2	-1.0	-0.8	-0.4	3.9

Tabla 2-9-160. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	2960.0	29.6	84.9	10800.0	9170.0	20.0	-34.9
Valores calculados	2969.5	29.8	83.8	11035.5	9250.0	20.1	-33.8
Diferencias (%)	-0.3	-0.7	1.3	-2.2	-0.9	-0.5	3.2
Vacío							
Valores ingresados	3000.0	0.0	0.0	1450.0	0.0	9.8	-76.7
Valores calculados	3000.0	0.0	0.0	1501.0	0.0	9.8	-76.7
Diferencias (%)	-	-	-	-3.5	-	0.0	0.0

Tabla 2-9-160. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	240.3	Paso de bobinas en ranuras	14/16/18	Corriente por kW (A/kW)	1.94
Altura corona estator (mm)	33.2	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	6.5
Diámetro interior estator (mm)	135.0	Factor de arrollamiento	0.956	Corriente barra rotor (A)	498.5
Altura corona rotor (mm)	9.4	Espiras por bobina (prom)	42.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	5.3
Diámetro eje rotor (mm)	60.0	Espiras por bobina (real)	42/42/42	Corriente anillo rotor (A)	2380.2
Longitud paquete de chapas (mm)	205.0	Número de alambres 1	3	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	5.0
Número ranuras estator	36.0	Diámetro alambre 1 (mm)	0.7	Flujo por polo (wb)	0.0127
Sección ranura estator (mm2)	162.0	Número de alambres 2	1	Densidad flujo entrehierro (T)	0.46
Número ranuras rotor	30.0	Diámetro alambre 2 (mm)	0.75	Dens. flujo corona estator (T)	1.04
Sección ranura rotor (mm2)	94.7	Conexión bobinado (vías)	2	Dens. flujo corona rotor (T)	1.32
Espesor anillo rotor (mm)	17.0	Peso total cobre (kg)	11.0	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.012
Sección anillo rotor(mm2)	479.0	Relleno ranura(%)	41.4	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	995451
Longitud entrehierro (mm)	0.7				

Tabla 2-10-160. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0247	0.1215	0.8645	4.4174	0.0558	0.1215	0.0247	0.5896	0.8645	6.7683	0.0238	-0.1409	0.0247	0.6000	0.8645	7.2519	0.0000	0.6000

Tabla 2-11-160. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	7.0	4.0	53.6	35.4
Eff. Máx	7.6	3.6	42.8	46.0

Tabla 2-12-160. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

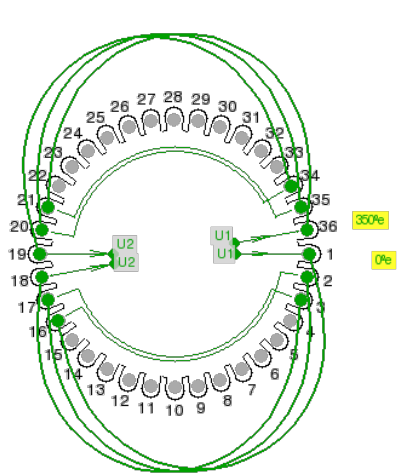


Fig. 2-1-160
Esquema de arrollamiento de 36 ranuras,
2 polos, paso 1-16, 2 vías , ka = 0.956

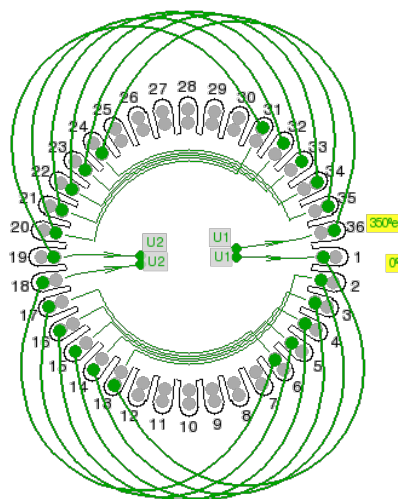
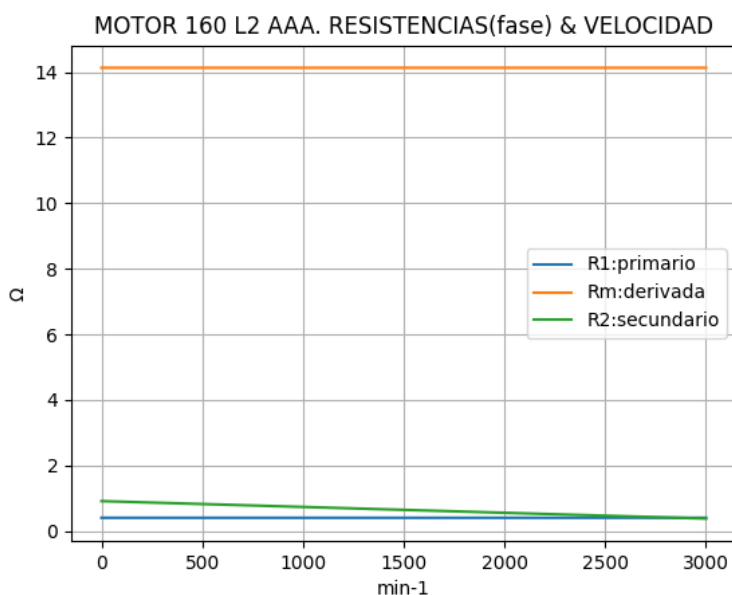


Fig. 2-2-160
Esquema de arrollamiento de 36 ranuras,
2 polos, paso 1-13, 2 vías , ka = 0.828

2-14. Motor asincrónico trifásico 160 L2. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	1.275	0.403	14.128	0.912
150	1.297	0.403	14.128	0.885
300	1.322	0.403	14.128	0.859
450	1.350	0.403	14.128	0.832
600	1.381	0.403	14.128	0.805
750	1.416	0.403	14.128	0.778
900	1.455	0.403	14.128	0.752
1050	1.501	0.403	14.128	0.725
1200	1.553	0.403	14.128	0.698
1350	1.615	0.403	14.128	0.672
1500	1.688	0.403	14.128	0.645
1650	1.778	0.403	14.128	0.618
1800	1.888	0.403	14.128	0.592
1950	2.029	0.403	14.128	0.565
2100	2.216	0.403	14.128	0.538
2250	2.476	0.403	14.128	0.511
2400	2.863	0.403	14.128	0.485
2550	3.503	0.403	14.128	0.458
2700	4.764	0.403	14.128	0.431
2850	8.400	0.403	14.128	0.405
3000	15.429	0.403	14.128	0.378

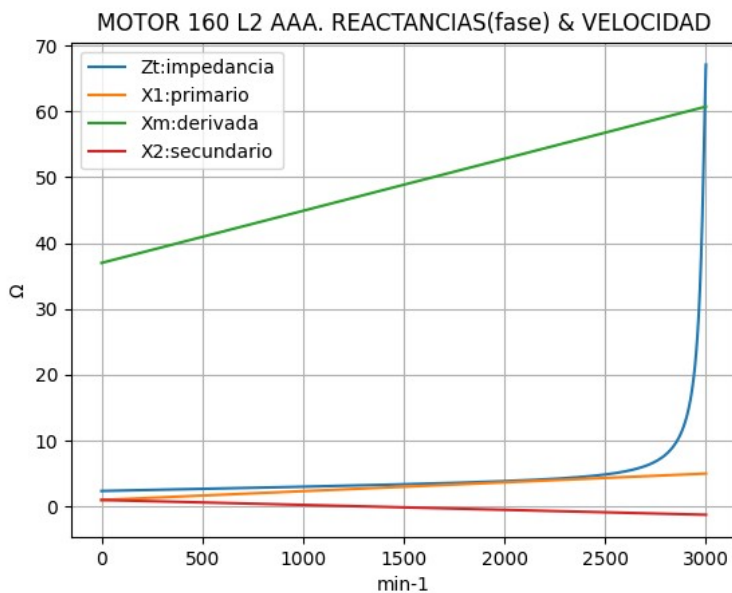


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) decrece con la velocidad

Fig. 2-3-160. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	2.383	2.013	1.017	36.987	1.017
150	2.476	2.109	1.218	38.174	0.905
300	2.570	2.204	1.418	39.361	0.793
450	2.666	2.299	1.618	40.547	0.680
600	2.762	2.393	1.819	41.734	0.568
750	2.861	2.486	2.019	42.921	0.456
900	2.961	2.578	2.219	44.107	0.343
1050	3.064	2.671	2.420	45.294	0.231
1200	3.170	2.763	2.620	46.481	0.119
1350	3.280	2.855	2.820	47.667	0.007
1500	3.397	2.947	3.021	48.854	-0.106
1650	3.522	3.040	3.221	50.040	-0.218
1800	3.659	3.134	3.421	51.227	-0.330
1950	3.814	3.229	3.622	52.414	-0.443
2100	3.998	3.328	3.822	53.600	-0.555
2250	4.232	3.432	4.022	54.787	-0.667
2400	4.560	3.549	4.223	55.974	-0.780
2550	5.093	3.697	4.423	57.160	-0.892
2700	6.183	3.941	4.623	58.347	-1.004
2850	9.660	4.771	4.824	59.533	-1.116
3000	67.082	65.283	5.024	60.720	-1.229

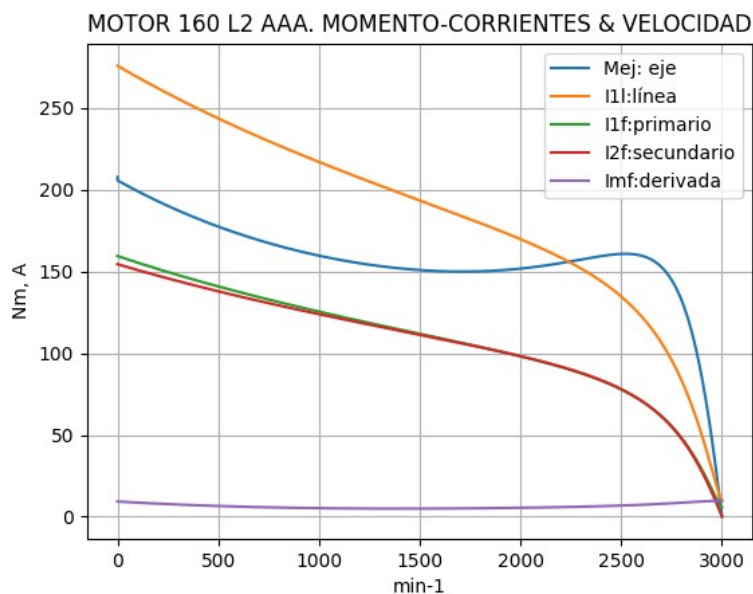


Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) presenta valores positivos hasta cerca de 1500 min⁻¹ y luego negativos

Fig. 2-4-160. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	207.8	154.5	159.5	275.9	5.3
150	196.0	149.2	153.5	265.5	4.8
300	187.4	144.1	147.8	255.8	4.3
450	179.8	139.4	142.6	246.6	3.9
600	173.2	134.9	137.6	238.0	3.5
750	167.4	130.6	132.8	229.8	3.3
900	162.5	126.5	128.3	222.0	3.1
1050	158.4	122.6	124.0	214.6	2.9
1200	155.1	118.8	119.9	207.4	2.9
1350	152.6	115.0	115.8	200.4	2.8
1500	150.9	111.3	111.9	193.5	2.8
1650	150.1	107.5	107.9	186.7	2.9
1800	150.1	103.7	103.9	179.7	3.0
1950	151.2	99.6	99.6	172.4	3.1
2100	153.3	95.1	95.0	164.4	3.2
2250	156.2	89.9	89.8	155.3	3.4
2400	159.4	83.5	83.3	144.2	3.7
2550	160.7	74.7	74.6	129.1	4.0
2700	152.7	61.3	61.5	106.3	4.5
2850	113.1	38.5	39.3	68.1	5.1
3000	0.0	0.1	5.7	9.8	5.6

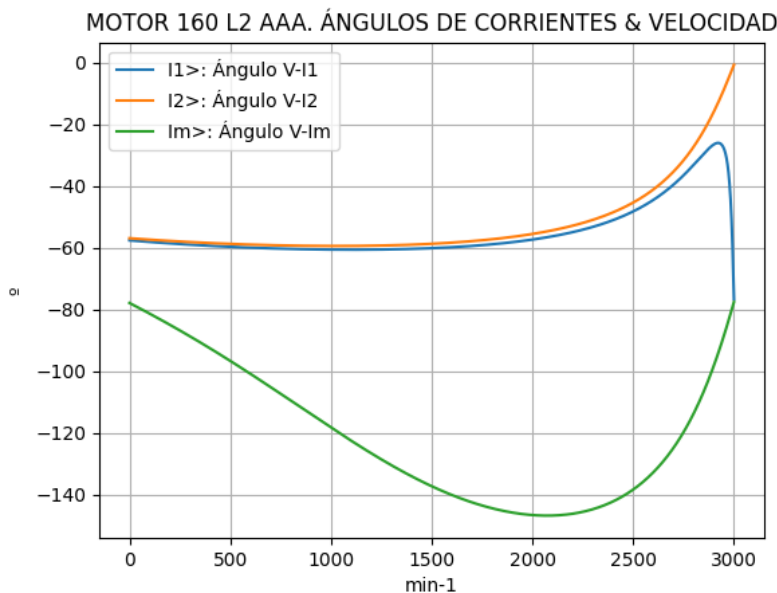


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 1650 min⁻¹ y el máximo cerca de 2550 min⁻¹.
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1 primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera ligeramente a I1 cerca de las 2100 min⁻¹, hasta cerca de 2700 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 1350 min⁻¹

Fig. 2-5-160. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-57.0	-57.7	-77.9
150	-57.6	-58.4	-83.2
300	-58.2	-59.1	-88.7
450	-58.7	-59.6	-94.7
600	-59.0	-60.0	-100.9
750	-59.3	-60.3	-107.4
900	-59.4	-60.6	-114.0
1050	-59.5	-60.7	-120.5
1200	-59.4	-60.7	-126.7
1350	-59.2	-60.5	-132.4
1500	-58.8	-60.2	-137.3
1650	-58.2	-59.7	-141.4
1800	-57.3	-58.9	-144.5
1950	-56.1	-57.9	-146.3
2100	-54.4	-56.3	-146.8
2250	-52.0	-54.2	-145.6
2400	-48.6	-51.1	-142.3
2550	-43.4	-46.5	-135.9
2700	-35.4	-39.6	-124.9
2850	-22.1	-29.6	-106.6
3000	-0.8	-76.7	-77.6

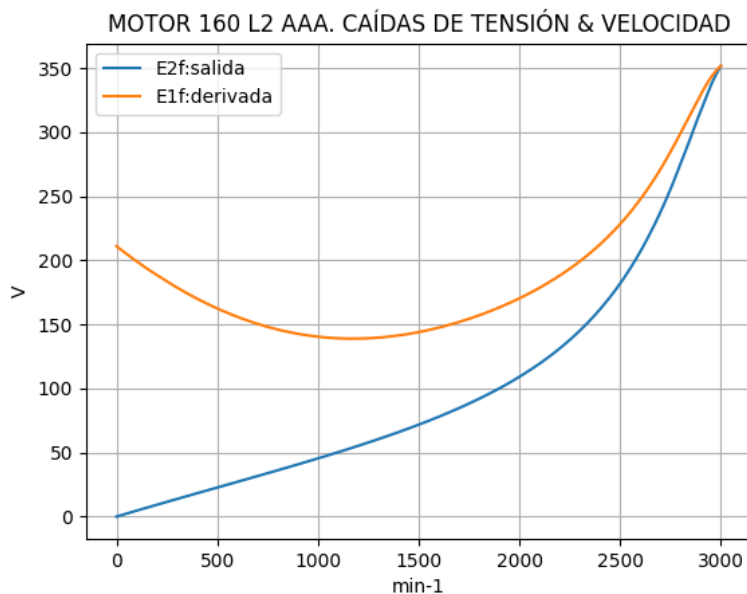


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 2850 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 2100 min⁻¹

Fig. 2-6-160. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	211.1
150	7.0	193.8
300	13.8	178.8
450	20.5	166.2
600	27.2	155.9
750	33.9	148.1
900	40.8	142.7
1050	47.9	139.6
1200	55.3	138.9
1350	63.2	140.4
1500	71.8	144.0
1650	81.3	149.6
1800	92.0	157.1
1950	104.5	166.7
2100	119.4	178.6
2250	138.0	193.5
2400	161.9	212.5
2550	193.8	237.5
2700	237.8	271.3
2850	296.0	314.6
3000	351.8	351.8

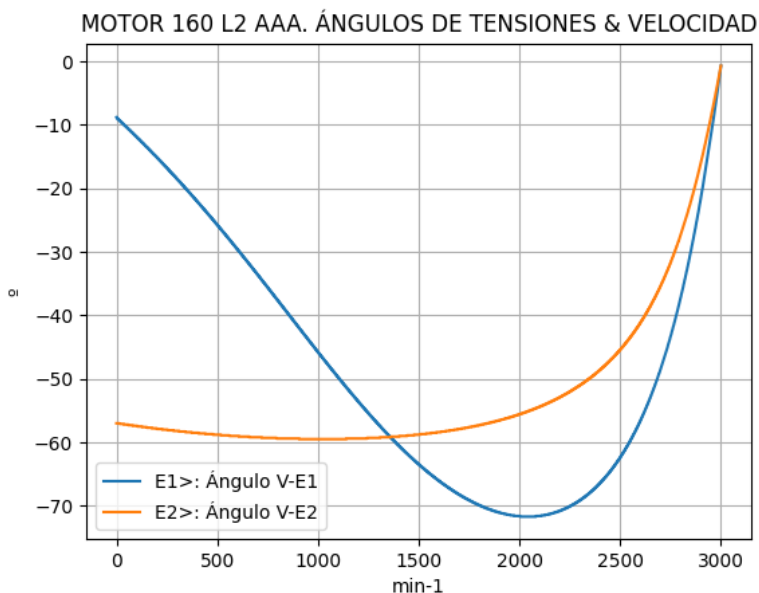


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 1200 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente con la velocidad

Fig. 2-7-160. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-8.8
150	-57.6	-13.5
300	-58.2	-18.5
450	-58.7	-23.9
600	-59.0	-29.6
750	-59.3	-35.6
900	-59.4	-41.7
1050	-59.5	-47.8
1200	-59.4	-53.6
1350	-59.2	-58.9
1500	-58.8	-63.5
1650	-58.2	-67.2
1800	-57.3	-69.9
1950	-56.1	-71.4
2100	-54.4	-71.6
2250	-52.0	-70.1
2400	-48.6	-66.4
2550	-43.4	-59.7
2700	-35.4	-48.5
2850	-22.1	-30.0
3000	-0.7	-0.7

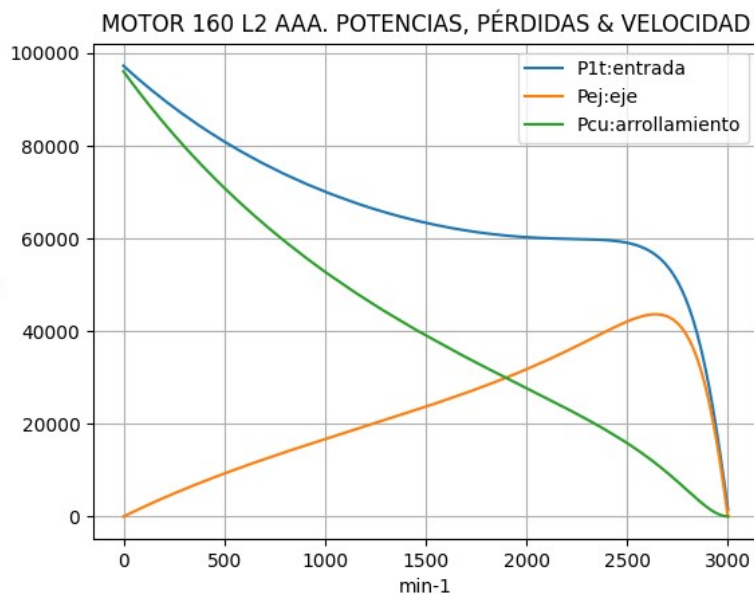


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo, haciéndose máximo cerca de 2100 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2=0$) y es el mismo de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 2-8-160. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	97263	0	96059
150	91651	3079	87581
300	86681	5887	79960
450	82278	8473	73084
600	78382	10881	66859
750	74940	13150	61200
900	71912	15317	56035
1050	69266	17418	51298
1200	66975	19491	46931
1350	65023	21572	42882
1500	63398	23702	39099
1650	62095	25928	35532
1800	61112	28300	32126
1950	60442	30875	28821
2100	60062	33704	25535
2250	59887	36807	22161
2400	59643	40071	18532
2550	59507	42916	14397
2700	53984	43176	9424
2850	38993	33764	3672
3000	1501	0	39

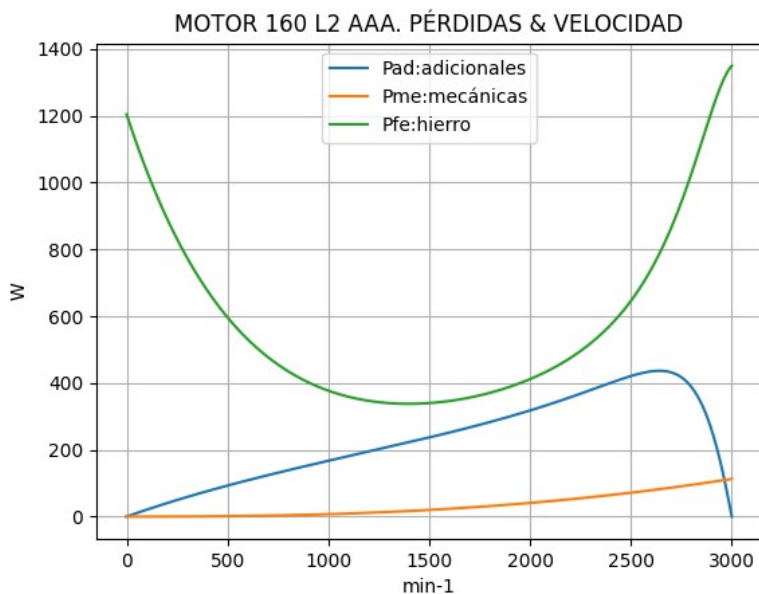


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ desciente hasta cerca de 2400 min^{-1} y luego cae bruscamente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 2700 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 2-9-160. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	1204
150	31	0	960
300	59	0	775
450	85	1	635
600	109	2	531
750	131	4	455
900	153	6	402
1050	174	8	367
1200	195	11	347
1350	216	15	338
1500	237	20	340
1650	259	25	351
1800	283	31	370
1950	309	38	400
2100	337	46	440
2250	368	55	496
2400	401	65	574
2550	429	75	690
2700	432	87	865
2850	338	99	1120
3000	0	113	1350

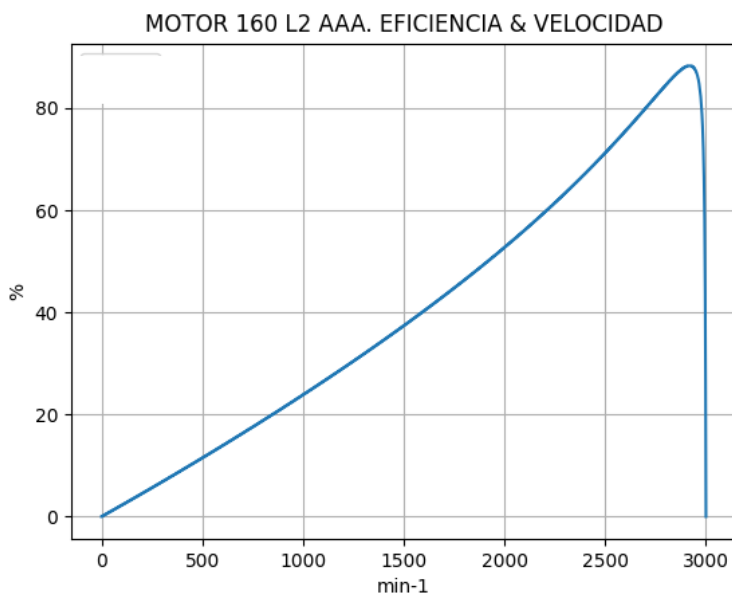


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 2700 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas $Pme = Pmec0 \cdot (1 - s)^{2.5}$ crecen regularmente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 1500 min^{-1} y luego crecen

Fig. 2-10-160. Curvas de otras pérdidas

nx(min-1)	Eff(%)
0	0.0
150	3.4
300	6.8
450	10.3
600	13.9
750	17.5
900	21.3
1050	25.1
1200	29.1
1350	33.2
1500	37.4
1650	41.8
1800	46.3
1950	51.1
2100	56.1
2250	61.5
2400	67.2
2550	73.4
2700	80.0
2850	86.6
3000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 2850 min^{-1} y luego decrece

Fig. 2-11-160. Curva de eficiencias

2-15. Motor asincrónico trifásico 180 L2. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	180 L2	26.0	380	T	50	2	2940	85.7	0.88	52.0	6.15	2.5	3.0	B	44	Normal

Tabla 2-1-180. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.248	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	17.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.338	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	22.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	87.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	3000.0	-	-	2000	-	11.1	0.27
Arranque	-	-	380	0.0	211.1	-	-	-	319.8	-
Carga 75%	-	-	380	2960.0	62.3	87.7	22000	19301	39.0	0.86
Carga 50%	-	-	380	2970.0	41.4	85.9	14977	12870	27.8	0.82
Temperat. carcasa	-	64.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2-2-180. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.902	1.847	0.255	0.924	inf	inf	0.647	0.924	0.0	0.0	-
Nominal1	2940	10.283	7.355	0.255	3.678	inf	inf	0.201	3.678	0.0	0.0	-
Vacío	3000	15.991	57.026	0.255	3.734	14.898	53.815	0.000	3.734	6.4	11.0	-75.3
Nominal2	2940	11.125	6.005	0.255	3.678	14.898	48.457	0.245	-0.003	6.6	11.4	-89.2

Tabla 2-3-180. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 7.0, Cad = 4.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	211.1	0.0	92505	0	0	0	0	92505	0.0	-	208.4	-9.0	184.9	-64.0	184.9	319.8	-64.0
Nominal1	2940	84.5	93.0	27870	26000	260	374	0	1236	295.4	-35.6	321.0	-15.4	30.1	-35.6	30.1	52.0	-35.6
Vacío	3000	0.0	0.0	1991	0	0	138	1822	32	356.5	-0.9	356.5	-0.8	0.1	-0.9	6.4	11.1	-74.3
Nominal2	2940	84.5	85.6	30359	26000	1040	131	1942	1247	329.9	-16.3	334.1	-16.3	27.5	-16.3	30.1	52.0	-28.4

Tabla 2-4-180. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 7.0, Cad = 4.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.878	1.822	0.255	0.924	14.898	31.463	0.647	0.924	5.9	10.2	-73.7
1	150	0.890	1.919	0.255	1.064	14.898	32.580	0.626	0.876	5.3	9.2	-77.1
2	300	0.904	2.016	0.255	1.205	14.898	33.698	0.606	0.829	4.8	8.4	-80.7
3	450	0.920	2.112	0.255	1.345	14.898	34.816	0.585	0.782	4.4	7.6	-84.2
4	600	0.938	2.209	0.255	1.486	14.898	35.933	0.565	0.734	4.0	7.0	-87.8
5	750	0.958	2.305	0.255	1.626	14.898	37.051	0.545	0.687	3.7	6.4	-91.5
6	900	0.981	2.401	0.255	1.767	14.898	38.168	0.524	0.640	3.4	6.0	-95.3
7	1050	1.008	2.497	0.255	1.907	14.898	39.286	0.504	0.593	3.2	5.6	-99.2
8	1200	1.039	2.593	0.255	2.048	14.898	40.404	0.483	0.545	3.0	5.2	-103.1
9	1350	1.075	2.689	0.255	2.188	14.898	41.521	0.463	0.498	2.9	4.9	-107.0
10	1500	1.119	2.785	0.255	2.329	14.898	42.639	0.442	0.451	2.7	4.7	-111.0
11	1650	1.172	2.881	0.255	2.469	14.898	43.756	0.422	0.403	2.7	4.6	-114.9
12	1800	1.238	2.978	0.255	2.610	14.898	44.874	0.401	0.356	2.6	4.5	-118.5
13	1950	1.322	3.076	0.255	2.750	14.898	45.992	0.381	0.309	2.6	4.5	-121.8
14	2100	1.435	3.174	0.255	2.891	14.898	47.109	0.360	0.262	2.7	4.6	-124.6
15	2250	1.591	3.275	0.255	3.031	14.898	48.227	0.340	0.214	2.8	4.9	-126.6
16	2400	1.826	3.381	0.255	3.172	14.898	49.344	0.319	0.167	3.0	5.3	-127.2
17	2550	2.214	3.499	0.255	3.312	14.898	50.462	0.299	0.120	3.4	5.9	-125.8
18	2700	2.983	3.657	0.255	3.453	14.898	51.580	0.278	0.072	4.1	7.1	-120.4
19	2850	5.234	4.056	0.255	3.593	14.898	52.697	0.258	0.025	5.2	9.1	-106.7
20	3000	15.991	57.026	0.255	3.734	14.898	53.815	0.237	-0.022	6.4	11.0	-75.3

Tabla 2-5-180. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	204.9	0.0	92979	0	0	0	1555	91423	0.0	-	205.3	-9.0	182.1	-64.0	187.9	325.1	-64.3
1	150	184.2	3.4	86188	2894	116	0	1274	81904	5.8	-64.8	191.3	-11.7	174.4	-64.8	179.6	310.8	-65.1
2	300	173.1	6.8	80263	5437	217	0	1051	73557	11.3	-65.4	178.7	-14.5	167.3	-65.4	172.0	297.6	-65.8
3	450	163.3	10.3	75088	7697	308	1	874	66207	16.6	-66.0	167.4	-17.4	160.7	-66.0	164.9	285.3	-66.5
4	600	154.9	13.8	70564	9733	389	2	733	59707	21.8	-66.5	157.5	-20.3	154.6	-66.5	158.3	273.9	-67.0
5	750	147.6	17.4	66616	11593	464	4	620	53935	27.0	-66.8	148.8	-23.4	148.8	-66.8	152.2	263.3	-67.4
6	900	141.4	21.1	63180	13323	533	7	531	48786	32.2	-67.1	141.3	-26.6	143.4	-67.1	146.5	253.4	-67.8
7	1050	136.1	24.9	60209	14964	599	10	461	44175	37.5	-67.3	134.9	-29.9	138.4	-67.3	141.1	244.1	-68.0
8	1200	131.8	28.7	57667	16558	662	14	406	40027	43.0	-67.4	129.9	-33.3	133.6	-67.4	136.0	235.3	-68.2
9	1350	128.4	32.7	55533	18146	726	19	365	36277	48.8	-67.4	126.1	-36.8	129.0	-67.4	131.2	227.0	-68.2
10	1500	125.9	36.8	53795	19775	791	24	335	32870	55.1	-67.3	123.6	-40.2	124.6	-67.3	126.6	219.0	-68.1
11	1650	124.4	41.0	52460	21501	860	31	315	29753	62.0	-67.0	122.8	-43.6	120.4	-67.0	122.2	211.3	-67.9
12	1800	124.1	45.4	51551	23392	936	38	306	26879	69.9	-66.4	123.6	-46.9	116.2	-66.4	117.8	203.8	-67.4
13	1950	125.1	50.0	51112	25539	1022	47	307	24198	79.2	-65.6	126.6	-49.8	112.0	-65.6	113.5	196.4	-66.7
14	2100	127.6	54.8	51221	28069	1123	56	321	21652	90.5	-64.5	132.3	-52.2	107.7	-64.5	109.1	188.7	-65.7
15	2250	132.2	59.9	51992	31159	1246	67	352	19167	105.0	-62.7	141.7	-53.7	103.1	-62.7	104.4	180.5	-64.1
16	2400	139.4	65.4	53559	35042	1402	79	413	16623	124.6	-60.0	156.7	-54.0	97.7	-60.0	98.9	171.1	-61.6
17	2550	149.5	71.4	55929	39920	1597	92	526	13795	153.2	-55.7	180.5	-52.2	90.5	-55.7	91.8	158.8	-57.7
18	2700	159.7	77.8	58026	45163	1807	106	752	10199	198.1	-48.0	220.2	-46.5	79.2	-48.0	80.5	139.3	-50.8
19	2850	146.4	84.5	51708	43692	1748	121	1227	4921	272.6	-32.7	286.9	-32.5	55.7	-32.7	57.4	99.3	-37.8
20	3000	0.0	0.0	1991	0	0	138	1822	32	356.5	-0.8	356.5	-0.8	0.1	-0.9	6.4	11.1	-74.3

Tabla 2-6-180. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1767	124.1	44.4	51712	22957	918	37	307	27493	68.1	-66.6	123.3	-46.2	117.1	-66.6	118.8	205.5	-67.6
Máximo	2742	160.7	79.7	57897	46155	1846	110	852	8934	215.4	-44.8	235.7	-43.7	74.4	-44.8	75.8	131.2	-48.0

Tabla 2-7-180. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	2887.0	129.2	85.9	45490.0	39066.0	1563.0	125.0	1397.0	3340.0	296.0	-26.8	307.6	-26.7	45.9	-26.8	47.7	82.6	-33.3
125 %	2917.9	106.4	86.6	37523.5	32500.0	1299.9	128.9	1544.6	2050.1	315.9	-20.9	324.9	-20.8	35.8	-20.9	37.8	65.4	-29.5
100 %	2939.8	84.4	86.5	30048.0	25999.7	1039.6	131.0	1645.1	1232.4	329.4	-16.1	336.1	-16.1	27.5	-16.1	29.7	51.4	-27.5
75 %	2957.6	63.0	85.4	22811.5	19500.4	780.0	133.0	1717.2	681.3	339.3	-11.9	344.2	-11.9	20.1	-11.9	22.5	39.0	-27.3
50 %	2972.9	41.7	82.5	15743.7	13000.1	520.4	135.0	1768.8	320.5	346.9	-8.0	350.0	-8.1	13.1	-8.0	16.0	27.7	-30.3
25 %	2986.8	20.8	73.7	8809.7	6500.1	260.0	136.0	1802.6	111.2	352.4	-4.4	354.0	-4.4	6.5	-4.4	10.3	17.7	-41.0
Eff máx	2927.0	97.9	86.7	34618.0	30004.0	1200.0	130.0	1587.0	1697.0	321.6	-19.0	329.6	-19.0	32.5	-19.0	34.6	59.8	-28.5

Tabla 2-8-180. Valores a estados de carga y rendimiento máximo 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque							
Valores ingresados	0.0	211.1	0.0	-	0.0	319.8	-
Valores calculados	0.0	204.9	0.0	92979.0	0.0	325.1	-64.3
Diferencias (%)	-	2.9	-	-	-	-1.7	-
Mto Máximo							
Valores ingresados	-	253.3	-	-	-	-	-
Valores calculados	2742.0	160.7	79.7	57897.0	46155.0	131.2	-48.0
Diferencias (%)	-	36.6	-	-	-	-	-
Nominal							
Valores ingresados	2940.0	84.4	85.7	30083.0	26000.0	52.0	-28.4
Valores calculados	2939.8	84.4	86.5	30048.0	25999.7	51.4	-27.5
Diferencias (%)	0.0	0.1	-0.9	0.1	0.0	1.2	3.0
75% carga							
Valores ingresados	2960.0	62.3	87.7	22000.0	19301.0	39.0	-30.7
Valores calculados	2957.6	63.0	85.4	22811.5	19500.4	39.0	-27.3
Diferencias (%)	0.1	-1.1	2.6	-3.7	-1.0	0.0	11.0

Tabla 2-9-180. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
50% carga							
Valores ingresados	2970.0	41.4	85.9	14977.0	12870.0	27.8	-34.9
Valores calculados	2972.9	41.7	82.5	15743.7	13000.1	27.7	-30.3
Diferencias (%)	-0.1	-0.7	4.0	-5.1	-1.0	0.4	13.2
Vacío							
Valores ingresados	3000.0	0.0	0.0	2000.0	0.0	11.1	-74.3
Valores calculados	3000.0	0.0	0.0	1991.0	0.0	11.1	-74.3
Diferencias (%)	-	-	-	0.5	-	0.0	0.1

Tabla 2-9-180. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	260.5	Paso de bobinas en ranuras	14/16/18	Corriente por kW (A/kW)	2.0
Altura corona estator (mm)	30.5	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	4.6
Diámetro interior estator (mm)	153.5	Factor de arrollamiento	0.956	Corriente barra rotor (A)	517.2
Altura corona rotor (mm)	9.9	Espiras por bobina (prom)	28.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	3.1
Diámetro eje rotor (mm)	65.0	Espiras por bobina (real)	28/28/28	Corriente anillo rotor (A)	2304.8
Longitud paquete de chapas (mm)	230.0	Número de alambres 1	2	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	2.9
Número ranuras estator	36.0	Diámetro alambre 1 (mm)	1.0	Flujo por polo (wb)	0.0189
Sección ranura estator (mm2)	229.0	Número de alambres 2	2	Densidad flujo entrehierro (T)	0.54
Número ranuras rotor	28.0	Diámetro alambre 2 (mm)	1.05	Dens. flujo corona estator (T)	1.5
Sección ranura rotor (mm2)	167.2	Conexión bobinado (vías)	2	Dens. flujo corona rotor (T)	1.63
Espesor anillo rotor (mm)	23.0	Peso total cobre (kg)	16.9	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.01
Sección anillo rotor(mm2)	790.0	Relleno ranura(%)	40.4	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	858126
Longitud entrehierro (mm)	0.8				

Tabla 2-10-180. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0229	0.1539	1.3391	5.2395	0.0582	0.1539	0.0229	0.6125	1.3391	8.0694	0.0220	-0.0005	0.0229	0.6218	1.3391	8.9617	0.0000	0.6218

Tabla 2-11-180. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	23.9	3.0	44.5	28.6
Eff. Máx	26.0	2.8	34.4	36.8

Tabla 2-12-180. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

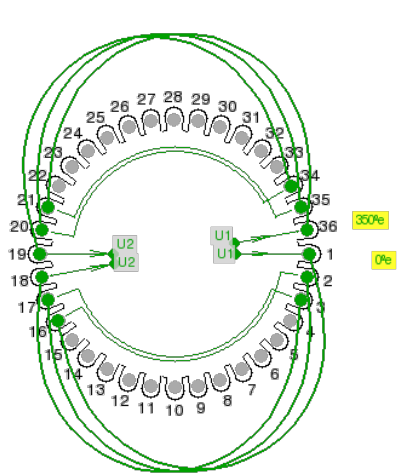


Fig. 2-1-180
Esquema de arrollamiento de 36 ranuras,
2 polos, paso 1-16, 2 vías , ka = 0.956

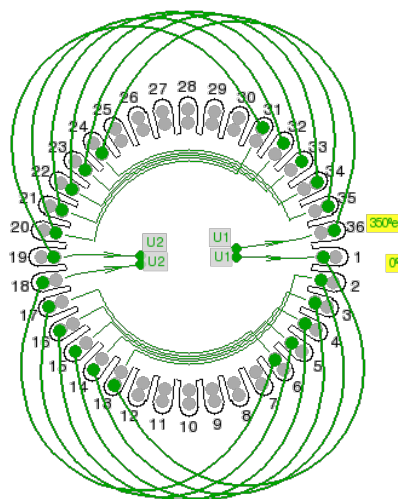
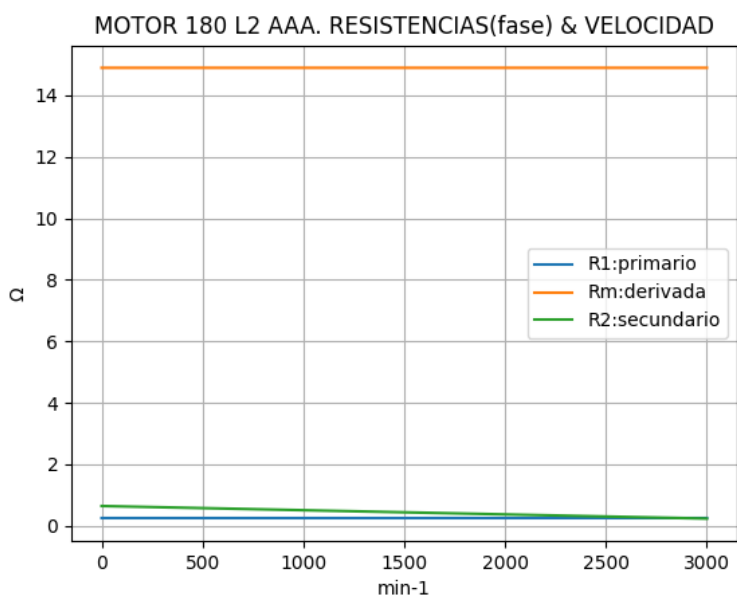


Fig. 2-2-180
Esquema de arrollamiento de 36 ranuras,
2 polos, paso 1-13, 2 vías , ka = 0.828

2-16. Motor asincrónico trifásico 180 L2. Curvas características

$n_x(\text{min-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	0.878	0.255	14.898	0.647
150	0.890	0.255	14.898	0.626
300	0.904	0.255	14.898	0.606
450	0.920	0.255	14.898	0.585
600	0.938	0.255	14.898	0.565
750	0.958	0.255	14.898	0.545
900	0.981	0.255	14.898	0.524
1050	1.008	0.255	14.898	0.504
1200	1.039	0.255	14.898	0.483
1350	1.075	0.255	14.898	0.463
1500	1.119	0.255	14.898	0.442
1650	1.172	0.255	14.898	0.422
1800	1.238	0.255	14.898	0.401
1950	1.322	0.255	14.898	0.381
2100	1.435	0.255	14.898	0.360
2250	1.591	0.255	14.898	0.340
2400	1.826	0.255	14.898	0.319
2550	2.214	0.255	14.898	0.299
2700	2.983	0.255	14.898	0.278
2850	5.234	0.255	14.898	0.258
3000	15.991	0.255	14.898	0.237

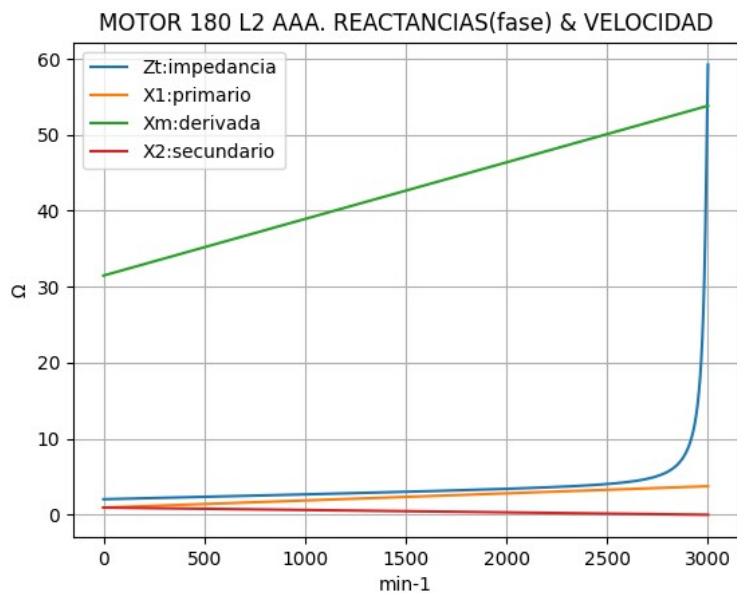


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 2-3-180. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	2.022	1.822	0.924	31.463	0.924
150	2.115	1.919	1.064	32.580	0.876
300	2.209	2.016	1.205	33.698	0.829
450	2.304	2.112	1.345	34.816	0.782
600	2.400	2.209	1.486	35.933	0.734
750	2.496	2.305	1.626	37.051	0.687
900	2.594	2.401	1.767	38.168	0.640
1050	2.693	2.497	1.907	39.286	0.593
1200	2.794	2.593	2.048	40.404	0.545
1350	2.896	2.689	2.188	41.521	0.498
1500	3.001	2.785	2.329	42.639	0.451
1650	3.111	2.881	2.469	43.756	0.403
1800	3.225	2.978	2.610	44.874	0.356
1950	3.348	3.076	2.750	45.992	0.309
2100	3.483	3.174	2.891	47.109	0.262
2250	3.641	3.275	3.031	48.227	0.214
2400	3.843	3.381	3.172	49.344	0.167
2550	4.141	3.499	3.312	50.462	0.120
2700	4.719	3.657	3.453	51.580	0.072
2850	6.622	4.056	3.593	52.697	0.025
3000	59.225	57.026	3.734	53.815	-0.022

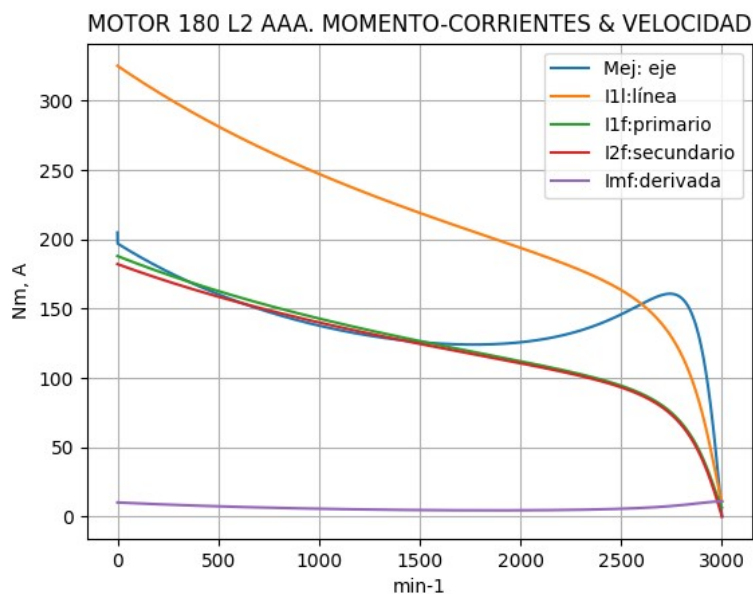


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ presenta valores positivos y decrecientes, siendo negativa en vacío

Fig. 2-4-180. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	204.9	182.1	187.9	325.1	5.9
150	184.2	174.4	179.6	310.8	5.3
300	173.1	167.3	172.0	297.6	4.8
450	163.3	160.7	164.9	285.3	4.4
600	154.9	154.6	158.3	273.9	4.0
750	147.6	148.8	152.2	263.3	3.7
900	141.4	143.4	146.5	253.4	3.4
1050	136.1	138.4	141.1	244.1	3.2
1200	131.8	133.6	136.0	235.3	3.0
1350	128.4	129.0	131.2	227.0	2.9
1500	125.9	124.6	126.6	219.0	2.7
1650	124.4	120.4	122.2	211.3	2.7
1800	124.1	116.2	117.8	203.8	2.6
1950	125.1	112.0	113.5	196.4	2.6
2100	127.6	107.7	109.1	188.7	2.7
2250	132.2	103.1	104.4	180.5	2.8
2400	139.4	97.7	98.9	171.1	3.0
2550	149.5	90.5	91.8	158.8	3.4
2700	159.7	79.2	80.5	139.3	4.1
2850	146.4	55.7	57.4	99.3	5.2
3000	0.0	0.1	6.4	11.1	6.4

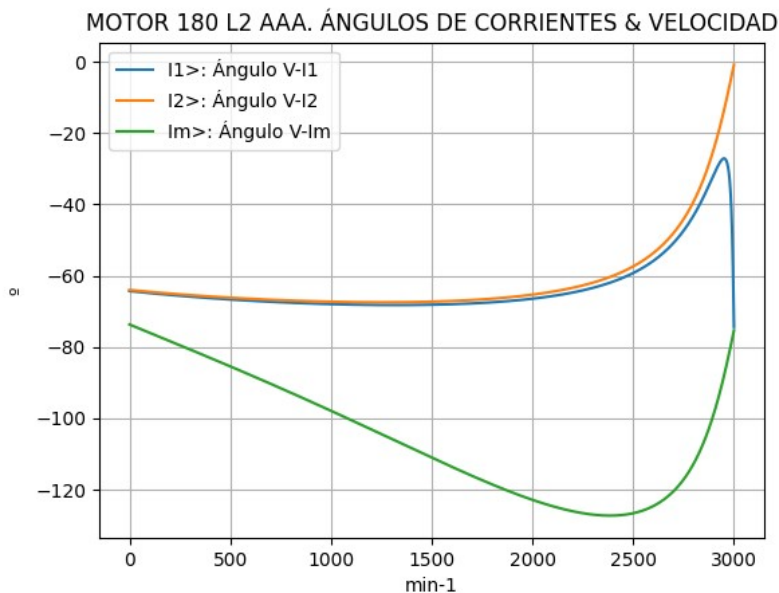


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 1650 min⁻¹ y el máximo cerca de 2700 min⁻¹.
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1 primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf es ligeramente inferior a I1
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 1800 min⁻¹

Fig. 2-5-180. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-64.0	-64.3	-73.7
150	-64.8	-65.1	-77.1
300	-65.4	-65.8	-80.7
450	-66.0	-66.5	-84.2
600	-66.5	-67.0	-87.8
750	-66.8	-67.4	-91.5
900	-67.1	-67.8	-95.3
1050	-67.3	-68.0	-99.2
1200	-67.4	-68.2	-103.1
1350	-67.4	-68.2	-107.0
1500	-67.3	-68.1	-111.0
1650	-67.0	-67.9	-114.9
1800	-66.4	-67.4	-118.5
1950	-65.6	-66.7	-121.8
2100	-64.5	-65.7	-124.6
2250	-62.7	-64.1	-126.6
2400	-60.0	-61.6	-127.2
2550	-55.7	-57.7	-125.8
2700	-48.0	-50.8	-120.4
2850	-32.7	-37.8	-106.7
3000	-0.9	-74.3	-75.3

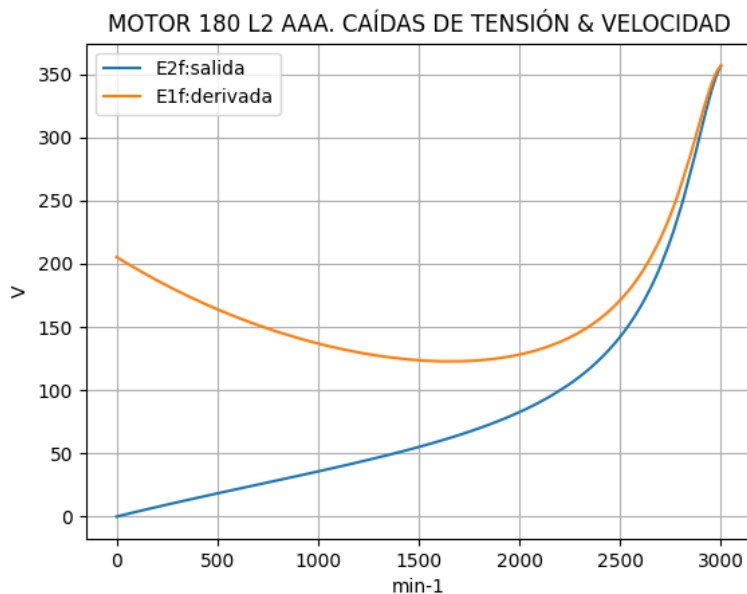


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 2850 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 2550 min⁻¹

Fig. 2-6-180. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	205.3
150	5.8	191.3
300	11.3	178.7
450	16.6	167.4
600	21.8	157.5
750	27.0	148.8
900	32.2	141.3
1050	37.5	134.9
1200	43.0	129.9
1350	48.8	126.1
1500	55.1	123.6
1650	62.0	122.8
1800	69.9	123.6
1950	79.2	126.6
2100	90.5	132.3
2250	105.0	141.7
2400	124.6	156.7
2550	153.2	180.5
2700	198.1	220.2
2850	272.6	286.9
3000	356.5	356.5

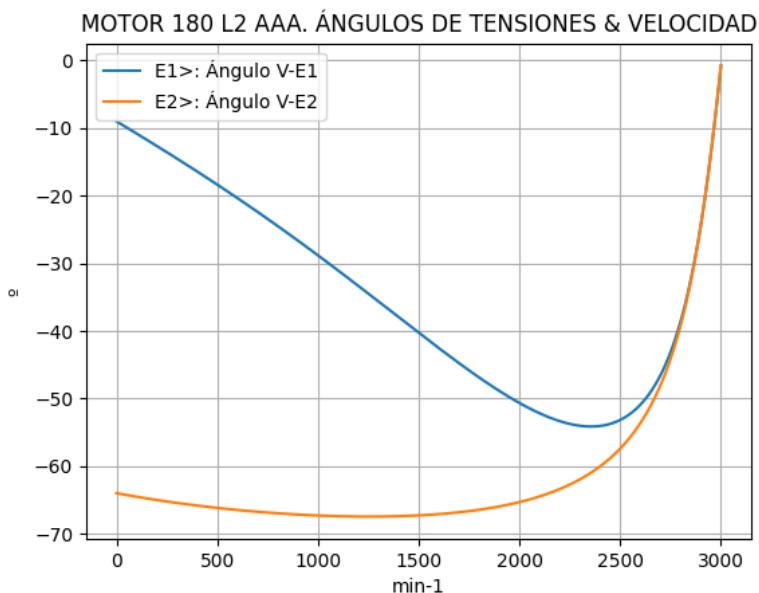


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 1650 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 2-7-180. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-9.0
150	-64.8	-11.7
300	-65.4	-14.5
450	-66.0	-17.4
600	-66.5	-20.3
750	-66.8	-23.4
900	-67.1	-26.6
1050	-67.3	-29.9
1200	-67.4	-33.3
1350	-67.4	-36.8
1500	-67.3	-40.2
1650	-67.0	-43.6
1800	-66.4	-46.9
1950	-65.6	-49.8
2100	-64.5	-52.2
2250	-62.7	-53.7
2400	-60.0	-54.0
2550	-55.7	-52.2
2700	-48.0	-46.5
2850	-32.7	-32.5
3000	-0.8	-0.8

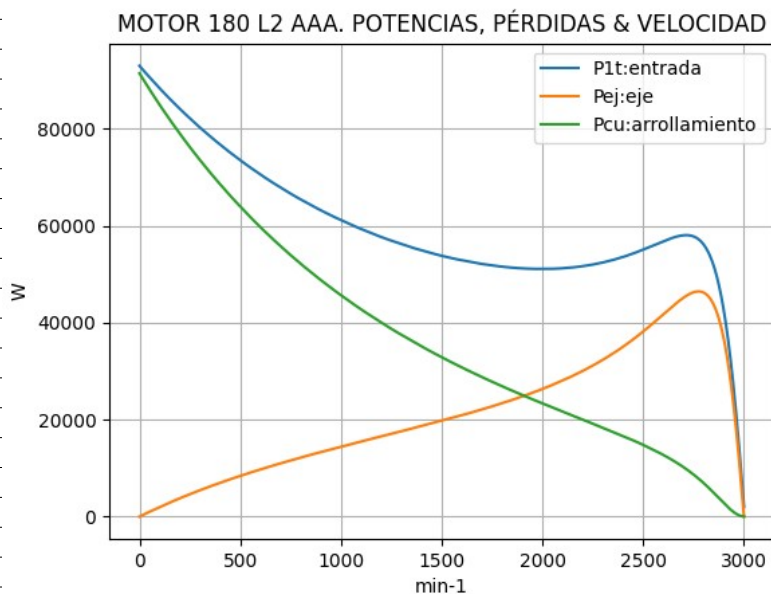


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo, haciéndose máximo cerca de 2400 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el mismo de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 2-8-180. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	92979	0	91423
150	86188	2894	81904
300	80263	5437	73557
450	75088	7697	66207
600	70564	9733	59707
750	66616	11593	53935
900	63180	13323	48786
1050	60209	14964	44175
1200	57667	16558	40027
1350	55533	18146	36277
1500	53795	19775	32870
1650	52460	21501	29753
1800	51551	23392	26879
1950	51112	25539	24198
2100	51221	28069	21652
2250	51992	31159	19167
2400	53559	35042	16623
2550	55929	39920	13795
2700	58026	45163	10199
2850	51708	43692	4921
3000	1991	0	32

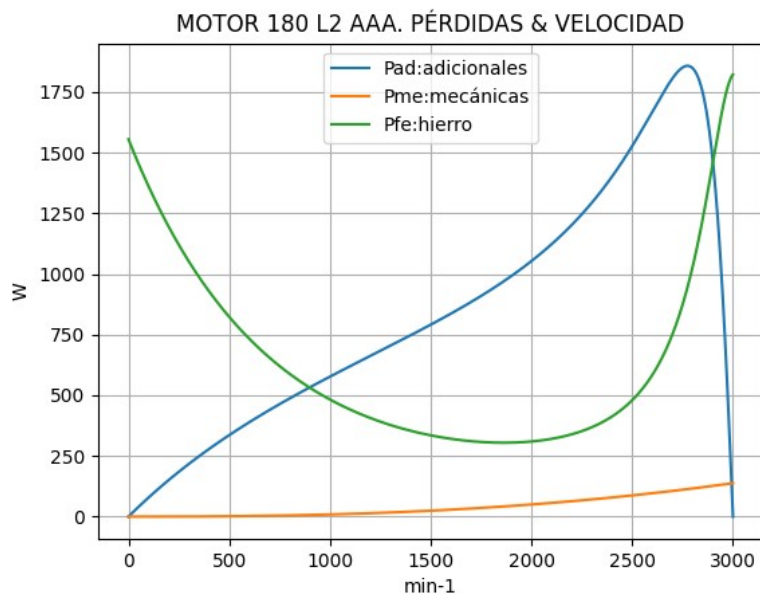


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ presenta un mínimo cerca de 1950 min^{-1} y luego asciende
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 2700 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 2-9-180. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	1555
150	116	0	1274
300	217	0	1051
450	308	1	874
600	389	2	733
750	464	4	620
900	533	7	531
1050	599	10	461
1200	662	14	406
1350	726	19	365
1500	791	24	335
1650	860	31	315
1800	936	38	306
1950	1022	47	307
2100	1123	56	321
2250	1246	67	352
2400	1402	79	413
2550	1597	92	526
2700	1807	106	752
2850	1748	121	1227
3000	0	138	1822

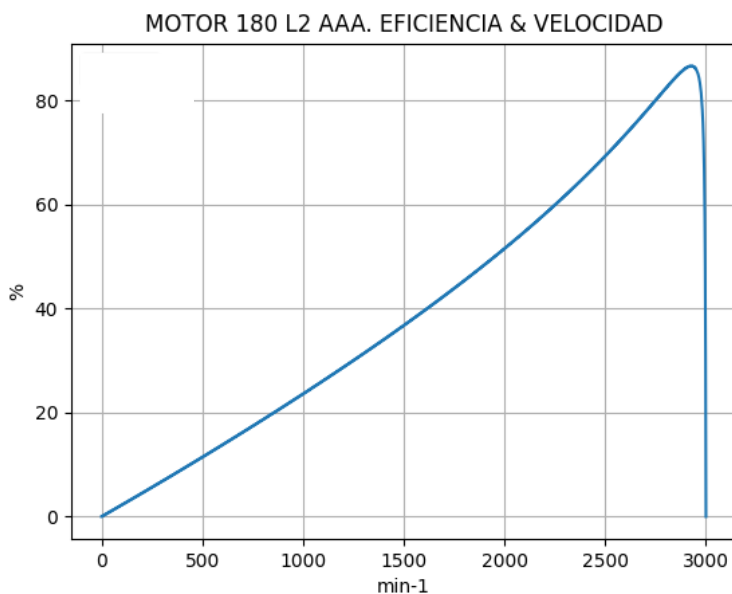


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de 2700 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas $Pme = Pmec0 \cdot (1 - s)^{2.5}$ crecen regularmente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 1800 min^{-1} y luego crecen

Fig. 2-10-180. Curvas de otras pérdidas

nx(min-1)	Eff(%)
0	0.0
150	3.4
300	6.8
450	10.3
600	13.8
750	17.4
900	21.1
1050	24.9
1200	28.7
1350	32.7
1500	36.8
1650	41.0
1800	45.4
1950	50.0
2100	54.8
2250	59.9
2400	65.4
2550	71.4
2700	77.8
2850	84.5
3000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 2850 min^{-1} y luego decrece

Fig. 2-11-180. Curva de eficiencias

2-17. Motor asincrónico trifásico 200 L12. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	KW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	200 L12	30.0	380	T	50	2	2960	85.0	0.897	59.0	5.77	2.57	3.5	B	44	Normal

Tabla 2-1-200. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.225	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	23.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	25.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	83.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	3000.0	-	-	2400	-	14.0	0.26
Arranque	-	-	380	0.0	248.7	-	-	-	340.4	-
Carga 75%	-	-	380	2975.0	70.8	85.4	25800	22046	44.0	0.89
Carga 50%	-	-	380	2985.0	47.0	79.8	18400	14684	32.0	0.87
Temperat. carcasa	-	55.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2-2-200. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.899	1.709	0.227	0.854	inf	inf	0.673	0.854	0.0	0.0	-
Nominal1	2960	9.160	6.344	0.227	3.172	inf	inf	0.119	3.172	0.0	0.0	-
Vacio	3000	12.209	45.342	0.227	3.203	11.352	42.516	0.000	3.203	8.1	13.9	-75.9
Nominal2	2960	9.995	4.925	0.227	3.172	11.352	38.771	0.146	-0.697	8.4	14.5	-89.7

Tabla 2-3-200. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 7.0, Cad = 5.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	248.7	0.0	104482	0	0	0	0	104482	0.0	-	214.0	-10.5	196.8	-62.2	196.8	340.4	-62.2
Nominal1	2960	96.8	94.0	31962	30000	300	456	0	1207	300.6	-34.7	323.3	-15.2	34.1	-34.7	34.1	59.0	-34.7
Vacio	3000	0.0	0.0	2420	0	0	165	2211	45	354.5	-0.9	354.5	-0.8	0.1	-0.9	8.1	14.0	-74.9
Nominal2	2960	96.8	85.1	35269	30000	1500	159	2390	1219	337.4	-12.4	338.5	-16.1	31.3	-12.4	34.1	59.0	-26.2

Tabla 2-4-200. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 7.0, Cad = 5.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.867	1.684	0.227	0.854	11.352	25.662	0.673	0.854	7.5	13.0	-76.6
1	150	0.876	1.729	0.227	0.972	11.352	26.504	0.646	0.776	6.8	11.7	-80.6
2	300	0.886	1.774	0.227	1.089	11.352	27.347	0.619	0.697	6.2	10.6	-84.8
3	450	0.897	1.818	0.227	1.207	11.352	28.190	0.593	0.619	5.6	9.7	-89.5
4	600	0.909	1.861	0.227	1.324	11.352	29.033	0.566	0.540	5.1	8.8	-94.4
5	750	0.923	1.904	0.227	1.442	11.352	29.875	0.539	0.461	4.7	8.1	-99.7
6	900	0.939	1.947	0.227	1.559	11.352	30.718	0.512	0.383	4.4	7.5	-105.4
7	1050	0.957	1.989	0.227	1.676	11.352	31.561	0.486	0.304	4.1	7.1	-111.4
8	1200	0.977	2.030	0.227	1.794	11.352	32.403	0.459	0.225	3.9	6.7	-117.5
9	1350	1.001	2.072	0.227	1.911	11.352	33.246	0.432	0.147	3.7	6.4	-123.7
10	1500	1.029	2.113	0.227	2.029	11.352	34.089	0.406	0.068	3.6	6.3	-129.6
11	1650	1.063	2.154	0.227	2.146	11.352	34.931	0.379	-0.010	3.6	6.2	-135.2
12	1800	1.105	2.195	0.227	2.264	11.352	35.774	0.352	-0.089	3.6	6.3	-140.1
13	1950	1.158	2.237	0.227	2.381	11.352	36.617	0.326	-0.168	3.7	6.4	-144.2
14	2100	1.227	2.279	0.227	2.499	11.352	37.460	0.299	-0.246	3.8	6.6	-147.2
15	2250	1.324	2.322	0.227	2.616	11.352	38.302	0.272	-0.325	4.0	7.0	-148.8
16	2400	1.467	2.369	0.227	2.733	11.352	39.145	0.245	-0.403	4.3	7.5	-148.5
17	2550	1.703	2.423	0.227	2.851	11.352	39.988	0.219	-0.482	4.7	8.2	-145.2
18	2700	2.171	2.499	0.227	2.968	11.352	40.830	0.192	-0.561	5.4	9.4	-137.1
19	2850	3.544	2.707	0.227	3.086	11.352	41.673	0.165	-0.639	6.6	11.4	-118.7
20	3000	12.209	45.342	0.227	3.203	11.352	42.516	0.139	-0.718	8.1	13.9	-75.9

Tabla 2-5-200. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	240.1	0.0	104732	0	0	0	1912	102820	0.0	-	210.3	-10.4	193.4	-62.2	200.6	347.1	-62.8
1	150	222.2	3.5	101017	3491	175	0	1567	95785	6.4	-62.5	195.6	-13.7	189.6	-62.5	196.0	339.1	-63.1
2	300	216.3	7.0	97643	6797	340	1	1289	89218	12.8	-62.8	182.1	-17.4	185.9	-62.8	191.7	331.6	-63.5
3	450	211.0	10.5	94583	9943	497	1	1066	83076	19.1	-63.0	170.0	-21.4	182.4	-63.0	187.5	324.3	-63.7
4	600	206.2	14.1	91815	12956	648	3	890	77318	25.3	-63.1	159.3	-25.8	179.1	-63.1	183.4	317.4	-64.0
5	750	201.9	17.8	89319	15860	793	5	752	71909	31.6	-63.2	150.1	-30.6	175.8	-63.2	179.6	310.7	-64.1
6	900	198.2	21.5	87085	18681	934	8	645	66817	37.9	-63.3	142.6	-35.7	172.6	-63.3	175.8	304.2	-64.3
7	1050	195.0	25.2	85104	21445	1072	12	566	62009	44.3	-63.3	136.7	-41.2	169.4	-63.3	172.2	297.9	-64.3
8	1200	192.4	29.0	83376	24183	1209	17	509	57459	50.9	-63.2	132.7	-46.8	166.4	-63.2	168.6	291.8	-64.3
9	1350	190.5	32.9	81906	26928	1346	22	471	53138	57.8	-63.1	130.6	-52.5	163.3	-63.1	165.1	285.7	-64.2
10	1500	189.2	36.8	80707	29723	1486	29	449	49020	65.0	-62.9	130.4	-58.0	160.2	-62.9	161.7	279.7	-64.0
11	1650	188.8	40.9	79804	32619	1631	37	442	45076	72.8	-62.5	132.3	-63.2	157.1	-62.5	158.2	273.7	-63.7
12	1800	189.3	45.0	79236	35684	1784	46	448	41273	81.3	-62.0	136.2	-67.7	153.8	-62.0	154.6	267.5	-63.3
13	1950	191.0	49.3	79060	39013	1951	56	468	37573	90.9	-61.2	142.1	-71.5	150.4	-61.2	150.9	261.0	-62.6
14	2100	194.3	53.8	79361	42733	2137	68	503	33921	102.2	-60.2	150.4	-74.1	146.6	-60.2	146.8	254.0	-61.7
15	2250	199.6	58.6	80252	47031	2352	80	556	30234	116.0	-58.7	161.4	-75.3	142.1	-58.7	142.2	245.9	-60.3
16	2400	207.5	63.7	81856	52151	2608	94	637	26366	134.0	-56.4	176.3	-74.6	136.5	-56.4	136.4	235.9	-58.2
17	2550	218.4	69.3	84130	58313	2916	110	767	22025	159.2	-52.8	197.3	-71.1	128.4	-52.8	128.3	222.0	-54.9
18	2700	229.5	75.6	85817	64897	3245	127	999	16550	198.3	-46.3	229.6	-62.6	114.7	-46.3	114.8	198.6	-49.0
19	2850	214.1	82.8	77205	63908	3195	145	1478	8479	265.4	-33.0	284.5	-43.9	84.5	-33.0	85.2	147.4	-37.4
20	3000	0.0	0.0	2420	0	0	165	2211	45	354.5	-0.8	354.5	-0.8	0.1	-0.9	8.1	14.0	-74.9

Tabla 2-6-200. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1648	188.8	40.8	79814	32579	1629	37	442	45127	72.6	-62.5	132.3	-63.1	157.1	-62.5	158.2	273.8	-63.7
Máximo	2743	230.7	77.6	85401	66265	3313	132	1101	14589	213.9	-43.5	242.3	-58.7	108.7	-43.5	108.8	188.3	-46.5

Tabla 2-7-200. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	2930.0	146.8	86.1	52313.0	45053.0	2253.0	155.0	1898.0	2953.0	316.3	-19.3	325.7	-25.3	50.0	-19.3	51.7	89.5	-27.5
125 %	2946.1	121.5	86.3	43463.8	37499.6	1875.1	158.0	1987.6	1943.5	326.8	-15.6	334.0	-20.4	40.3	-15.6	42.3	73.3	-25.8
100 %	2959.4	96.8	85.9	34933.1	30000.3	1499.9	159.0	2057.0	1215.9	335.0	-12.3	340.3	-16.0	31.5	-12.3	33.9	58.7	-25.3
75 %	2971.0	72.3	84.6	26592.7	22499.5	1125.1	161.0	2112.8	694.3	341.6	-9.2	345.3	-11.9	23.2	-9.2	26.0	45.0	-26.4
50 %	2981.3	48.0	81.5	18407.6	15000.1	749.8	162.0	2155.4	339.3	346.9	-6.3	349.2	-8.1	15.3	-6.3	18.8	32.5	-30.7
25 %	2990.9	23.9	72.4	10354.7	7499.6	374.7	164.0	2187.7	128.0	351.2	-3.5	352.3	-4.4	7.6	-3.5	12.4	21.3	-42.6
Eff máx	2943.0	126.8	86.3	45297.0	39086.0	1954.0	157.0	1971.0	2129.0	324.8	-16.3	332.4	-21.4	42.3	-16.3	44.2	76.5	-26.1

Tabla 2-8-200. Valores a estados de carga y rendimiento máximo 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	248.7	0.0	-	0.0	340.4	-
Valores calculados		0.0	240.1	0.0	104732.0	0.0	347.1	-62.8
Diferencias (%)		-	3.5	-	-	-	-2.0	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	338.7	-	-	-	-	-
Valores calculados		2743.0	230.7	77.6	85401.0	66265.0	188.3	-46.5
Diferencias (%)		-	31.9	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		2960.0	96.8	85.0	34792.0	30000.0	59.0	-26.2
Valores calculados		2959.4	96.8	85.9	34933.1	30000.3	58.7	-25.3
Diferencias (%)		0.0	-0.0	-1.1	-0.4	-0.0	0.5	3.6
75% carga								
Valores ingresados		2975.0	70.8	85.4	25800.0	22046.0	44.0	-27.1
Valores calculados		2971.0	72.3	84.6	26592.7	22499.5	45.0	-26.4
Diferencias (%)		0.1	-2.1	0.9	-3.0	-2.0	-2.3	2.7

Tabla 2-9-200. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	2985.0	47.0	79.8	18400.0	14684.0	32.0	-29.5
Valores calculados	2981.3	48.0	81.5	18407.6	15000.1	32.5	-30.7
Diferencias (%)	0.1	-2.1	-2.1	-0.0	-2.2	-1.6	-3.9
Vacío							
Valores ingresados	3000.0	0.0	0.0	2400.0	0.0	14.0	-74.9
Valores calculados	3000.0	0.0	0.0	2420.0	0.0	14.0	-74.9
Diferencias (%)	-	-	-	-0.8	-	0.0	0.1

Tabla 2-9-200. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	295.0	Paso de bobinas en ranuras	14/16/18	Corriente por kW (A/kW)	1.97
Altura corona estator (mm)	38.5	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	5.0
Diámetro interior estator (mm)	175.0	Factor de arrollamiento	0.956	Corriente barra rotor (A)	503.0
Altura corona rotor (mm)	12.4	Espiras por bobina (prom)	24.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	3.1
Diámetro eje rotor (mm)	75.0	Espiras por bobina (real)	24/24/24	Corriente anillo rotor (A)	2241.5
Longitud paquete de chapas (mm)	230.0	Número de alambres 1	6	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	1.6
Número ranuras estator	36.0	Diámetro alambre 1 (mm)	0.85	Flujo por polo (wb)	0.0223
Sección ranura estator (mm2)	214.3	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.55
Número ranuras rotor	28.0	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.4
Sección ranura rotor (mm2)	161.0	Conexión bobinado (vías)	2	Dens. flujo corona rotor (T)	1.62
Espesor anillo rotor (mm)	36.5	Peso total cobre (kg)	16.5	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.006
Sección anillo rotor(mm2)	1372.0	Relleno ranura(%)	38.1	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	1160131
Longitud entrehierro (mm)	1.0				

Tabla 2-10-200. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0227	0.1734	1.1358	5.2106	0.0673	0.1734	0.0227	0.6441	1.1358	7.8723	0.0146	-0.1415	0.0227	0.6504	1.1358	8.6327	0.0000	0.6504

Tabla 2-11-200. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	28.5	3.0	45.4	23.1
Eff. Máx	31.5	2.5	31.7	34.3

Tabla 2-12-200. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

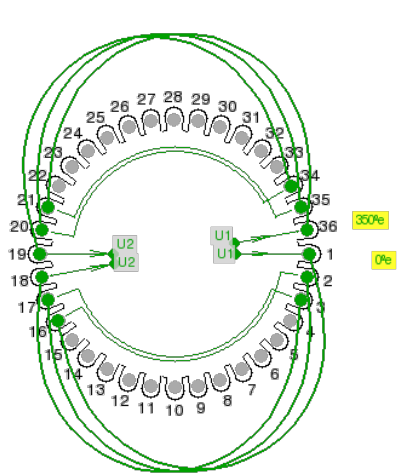


Fig. 2-1-200
Esquema de arrollamiento de 36 ranuras,
2 polos, paso 1-16, 2 vías , ka = 0.956

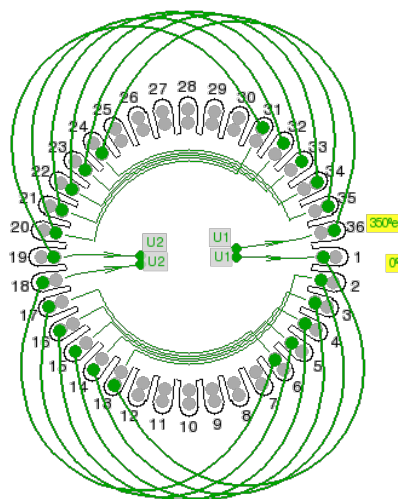
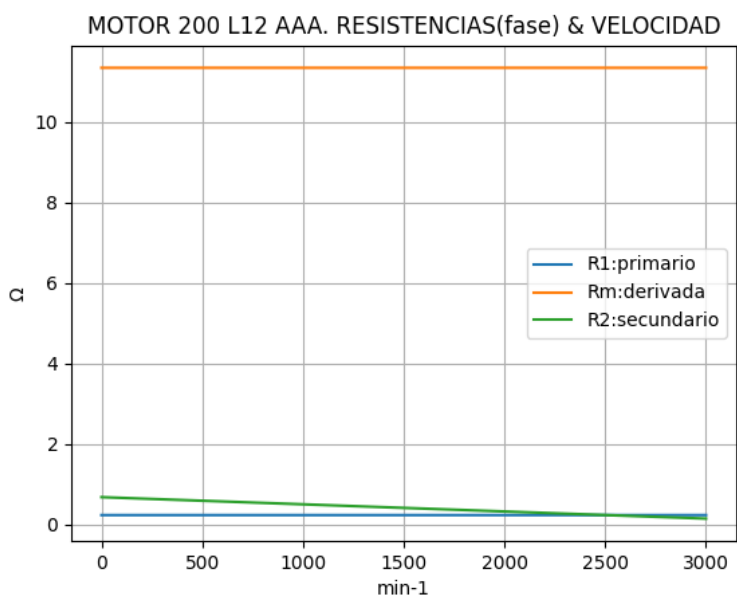


Fig. 2-2-200
Esquema de arrollamiento de 36 ranuras,
2 polos, paso 1-13, 2 vías , ka = 0.828

2-18. Motor asincrónico trifásico 200 L12. Curvas características

$n_x(\text{min-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	0.867	0.227	11.352	0.673
150	0.876	0.227	11.352	0.646
300	0.886	0.227	11.352	0.619
450	0.897	0.227	11.352	0.593
600	0.909	0.227	11.352	0.566
750	0.923	0.227	11.352	0.539
900	0.939	0.227	11.352	0.512
1050	0.957	0.227	11.352	0.486
1200	0.977	0.227	11.352	0.459
1350	1.001	0.227	11.352	0.432
1500	1.029	0.227	11.352	0.406
1650	1.063	0.227	11.352	0.379
1800	1.105	0.227	11.352	0.352
1950	1.158	0.227	11.352	0.326
2100	1.227	0.227	11.352	0.299
2250	1.324	0.227	11.352	0.272
2400	1.467	0.227	11.352	0.245
2550	1.703	0.227	11.352	0.219
2700	2.171	0.227	11.352	0.192
2850	3.544	0.227	11.352	0.165
3000	12.209	0.227	11.352	0.139

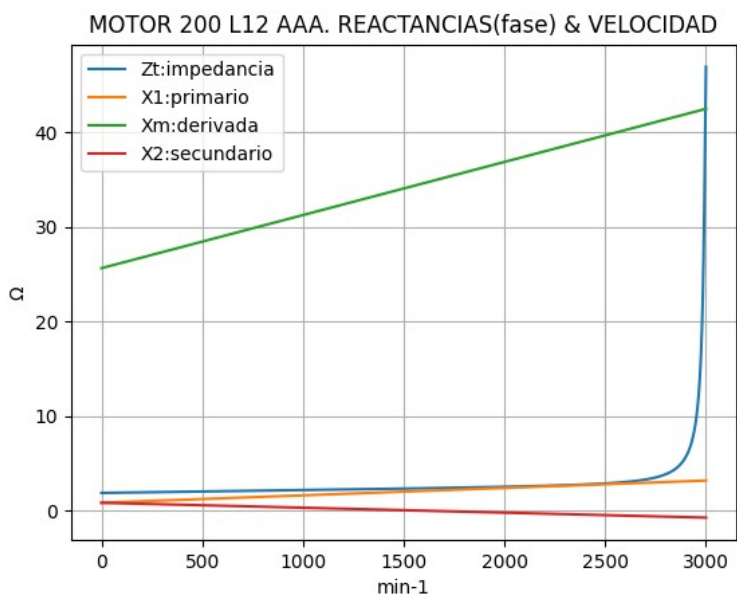


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 2-3-200. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	1.894	1.684	0.854	25.662	0.854
150	1.938	1.729	0.972	26.504	0.776
300	1.983	1.774	1.089	27.347	0.697
450	2.027	1.818	1.207	28.190	0.619
600	2.071	1.861	1.324	29.033	0.540
750	2.116	1.904	1.442	29.875	0.461
900	2.161	1.947	1.559	30.718	0.383
1050	2.207	1.989	1.676	31.561	0.304
1200	2.253	2.030	1.794	32.403	0.225
1350	2.301	2.072	1.911	33.246	0.147
1500	2.350	2.113	2.029	34.089	0.068
1650	2.402	2.154	2.146	34.931	-0.010
1800	2.458	2.195	2.264	35.774	-0.089
1950	2.519	2.237	2.381	36.617	-0.168
2100	2.588	2.279	2.499	37.460	-0.246
2250	2.673	2.322	2.616	38.302	-0.325
2400	2.786	2.369	2.733	39.145	-0.403
2550	2.961	2.423	2.851	39.988	-0.482
2700	3.310	2.499	2.968	40.830	-0.561
2850	4.459	2.707	3.086	41.673	-0.639
3000	46.957	45.342	3.203	42.516	-0.718

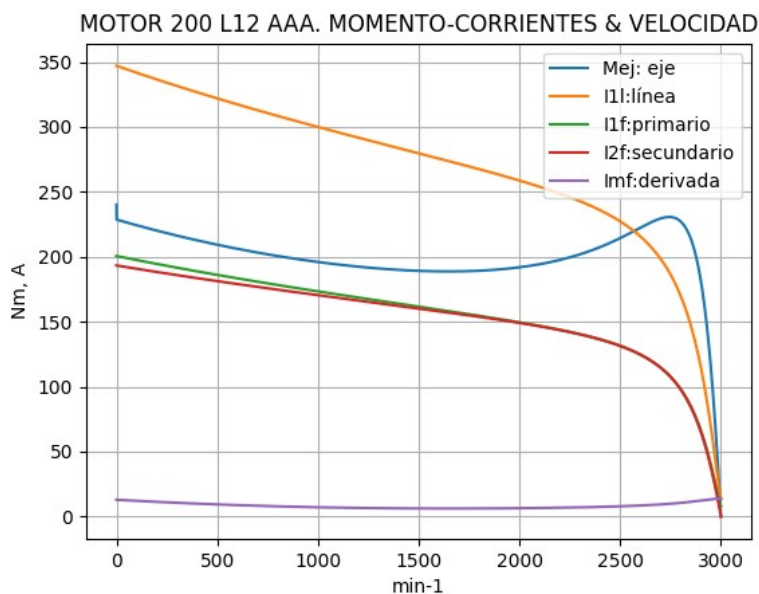


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ inicia positiva y cerca de 1650 min^{-1} es negativa

Fig. 2-4-200. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	240.1	193.4	200.6	347.1	7.5
150	222.2	189.6	196.0	339.1	6.8
300	216.3	185.9	191.7	331.6	6.2
450	211.0	182.4	187.5	324.3	5.6
600	206.2	179.1	183.4	317.4	5.1
750	201.9	175.8	179.6	310.7	4.7
900	198.2	172.6	175.8	304.2	4.4
1050	195.0	169.4	172.2	297.9	4.1
1200	192.4	166.4	168.6	291.8	3.9
1350	190.5	163.3	165.1	285.7	3.7
1500	189.2	160.2	161.7	279.7	3.6
1650	188.8	157.1	158.2	273.7	3.6
1800	189.3	153.8	154.6	267.5	3.6
1950	191.0	150.4	150.9	261.0	3.7
2100	194.3	146.6	146.8	254.0	3.8
2250	199.6	142.1	142.2	245.9	4.0
2400	207.5	136.5	136.4	235.9	4.3
2550	218.4	128.4	128.3	222.0	4.7
2700	229.5	114.7	114.8	198.6	5.4
2850	214.1	84.5	85.2	147.4	6.6
3000	0.0	0.1	8.1	14.0	8.1

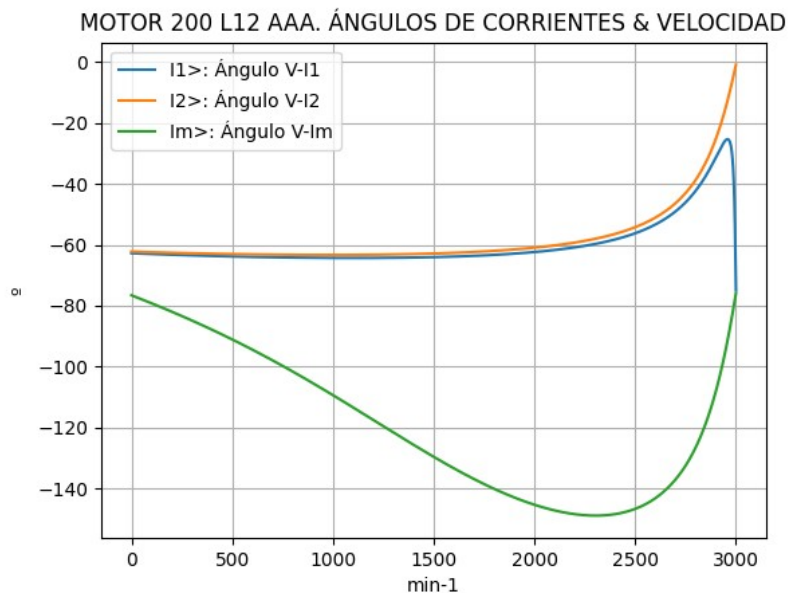


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 1650 min⁻¹ y el máximo cerca de 2700 min⁻¹.
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1 primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf es muy próxima a I1x
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 1500 min⁻¹

Fig. 2-5-200. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-62.2	-62.8	-76.6
150	-62.5	-63.1	-80.6
300	-62.8	-63.5	-84.8
450	-63.0	-63.7	-89.5
600	-63.1	-64.0	-94.4
750	-63.2	-64.1	-99.7
900	-63.3	-64.3	-105.4
1050	-63.3	-64.3	-111.4
1200	-63.2	-64.3	-117.5
1350	-63.1	-64.2	-123.7
1500	-62.9	-64.0	-129.6
1650	-62.5	-63.7	-135.2
1800	-62.0	-63.3	-140.1
1950	-61.2	-62.6	-144.2
2100	-60.2	-61.7	-147.2
2250	-58.7	-60.3	-148.8
2400	-56.4	-58.2	-148.5
2550	-52.8	-54.9	-145.2
2700	-46.3	-49.0	-137.1
2850	-33.0	-37.4	-118.7
3000	-0.9	-74.9	-75.9

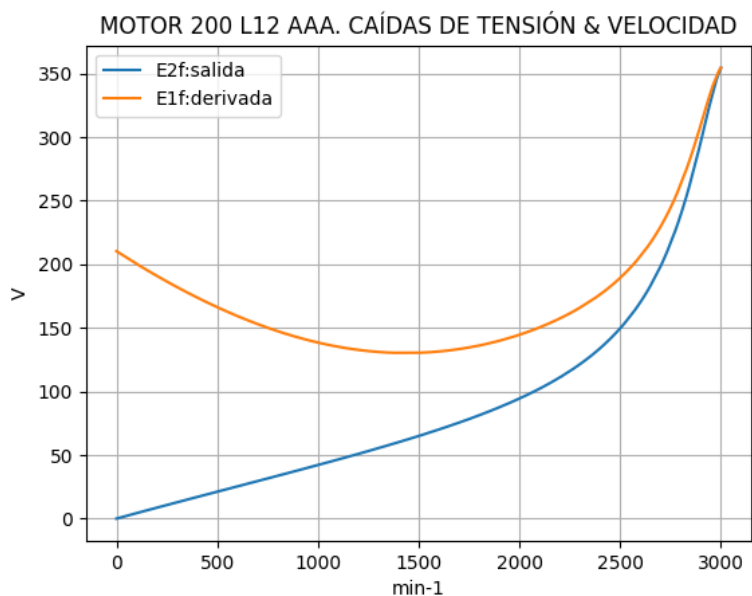


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 2850 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 2250 min⁻¹

Fig. 2-6-200. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	210.3
150	6.4	195.6
300	12.8	182.1
450	19.1	170.0
600	25.3	159.3
750	31.6	150.1
900	37.9	142.6
1050	44.3	136.7
1200	50.9	132.7
1350	57.8	130.6
1500	65.0	130.4
1650	72.8	132.3
1800	81.3	136.2
1950	90.9	142.1
2100	102.2	150.4
2250	116.0	161.4
2400	134.0	176.3
2550	159.2	197.3
2700	198.3	229.6
2850	265.4	284.5
3000	354.5	354.5

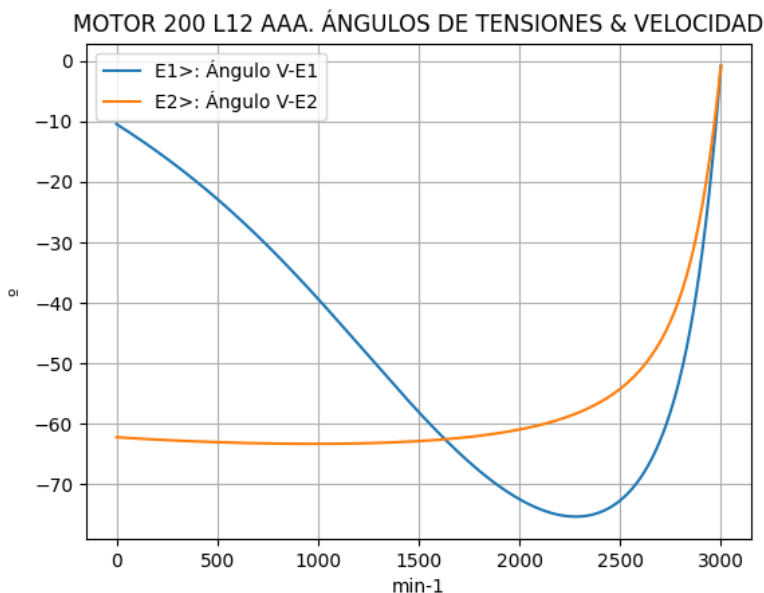


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 1350 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 2-7-200. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-10.4
150	-62.5	-13.7
300	-62.8	-17.4
450	-63.0	-21.4
600	-63.1	-25.8
750	-63.2	-30.6
900	-63.3	-35.7
1050	-63.3	-41.2
1200	-63.2	-46.8
1350	-63.1	-52.5
1500	-62.9	-58.0
1650	-62.5	-63.2
1800	-62.0	-67.7
1950	-61.2	-71.5
2100	-60.2	-74.1
2250	-58.7	-75.3
2400	-56.4	-74.6
2550	-52.8	-71.1
2700	-46.3	-62.6
2850	-33.0	-43.9
3000	-0.8	-0.8

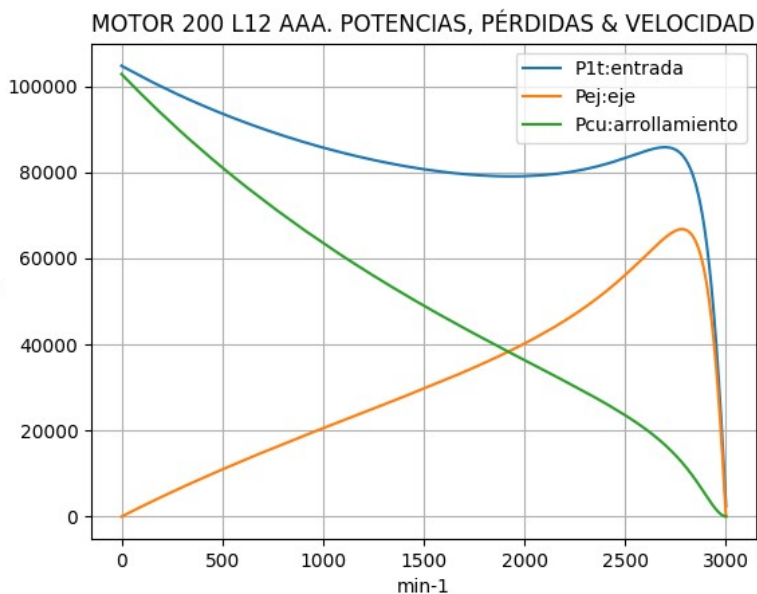


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo, haciéndose máximo cerca de 2250 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el mismo de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 2-8-200. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	104732	0	102820
150	101017	3491	95785
300	97643	6797	89218
450	94583	9943	83076
600	91815	12956	77318
750	89319	15860	71909
900	87085	18681	66817
1050	85104	21445	62009
1200	83376	24183	57459
1350	81906	26928	53138
1500	80707	29723	49020
1650	79804	32619	45076
1800	79236	35684	41273
1950	79060	39013	37573
2100	79361	42733	33921
2250	80252	47031	30234
2400	81856	52151	26366
2550	84130	58313	22025
2700	85817	64897	16550
2850	77205	63908	8479
3000	2420	0	45

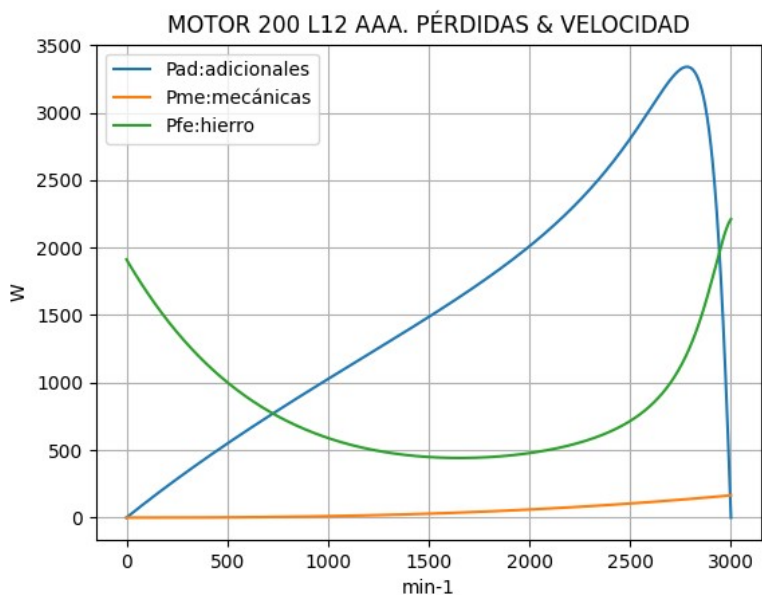


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ presenta un mínimo cerca de 1950 min^{-1} y luego crece
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 2850 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 2-9-200. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	1912
150	175	0	1567
300	340	1	1289
450	497	1	1066
600	648	3	890
750	793	5	752
900	934	8	645
1050	1072	12	566
1200	1209	17	509
1350	1346	22	471
1500	1486	29	449
1650	1631	37	442
1800	1784	46	448
1950	1951	56	468
2100	2137	68	503
2250	2352	80	556
2400	2608	94	637
2550	2916	110	767
2700	3245	127	999
2850	3195	145	1478
3000	0	165	2211

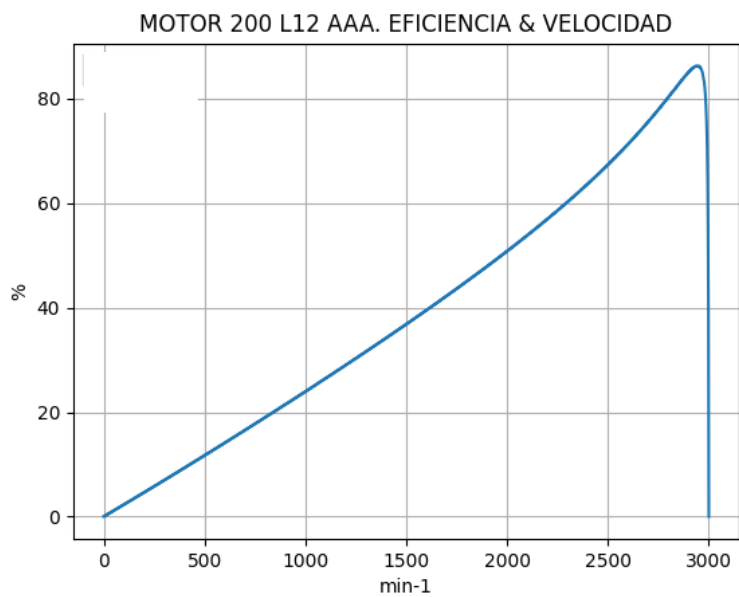


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de 2700 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas $Pme = Pmec0 \cdot (1 - s)^{2.5}$ crecen regularmente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 1650 min^{-1} y luego crecen

Fig. 2-10-200. Curvas de otras pérdidas

nx(min-1)	Eff(%)
0	0.0
150	3.5
300	7.0
450	10.5
600	14.1
750	17.8
900	21.5
1050	25.2
1200	29.0
1350	32.9
1500	36.8
1650	40.9
1800	45.0
1950	49.3
2100	53.8
2250	58.6
2400	63.7
2550	69.3
2700	75.6
2850	82.8
3000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 2850 min^{-1} y luego decrece

Fig. 2-11-200. Curva de eficiencias

2-19. Motor asincrónico trifásico 225 M2. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	225 M2	45.0	380	T	50	2	2960	87.0	0.89	86.0	6.82	1.82	2.5	B	44	Normal

Tabla 2-1-225. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω) (°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp	
Rest frío	0.1055	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tamb frío	-	19.5	-	-	-	-	-	-	-	
Rest cal	0.1400	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tamb cal	-	25.5	-	-	-	-	-	-	-	
Sobretemp	-	77.2	-	-	-	-	-	-	-	
Vacío	-	-	380	3000.0	-	-	3320	22.1	0.23	
Arranque	-	-	380	0.0	264.2	-	-	586.5	-	
Carga 75%	-	-	380	2965.0	106.5	88.4	37400	33051	66.0	0.86
Carga 50%	-	-	380	2980.0	70.7	81.6	27040	22052	49.0	0.84
Temperat. carcasa	-	64.5	-	-	-	-	-	-	-	

Tabla 2-2-225. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.349	1.065	0.108	0.533	inf	inf	0.241	0.533	0.0	0.0	-
Nominal1	2960	6.408	4.168	0.108	2.084	inf	inf	0.084	2.084	0.0	0.0	-
Vacío	3000	6.842	28.949	0.108	2.105	6.4	27.018	0.000	2.105	12.7	22.0	-77.5
Nominal2	2960	6.803	3.485	0.108	2.084	6.4	25.208	0.102	-0.409	13.1	22.6	-91.1

Tabla 2-3-225. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 6.5, Cad = 4.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	264.2	0.0	120172	0	0	0	0	120172	0.0	-	198.2	-6.2	339.0	-71.9	339.0	586.5	-71.9
Nominal1	2960	145.2	95.0	47504	45000	450	632	0	1422	309.0	-33.0	329.9	-14.7	49.7	-33.0	49.7	86.0	-33.0
Vacío	3000	0.0	0.0	3378	0	0	212	3113	53	353.5	-0.8	353.5	-0.8	0.2	-0.8	12.8	22.1	-76.7
Nominal2	2960	145.2	87.0	51722	45000	1800	205	3282	1434	344.3	-12.2	340.1	-15.3	45.5	-12.2	49.7	86.0	-27.1

Tabla 2-4-225. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 6.5, Cad = 4.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.340	1.047	0.108	0.533	6.4	15.144	0.241	0.533	11.9	20.5	-73.4
1	150	0.345	1.082	0.108	0.611	6.4	15.738	0.234	0.485	10.4	18.0	-76.9
2	300	0.351	1.116	0.108	0.690	6.4	16.331	0.227	0.437	9.1	15.7	-80.9
3	450	0.358	1.150	0.108	0.769	6.4	16.925	0.220	0.390	8.0	13.8	-85.3
4	600	0.366	1.183	0.108	0.847	6.4	17.519	0.213	0.342	7.0	12.1	-90.2
5	750	0.374	1.217	0.108	0.926	6.4	18.112	0.206	0.294	6.1	10.6	-96.0
6	900	0.385	1.249	0.108	1.004	6.4	18.706	0.199	0.246	5.4	9.4	-102.5
7	1050	0.396	1.282	0.108	1.083	6.4	19.300	0.192	0.199	4.9	8.4	-109.9
8	1200	0.410	1.314	0.108	1.162	6.4	19.893	0.185	0.151	4.5	7.7	-118.0
9	1350	0.426	1.347	0.108	1.240	6.4	20.487	0.178	0.103	4.2	7.3	-126.6
10	1500	0.446	1.379	0.108	1.319	6.4	21.081	0.171	0.056	4.1	7.1	-135.2
11	1650	0.469	1.411	0.108	1.398	6.4	21.674	0.164	0.008	4.1	7.1	-143.1
12	1800	0.498	1.443	0.108	1.476	6.4	22.268	0.157	-0.040	4.2	7.3	-149.8
13	1950	0.536	1.475	0.108	1.555	6.4	22.862	0.149	-0.088	4.4	7.7	-155.0
14	2100	0.585	1.508	0.108	1.633	6.4	23.456	0.142	-0.135	4.8	8.3	-158.3
15	2250	0.654	1.541	0.108	1.712	6.4	24.049	0.135	-0.183	5.2	9.0	-159.5
16	2400	0.757	1.577	0.108	1.791	6.4	24.643	0.128	-0.231	5.8	10.1	-158.0
17	2550	0.928	1.617	0.108	1.869	6.4	25.237	0.121	-0.278	6.7	11.6	-153.0
18	2700	1.266	1.673	0.108	1.948	6.4	25.830	0.114	-0.326	8.1	14.0	-142.3
19	2850	2.260	1.826	0.108	2.027	6.4	26.424	0.107	-0.374	10.4	18.0	-120.7
20	3000	6.842	28.949	0.108	2.105	6.4	27.018	0.100	-0.422	12.7	22.0	-77.5

Tabla 2-5-225. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	255.4	0.0	121445	0	0	0	2696	118749	0.0	-	194.8	-6.3	333.3	-72.0	345.2	597.1	-72.0
1	150	237.6	3.2	115903	3732	149	0	2069	109953	4.0	-72.2	176.3	-9.1	324.3	-72.2	334.7	579.0	-72.3
2	300	230.7	6.5	111068	7247	290	1	1585	101947	8.0	-72.3	159.4	-12.3	315.8	-72.3	324.8	561.9	-72.6
3	450	224.8	9.9	106863	10592	424	2	1214	94631	11.9	-72.4	143.9	-16.0	307.8	-72.4	315.6	545.9	-72.7
4	600	219.9	13.4	103226	13815	553	4	932	87923	16.0	-72.4	130.0	-20.3	300.2	-72.4	306.8	530.8	-72.8
5	750	215.9	16.9	100115	16959	678	7	722	81750	20.1	-72.4	117.8	-25.4	292.9	-72.4	298.5	516.5	-72.9
6	900	213.0	20.6	97501	20070	803	10	567	76050	24.3	-72.4	107.5	-31.4	286.0	-72.4	290.7	502.9	-72.9
7	1050	211.0	24.3	95368	23200	928	15	458	70767	28.8	-72.2	99.3	-38.2	279.3	-72.2	283.2	489.9	-72.8
8	1200	210.1	28.2	93717	26405	1056	21	384	65850	33.6	-72.0	93.5	-45.9	272.8	-72.0	276.0	477.4	-72.7
9	1350	210.5	32.1	92566	29753	1190	29	340	61254	38.7	-71.7	90.4	-54.0	266.6	-71.7	269.0	465.4	-72.4
10	1500	212.2	36.2	91954	33328	1333	38	320	56935	44.4	-71.3	90.0	-62.0	260.4	-71.3	262.2	453.7	-72.1
11	1650	215.5	40.5	91949	37241	1490	48	321	52849	50.8	-70.7	92.4	-69.5	254.3	-70.7	255.6	442.2	-71.6
12	1800	220.9	44.9	92656	41643	1666	59	341	48947	58.3	-70.0	97.6	-75.8	248.1	-70.0	248.9	430.6	-70.9
13	1950	228.9	49.6	94236	46744	1870	72	379	45172	67.1	-69.0	105.4	-80.6	241.8	-69.0	242.1	418.9	-70.0
14	2100	240.3	54.5	96933	52853	2114	87	437	41442	78.1	-67.6	116.0	-83.5	234.9	-67.6	234.9	406.5	-68.8
15	2250	256.4	59.8	101103	60424	2417	103	524	37634	92.3	-65.7	130.0	-84.4	227.2	-65.7	226.9	392.6	-67.0
16	2400	279.0	65.4	107221	70119	2805	122	654	33522	111.8	-62.8	148.6	-82.6	217.7	-62.8	217.2	375.8	-64.4
17	2550	309.7	71.5	115640	82690	3308	141	866	28635	140.6	-58.3	174.9	-77.3	204.3	-58.3	203.8	352.6	-60.2
18	2700	344.4	78.2	124587	97389	3896	163	1260	21879	186.6	-50.3	215.6	-66.2	181.2	-50.3	181.1	313.3	-52.9
19	2850	331.1	85.2	115972	98809	3952	187	2076	10948	264.6	-34.4	282.7	-44.3	129.7	-34.4	130.8	226.2	-38.9
20	3000	0.0	0.0	3378	0	0	212	3113	53	353.5	-0.8	353.5	-0.8	0.2	-0.8	12.8	22.1	-76.7

Tabla 2-6-225. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1236	210.1	29.1	93394	27193	1088	23	371	64719	34.8	-71.9	92.5	-47.8	271.3	-71.9	274.3	474.5	-72.6
Máximo	2771	352.8	81.5	125598	102363	4095	174	1573	17394	218.6	-44.3	243.3	-57.7	162.6	-44.3	162.9	281.8	-47.5

Tabla 2-7-225. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	2930.0	219.6	88.0	76543.0	67369.0	2695.0	200.0	2727.0	3552.0	318.8	-19.2	327.7	-24.3	73.5	-19.2	76.1	131.7	-28.1
125 %	2944.9	182.4	88.0	63915.9	56250.1	2250.2	203.0	2841.5	2371.1	328.3	-15.6	335.3	-19.7	59.7	-15.6	62.8	108.5	-26.7
100 %	2957.9	145.3	87.5	51425.2	44999.6	1800.2	205.0	2931.6	1487.8	335.8	-12.4	341.1	-15.6	46.7	-12.4	50.4	87.1	-26.4
75 %	2969.6	108.5	86.2	39157.6	33749.9	1349.9	207.0	3001.4	848.9	341.9	-9.3	345.7	-11.6	34.4	-9.3	38.8	67.1	-27.7
50 %	2980.2	72.1	83.1	27074.9	22500.4	900.3	209.0	3053.2	412.7	346.8	-6.4	349.2	-7.9	22.7	-6.4	28.2	48.7	-32.4
25 %	2990.3	35.9	74.2	15153.6	11249.9	449.9	211.0	3089.8	152.5	350.6	-3.5	351.8	-4.3	11.3	-3.5	18.8	32.4	-44.9
Eff máx	2938.0	200.4	88.1	70007.0	61650.0	2466.0	202.0	2790.0	2900.0	323.9	-17.3	331.8	-21.9	66.2	-17.3	69.1	119.5	-27.3

Tabla 2-8-225. Valores a estados de carga y rendimiento máximo 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	264.2	0.0	-	0.0	586.5	-
Valores calculados		0.0	255.4	0.0	121445.0	0.0	597.1	-72.0
Diferencias (%)		-	3.3	-	-	-	-1.8	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	362.9	-	-	-	-	-
Valores calculados		2771.0	352.8	81.5	125598.0	102363.0	281.8	-47.5
Diferencias (%)		-	2.8	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		2960.0	145.2	87.0	50317.0	45000.0	86.0	-27.1
Valores calculados		2957.9	145.3	87.5	51425.2	44999.6	87.1	-26.4
Diferencias (%)		0.1	-0.1	-0.6	-2.2	0.0	-1.3	2.7
75% carga								
Valores ingresados		2965.0	106.5	88.4	37400.0	33051.0	66.0	-30.7
Valores calculados		2969.6	108.5	86.2	39157.6	33749.9	67.1	-27.7
Diferencias (%)		-0.2	-1.9	2.5	-4.7	-2.1	-1.7	9.7

Tabla 2-9-225. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	$n_x(\min-1)$	Mej(Nm)	Eff(%)	Pit(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
50% carga							
Valores ingresados	2980.0	70.7	81.6	27040.0	22052.0	49.0	-32.9
Valores calculados	2980.2	72.1	83.1	27074.9	22500.4	48.7	-32.4
Diferencias (%)	-0.0	-2.0	-1.8	-0.1	-2.0	0.6	1.4
Vacío							
Valores ingresados	3000.0	0.0	0.0	3320.0	0.0	22.1	-76.7
Valores calculados	3000.0	0.0	0.0	3378.0	0.0	22.1	-76.7
Diferencias (%)	-	-	-	-1.8	-	0.0	0.0

Tabla 2-9-225. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	330.3	Paso de bobinas en ranuras	14/16/18	Corriente por kW (A/kW)	1.91
Altura corona estator (mm)	42.7	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	4.1
Diámetro interior estator (mm)	185.0	Factor de arrollamiento	0.956	Corriente barra rotor (A)	580.5
Altura corona rotor (mm)	17.6	Espiras por bobina (prom)	19.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	2.5
Diámetro eje rotor (mm)	75.0	Espiras por bobina (real)	19/19/19	Corriente anillo rotor (A)	2586.9
Longitud paquete de chapas (mm)	250.0	Número de alambres 1	7	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	2.5
Número ranuras estator	36.0	Diámetro alambre 1 (mm)	1.05	Flujo por polo (wb)	0.0282
Sección ranura estator (mm2)	292.0	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.61
Número ranuras rotor	28.0	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.47
Sección ranura rotor (mm2)	234.5	Conexión bobinado (vías)	2	Dens. flujo corona rotor (T)	1.63
Espesor anillo rotor (mm)	28.0	Peso total cobre (kg)	25.2	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.008
Sección anillo rotor(mm2)	1047.0	Relleno ranura(%)	39.4	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	1451600
Longitud entrehierro (mm)	1.0				

Tabla 2-10-225. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0159	0.1529	0.9408	4.3455	0.0354	0.1529	0.0159	0.5980	0.9408	7.2333	0.0150	-0.1174	0.0159	0.6040	0.9408	7.7527	0.0000	0.6040

Tabla 2-11-225. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	26.8	3.1	48.8	21.3
Eff. Máx	29.5	2.4	33.4	34.7

Tabla 2-12-225. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

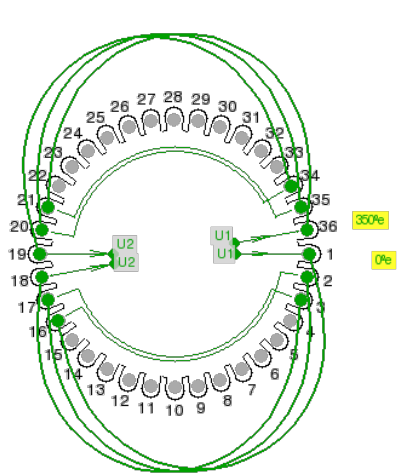


Fig. 2-1-225
Esquema de arrollamiento de 36 ranuras,
2 polos, paso 1-16, 2 vías , ka = 0.956

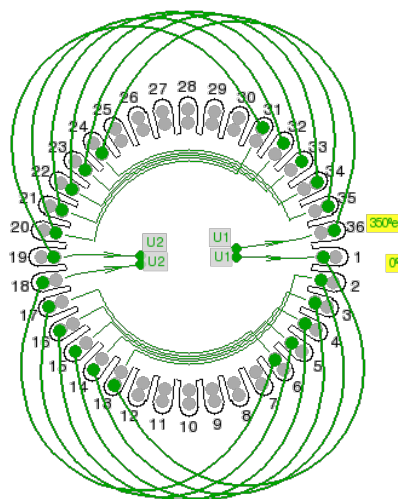
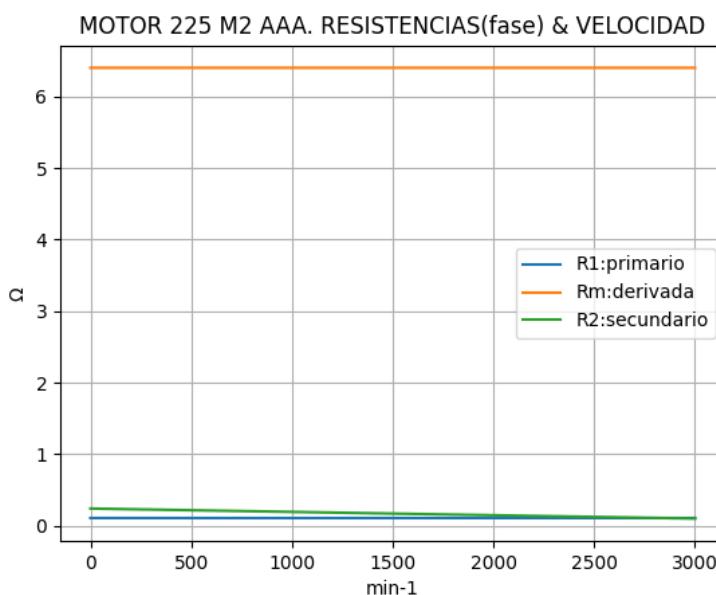


Fig. 2-2-225
Esquema de arrollamiento de 36 ranuras,
2 polos, paso 1-13, 2 vías , ka = 0.828

2-20. Motor asincrónico trifásico 225 M2. Curvas características

$n_x(\text{min-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	0.340	0.108	6.4	0.241
150	0.345	0.108	6.4	0.234
300	0.351	0.108	6.4	0.227
450	0.358	0.108	6.4	0.220
600	0.366	0.108	6.4	0.213
750	0.374	0.108	6.4	0.206
900	0.385	0.108	6.4	0.199
1050	0.396	0.108	6.4	0.192
1200	0.410	0.108	6.4	0.185
1350	0.426	0.108	6.4	0.178
1500	0.446	0.108	6.4	0.171
1650	0.469	0.108	6.4	0.164
1800	0.498	0.108	6.4	0.157
1950	0.536	0.108	6.4	0.149
2100	0.585	0.108	6.4	0.142
2250	0.654	0.108	6.4	0.135
2400	0.757	0.108	6.4	0.128
2550	0.928	0.108	6.4	0.121
2700	1.266	0.108	6.4	0.114
2850	2.260	0.108	6.4	0.107
3000	6.842	0.108	6.4	0.100

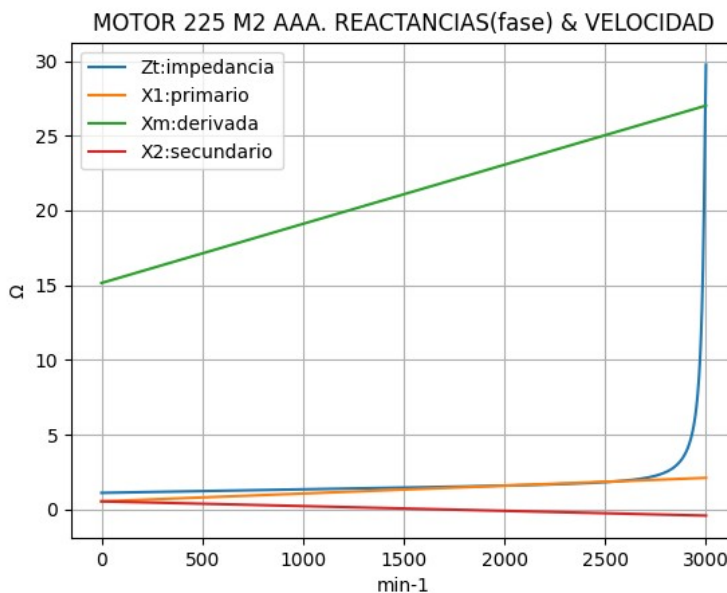


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 2-3-225. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	1.101	1.047	0.533	15.144	0.533
150	1.135	1.082	0.611	15.738	0.485
300	1.170	1.116	0.690	16.331	0.437
450	1.204	1.150	0.769	16.925	0.390
600	1.239	1.183	0.847	17.519	0.342
750	1.273	1.217	0.926	18.112	0.294
900	1.307	1.249	1.004	18.706	0.246
1050	1.342	1.282	1.083	19.300	0.199
1200	1.377	1.314	1.162	19.893	0.151
1350	1.413	1.347	1.240	20.487	0.103
1500	1.449	1.379	1.319	21.081	0.056
1650	1.487	1.411	1.398	21.674	0.008
1800	1.527	1.443	1.476	22.268	-0.040
1950	1.569	1.475	1.555	22.862	-0.088
2100	1.617	1.508	1.633	23.456	-0.135
2250	1.674	1.541	1.712	24.049	-0.183
2400	1.749	1.577	1.791	24.643	-0.231
2550	1.864	1.617	1.869	25.237	-0.278
2700	2.098	1.673	1.948	25.830	-0.326
2850	2.906	1.826	2.027	26.424	-0.374
3000	29.747	28.949	2.105	27.018	-0.422

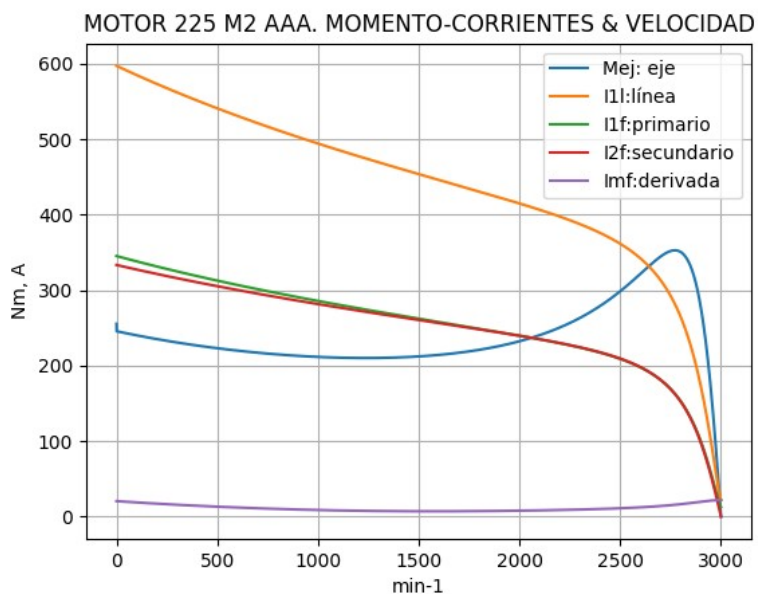


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ comienza con valores positivos y cerca de 1800 min^{-1} continúa con valores negativos

Fig. 2-4-225. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	255.4	333.3	345.2	597.1	11.9
150	237.6	324.3	334.7	579.0	10.4
300	230.7	315.8	324.8	561.9	9.1
450	224.8	307.8	315.6	545.9	8.0
600	219.9	300.2	306.8	530.8	7.0
750	215.9	292.9	298.5	516.5	6.1
900	213.0	286.0	290.7	502.9	5.4
1050	211.0	279.3	283.2	489.9	4.9
1200	210.1	272.8	276.0	477.4	4.5
1350	210.5	266.6	269.0	465.4	4.2
1500	212.2	260.4	262.2	453.7	4.1
1650	215.5	254.3	255.6	442.2	4.1
1800	220.9	248.1	248.9	430.6	4.2
1950	228.9	241.8	242.1	418.9	4.4
2100	240.3	234.9	234.9	406.5	4.8
2250	256.4	227.2	226.9	392.6	5.2
2400	279.0	217.7	217.2	375.8	5.8
2550	309.7	204.3	203.8	352.6	6.7
2700	344.4	181.2	181.1	313.3	8.1
2850	331.1	129.7	130.8	226.2	10.4
3000	0.0	0.2	12.8	22.1	12.7

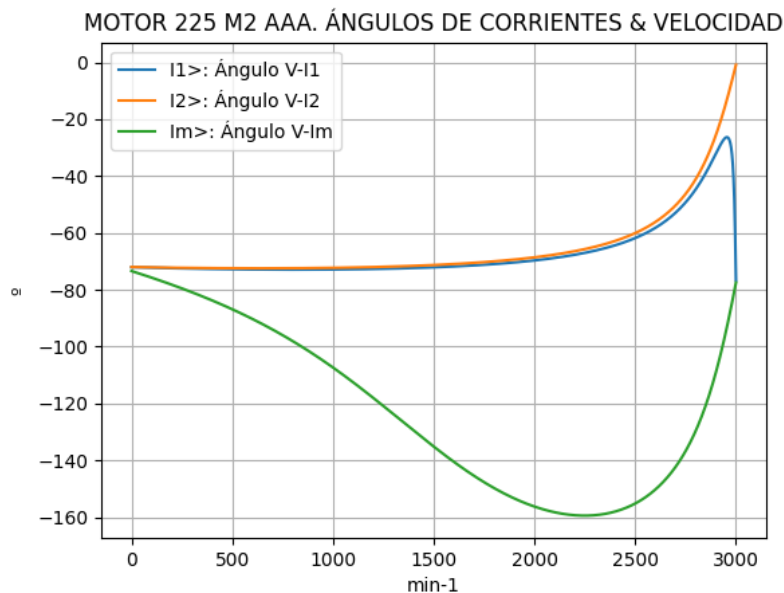


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 1200 min⁻¹ y el máximo cerca de 2700 min⁻¹.
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1 primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf es cercana a I1x
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 1500 min⁻¹

Fig. 2-5-225. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-72.0	-72.0	-73.4
150	-72.2	-72.3	-76.9
300	-72.3	-72.6	-80.9
450	-72.4	-72.7	-85.3
600	-72.4	-72.8	-90.2
750	-72.4	-72.9	-96.0
900	-72.4	-72.9	-102.5
1050	-72.2	-72.8	-109.9
1200	-72.0	-72.7	-118.0
1350	-71.7	-72.4	-126.6
1500	-71.3	-72.1	-135.2
1650	-70.7	-71.6	-143.1
1800	-70.0	-70.9	-149.8
1950	-69.0	-70.0	-155.0
2100	-67.6	-68.8	-158.3
2250	-65.7	-67.0	-159.5
2400	-62.8	-64.4	-158.0
2550	-58.3	-60.2	-153.0
2700	-50.3	-52.9	-142.3
2850	-34.4	-38.9	-120.7
3000	-0.8	-76.7	-77.5

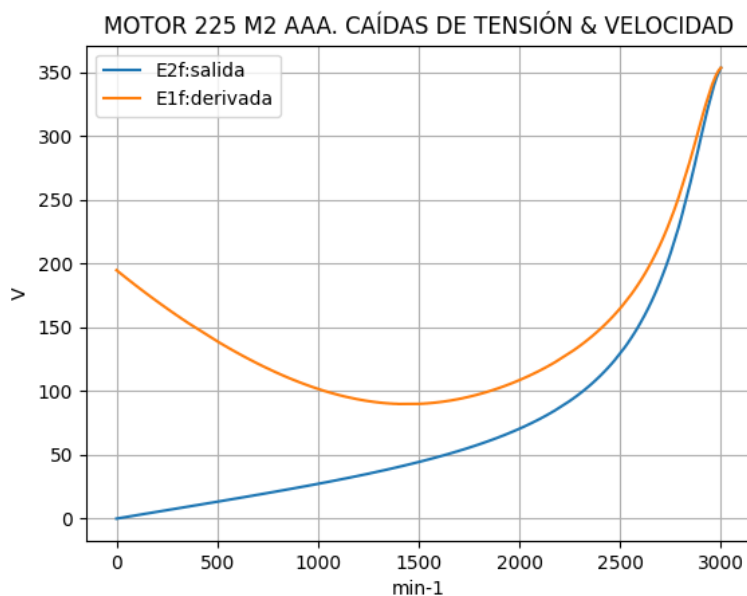


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 3000 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 2250 min⁻¹

Fig. 2-6-225. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	194.8
150	4.0	176.3
300	8.0	159.4
450	11.9	143.9
600	16.0	130.0
750	20.1	117.8
900	24.3	107.5
1050	28.8	99.3
1200	33.6	93.5
1350	38.7	90.4
1500	44.4	90.0
1650	50.8	92.4
1800	58.3	97.6
1950	67.1	105.4
2100	78.1	116.0
2250	92.3	130.0
2400	111.8	148.6
2550	140.6	174.9
2700	186.6	215.6
2850	264.6	282.7
3000	353.5	353.5

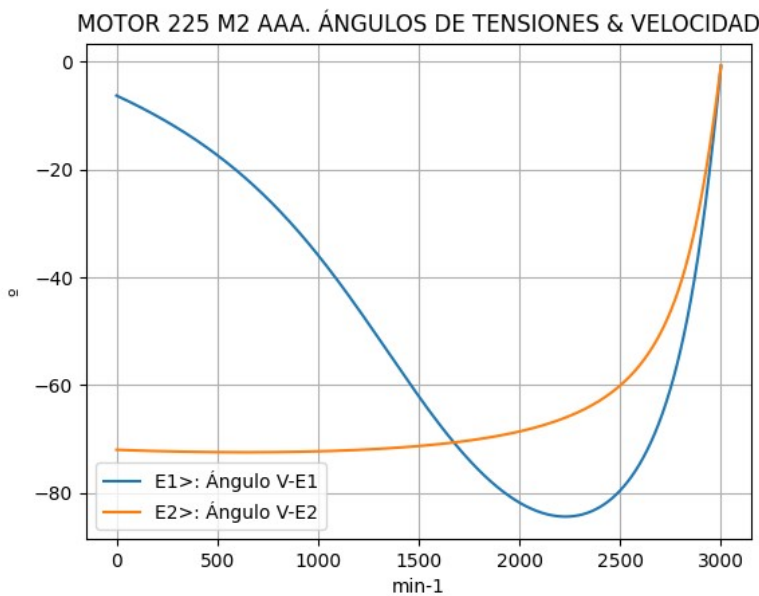


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 1500 min^{-1} y luego crece regularmente
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 2-7-225. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-6.3
150	-72.2	-9.1
300	-72.3	-12.3
450	-72.4	-16.0
600	-72.4	-20.3
750	-72.4	-25.4
900	-72.4	-31.4
1050	-72.2	-38.2
1200	-72.0	-45.9
1350	-71.7	-54.0
1500	-71.3	-62.0
1650	-70.7	-69.5
1800	-70.0	-75.8
1950	-69.0	-80.6
2100	-67.6	-83.5
2250	-65.7	-84.4
2400	-62.8	-82.6
2550	-58.3	-77.3
2700	-50.3	-66.2
2850	-34.4	-44.3
3000	-0.8	-0.8

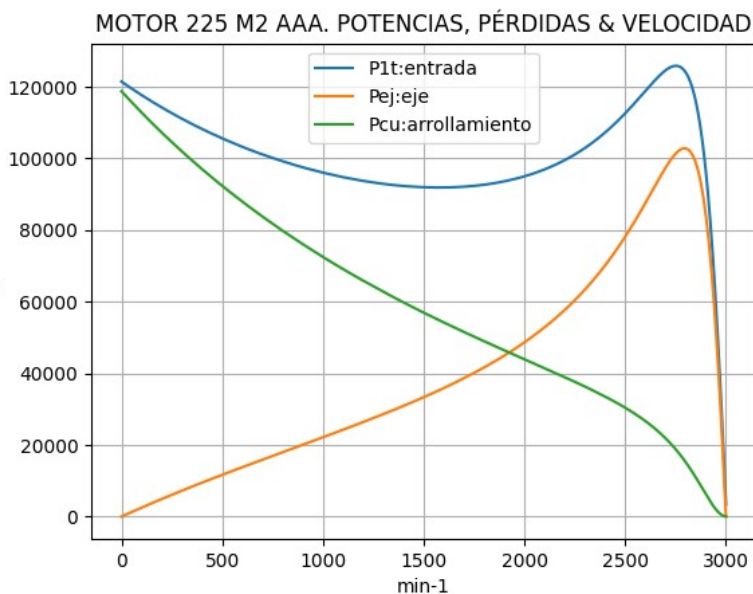


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 2250 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el mismo de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 2-8-225. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	121445	0	118749
150	115903	3732	109953
300	111068	7247	101947
450	106863	10592	94631
600	103226	13815	87923
750	100115	16959	81750
900	97501	20070	76050
1050	95368	23200	70767
1200	93717	26405	65850
1350	92566	29753	61254
1500	91954	33328	56935
1650	91949	37241	52849
1800	92656	41643	48947
1950	94236	46744	45172
2100	96933	52853	41442
2250	101103	60424	37634
2400	107221	70119	33522
2550	115640	82690	28635
2700	124587	97389	21879
2850	115972	98809	10948
3000	3378	0	53

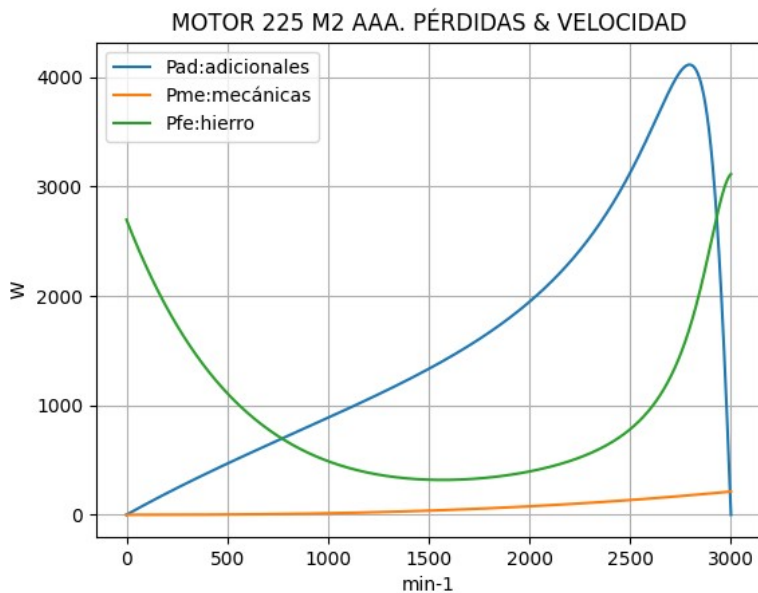


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ presenta un mínimo cerca de 1650 min^{-1} y luego crece hasta cerca de 2700 min^{-1}
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo arriba de 2850 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 2-9-225. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	2696
150	149	0	2069
300	290	1	1585
450	424	2	1214
600	553	4	932
750	678	7	722
900	803	10	567
1050	928	15	458
1200	1056	21	384
1350	1190	29	340
1500	1333	38	320
1650	1490	48	321
1800	1666	59	341
1950	1870	72	379
2100	2114	87	437
2250	2417	103	524
2400	2805	122	654
2550	3308	141	866
2700	3896	163	1260
2850	3952	187	2076
3000	0	212	3113

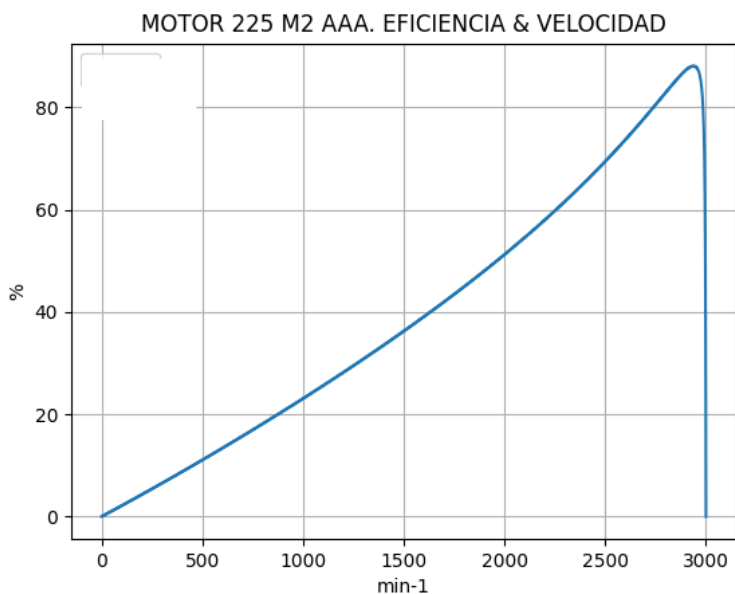


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas arriba de las 2850 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas $Pme = Pmec0 \cdot (1 - s)^{2.5}$ crecen regularmente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ son mínimas cerca de 1500 min^{-1}

Fig. 2-10-225. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff (%)
0	0.0
150	3.2
300	6.5
450	9.9
600	13.4
750	16.9
900	20.6
1050	24.3
1200	28.2
1350	32.1
1500	36.2
1650	40.5
1800	44.9
1950	49.6
2100	54.5
2250	59.8
2400	65.4
2550	71.5
2700	78.2
2850	85.2
3000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 2850 min^{-1} y luego cae

Fig. 2-11-225. Curva de eficiencias

2-21. Motor asincrónico trifásico 250 M2. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	250 M2	55.0	380	T	50	2	2955	88.8	0.9	105.0	6.51	2.35	2.5	B	44	Normal

Tabla 2-1-250. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω) (°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp	
Rest frío	0.0765	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tamb frío	-	25.0	-	-	-	-	-	-	-	
Rest cal	0.0982	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tamb cal	-	25.0	-	-	-	-	-	-	-	
Sobretemp	-	73.8	-	-	-	-	-	-	-	
Vacio	-	-	380	3000.0	-	4640	-	28.0	0.25	
Arranque	-	-	380	0.0	417.7	-	-	683.5	-	
Carga 75%	-	-	380	2965.0	133.2	86.0	48080	41337	80.9	0.90
Carga 50%	-	-	380	2980.0	88.3	82.8	33280	27541	59.0	0.86
Temperat. carcasa	-	55.0	-	-	-	-	-	-	-	

Tabla 2-2-250. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.357	0.893	0.076	0.447	inf	inf	0.280	0.447	0.0	0.0	-
Nominal1	2955	5.261	3.395	0.076	1.697	inf	inf	0.078	1.697	0.0	0.0	-
Vacio	3000	5.870	22.733	0.076	1.716	5.531	21.168	0.000	1.716	16.1	27.9	-76.3
Nominal2	2955	5.635	2.729	0.076	1.697	5.531	19.863	0.092	-0.553	16.6	28.8	-89.8

Tabla 2-3-250. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 6.0, Cad = 1.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	417.7	0.0	167047	0	0	0	0	167047	0.0	-	208.3	-10.3	395.1	-68.2	395.1	683.5	-68.2
Nominal1	2955	177.8	95.0	58137	55000	550	882	0	1705	309.9	-32.8	331.1	-14.7	60.7	-32.8	60.7	105.0	-32.8
Vacio	3000	0.0	0.0	4651	0	0	275	4316	60	352.8	-1.0	352.8	-0.9	0.2	-1.0	16.2	28.0	-75.5
Nominal2	2955	177.8	88.6	62105	55000	550	265	4595	1695	335.6	-10.2	343.1	-15.3	55.4	-10.2	60.7	105.0	-25.8

Tabla 2-4-250. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 6.0, Cad = 1.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
0	0.344	0.878	0.076	0.447	5.531	12.497	0.280	0.447	15.0	25.9	-76.5
1	0.349	0.895	0.076	0.510	5.531	12.931	0.271	0.396	13.3	23.0	-80.9
2	0.355	0.911	0.076	0.574	5.531	13.364	0.261	0.345	11.8	20.3	-85.8
3	0.362	0.927	0.076	0.637	5.531	13.798	0.252	0.294	10.5	18.1	-91.4
4	0.369	0.943	0.076	0.701	5.531	14.231	0.242	0.244	9.3	16.2	-97.8
5	0.378	0.958	0.076	0.764	5.531	14.665	0.232	0.193	8.4	14.6	-105.1
6	0.388	0.972	0.076	0.828	5.531	15.098	0.223	0.142	7.8	13.4	-113.2
7	0.399	0.987	0.076	0.891	5.531	15.532	0.213	0.091	7.3	12.6	-121.9
8	0.412	1.001	0.076	0.955	5.531	15.966	0.204	0.041	7.0	12.2	-130.7
9	0.428	1.015	0.076	1.018	5.531	16.399	0.194	-0.010	7.0	12.1	-139.1
10	0.446	1.028	0.076	1.082	5.531	16.833	0.185	-0.061	7.1	12.4	-146.6
11	0.468	1.042	0.076	1.145	5.531	17.266	0.175	-0.112	7.4	12.8	-152.8
12	0.495	1.056	0.076	1.208	5.531	17.700	0.166	-0.162	7.8	13.5	-157.6
13	0.530	1.070	0.076	1.272	5.531	18.133	0.156	-0.213	8.3	14.4	-160.8
14	0.575	1.084	0.076	1.335	5.531	18.567	0.147	-0.264	8.9	15.4	-162.2
15	0.638	1.099	0.076	1.399	5.531	19.001	0.137	-0.315	9.6	16.6	-161.7
16	0.732	1.117	0.076	1.462	5.531	19.434	0.128	-0.365	10.4	18.0	-158.7
17	0.887	1.140	0.076	1.526	5.531	19.868	0.118	-0.416	11.4	19.8	-152.0
18	1.192	1.181	0.076	1.589	5.531	20.301	0.108	-0.467	12.8	22.1	-139.6
19	2.084	1.327	0.076	1.653	5.531	20.735	0.099	-0.518	14.6	25.2	-116.8
20	5.870	22.733	0.076	1.716	5.531	21.168	0.089	-0.568	16.1	27.9	-76.3

Tabla 2-5-250. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	402.9	0.0	167559	0	0	0	3719	163840	0.0	-	204.6	-10.4	388.1	-68.3	402.9	697.0	-68.6
1	150	394.3	3.8	163933	6193	62	0	2921	154757	5.4	-68.3	186.6	-14.0	382.6	-68.3	395.6	684.3	-68.7
2	300	390.5	7.6	160851	12267	123	1	2295	146165	10.9	-68.2	170.1	-18.2	377.3	-68.2	388.6	672.2	-68.7
3	450	387.6	11.5	158276	18265	183	2	1812	138013	16.5	-68.1	155.4	-23.2	372.2	-68.1	381.8	660.6	-68.7
4	600	385.7	15.5	156181	24232	242	5	1448	130254	22.2	-67.9	142.6	-29.0	367.2	-67.9	375.4	649.4	-68.6
5	750	384.7	19.6	154552	30215	302	9	1182	122845	28.1	-67.7	132.3	-35.8	362.4	-67.7	369.1	638.6	-68.5
6	900	384.8	23.6	153385	36267	363	14	998	115743	34.2	-67.4	124.7	-43.3	357.6	-67.4	363.0	628.0	-68.2
7	1050	386.1	27.8	152688	42450	424	20	882	108912	40.5	-67.0	120.2	-51.5	352.8	-67.0	357.0	617.6	-68.0
8	1200	388.6	32.0	152485	48835	488	28	824	102311	47.3	-66.6	119.0	-59.8	347.9	-66.6	351.1	607.3	-67.6
9	1350	392.6	36.3	152814	55509	555	37	814	95899	54.5	-66.0	121.2	-67.7	343.0	-66.0	345.1	597.0	-67.1
10	1500	398.4	40.7	153736	62583	626	49	846	89632	62.4	-65.4	126.5	-74.7	337.8	-65.4	339.0	586.5	-66.6
11	1650	406.3	45.2	155332	70198	702	62	915	83456	71.2	-64.5	134.6	-80.6	332.3	-64.5	332.7	575.5	-65.8
12	1800	416.6	49.8	157716	78534	785	77	1017	77303	81.1	-63.5	145.2	-84.9	326.3	-63.5	325.9	563.8	-64.9
13	1950	430.1	54.5	161032	87830	878	94	1152	71078	92.6	-62.2	158.0	-87.7	319.5	-62.2	318.4	550.8	-63.7
14	2100	447.4	59.5	165445	98385	984	113	1322	64642	106.5	-60.4	172.9	-88.8	311.4	-60.4	309.7	535.7	-62.1
15	2250	469.1	64.6	171080	110541	1105	134	1534	57766	123.8	-58.1	190.3	-87.9	301.0	-58.1	298.9	517.1	-59.9
16	2400	495.4	70.0	177772	124507	1245	157	1806	50057	146.3	-54.7	210.8	-84.6	286.9	-54.7	284.5	492.2	-56.8
17	2550	522.6	75.8	184089	139549	1395	183	2174	40788	177.3	-49.7	236.0	-77.6	265.3	-49.7	263.1	455.1	-52.1
18	2700	531.5	82.0	183359	150280	1503	211	2712	28654	222.4	-41.5	269.0	-64.8	227.9	-41.5	226.4	391.7	-44.7
19	2850	437.1	88.2	147914	130464	1305	242	3527	12377	287.5	-27.0	312.9	-41.7	153.0	-27.0	153.8	266.1	-32.5
20	3000	0.0	0.0	4651	0	0	275	4316	60	352.8	-0.9	352.8	-0.9	0.2	-1.0	16.2	28.0	-75.5

Tabla 2-6-250. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	812	384.6	21.2	154013	32705	327	10	1097	119874	30.6	-67.5	128.8	-38.8	360.4	-67.5	366.6	634.2	-68.4
Máximo	2663	533.6	80.4	185055	148798	1488	204	2557	32008	209.6	-44.0	259.9	-68.7	239.4	-44.0	237.7	411.2	-46.9

Tabla 2-7-250. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	2928.0	268.8	90.2	91359.0	82406.0	824.0	259.0	4017.0	3854.0	326.0	-15.2	337.3	-23.1	85.4	-15.2	88.6	153.2	-25.2
125 %	2942.5	223.1	90.0	76406.9	68749.6	687.7	262.0	4097.7	2610.5	332.6	-12.5	341.3	-19.0	69.8	-12.5	73.8	127.6	-24.7
100 %	2955.7	177.7	89.2	61634.3	55000.0	550.4	265.0	4163.4	1656.4	338.2	-10.1	344.6	-15.1	55.0	-10.1	59.7	103.4	-25.2
75 %	2967.8	132.7	87.5	47099.1	41249.8	412.7	267.8	4217.0	951.8	342.9	-7.6	347.4	-11.4	40.8	-7.6	46.5	80.5	-27.3
50 %	2979.0	88.2	83.9	32770.4	27499.7	274.9	270.0	4260.0	464.8	346.8	-5.4	349.6	-7.8	27.0	-5.4	34.2	59.1	-32.7
25 %	2989.6	43.9	73.8	18625.8	13749.9	137.7	272.6	4292.3	173.2	350.1	-3.1	351.4	-4.3	13.5	-3.1	23.3	40.3	-45.4
Eff máx	2927.0	271.7	90.2	92335.0	83287.0	833.0	258.0	4011.0	3945.0	325.6	-15.3	337.0	-23.4	86.4	-15.3	89.6	154.9	-25.3

Tabla 2-8-250. Valores a estados de carga y rendimiento máximo 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	417.7	0.0	-	0.0	683.5	-
Valores calculados		0.0	402.9	0.0	167559.0	0.0	697.0	-68.6
Diferencias (%)		-	3.5	-	-	-	-2.0	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	444.3	-	-	-	-	-
Valores calculados		2663.0	533.6	80.4	185055.0	148798.0	411.2	-46.9
Diferencias (%)		-	-20.1	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		2955.0	177.7	88.8	62124.0	55000.0	105.0	-25.8
Valores calculados		2955.7	177.7	89.2	61634.3	55000.0	103.4	-25.2
Diferencias (%)		-0.0	0.0	-0.5	0.8	0.0	1.5	2.5
75% carga								
Valores ingresados		2965.0	133.2	86.0	48080.0	41337.0	80.9	-25.8
Valores calculados		2967.8	132.7	87.5	47099.1	41249.8	80.5	-27.3
Diferencias (%)		-0.1	0.4	-1.7	2.0	0.2	0.5	-5.6

Tabla 2-9-250. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	$n_x(\min-1)$	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
50% carga							
Valores ingresados	2980.0	88.3	82.8	33280.0	27541.0	59.0	-30.7
Valores calculados	2979.0	88.2	83.9	32770.4	27499.7	59.1	-32.7
Diferencias (%)	0.0	0.1	-1.3	1.5	0.2	-0.2	-6.6
Vacío							
Valores ingresados	3000.0	0.0	0.0	4640.0	0.0	28.0	-75.5
Valores calculados	3000.0	0.0	0.0	4651.0	0.0	28.0	-75.5
Diferencias (%)	-	-	-	-0.2	-	0.0	0.0

Tabla 2-9-250. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	430.0	Paso de bobinas en ranuras	14/16/18	Corriente por kW (A/kW)	1.91
Altura corona estator (mm)	62.8	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	3.6
Diámetro interior estator (mm)	245.0	Factor de arrollamiento	0.956	Corriente barra rotor (A)	671.4
Altura corona rotor (mm)	34.5	Espiras por bobina (prom)	18.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	3.5
Diámetro eje rotor (mm)	95.0	Espiras por bobina (real)	18/18/18	Corriente anillo rotor (A)	2992.0
Longitud paquete de chapas (mm)	175.0	Número de alambres 1	2	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	3.4
Número ranuras estator	36.0	Diámetro alambre 1 (mm)	1.4	Flujo por polo (wb)	0.0301
Sección ranura estator (mm2)	357.5	Número de alambres 2	3	Densidad flujo entrehierro (T)	0.7
Número ranuras rotor	28.0	Diámetro alambre 2 (mm)	1.5	Dens. flujo corona estator (T)	1.52
Sección ranura rotor (mm2)	190.2	Conexión bobinado (vías)	2	Dens. flujo corona rotor (T)	1.57
Espesor anillo rotor (mm)	22.0	Peso total cobre (kg)	29.1	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.005
Sección anillo rotor(mm2)	891.0	Relleno ranura(%)	42.2	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	1915853
Longitud entrehierro (mm)	1.1				

Tabla 2-10-250. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0135	0.1638	0.9815	4.5793	0.0497	0.1638	0.0135	0.6218	0.9815	7.2785	0.0163	-0.2026	0.0135	0.6288	0.9815	7.7567	0.0000	0.6288

Tabla 2-11-250. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	7.7	3.7	64.7	23.9
Eff. Máx	9.2	2.9	44.3	43.6

Tabla 2-12-250. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

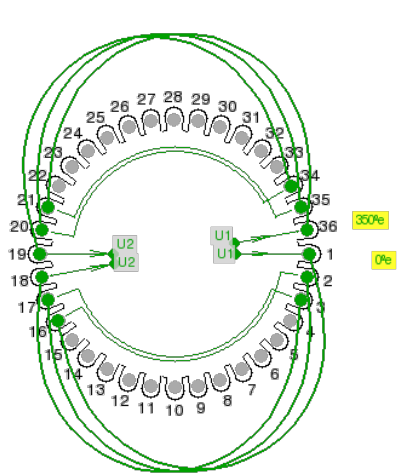


Fig. 2-1-250
Esquema de arrollamiento de 36 ranuras,
2 polos, paso 1-16, 2 vías , ka = 0.956

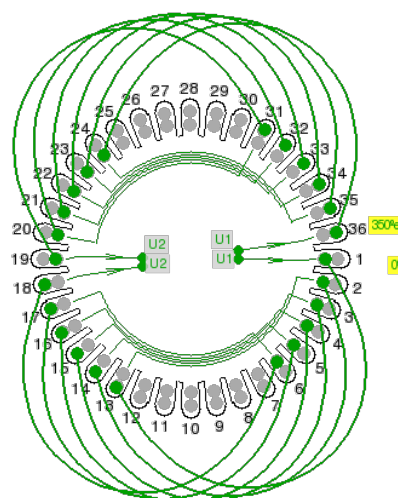
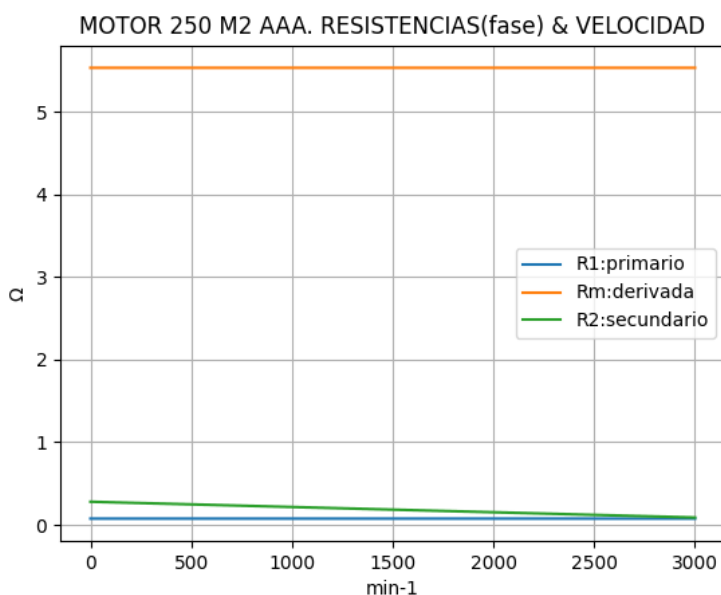


Fig. 2-2-250
Esquema de arrollamiento de 36 ranuras,
2 polos, paso 1-13, 2 vías , ka = 0.828

2-22. Motor asincrónico trifásico 250 M2. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	0.344	0.076	5.531	0.280
150	0.349	0.076	5.531	0.271
300	0.355	0.076	5.531	0.261
450	0.362	0.076	5.531	0.252
600	0.369	0.076	5.531	0.242
750	0.378	0.076	5.531	0.232
900	0.388	0.076	5.531	0.223
1050	0.399	0.076	5.531	0.213
1200	0.412	0.076	5.531	0.204
1350	0.428	0.076	5.531	0.194
1500	0.446	0.076	5.531	0.185
1650	0.468	0.076	5.531	0.175
1800	0.495	0.076	5.531	0.166
1950	0.530	0.076	5.531	0.156
2100	0.575	0.076	5.531	0.147
2250	0.638	0.076	5.531	0.137
2400	0.732	0.076	5.531	0.128
2550	0.887	0.076	5.531	0.118
2700	1.192	0.076	5.531	0.108
2850	2.084	0.076	5.531	0.099
3000	5.870	0.076	5.531	0.089

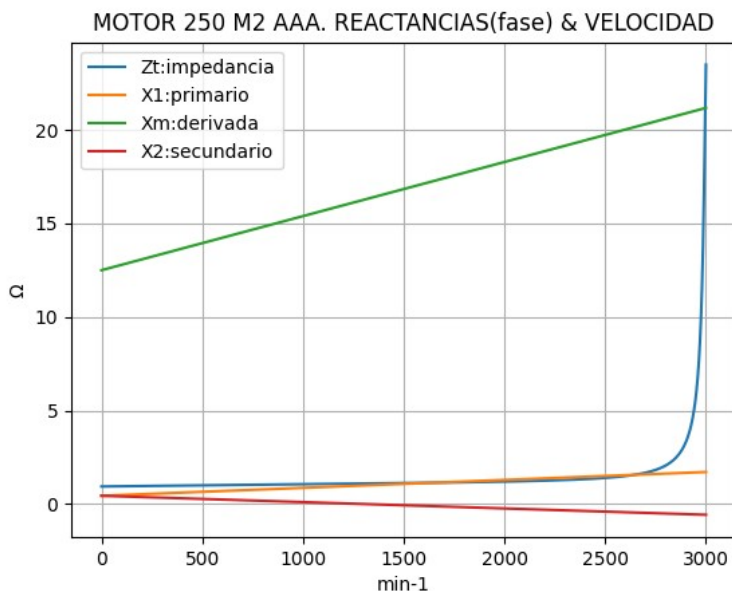


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R2 = R2a - (nx / n) \cdot (R2a - R2n)$ decrece con la velocidad

Fig. 2-3-250. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	0.943	0.878	0.447	12.497	0.447
150	0.961	0.895	0.510	12.931	0.396
300	0.978	0.911	0.574	13.364	0.345
450	0.995	0.927	0.637	13.798	0.294
600	1.012	0.943	0.701	14.231	0.244
750	1.030	0.958	0.764	14.665	0.193
900	1.047	0.972	0.828	15.098	0.142
1050	1.064	0.987	0.891	15.532	0.091
1200	1.082	1.001	0.955	15.966	0.041
1350	1.101	1.015	1.018	16.399	-0.010
1500	1.121	1.028	1.082	16.833	-0.061
1650	1.142	1.042	1.145	17.266	-0.112
1800	1.166	1.056	1.208	17.700	-0.162
1950	1.194	1.070	1.272	18.133	-0.213
2100	1.227	1.084	1.335	18.567	-0.264
2250	1.271	1.099	1.399	19.001	-0.315
2400	1.336	1.117	1.462	19.434	-0.365
2550	1.444	1.140	1.526	19.868	-0.416
2700	1.678	1.181	1.589	20.301	-0.467
2850	2.471	1.327	1.653	20.735	-0.518
3000	23.479	22.733	1.716	21.168	-0.568

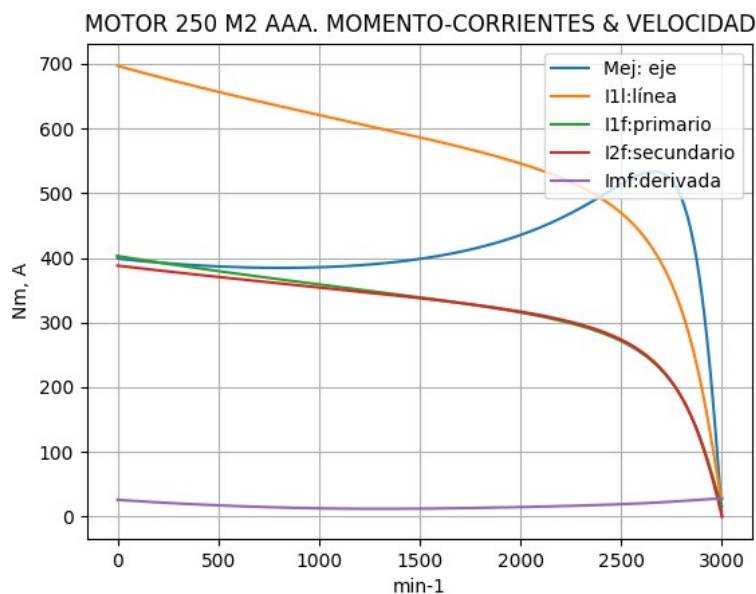


Observaciones:

- La reactancia primaria $X1 = X1a + (nx / n) \cdot (X1n - X1a)$ y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X2 = X2a - (nx / n) \cdot (X2a - X2n)$ decrece hasta cerca de 1200 min^{-1} y luego es negativa

Fig. 2-4-250. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	402.9	388.1	402.9	697.0	15.0
150	394.3	382.6	395.6	684.3	13.3
300	390.5	377.3	388.6	672.2	11.8
450	387.6	372.2	381.8	660.6	10.5
600	385.7	367.2	375.4	649.4	9.3
750	384.7	362.4	369.1	638.6	8.4
900	384.8	357.6	363.0	628.0	7.8
1050	386.1	352.8	357.0	617.6	7.3
1200	388.6	347.9	351.1	607.3	7.0
1350	392.6	343.0	345.1	597.0	7.0
1500	398.4	337.8	339.0	586.5	7.1
1650	406.3	332.3	332.7	575.5	7.4
1800	416.6	326.3	325.9	563.8	7.8
1950	430.1	319.5	318.4	550.8	8.3
2100	447.4	311.4	309.7	535.7	8.9
2250	469.1	301.0	298.9	517.1	9.6
2400	495.4	286.9	284.5	492.2	10.4
2550	522.6	265.3	263.1	455.1	11.4
2700	531.5	227.9	226.4	391.7	12.8
2850	437.1	153.0	153.8	266.1	14.6
3000	0.0	0.2	16.2	28.0	16.1

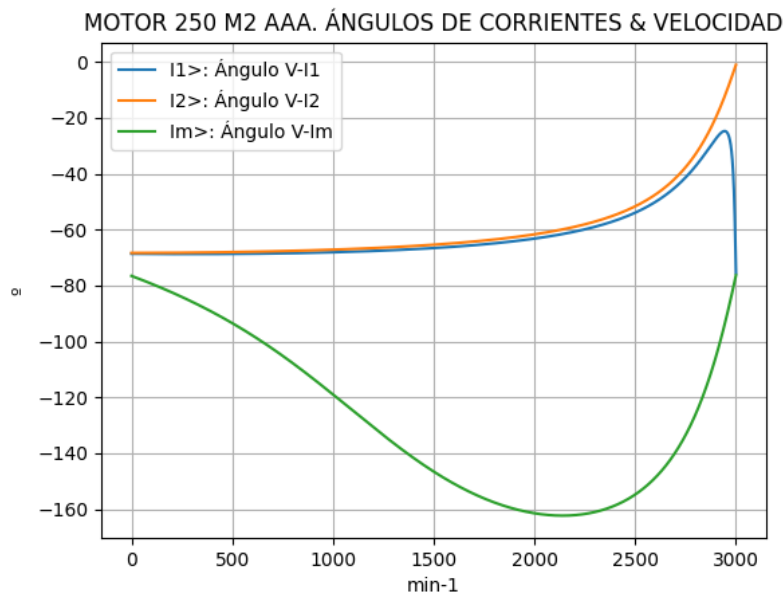


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 750 min⁻¹ y el máximo cerca de 2700 min⁻¹.
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1 primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f cerca de 1800 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 1200 min⁻¹

Fig. 2-5-250. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-68.3	-68.6	-76.5
150	-68.3	-68.7	-80.9
300	-68.2	-68.7	-85.8
450	-68.1	-68.7	-91.4
600	-67.9	-68.6	-97.8
750	-67.7	-68.5	-105.1
900	-67.4	-68.2	-113.2
1050	-67.0	-68.0	-121.9
1200	-66.6	-67.6	-130.7
1350	-66.0	-67.1	-139.1
1500	-65.4	-66.6	-146.6
1650	-64.5	-65.8	-152.8
1800	-63.5	-64.9	-157.6
1950	-62.2	-63.7	-160.8
2100	-60.4	-62.1	-162.2
2250	-58.1	-59.9	-161.7
2400	-54.7	-56.8	-158.7
2550	-49.7	-52.1	-152.0
2700	-41.5	-44.7	-139.6
2850	-27.0	-32.5	-116.8
3000	-1.0	-75.5	-76.3

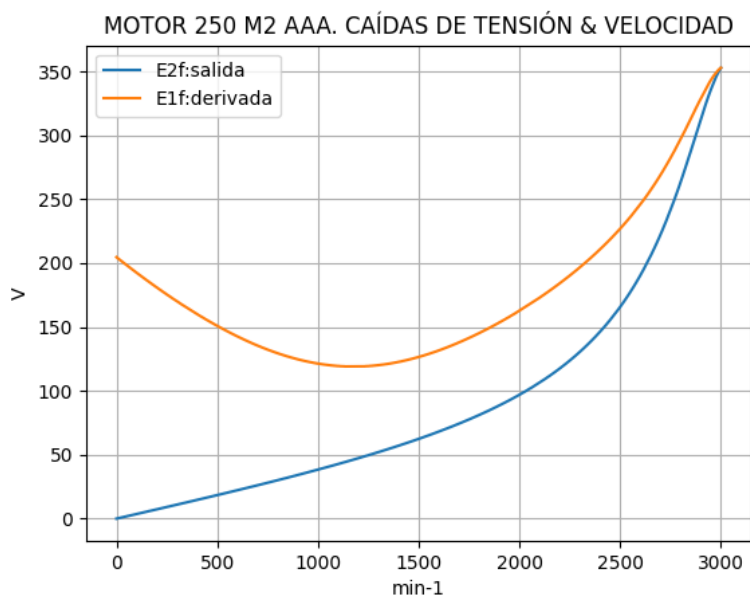


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 2850 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 2100 min⁻¹

Fig. 2-6-250. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	204.6
150	5.4	186.6
300	10.9	170.1
450	16.5	155.4
600	22.2	142.6
750	28.1	132.3
900	34.2	124.7
1050	40.5	120.2
1200	47.3	119.0
1350	54.5	121.2
1500	62.4	126.5
1650	71.2	134.6
1800	81.1	145.2
1950	92.6	158.0
2100	106.5	172.9
2250	123.8	190.3
2400	146.3	210.8
2550	177.3	236.0
2700	222.4	269.0
2850	287.5	312.9
3000	352.8	352.8

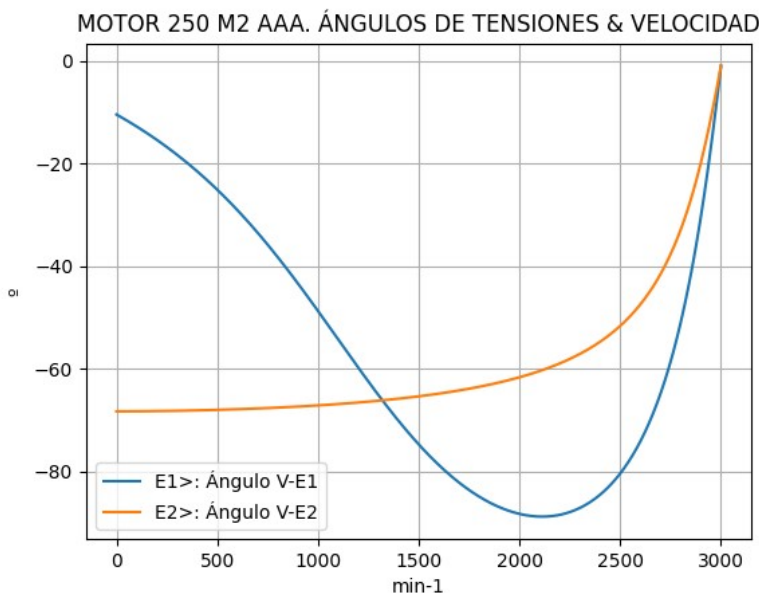


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 600 min-1 y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 2-7-250. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-10.4
150	-68.3	-14.0
300	-68.2	-18.2
450	-68.1	-23.2
600	-67.9	-29.0
750	-67.7	-35.8
900	-67.4	-43.3
1050	-67.0	-51.5
1200	-66.6	-59.8
1350	-66.0	-67.7
1500	-65.4	-74.7
1650	-64.5	-80.6
1800	-63.5	-84.9
1950	-62.2	-87.7
2100	-60.4	-88.8
2250	-58.1	-87.9
2400	-54.7	-84.6
2550	-49.7	-77.6
2700	-41.5	-64.8
2850	-27.0	-41.7
3000	-0.9	-0.9

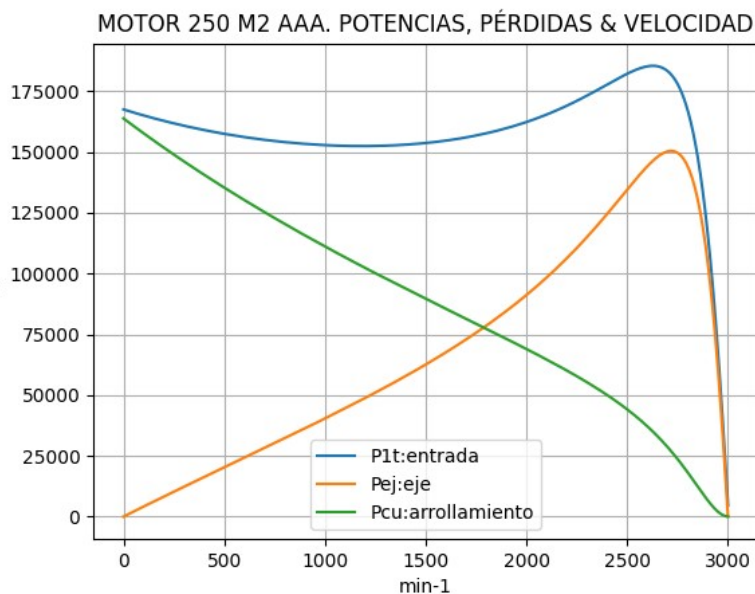


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo, haciéndose máximo negativo cerca de 2100 min-1
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el mismo de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 2-8-250. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	167559	0	163840
150	163933	6193	154757
300	160851	12267	146165
450	158276	18265	138013
600	156181	24232	130254
750	154552	30215	122845
900	153385	36267	115743
1050	152688	42450	108912
1200	152485	48835	102311
1350	152814	55509	95899
1500	153736	62583	89632
1650	155332	70198	83456
1800	157716	78534	77303
1950	161032	87830	71078
2100	165445	98385	64642
2250	171080	110541	57766
2400	177772	124507	50057
2550	184089	139549	40788
2700	183359	150280	28654
2850	147914	130464	12377
3000	4651	0	60

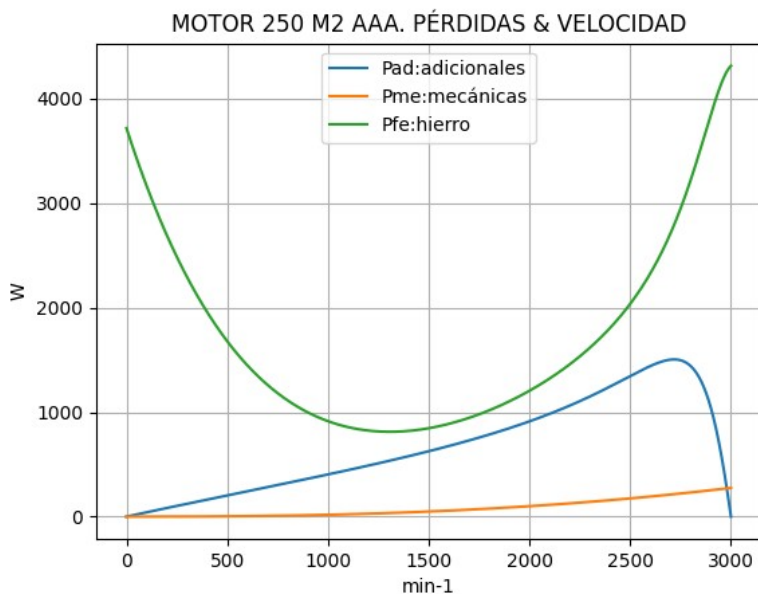


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ presenta una breve meseta inicial y luego cae regularmente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 2700 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 2-9-250. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	3719
150	62	0	2921
300	123	1	2295
450	183	2	1812
600	242	5	1448
750	302	9	1182
900	363	14	998
1050	424	20	882
1200	488	28	824
1350	555	37	814
1500	626	49	846
1650	702	62	915
1800	785	77	1017
1950	878	94	1152
2100	984	113	1322
2250	1105	134	1534
2400	1245	157	1806
2550	1395	183	2174
2700	1503	211	2712
2850	1305	242	3527
3000	0	275	4316

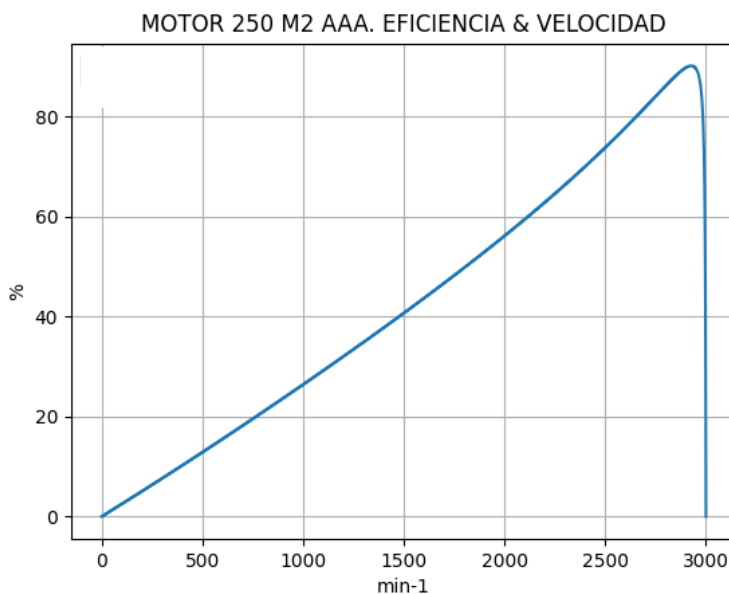


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 2700 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas $Pme = Pmec0 \cdot (1 - s)^{2.5}$ crecen regularmente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan minimizan cerca de 1350 min^{-1}

Fig. 2-10-250. Curvas de otras pérdidas

nx(min-1)	Eff(%)
0	0.0
150	3.8
300	7.6
450	11.5
600	15.5
750	19.6
900	23.6
1050	27.8
1200	32.0
1350	36.3
1500	40.7
1650	45.2
1800	49.8
1950	54.5
2100	59.5
2250	64.6
2400	70.0
2550	75.8
2700	82.0
2850	88.2
3000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 2850 min^{-1} y luego decrece

Fig. 2-8-250. Curva de eficiencias

2-23. Motor asincrónico trifásico 280 M22. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	280 M22	90.0	380	T	50	2	2980	92.0	0.89	167.0	6.74	2.8	3.5	B	44	Normal

Tabla 2-1-280. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω) (°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp	
Rest frío	0.0385	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tamb frío	-	23.7	-	-	-	-	-	-	-	
Rest cal	0.0527	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tamb cal	-	24.0	-	-	-	-	-	-	-	
Sobretemp	-	95.1	-	-	-	-	-	-	-	
Vacio	-	-	380	3000.0	-	-	5280	33.8	0.24	
Arranque	-	-	380	0.0	807.5	-	-	1125.6	-	
Carga 75%	-	-	392	2980.0	220.8	92.4	74560	68869	125.0	0.88
Carga 50%	-	-	396	2990.0	146.8	90.3	50880	45942	88.6	0.84
Temperat. carcasa	-	58.0	-	-	-	-	-	-	-	

Tabla 2-2-280. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.238	0.533	0.039	0.267	inf	inf	0.200	0.267	0.0	0.0	-
Nominal1	2980	3.349	2.069	0.039	1.034	inf	inf	0.022	1.034	0.0	0.0	-
Vacio	3000	4.668	18.881	0.039	1.039	4.404	17.963	0.000	1.039	19.5	33.7	-76.9
Nominal2	2980	3.504	1.795	0.039	1.034	4.404	16.700	0.026	0.066	19.8	34.3	-90.0

Tabla 2-3-280. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 6.2, Cad = 1.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	807.5	0.0	302829	0	0	0	0	302829	0.0	-	216.7	-12.8	650.6	-65.9	650.6	1125.6	-65.9
Nominal1	2980	288.5	96.0	93628	90000	900	1030	0	1699	317.4	-31.7	334.8	-14.4	96.5	-31.7	96.5	167.0	-31.7
Vacio	3000	0.0	0.0	5379	0	0	325	5010	44	360.1	-0.7	360.1	-0.7	0.3	-0.7	19.5	33.8	-76.1
Nominal2	2980	288.5	91.7	98107	90000	900	319	5194	1694	340.7	-15.7	342.4	-14.7	89.2	-15.7	96.5	167.0	-27.1

Tabla 2-4-280. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 6.2, Cad = 1.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
0	0.231	0.527	0.039	0.267	4.404	10.811	0.200	0.267	18.3	31.7	-80.6
1	0.233	0.557	0.039	0.305	4.404	11.169	0.191	0.256	16.7	28.8	-83.5
2	0.234	0.586	0.039	0.344	4.404	11.526	0.182	0.246	15.2	26.3	-86.2
3	0.236	0.615	0.039	0.383	4.404	11.884	0.173	0.236	13.9	24.0	-89.0
4	0.238	0.644	0.039	0.421	4.404	12.241	0.165	0.226	12.7	22.0	-91.7
5	0.240	0.673	0.039	0.460	4.404	12.599	0.156	0.216	11.7	20.2	-94.5
6	0.243	0.702	0.039	0.498	4.404	12.957	0.147	0.206	10.8	18.7	-97.2
7	0.246	0.731	0.039	0.537	4.404	13.314	0.138	0.196	10.0	17.3	-100.0
8	0.249	0.760	0.039	0.576	4.404	13.672	0.130	0.186	9.3	16.0	-102.7
9	0.253	0.789	0.039	0.614	4.404	14.029	0.121	0.176	8.6	14.9	-105.6
10	0.258	0.818	0.039	0.653	4.404	14.387	0.112	0.165	8.1	14.0	-108.5
11	0.263	0.847	0.039	0.692	4.404	14.745	0.103	0.155	7.6	13.2	-111.4
12	0.270	0.876	0.039	0.730	4.404	15.102	0.095	0.145	7.2	12.5	-114.4
13	0.279	0.905	0.039	0.769	4.404	15.460	0.086	0.135	6.9+	11.9	-117.4
14	0.291	0.934	0.039	0.808	4.404	15.818	0.077	0.125	6.7	11.6	-120.5
15	0.307	0.964	0.039	0.846	4.404	16.175	0.068	0.115	6.6	11.4	-123.5
16	0.332	0.993	0.039	0.885	4.404	16.533	0.060	0.105	6.6	11.5	-126.4
17	0.372	1.023	0.039	0.923	4.404	16.890	0.051	0.095	7.0	12.0	-128.8
18	0.452	1.055	0.039	0.962	4.404	17.248	0.042	0.085	7.9	13.6	-129.9
19	0.691	1.097	0.039	1.001	4.404	17.606	0.033	0.074	10.7	18.4	-125.4
20	4.668	18.881	0.039	1.039	4.404	17.963	0.024	0.064	19.5	33.7	-76.9

Tabla 2-5-280. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	786.7	0.0	302134	0	0	0	4437	297996	0.0	-	213.9	-12.8	642.2	-65.9	659.9	1141.7	-66.3
1	150	716.2	4.1	276978	11251	113	0	3668	261946	6.2	-66.9	200.0	-15.0	613.8	-66.9	629.8	1089.6	-67.3
2	300	661.3	8.1	254993	20776	208	1	3049	230959	11.9	-67.7	187.4	-17.2	587.8	-67.7	602.2	1041.8	-68.2
3	450	613.1	12.3	235711	28891	289	3	2548	203980	17.3	-68.5	176.0	-19.3	563.7	-68.5	576.7	997.8	-69.0
4	600	570.6	16.4	218748	35851	359	6	2141	180392	22.3	-69.2	165.6	-21.5	541.5	-69.2	553.2	957.1	-69.7
5	750	533.1	20.5	203790	41869	419	10	1809	159683	27.1	-69.8	156.2	-23.7	520.8	-69.8	531.5	919.4	-70.4
6	900	500.0	24.7	190582	47124	471	16	1537	141434	31.6	-70.4	147.6	-26.0	501.6	-70.4	511.3	884.5	-70.9
7	1050	470.8	28.9	178915	51767	518	24	1315	125291	36.0	-70.9	139.9	-28.3	483.7	-70.9	492.4	851.9	-71.4
8	1200	445.1	33.2	168624	55935	559	33	1133	110963	40.4	-71.3	133.0	-30.6	466.9	-71.3	474.8	821.5	-71.9
9	1350	422.7	37.4	159582	59753	598	44	984	98203	44.6	-71.6	126.9	-33.0	451.2	-71.6	458.4	793.0	-72.2
10	1500	403.3	41.8	151699	63344	633	57	863	86801	48.9	-71.9	121.6	-35.5	436.3	-71.9	442.9	766.1	-72.5
11	1650	386.8	46.1	144926	66840	668	73	765	76580	53.3	-72.1	117.1	-38.0	422.3	-72.1	428.2	740.8	-72.7
12	1800	373.4	50.5	139259	70391	704	91	688	67386	58.0	-72.2	113.5	-40.6	409.0	-72.2	414.3	716.8	-72.9
13	1950	363.3	55.1	134762	74196	742	111	629	59085	63.1	-72.2	110.9	-43.3	396.2	-72.2	401.1	693.9	-72.9
14	2100	357.1	59.7	131603	78540	785	133	589	51555	69.0	-72.0	109.6	-46.0	383.8	-72.0	388.3	671.7	-72.7
15	2250	356.0	64.5	130131	83883	839	158	570	44681	76.1	-71.5	110.1	-48.7	371.6	-71.5	375.7	650.0	-72.3
16	2400	362.3	69.5	131068	91059	911	186	580	38333	85.5	-70.7	113.3	-51.3	359.2	-70.7	363.0	628.0	-71.5
17	2550	381.2	74.8	135993	101791	1018	216	639	32329	99.4	-69.0	121.4	-53.4	345.6	-69.0	349.1	604.0	-70.0
18	2700	425.3	80.8	148763	120241	1202	249	821	26250	123.8	-65.6	140.3	-54.2	327.6	-65.6	331.1	572.9	-66.8
19	2850	524.6	87.8	178239	156574	1566	286	1500	18313	182.6	-55.8	193.4	-49.4	289.3	-55.8	293.1	507.1	-57.8
20	3000	0.0	0.0	5379	0	0	325	5010	44	360.1	-0.7	360.1	-0.7	0.3	-0.7	19.5	33.8	-76.1

Tabla 2-6-280. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	2205	355.7	63.0	130363	82136	821	150	573	46681	73.8	-71.7	109.7	-47.9	375.3	-71.7	379.5	656.5	-72.5
Máximo	2913	566.1	91.2	189462	172699	1727	302	2424	12310	240.0	-44.8	247.8	-40.8	242.7	-44.8	247.2	427.6	-47.8

Tabla 2-7-280. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	2964.0	437.2	93.2	145661.0	135697.0	1357.0	315.0	4002.0	4291.0	316.4	-25.4	320.4	-23.7	144.7	-25.4	150.3	260.1	-31.8
125 %	2973.2	361.3	93.0	121006.7	112500.0	1125.0	317.2	4348.4	2716.1	331.4	-20.1	334.4	-18.8	114.7	-20.1	120.7	208.7	-28.4
100 %	2980.1	288.4	92.3	97476.4	90000.3	899.8	319.0	4588.0	1668.5	341.4	-15.6	343.8	-14.6	89.0	-15.6	95.5	165.3	-26.5
75 %	2985.8	215.9	91.0	74195.7	67500.0	674.9	321.0	4763.4	936.8	348.8	-11.6	350.5	-10.9	65.5	-11.6	72.6	125.6	-26.3
50 %	2990.9	143.7	88.1	51104.2	44999.7	450.0	322.0	4887.2	445.3	354.2	-7.8	355.3	-7.4	43.1	-7.8	51.3	88.7	-29.1
25 %	2995.6	71.7	79.8	28172.5	22499.7	225.1	323.6	4967.8	155.9	357.9	-4.2	358.4	-4.0	21.5	-4.2	32.2	55.8	-40.1
Eff máx	2965.0	430.1	93.2	143358.0	133552.0	1336.0	315.0	4040.0	4116.0	318.1	-24.8	322.0	-23.2	141.7	-24.8	147.3	254.9	-31.4

Tabla 2-8-280. Valores a estados de carga y rendimiento máximo 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque							
Valores ingresados	0.0	807.5	0.0	-	0.0	1125.6	-
Valores calculados	0.0	786.7	0.0	302134.0	0.0	1141.7	-66.3
Diferencias (%)	-	2.6	-	-	-	-1.4	-
Mto Máximo							
Valores ingresados	-	1009.4	-	-	-	-	-
Valores calculados	2913.0	566.1	91.2	189462.0	172699.0	427.6	-47.8
Diferencias (%)	-	43.9	-	-	-	-	-
Nominal							
Valores ingresados	2980.0	288.4	92.0	97709.0	90000.0	167.0	-27.1
Valores calculados	2980.1	288.4	92.3	97476.4	90000.3	165.3	-26.5
Diferencias (%)	-0.0	0.0	-0.3	0.2	-0.0	1.0	2.3
75% carga							
Valores ingresados	2980.0	220.8	92.4	74560.0	68869.0	125.0	-28.4
Valores calculados	2985.8	215.9	91.0	74195.7	67500.0	125.6	-26.3
Diferencias (%)	-0.2	2.2	1.5	0.5	2.0	-0.5	7.3

Tabla 2-9-280. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	$n_x(\min-1)$	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
50% carga							
Valores ingresados	2990.0	146.8	90.3	50880.0	45942.0	88.6	-32.9
Valores calculados	2990.9	143.7	88.1	51104.2	44999.7	88.7	-29.1
Diferencias (%)	-0.0	2.1	2.4	-0.4	2.1	-0.1	11.5
Vacío							
Valores ingresados	3000.0	0.0	0.0	5280.0	0.0	33.8	-76.1
Valores calculados	3000.0	0.0	0.0	5379.0	0.0	33.8	-76.1
Diferencias (%)	-	-	-	-1.9	-	0.0	0.0

Tabla 2-9-280. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	430.5	Paso de bobinas en ranuras	14/16/18	Corriente por kW (A/kW)	1.86
Altura corona estator (mm)	63.1	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	3.7
Diámetro interior estator (mm)	245.0	Factor de arrollamiento	0.956	Corriente barra rotor (A)	711.9
Altura corona rotor (mm)	34.5	Espiras por bobina (prom)	12.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	3.7
Diámetro eje rotor (mm)	95.0	Espiras por bobina (real)	12/12/12	Corriente anillo rotor (A)	3172.5
Longitud paquete de chapas (mm)	290.0	Número de alambres 1	4	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	3.6
Número ranuras estator	36.0	Diámetro alambre 1 (mm)	1.5	Flujo por polo (wb)	0.045
Sección ranura estator (mm2)	357.5	Número de alambres 2	3	Densidad flujo entrehierro (T)	0.63
Número ranuras rotor	28.0	Diámetro alambre 2 (mm)	1.6	Dens. flujo corona estator (T)	1.37
Sección ranura rotor (mm2)	190.2	Conexión bobinado (vías)	2	Dens. flujo corona rotor (T)	1.42
Espesor anillo rotor (mm)	22.0	Peso total cobre (kg)	39.0	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.004
Sección anillo rotor(mm2)	891.0	Relleno ranura(%)	44.0	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	1542131
Longitud entrehierro (mm)	1.1				

Tabla 2-10-280. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0111	0.1487	1.2568	6.0228	0.0571	0.1487	0.0111	0.5760	1.2568	9.3036	0.0074	0.0368	0.0111	0.5788	1.2568	10.0072	0.0000	0.5788

Tabla 2-11-280. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	11.1	3.9	64.1	20.9
Eff. Máx	13.6	3.2	41.2	42.0

Tabla 2-12-280. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

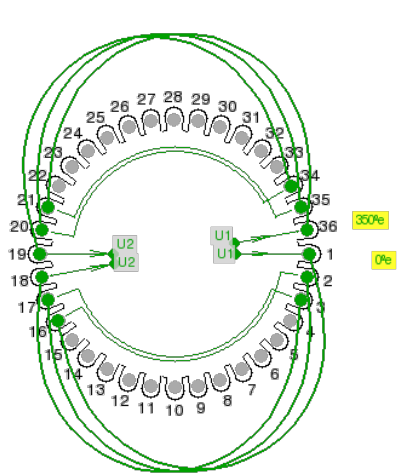


Fig. 2-1-280
Esquema de arrollamiento de 36 ranuras,
2 polos, paso 1-16, 2 vías , ka = 0.956

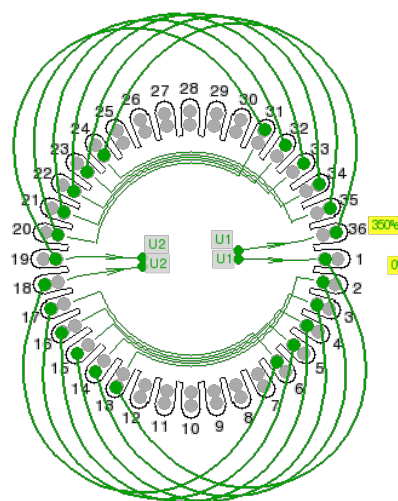
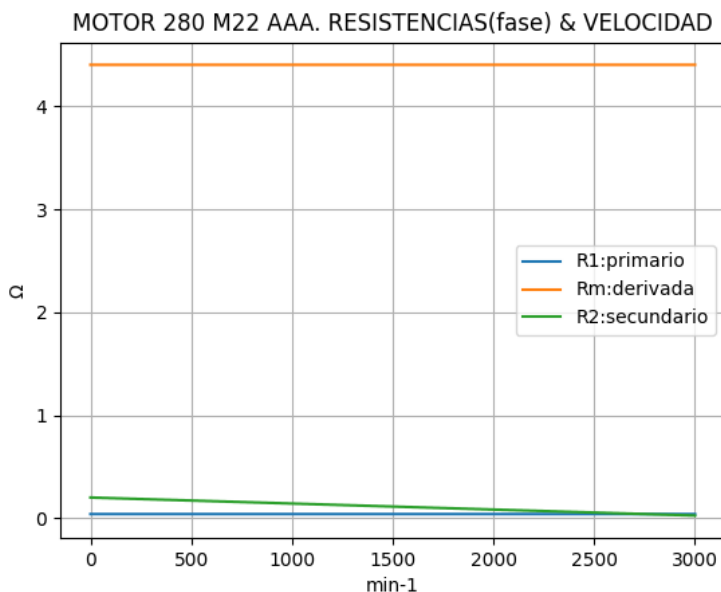


Fig. 2-2-280
Esquema de arrollamiento de 36 ranuras,
2 polos, paso 1-13, 2 vías , ka = 0.828

2-24. Motor asincrónico trifásico 280 M22. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	0.231	0.039	4.404	0.200
150	0.233	0.039	4.404	0.191
300	0.234	0.039	4.404	0.182
450	0.236	0.039	4.404	0.173
600	0.238	0.039	4.404	0.165
750	0.240	0.039	4.404	0.156
900	0.243	0.039	4.404	0.147
1050	0.246	0.039	4.404	0.138
1200	0.249	0.039	4.404	0.130
1350	0.253	0.039	4.404	0.121
1500	0.258	0.039	4.404	0.112
1650	0.263	0.039	4.404	0.103
1800	0.270	0.039	4.404	0.095
1950	0.279	0.039	4.404	0.086
2100	0.291	0.039	4.404	0.077
2250	0.307	0.039	4.404	0.068
2400	0.332	0.039	4.404	0.060
2550	0.372	0.039	4.404	0.051
2700	0.452	0.039	4.404	0.042
2850	0.691	0.039	4.404	0.033
3000	4.668	0.039	4.404	0.024

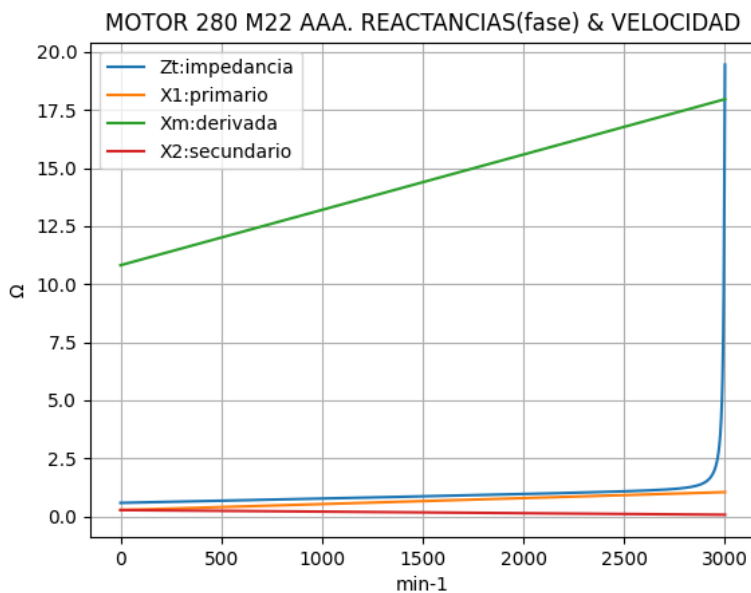


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) decrece con la velocidad

Fig. 2-3-280. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	0.576	0.527	0.267	10.811	0.267
150	0.603	0.557	0.305	11.169	0.256
300	0.631	0.586	0.344	11.526	0.246
450	0.659	0.615	0.383	11.884	0.236
600	0.687	0.644	0.421	12.241	0.226
750	0.715	0.673	0.460	12.599	0.216
900	0.743	0.702	0.498	12.957	0.206
1050	0.772	0.731	0.537	13.314	0.196
1200	0.800	0.760	0.576	13.672	0.186
1350	0.829	0.789	0.614	14.029	0.176
1500	0.858	0.818	0.653	14.387	0.165
1650	0.887	0.847	0.692	14.745	0.155
1800	0.917	0.876	0.730	15.102	0.145
1950	0.947	0.905	0.769	15.460	0.135
2100	0.979	0.934	0.808	15.818	0.125
2250	1.011	0.964	0.846	16.175	0.115
2400	1.047	0.993	0.885	16.533	0.105
2550	1.088	1.023	0.923	16.890	0.095
2700	1.148	1.055	0.962	17.248	0.085
2850	1.296	1.097	1.001	17.606	0.074
3000	19.450	18.881	1.039	17.963	0.064

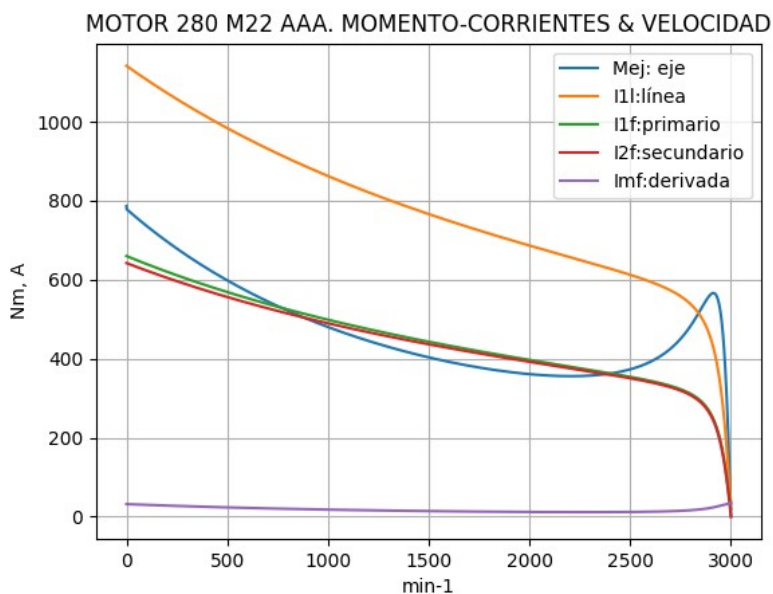


Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) también es positiva y decreciente

Fig. 2-4-280. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	786.7	642.2	659.9	1141.7	18.3
150	716.2	613.8	629.8	1089.6	16.7
300	661.3	587.8	602.2	1041.8	15.2
450	613.1	563.7	576.7	997.8	13.9
600	570.6	541.5	553.2	957.1	12.7
750	533.1	520.8	531.5	919.4	11.7
900	500.0	501.6	511.3	884.5	10.8
1050	470.8	483.7	492.4	851.9	10.0
1200	445.1	466.9	474.8	821.5	9.3
1350	422.7	451.2	458.4	793.0	8.6
1500	403.3	436.3	442.9	766.1	8.1
1650	386.8	422.3	428.2	740.8	7.6
1800	373.4	409.0	414.3	716.8	7.2
1950	363.3	396.2	401.1	693.9	6.9
2100	357.1	383.8	388.3	671.7	6.7
2250	356.0	371.6	375.7	650.0	6.6
2400	362.3	359.2	363.0	628.0	6.6
2550	381.2	345.6	349.1	604.0	7.0
2700	425.3	327.6	331.1	572.9	7.9
2850	524.6	289.3	293.1	507.1	10.7
3000	0.0	0.3	19.5	33.8	19.5

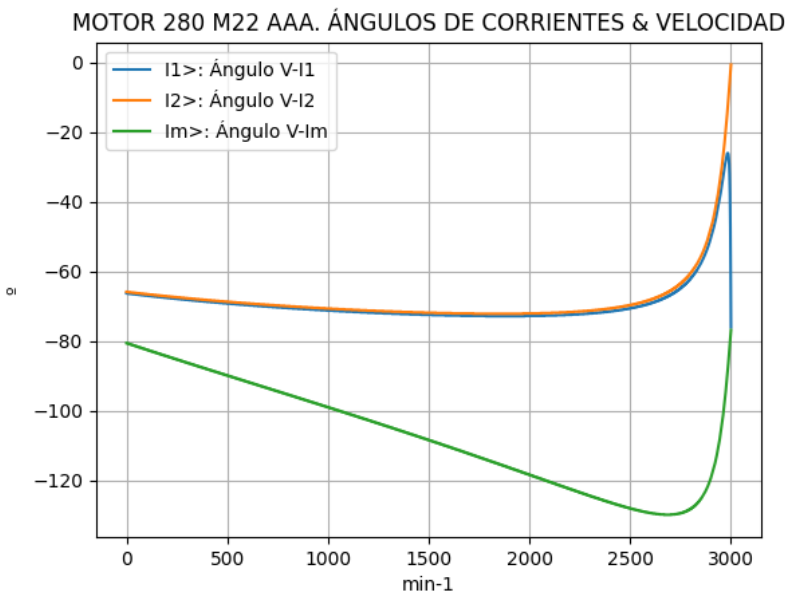


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 2250 min⁻¹ y el máximo cerca de 2850 min⁻¹. El momento de arranque supera al momento máximo
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1 primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf es ligeramente inferior a I1
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 2250 min⁻¹

Fig. 2-5-280. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-65.9	-66.3	-80.6
150	-66.9	-67.3	-83.5
300	-67.7	-68.2	-86.2
450	-68.5	-69.0	-89.0
600	-69.2	-69.7	-91.7
750	-69.8	-70.4	-94.5
900	-70.4	-70.9	-97.2
1050	-70.9	-71.4	-100.0
1200	-71.3	-71.9	-102.7
1350	-71.6	-72.2	-105.6
1500	-71.9	-72.5	-108.5
1650	-72.1	-72.7	-111.4
1800	-72.2	-72.9	-114.4
1950	-72.2	-72.9	-117.4
2100	-72.0	-72.7	-120.5
2250	-71.5	-72.3	-123.5
2400	-70.7	-71.5	-126.4
2550	-69.0	-70.0	-128.8
2700	-65.6	-66.8	-129.9
2850	-55.8	-57.8	-125.4
3000	-0.7	-76.1	-76.9

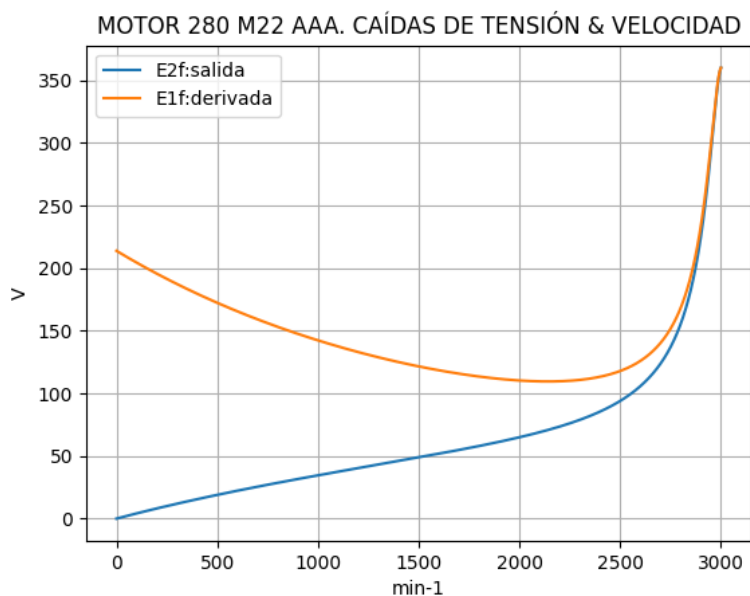


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 2850 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece inicialmente, para luego crecer y minimizarse
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 2700 min⁻¹

Fig. 2-6-280. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	213.9
150	6.2	200.0
300	11.9	187.4
450	17.3	176.0
600	22.3	165.6
750	27.1	156.2
900	31.6	147.6
1050	36.0	139.9
1200	40.4	133.0
1350	44.6	126.9
1500	48.9	121.6
1650	53.3	117.1
1800	58.0	113.5
1950	63.1	110.9
2100	69.0	109.6
2250	76.1	110.1
2400	85.5	113.3
2550	99.4	121.4
2700	123.8	140.3
2850	182.6	193.4
3000	360.1	360.1

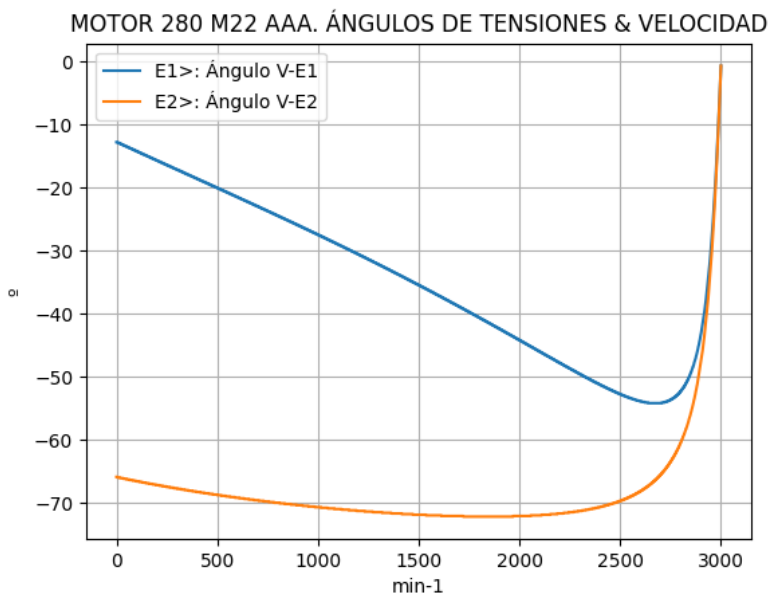


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 2100 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 2-7-280. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-12.8
150	-66.9	-15.0
300	-67.7	-17.2
450	-68.5	-19.3
600	-69.2	-21.5
750	-69.8	-23.7
900	-70.4	-26.0
1050	-70.9	-28.3
1200	-71.3	-30.6
1350	-71.6	-33.0
1500	-71.9	-35.5
1650	-72.1	-38.0
1800	-72.2	-40.6
1950	-72.2	-43.3
2100	-72.0	-46.0
2250	-71.5	-48.7
2400	-70.7	-51.3
2550	-69.0	-53.4
2700	-65.6	-54.2
2850	-55.8	-49.4
3000	-0.7	-0.7

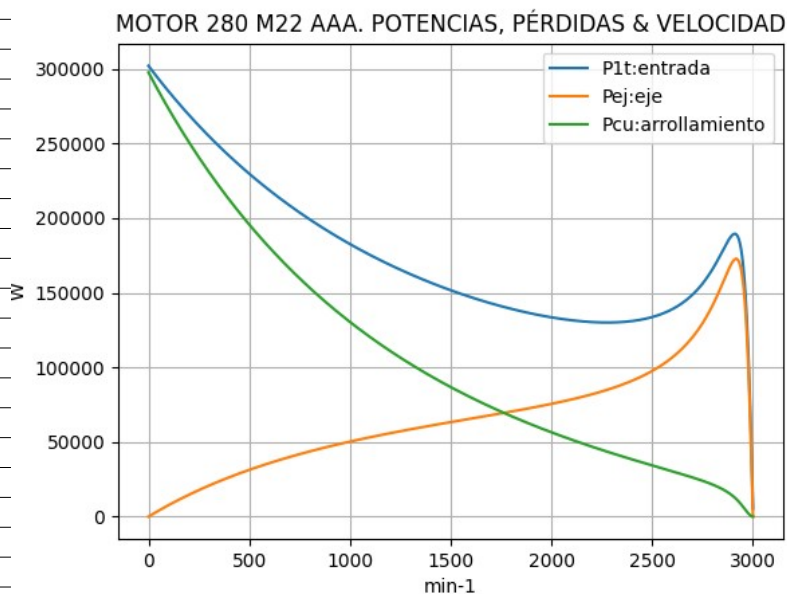


Observaciones:

- El ángulo $V-E1$ es positivo, se maximiza cerca de 2700 min^{-1} y luego decrece
- El ángulo $V-E2$ es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el mismo de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 2-8-280. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Peje(W)	Pcu(W)
0	302134	0	297696
150	276978	11251	261946
300	254993	20776	230959
450	235711	28891	203980
600	218748	35851	180392
750	203790	41869	159683
900	190582	47124	141434
1050	178915	51767	125291
1200	168624	55935	110963
1350	159582	59753	98203
1500	151699	63344	86801
1650	144926	66840	76580
1800	139259	70391	67386
1950	134762	74196	59085
2100	131603	78540	51555
2250	130131	83883	44681
2400	131068	91059	38333
2550	135993	101791	32329
2700	148763	120241	26250
2850	178239	156574	18313
3000	5379	0	44

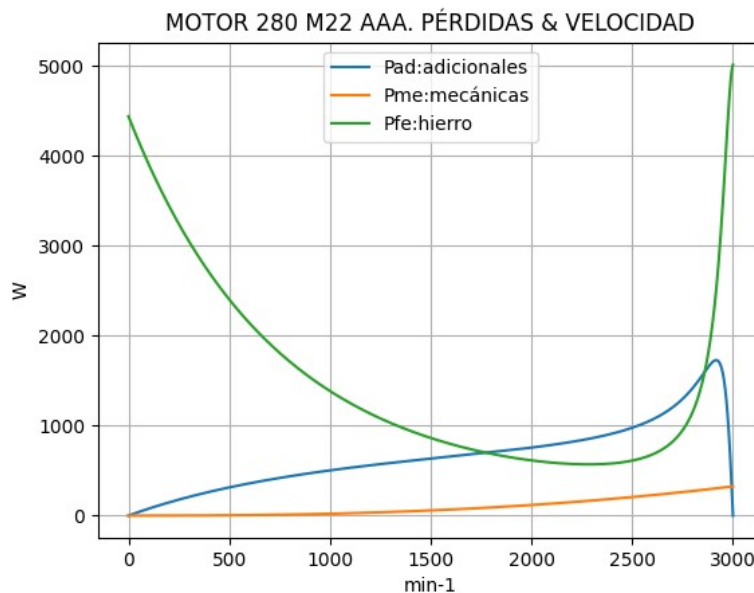


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ decrece; presenta un mínimo cerca 2250 min^{-1} y un pico cerca de 2850 min^{-1}
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 2850 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 2-9-280. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	4437
150	113	0	3668
300	208	1	3049
450	289	3	2548
600	359	6	2141
750	419	10	1809
900	471	16	1537
1050	518	24	1315
1200	559	33	1133
1350	598	44	984
1500	633	57	863
1650	668	73	765
1800	704	91	688
1950	742	111	629
2100	785	133	589
2250	839	158	570
2400	911	186	580
2550	1018	216	639
2700	1202	249	821
2850	1566	286	1500
3000	0	325	5010

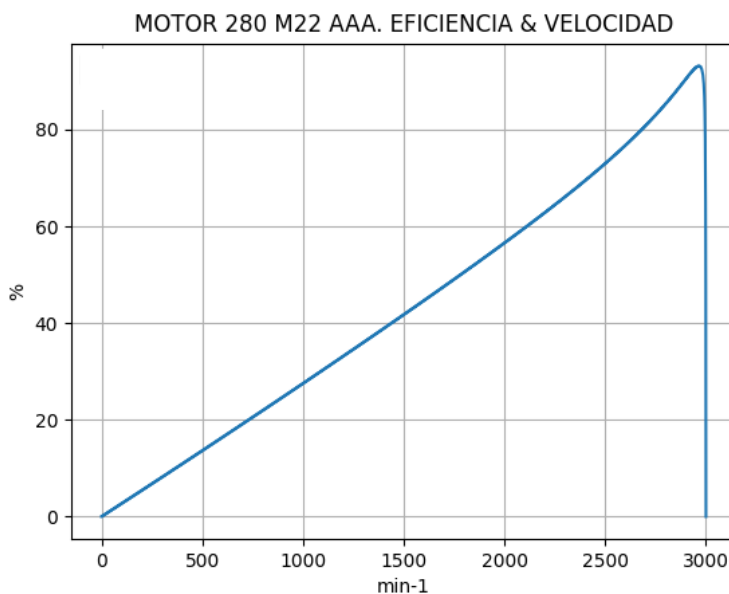


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 2700 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas $Pme = Pmec0 \cdot (1 - s)^{2.5}$ crecen regularmente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ descienden hasta cerca de 2250 min^{-1}

Fig. 2-10-280. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min}^{-1})$	Eff (%)
0	0.0
150	4.1
300	8.1
450	12.3
600	16.4
750	20.5
900	24.7
1050	28.9
1200	33.2
1350	37.4
1500	41.8
1650	46.1
1800	50.5
1950	55.1
2100	59.7
2250	64.5
2400	69.5
2550	74.8
2700	80.8
2850	87.8
3000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 2850 min^{-1} y luego decrece

Fig. 2-11-280. Curva de eficiencias

2-25. Motor asincrónico trifásico 315 C2. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	315 C2	110.0	380	T	50	2	2970	89.7	0.92	205.0	6.53	1.43	2.0	B	44	Normal

Tabla 2-1-315C. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω) (°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp	
Rest frío	0.0205	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tamb frío	-	25.0	-	-	-	-	-	-	-	
Rest cal	0.0261	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tamb cal	-	26.5	-	-	-	-	-	-	-	
Sobretemp	-	69.5	-	-	-	-	-	-	-	
Vacío	-	-	380	3000.0	-	8240	-	52.3	0.24	
Arranque	-	-	380	0.0	505.8	-	-	1338.7	-	
Carga 75%	-	-	380	2980.0	265.0	89.5	92400	82655	157.0	0.90
Carga 50%	-	-	388	2990.0	176.1	86.2	63960	55111	114.0	0.84
Temperat. carcasa	-	65.0	-	-	-	-	-	-	-	

Tabla 2-2-315C. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.109	0.479	0.021	0.239	inf	inf	0.088	0.239	0.0	0.0	-
Nominal1	2970	2.723	1.694	0.021	0.847	inf	inf	0.027	0.847	0.0	0.0	-
Vacío	3000	3.017	12.202	0.021	0.853	2.882	11.413	0.000	0.853	30.1	52.2	-76.7
Nominal2	2970	2.950	1.257	0.021	0.847	2.882	10.793	0.031	-0.402	31.4	54.3	-90.2

Tabla 2-3-315C. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 5.0, Cad = 1.5

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	505.8	0.0	195712	0	0	0	0	195712	0.0	-	197.5	-7.5	773.8	-77.2	773.8	1338.7	-77.2
Nominal1	2970	353.9	96.0	114698	110000	1100	1596	0	2002	317.0	-31.9	335.6	-14.5	118.5	-31.9	118.5	205.0	-31.9
Vacío	3000	0.0	0.0	8324	0	0	409	7858	56	354.8	-0.9	354.9	-0.9	0.3	-0.9	30.2	52.3	-76.1
Nominal2	2970	353.9	89.8	122559	110000	1650	399	8515	1995	339.1	-7.9	350.5	-15.1	110.1	-7.9	118.5	205.0	-23.1

Tabla 2-4-315C. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 5.0, Cad = 1.5

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.106	0.470	0.021	0.239	2.882	6.352	0.088	0.239	27.8	48.1	-73.3
150	0.108	0.471	0.021	0.270	2.882	6.605	0.086	0.207	23.9	41.3	-77.0	
300	0.110	0.471	0.021	0.301	2.882	6.858	0.083	0.175	20.3	35.1	-81.7	
450	0.112	0.471	0.021	0.331	2.882	7.111	0.080	0.142	17.1	29.5	-87.8	
600	0.114	0.471	0.021	0.362	2.882	7.364	0.077	0.110	14.2	24.6	-95.8	
750	0.117	0.470	0.021	0.393	2.882	7.617	0.074	0.077	11.9	20.6	-106.7	
900	0.121	0.469	0.021	0.424	2.882	7.870	0.071	0.045	10.3	17.8	-121.0	
1050	0.125	0.468	0.021	0.454	2.882	8.123	0.068	0.013	9.6	16.5	-138.0	
1200	0.129	0.467	0.021	0.485	2.882	8.376	0.065	-0.020	9.8	16.9	-155.1	
1350	0.135	0.465	0.021	0.516	2.882	8.629	0.062	-0.052	10.8	18.7	-169.2	
1500	0.141	0.463	0.021	0.546	2.882	8.882	0.059	-0.084	12.3	21.3	-179.6	
1650	0.149	0.461	0.021	0.577	2.882	9.135	0.057	-0.117	14.2	24.5	-186.5	
1800	0.159	0.459	0.021	0.608	2.882	9.388	0.054	-0.149	16.1	27.9	-190.9	
1950	0.171	0.457	0.021	0.638	2.882	9.641	0.051	-0.182	18.2	31.5	-193.1	
2100	0.187	0.455	0.021	0.669	2.882	9.894	0.048	-0.214	20.3	35.1	-193.5	
2250	0.210	0.453	0.021	0.700	2.882	10.147	0.045	-0.246	22.4	38.8	-191.8	
2400	0.243	0.452	0.021	0.730	2.882	10.400	0.042	-0.279	24.5	42.3	-187.7	
2550	0.297	0.452	0.021	0.761	2.882	10.653	0.039	-0.311	26.4	45.7	-179.7	
2700	0.405	0.456	0.021	0.792	2.882	10.906	0.036	-0.344	28.2	48.8	-164.8	
2850	0.722	0.486	0.021	0.823	2.882	11.159	0.033	-0.376	29.5	51.0	-135.1	
3000	3.017	12.202	0.021	0.853	2.882	11.413	0.031	-0.408	30.1	52.2	-76.7	

Tabla 2-5-315C. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	488.5	0.0	198370	0	0	0	6696	191675	0.0	-	194.1	-7.7	760.5	-77.4	788.2	1363.6	-77.3
1	150	493.0	3.9	200197	7744	116	0	4938	187399	3.4	-77.1	172.2	-10.6	762.8	-77.1	786.7	1360.9	-77.1
2	300	506.1	7.8	202905	15899	238	1	3564	183202	7.0	-76.8	151.0	-14.5	765.3	-76.8	785.5	1359.0	-76.9
3	450	520.8	11.9	206487	24542	368	4	2517	179057	10.8	-76.4	130.9	-19.8	768.1	-76.4	784.8	1357.7	-76.7
4	600	537.3	16.0	210955	33759	506	7	1751	174932	14.8	-76.0	112.5	-27.2	771.0	-76.0	784.4	1357.1	-76.4
5	750	555.8	20.2	216350	43655	655	13	1229	170798	19.1	-75.6	97.1	-37.4	774.1	-75.6	784.3	1356.8	-76.0
6	900	576.8	24.4	222736	54359	815	20	918	166624	23.7	-75.0	86.3	-51.1	777.2	-75.0	784.4	1357.0	-75.6
7	1050	600.5	28.7	230213	66029	990	30	791	162374	28.6	-74.5	82.4	-67.5	780.2	-74.5	784.6	1357.3	-75.1
8	1200	627.6	33.0	238923	78865	1183	41	826	158007	34.1	-73.8	86.6	-84.1	783.2	-73.8	784.7	1357.6	-74.5
9	1350	658.7	37.4	249059	93126	1397	56	1005	153476	40.1	-73.1	98.1	-97.7	785.9	-73.1	784.8	1357.7	-73.8
10	1500	694.9	41.8	260889	109152	1637	72	1311	148717	46.9	-72.2	115.0	-107.6	788.2	-72.2	784.6	1357.3	-73.0
11	1650	737.3	46.4	274777	127396	1911	92	1731	143647	54.6	-71.2	135.5	-114.1	789.7	-71.2	783.7	1355.8	-72.1
12	1800	787.7	51.0	291224	148482	2227	114	2254	138146	63.6	-69.9	158.6	-117.9	790.1	-69.9	781.9	1352.6	-70.9
13	1950	848.5	55.7	310913	173270	2599	139	2870	132034	74.4	-68.4	183.3	-119.8	788.6	-68.4	778.4	1346.6	-69.5
14	2100	922.9	60.6	334768	202965	3044	168	3568	125022	87.6	-66.4	209.4	-119.7	784.1	-66.4	772.1	1335.7	-67.7
15	2250	1015.2	65.7	363941	239205	3588	199	4340	116609	104.6	-63.9	236.3	-117.7	774.5	-63.9	761.0	1316.5	-65.2
16	2400	1129.7	71.1	399459	283930	4259	234	5171	105865	127.3	-60.3	263.9	-113.2	755.5	-60.3	740.9	1281.8	-61.8
17	2550	1265.0	76.8	440109	337808	5067	273	6035	90926	159.4	-54.9	291.6	-104.9	717.5	-54.9	702.7	1215.7	-56.7
18	2700	1381.2	82.8	471528	390532	5858	314	6869	67954	207.9	-46.1	318.0	-89.5	636.1	-46.1	623.1	1077.9	-48.4
19	2850	1233.1	89.2	412818	368031	5520	360	7513	31393	281.3	-30.2	339.7	-59.5	443.1	-30.2	436.4	755.0	-33.9
20	3000	0.0	0.0	8324	0	0	409	7858	56	354.8	-0.9	354.9	-0.9	0.3	-0.9	30.2	52.3	-76.1

Tabla 2-6-315C. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	481.3	0.0	198379	50	1	0	6682	191646	0.0	-77.4	194.0	-7.7	760.5	-77.4	788.2	1363.6	-77.3
Máximo	2735	1388.9	84.3	471923	397802	5967	325	7046	60784	222.6	-43.3	323.7	-84.3	605.2	-43.3	593.1	1026.0	-45.7

Tabla 2-7-315C. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	2955.0	531.0	91.7	179213.0	164302.0	2465.0	394.0	7752.0	4300.0	338.9	-11.3	350.2	-22.0	164.4	-11.3	168.9	292.2	-21.4
125 %	2963.2	443.1	91.3	150708.9	137499.8	2062.3	397.0	7768.4	2981.5	342.5	-9.5	351.0	-18.4	136.2	-9.5	142.2	245.9	-21.6
100 %	2971.1	353.5	90.4	121745.6	109999.7	1650.2	399.1	7785.3	1911.3	345.8	-7.7	351.8	-14.7	108.1	-7.7	115.7	200.0	-22.5
75 %	2978.7	264.5	88.7	93042.4	82499.8	1237.2	402.0	7802.2	1101.2	348.5	-6.0	352.6	-11.2	80.5	-6.0	90.1	156.0	-25.2
50 %	2986.0	175.9	85.2	64580.4	54999.8	825.3	404.0	7820.0	531.3	351.0	-4.2	353.3	-7.7	53.4	-4.2	66.0	114.1	-30.8
25 %	2993.1	87.7	75.7	36345.1	27499.8	412.9	407.0	7838.2	187.3	353.1	-2.5	354.1	-4.3	26.7	-2.5	44.4	76.8	-44.1
Eff máx	2941.0	669.9	91.9	224523.0	206318.0	3095.0	389.0	7726.0	6996.0	332.2	-14.2	349.0	-28.0	210.5	-14.2	212.9	368.3	-22.3

Tabla 2-8-315C. Valores a estados de carga y rendimiento máximo 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque							
Valores ingresados	0.0	505.8	0.0	-	0.0	1338.7	-
Valores calculados	0.0	488.5	0.0	198370.0	0.0	1363.6	-77.3
Diferencias (%)	-	3.4	-	-	-	-1.9	-
Mto Máximo							
Valores ingresados	-	707.4	-	-	-	-	-
Valores calculados	2735.0	1388.9	84.3	471923.0	397802.0	1026.0	-45.7
Diferencias (%)	-	-96.3	-	-	-	-	-
Nominal							
Valores ingresados	2970.0	353.7	89.7	123986.0	110000.0	205.0	-23.1
Valores calculados	2971.1	353.5	90.4	121745.6	109999.7	200.0	-22.5
Diferencias (%)	-0.0	0.1	-0.8	1.8	0.0	2.4	2.5
75% carga							
Valores ingresados	2980.0	265.0	89.5	92400.0	82655.0	157.0	-25.8
Valores calculados	2978.7	264.5	88.7	93042.4	82499.8	156.0	-25.2
Diferencias (%)	0.0	0.2	0.9	-0.7	0.2	0.6	2.5

Tabla 2-9-315C. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	$n_x(\text{min}-1)$	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
50% carga							
Valores ingresados	2990.0	176.1	86.2	63960.0	55111.0	114.0	-32.9
Valores calculados	2986.0	175.9	85.2	64580.4	54999.8	114.1	-30.8
Diferencias (%)	0.1	0.1	1.2	-1.0	0.2	-0.1	6.3
Vacío							
Valores ingresados	3000.0	0.0	0.0	8240.0	0.0	52.3	-76.1
Valores calculados	3000.0	0.0	0.0	8324.0	0.0	52.3	-76.1
Diferencias (%)	-	-	-	-1.0	-	0.0	0.0

Tabla 2-9-315C. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	495.0	Paso de bobinas en ranuras	18/20/22/24	Corriente por kW (A/kw)	1.86
Altura corona estator (mm)	67.0	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	2.4
Diámetro interior estator (mm)	290.0	Factor de arrollamiento	0.956	Corriente barra rotor (A)	679.0
Altura corona rotor (mm)	44.5	Espiras por bobina (prom)	8.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	3.5
Diámetro eje rotor (mm)	120.0	Espiras por bobina (real)	8/8/8/8	Corriente anillo rotor (A)	3458.1
Longitud paquete de chapas (mm)	270.0	Número de alambres 1	11	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	2.8
Número ranuras estator	48.0	Diámetro alambre 1 (mm)	1.7	Flujo por polo (wb)	0.0519
Sección ranura estator (mm2)	430.0	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.66
Número ranuras rotor	32.0	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.59
Sección ranura rotor (mm2)	192.5	Conexión bobinado (vías)	2	Dens. flujo corona rotor (T)	1.37
Espesor anillo rotor (mm)	30.0	Peso total cobre (kg)	46.4	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.003
Sección anillo rotor(mm2)	1215.0	Relleno ranura(%)	46.5	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	2315300
Longitud entrehierro (mm)	1.2				

Tabla 2-10-315C. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0071	0.1901	0.9769	5.0533	0.0298	0.1901	0.0071	0.6738	0.9769	8.5863	0.0105	-0.3198	0.0071	0.6786	0.9769	9.0796	0.0000	0.6786

Tabla 2-11-315C. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	13.1	3.2	67.8	15.9
Eff. Máx	17.0	2.1	42.4	38.4

Tabla 2-12-315C. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

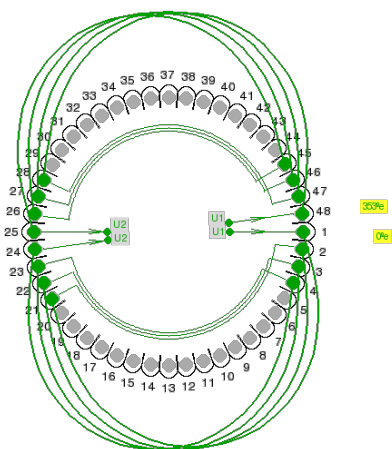


Fig. 2-1-315C

Esquema de arrollamiento de 48 ranuras, 2 polos, paso 1-21, 2 vías, $k_a = 0.956$

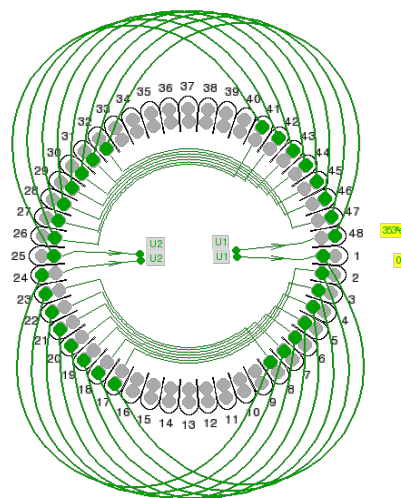
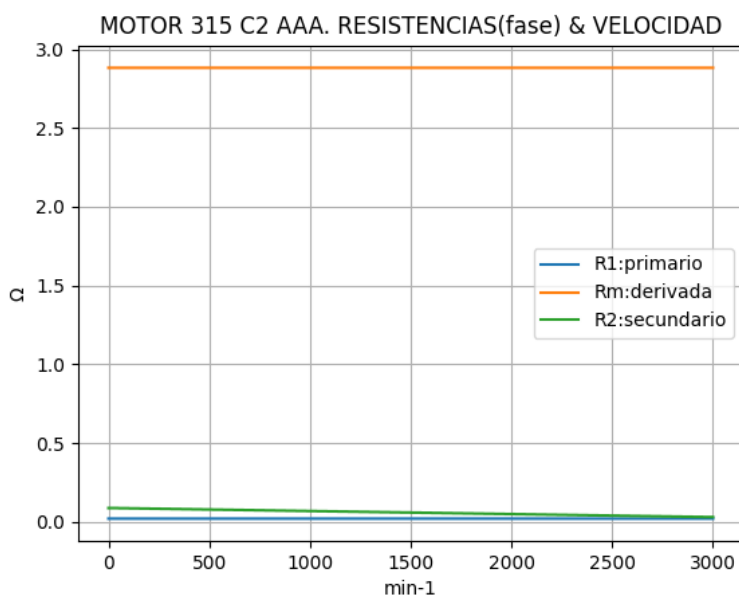


Fig. 2-2-315C

Esquema de arrollamiento de 48 ranuras, 2 polos, paso 1-21, 2 vías, $k_a = 0.828$

2-26. Motor asincrónico trifásico 315 C2. Curvas características

$n_x(\text{min-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	0.106	0.021	2.882	0.088
150	0.108	0.021	2.882	0.086
300	0.110	0.021	2.882	0.083
450	0.112	0.021	2.882	0.080
600	0.114	0.021	2.882	0.077
750	0.117	0.021	2.882	0.074
900	0.121	0.021	2.882	0.071
1050	0.125	0.021	2.882	0.068
1200	0.129	0.021	2.882	0.065
1350	0.135	0.021	2.882	0.062
1500	0.141	0.021	2.882	0.059
1650	0.149	0.021	2.882	0.057
1800	0.159	0.021	2.882	0.054
1950	0.171	0.021	2.882	0.051
2100	0.187	0.021	2.882	0.048
2250	0.210	0.021	2.882	0.045
2400	0.243	0.021	2.882	0.042
2550	0.297	0.021	2.882	0.039
2700	0.405	0.021	2.882	0.036
2850	0.722	0.021	2.882	0.033
3000	3.017	0.021	2.882	0.031

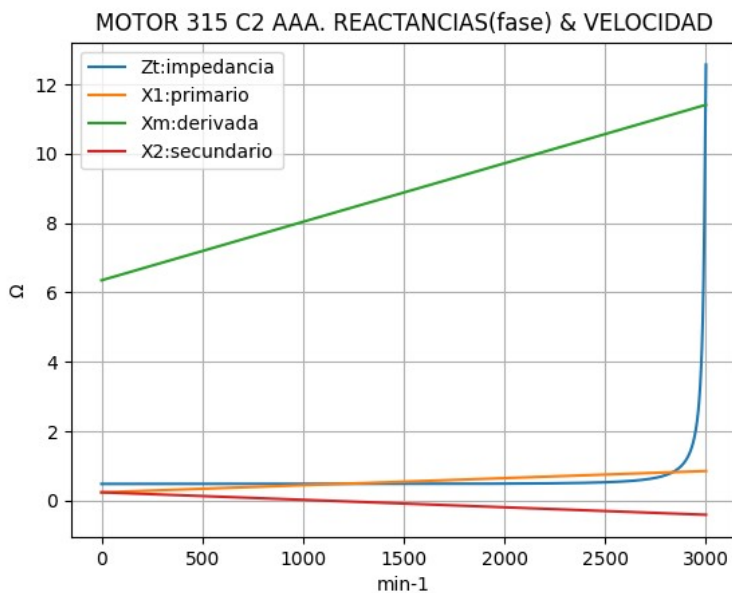


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 2-3-315C. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	0.482	0.470	0.239	6.352	0.239
150	0.483	0.471	0.270	6.605	0.207
300	0.484	0.471	0.301	6.858	0.175
450	0.484	0.471	0.331	7.111	0.142
600	0.484	0.471	0.362	7.364	0.110
750	0.485	0.470	0.393	7.617	0.077
900	0.484	0.469	0.424	7.870	0.045
1050	0.484	0.468	0.454	8.123	0.013
1200	0.484	0.467	0.485	8.376	-0.020
1350	0.484	0.465	0.516	8.629	-0.052
1500	0.484	0.463	0.546	8.882	-0.084
1650	0.485	0.461	0.577	9.135	-0.117
1800	0.486	0.459	0.608	9.388	-0.149
1950	0.488	0.457	0.638	9.641	-0.182
2100	0.492	0.455	0.669	9.894	-0.214
2250	0.499	0.453	0.700	10.147	-0.246
2400	0.513	0.452	0.730	10.400	-0.279
2550	0.541	0.452	0.761	10.653	-0.311
2700	0.610	0.456	0.792	10.906	-0.344
2850	0.871	0.486	0.823	11.159	-0.376
3000	12.570	12.202	0.853	11.413	-0.408

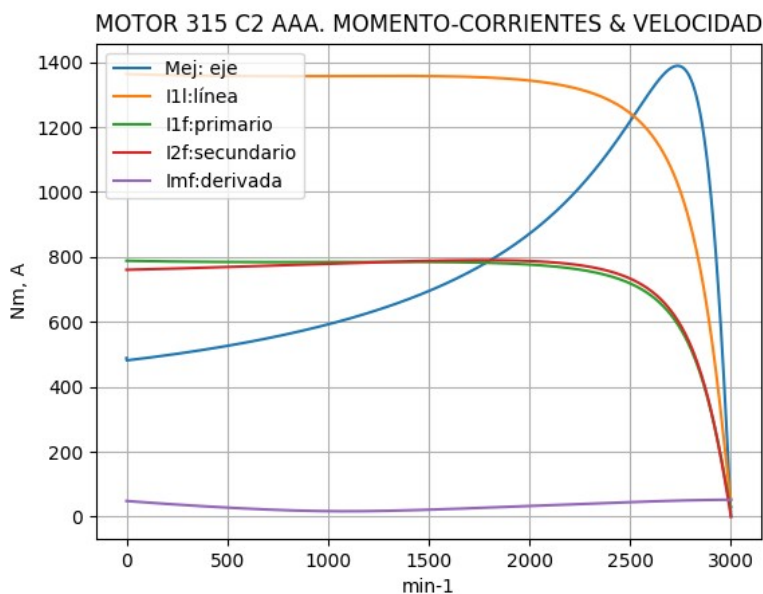


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ presenta valores positivos hasta cerca de 1050 min^{-1} y luego negativos

Fig. 2-4-315C. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	488.5	760.5	788.2	1363.6	27.8
150	493.0	762.8	786.7	1360.9	23.9
300	506.1	765.3	785.5	1359.0	20.3
450	520.8	768.1	784.8	1357.7	17.1
600	537.3	771.0	784.4	1357.1	14.2
750	555.8	774.1	784.3	1356.8	11.9
900	576.8	777.2	784.4	1357.0	10.3
1050	600.5	780.2	784.6	1357.3	9.6
1200	627.6	783.2	784.7	1357.6	9.8
1350	658.7	785.9	784.8	1357.7	10.8
1500	694.9	788.2	784.6	1357.3	12.3
1650	737.3	789.7	783.7	1355.8	14.2
1800	787.7	790.1	781.9	1352.6	16.1
1950	848.5	788.6	778.4	1346.6	18.2
2100	922.9	784.1	772.1	1335.7	20.3
2250	1015.2	774.5	761.0	1316.5	22.4
2400	1129.7	755.5	740.9	1281.8	24.5
2550	1265.0	717.5	702.7	1215.7	26.4
2700	1381.2	636.1	623.1	1077.9	28.2
2850	1233.1	443.1	436.4	755.0	29.5
3000	0.0	0.3	30.2	52.3	30.1

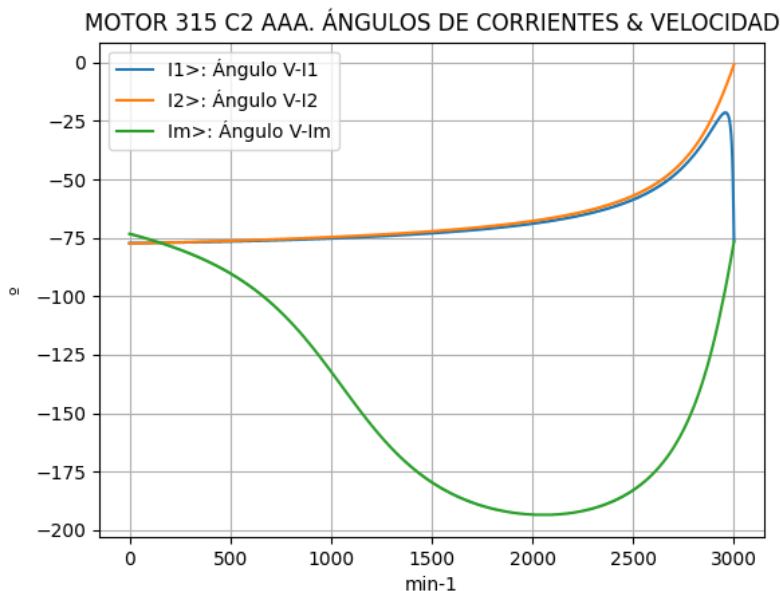


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 2700 min⁻¹.
- La corriente I1l de línea presenta una meseta aproximada hasta cerca de 2000 min⁻¹ y luego desciende. La corriente primaria I1 se comporta de manera similar
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf crece hasta superar ligeramente a I1 cerca de 1350 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 1050 min⁻¹

Fig. 2-5-315C. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-77.4	-77.3	-73.3
150	-77.1	-77.1	-77.0
300	-76.8	-76.9	-81.7
450	-76.4	-76.7	-87.8
600	-76.0	-76.4	-95.8
750	-75.6	-76.0	-106.7
900	-75.0	-75.6	-121.0
1050	-74.5	-75.1	-138.0
1200	-73.8	-74.5	-155.1
1350	-73.1	-73.8	-169.2
1500	-72.2	-73.0	-179.6
1650	-71.2	-72.1	-186.5
1800	-69.9	-70.9	-190.9
1950	-68.4	-69.5	-193.1
2100	-66.4	-67.7	-193.5
2250	-63.9	-65.2	-191.8
2400	-60.3	-61.8	-187.7
2550	-54.9	-56.7	-179.7
2700	-46.1	-48.4	-164.8
2850	-30.2	-33.9	-135.1
3000	-0.9	-76.1	-76.7

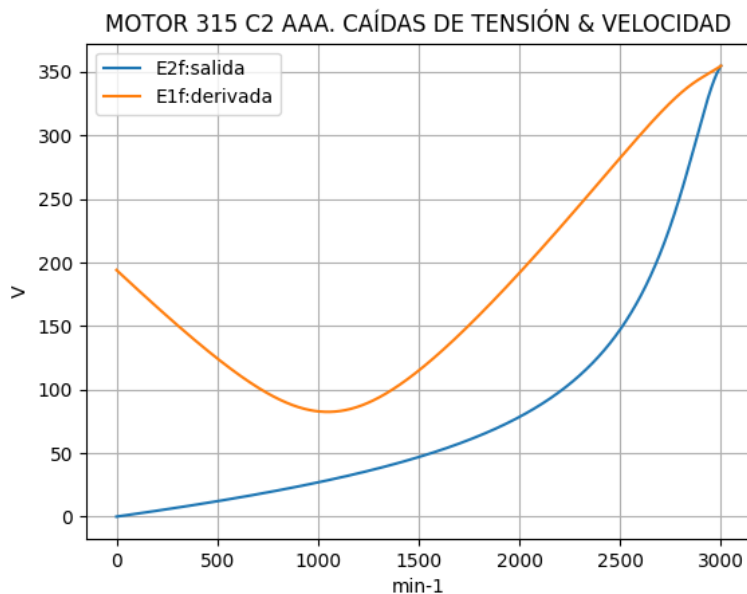


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 2850 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im inicialmente es negativo y cerca de 2100 min⁻¹ alcanza su máximo valor

Fig. 2-6-315C. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	194.1
150	3.4	172.2
300	7.0	151.0
450	10.8	130.9
600	14.8	112.5
750	19.1	97.1
900	23.7	86.3
1050	28.6	82.4
1200	34.1	86.6
1350	40.1	98.1
1500	46.9	115.0
1650	54.6	135.5
1800	63.6	158.6
1950	74.4	183.3
2100	87.6	209.4
2250	104.6	236.3
2400	127.3	263.9
2550	159.4	291.6
2700	207.9	318.0
2850	281.3	339.7
3000	354.8	354.9

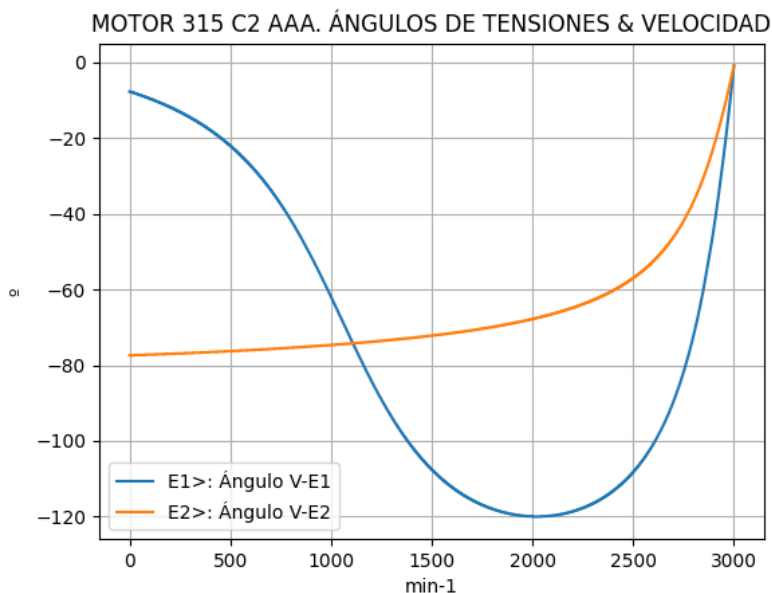


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 1050 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece y se curva pronunciadamente a partir de 1500 min^{-1}

Fig. 2-7-315C. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-7.7
150	-77.1	-10.6
300	-76.8	-14.5
450	-76.4	-19.8
600	-76.0	-27.2
750	-75.6	-37.4
900	-75.0	-51.1
1050	-74.5	-67.5
1200	-73.8	-84.1
1350	-73.1	-97.7
1500	-72.2	-107.6
1650	-71.2	-114.1
1800	-69.9	-117.9
1950	-68.4	-119.8
2100	-66.4	-119.7
2250	-63.9	-117.7
2400	-60.3	-113.2
2550	-54.9	-104.9
2700	-46.1	-89.5
2850	-30.2	-59.5
3000	-0.9	-0.9



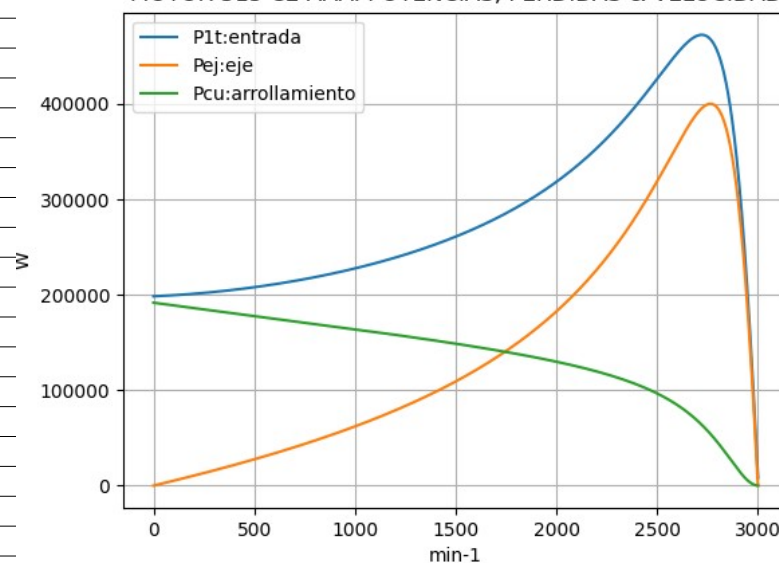
Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo, se maximiza cerca de 1950 min^{-1} y luego decrece hasta vacío
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el mismo de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 2-8-315C. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	198370	0	191675
150	200197	7744	187399
300	202905	15899	183202
450	206487	24542	179057
600	210955	33759	174932
750	216350	43655	170798
900	222736	54359	166624
1050	230213	66029	162374
1200	238923	78865	158007
1350	249059	93126	153476
1500	260889	109152	148717
1650	274777	127396	143647
1800	291224	148482	138146
1950	310913	173270	132034
2100	334768	202965	125022
2250	363941	239205	116609
2400	399459	283930	105865
2550	440109	337808	90926
2700	471528	390532	67954
2850	412818	368031	31393
3000	8324	0	56

MOTOR 315 C2 AAA. POTENCIAS, PÉRDIDAS & VELOCIDAD



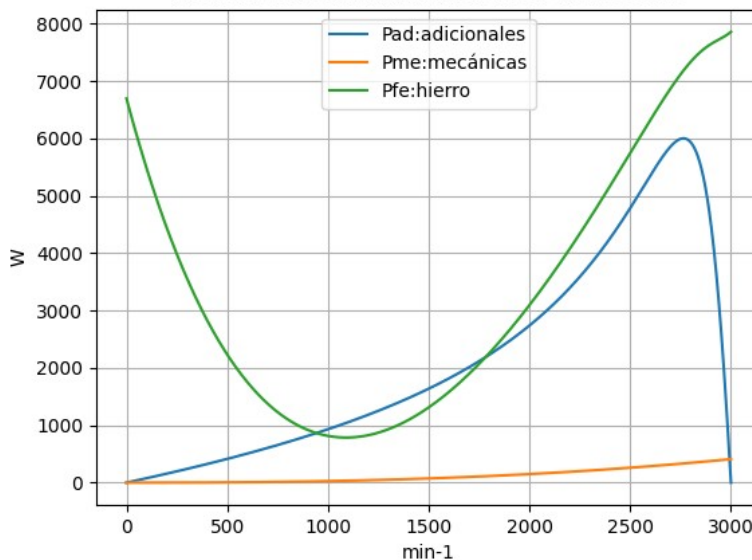
Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Pej + Pérdidas)$ asciende hasta cerca de 2700 min^{-1} y luego cae
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 2700 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 2-9-315C. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	6696
150	116	0	4938
300	238	1	3564
450	368	4	2517
600	506	7	1751
750	655	13	1229
900	815	20	918
1050	990	30	791
1200	1183	41	826
1350	1397	56	1005
1500	1637	72	1311
1650	1911	92	1731
1800	2227	114	2254
1950	2599	139	2870
2100	3044	168	3568
2250	3588	199	4340
2400	4259	234	5171
2550	5067	273	6035
2700	5858	314	6869
2850	5520	360	7513
3000	0	409	7858

MOTOR 315 C2 AAA. PÉRDIDAS & VELOCIDAD

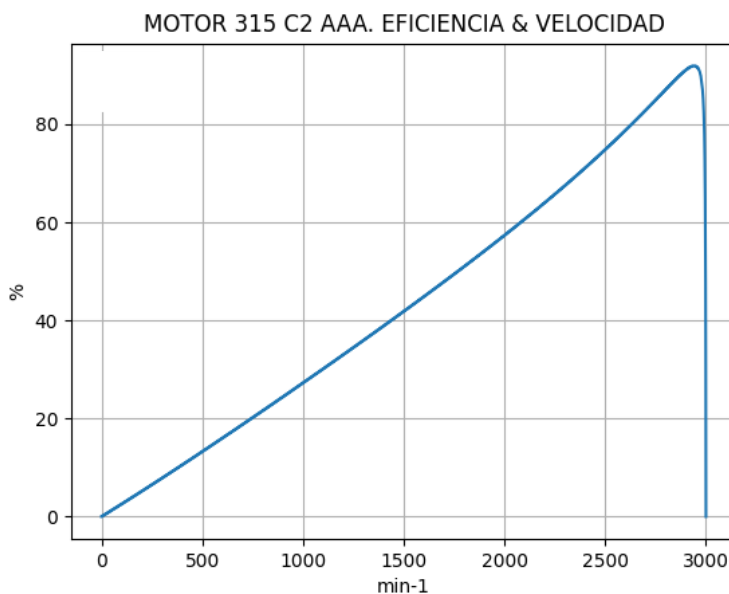


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Pej \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 2700 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas $Pme = Pmec0 \cdot (1 - s)^{2.5}$ crecen regularmente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 1050 min^{-1} y luego ascienden regularmente hasta un máximo en vacío

Fig. 2-10-315C. Curvas de otras pérdidas

nx(min-1)	Eff(%)
0	0.0
150	3.9
300	7.8
450	11.9
600	16.0
750	20.2
900	24.4
1050	28.7
1200	33.0
1350	37.4
1500	41.8
1650	46.4
1800	51.0
1950	55.7
2100	60.6
2250	65.7
2400	71.1
2550	76.8
2700	82.8
2850	89.2
3000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 2850 min^{-1} y luego decrece

Fig. 2-11-315C. Curva de eficiencias

2-27. Motor asincrónico trifásico 315 M12. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	315 M12	132.0	380	T	50	2	2980	91.2	0.91	242.0	7.2	1.26	2.5	B	44	Normal

Tabla 2-1-315M. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.01046	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	25.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.0135	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	28.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	72.6	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	3000.0	-	-	7040	-	73.6	0.15
Arranque	-	-	380	0.0	533.0	-	-	-	1742.4	-
Carga 75%	-	-	387	2985.0	317.5	92.5	107200	99197	185.0	0.87
Carga 50%	-	-	390	2990.0	211.3	88.3	74880	66127	140.0	0.79
Temperat. carcasa	-	66.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2-2-315M. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.065	0.372	0.01	0.186	inf	inf	0.055	0.186	0.0	0.0	-
Nominal1	2980	2.320	1.413	0.01	0.706	inf	inf	0.015	0.706	0.0	0.0	-
Vacío	3000	1.340	8.831	0.01	0.710	1.267	8.142	0.000	0.710	42.5	73.5	-81.8
Nominal2	2980	2.472	1.126	0.01	0.706	1.267	7.858	0.017	-0.395	43.9	75.9	-95.7

Tabla 2-3-315M. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 6.0, Cad = 2.5

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	533.0	0.0	199268	0	0	0	0	199268	0.0	-	195.1	-6.5	1007.2	-80.0	1007.2	1742.4	-80.0
Nominal1	2980	423.2	97.0	136211	132000	1320	1373	0	1518	321.0	-31.3	337.9	-14.3	139.9	-31.3	139.9	242.0	-31.3
Vacío	3000	0.0	0.0	7338	0	0	419	6862	57	350.1	-0.7	350.1	-0.7	0.3	-0.7	42.5	73.6	-81.4
Nominal2	2980	423.2	91.3	144559	132000	3300	412	7322	1525	341.7	-6.2	349.3	-14.8	132.4	-6.2	139.9	242.0	-24.5

Tabla 2-4-315M. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 6.0, Cad = 2.5

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.063	0.364	0.01	0.186	1.267	4.538	0.055	0.186	40.6	70.2	-81.0
1	150	0.064	0.364	0.01	0.212	1.267	4.718	0.053	0.157	33.9	58.6	-84.5
2	300	0.065	0.362	0.01	0.238	1.267	4.899	0.051	0.127	27.7	47.9	-89.1
3	450	0.067	0.361	0.01	0.264	1.267	5.079	0.049	0.098	22.1	38.2	-95.8
4	600	0.068	0.359	0.01	0.291	1.267	5.259	0.047	0.069	17.2	29.8	-105.9
5	750	0.070	0.357	0.01	0.317	1.267	5.439	0.046	0.040	13.5	23.3	-122.1
6	900	0.072	0.354	0.01	0.343	1.267	5.619	0.044	0.010	11.5	19.9	-145.6
7	1050	0.075	0.351	0.01	0.369	1.267	5.799	0.042	-0.019	11.9	20.6	-171.3
8	1200	0.078	0.348	0.01	0.395	1.267	5.980	0.040	-0.048	14.4	24.8	-190.5
9	1350	0.081	0.345	0.01	0.422	1.267	6.160	0.038	-0.077	17.8	30.9	-202.5
10	1500	0.085	0.341	0.01	0.448	1.267	6.340	0.036	-0.106	21.8	37.7	-209.7
11	1650	0.090	0.337	0.01	0.474	1.267	6.520	0.034	-0.136	25.9	44.9	-214.0
12	1800	0.096	0.333	0.01	0.500	1.267	6.700	0.032	-0.165	30.1	52.1	-216.3
13	1950	0.103	0.329	0.01	0.526	1.267	6.880	0.030	-0.194	34.3	59.4	-217.1
14	2100	0.112	0.325	0.01	0.553	1.267	7.061	0.028	-0.223	38.5	66.5	-216.6
15	2250	0.125	0.321	0.01	0.579	1.267	7.241	0.027	-0.252	42.4	73.4	-214.7
16	2400	0.145	0.317	0.01	0.605	1.267	7.421	0.025	-0.282	46.2	79.8	-210.7
17	2550	0.177	0.313	0.01	0.631	1.267	7.601	0.023	-0.311	49.2	85.2	-203.5
18	2700	0.239	0.312	0.01	0.657	1.267	7.781	0.021	-0.340	50.9	88.0	-189.7
19	2850	0.425	0.323	0.01	0.684	1.267	7.961	0.019	-0.369	48.5	84.0	-159.2
20	3000	1.340	8.831	0.01	0.710	1.267	8.142	0.017	-0.399	42.5	73.5	-81.8

Tabla 2-5-315M. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	512.1	0.0	200295	0	0	0	6265	194030	0.0	-	191.3	-6.6	987.2	-80.1	1027.8	1778.2	-80.2
1	150	516.3	4.0	203875	8110	203	0	4363	191199	2.8	-79.8	165.5	-9.5	995.5	-79.8	1029.3	1780.7	-80.0
2	300	535.1	8.1	208647	16810	420	1	2916	188499	5.7	-79.5	140.1	-13.6	1004.6	-79.5	1031.9	1785.2	-79.8
3	450	556.1	12.2	214611	26208	655	4	1855	185890	8.8	-79.2	115.6	-19.8	1014.3	-79.2	1035.5	1791.4	-79.5
4	600	579.8	16.4	221806	36429	911	7	1127	183331	12.1	-78.8	93.2	-29.5	1024.6	-78.8	1040.0	1799.2	-79.2
5	750	606.4	20.7	230304	47627	1191	13	688	180785	15.7	-78.4	75.1	-45.2	1035.6	-78.4	1045.4	1808.5	-78.9
6	900	636.5	25.0	240220	59987	1500	21	502	178211	19.6	-77.9	66.2	-68.3	1047.1	-77.9	1051.5	1819.1	-78.4
7	1050	670.6	29.3	251720	73739	1843	30	541	175566	23.8	-77.3	70.8	-93.6	1059.0	-77.3	1058.3	1830.8	-78.0
8	1200	709.6	33.6	265033	89176	2229	42	783	172802	28.5	-76.7	87.7	-112.5	1071.3	-76.7	1065.6	1843.5	-77.4
9	1350	754.6	38.0	280473	106677	2667	57	1209	169862	33.6	-76.0	112.2	-124.2	1083.8	-76.0	1073.3	1856.8	-76.8
10	1500	806.9	42.5	298469	126747	3169	74	1805	166675	39.5	-75.2	140.9	-131.0	1096.4	-75.2	1081.2	1870.5	-76.0
11	1650	868.5	47.0	319614	150066	3752	94	2557	163146	46.3	-74.2	172.3	-135.0	1108.7	-74.2	1089.1	1884.1	-75.1
12	1800	942.1	51.5	344739	177585	4440	117	3453	159144	54.2	-73.1	205.5	-137.0	1120.3	-73.1	1096.3	1896.6	-74.0
13	1950	1031.6	56.2	375029	210664	5267	143	4482	154474	63.7	-71.6	240.2	-137.6	1130.4	-71.6	1102.3	1906.9	-72.6
14	2100	1142.7	61.0	412194	251295	6282	172	5623	148821	75.5	-69.8	275.9	-136.8	1137.6	-69.8	1105.6	1912.7	-70.9
15	2250	1283.6	65.9	458694	302444	7561	204	6849	141636	90.8	-67.4	312.0	-134.6	1139.3	-67.4	1103.8	1909.6	-68.6
16	2400	1465.8	71.1	517818	368405	9210	240	8096	131867	111.5	-64.1	347.4	-130.5	1130.0	-64.1	1091.8	1888.7	-65.4
17	2550	1700.5	76.7	592208	454087	11352	279	9220	117270	141.5	-59.0	379.5	-123.0	1097.1	-59.0	1057.4	1829.3	-60.6
18	2700	1962.6	82.6	671524	554906	13873	322	9836	92587	188.7	-50.5	401.0	-109.0	1005.1	-50.5	967.2	1673.2	-52.5
19	2850	1928.8	89.1	646360	575658	14391	369	8953	46990	266.3	-34.0	391.2	-78.3	739.0	-34.0	712.2	1232.0	-37.2
20	3000	0.0	0.0	7338	0	0	419	6862	57	350.1	-0.6	350.1	-0.7	0.3	-0.7	42.5	73.6	-81.4

Tabla 2-6-315M. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	499.7	0.0	200315	52	1	0	6251	194011	0.0	-80.1	191.1	-6.6	987.3	-80.1	1027.8	1778.2	-80.2
Máximo	2782	2038.1	86.1	689613	593760	14844	347	9634	71029	226.6	-43.0	401.8	-95.5	895.7	-43.0	861.9	1491.1	-45.4

Tabla 2-7-315M. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	2970.0	627.8	92.6	210791.0	195248.0	4881.0	409.0	6990.0	3263.0	339.8	-8.9	351.8	-21.6	196.7	-8.9	198.5	343.5	-21.4
125 %	2975.0	529.6	92.3	178804.6	164999.5	4125.1	410.0	6944.0	2325.0	342.0	-7.6	350.9	-18.3	165.3	-7.6	169.4	293.0	-22.2
100 %	2980.3	422.9	91.6	144118.2	132000.2	3299.9	412.0	6905.3	1500.7	344.0	-6.1	350.2	-14.7	131.5	-6.1	138.5	239.6	-24.1
75 %	2985.4	316.7	90.3	109637.1	98999.9	2474.9	414.0	6878.1	870.9	345.9	-4.8	349.8	-11.1	98.2	-4.8	108.7	188.0	-27.8
50 %	2990.3	210.7	87.6	75352.5	66000.3	1650.2	416.0	6862.0	425.4	347.5	-3.4	349.6	-7.6	65.3	-3.4	80.8	139.7	-35.1
25 %	2995.2	105.2	79.9	41254.8	33000.0	825.2	417.2	6857.0	156.2	348.9	-2.0	349.7	-4.1	32.7	-2.0	56.6	97.9	-50.3
Eff máx	2958.0	849.3	92.9	283272.0	263092.0	6577.0	404.0	7132.0	6066.0	334.0	-12.0	354.7	-29.3	269.5	-12.0	266.7	461.3	-21.3

Tabla 2-8-315M. Valores a estados de carga y rendimiento máximo 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	533.0	0.0	-	0.0	1742.4	-
Valores calculados		0.0	512.1	0.0	200295.0	0.0	1778.2	-80.2
Diferencias (%)		-	3.9	-	-	-	-2.0	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	1057.5	-	-	-	-	-
Valores calculados		2782.0	2038.1	86.1	689613.0	593760.0	1491.1	-45.4
Diferencias (%)		-	-92.7	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		2980.0	423.0	91.2	144773.0	132000.0	242.0	-24.5
Valores calculados		2980.3	422.9	91.6	144118.2	132000.2	239.6	-24.1
Diferencias (%)		-0.01	0.02	-0.44	0.45	-0.0	0.99	1.62
75% carga								
Valores ingresados		2985.0	317.5	92.5	107200.0	99197.0	185.0	-29.5
Valores calculados		2985.4	316.7	90.3	109637.1	98999.9	188.0	-27.8
Diferencias (%)		-0.0	0.3	2.4	-2.3	0.2	-1.6	5.9

Tabla 2-9-315M. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	$n_x(\min-1)$	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
50% carga							
Valores ingresados	2990.0	211.3	88.3	74880.0	66127.0	140.0	-37.8
Valores calculados	2990.3	210.7	87.6	75352.5	66000.3	139.7	-35.1
Diferencias (%)	-0.0	0.3	0.8	-0.6	0.2	0.2	7.2
Vacío							
Valores ingresados	3000.0	0.0	0.0	7040.0	0.0	73.6	-81.4
Valores calculados	3000.0	0.0	0.0	7338.0	0.0	73.6	-81.4
Diferencias (%)	-	-	-	-4.2	-	0.0	-0.0

Tabla 2-9-315M. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	495.0	Paso de bobinas en ranuras	18/20/22/24	Corriente por kW (A/kw)	1.83
Altura corona estator (mm)	67.0	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	2.5
Diámetro interior estator (mm)	290.0	Factor de arrollamiento	0.956	Corriente barra rotor (A)	651.2
Altura corona rotor (mm)	44.5	Espiras por bobina (prom)	6.5	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	3.4
Diámetro eje rotor (mm)	120.0	Espiras por bobina (real)	6/7/6/7	Corriente anillo rotor (A)	3316.5
Longitud paquete de chapas (mm)	320.0	Número de alambres 1	16	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	2.7
Número ranuras estator	48.0	Diámetro alambre 1 (mm)	1.5	Flujo por polo (wb)	0.0635
Sección ranura estator (mm2)	430.0	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.68
Número ranuras rotor	32.0	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.65
Sección ranura rotor (mm2)	192.5	Conexión bobinado (vías)	2	Dens. flujo corona rotor (T)	1.42
Espesor anillo rotor (mm)	30.0	Peso total cobre (kg)	74.0	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.004
Sección anillo rotor(mm2)	1215.0	Relleno ranura(%)	42.7	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	2872306
Longitud entrehierro (mm)	1.3				

Tabla 2-10-315M. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0040	0.1652	0.5125	4.0302	0.0222	0.1652	0.0040	0.6270	0.5125	6.9787	0.0069	-0.3508	0.0040	0.6306	0.5125	7.2309	0.0000	0.6306

Tabla 2-11-315M. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	26.3	3.3	58.3	12.1
Eff. Máx	32.6	2.0	35.3	30.1

Tabla 2-12-315M. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

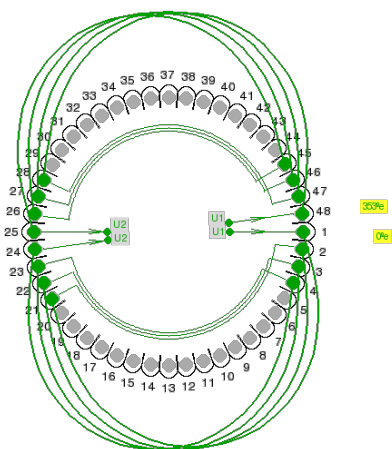


Fig. 2-1-315M
Esquema de arrollamiento de 48 ranuras,
2 polos, paso 1-21, 2 vías, $k_a = 0.956$

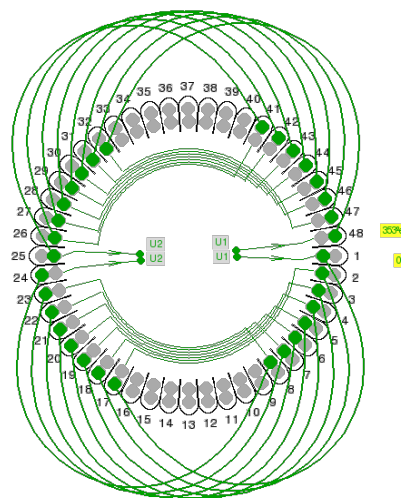
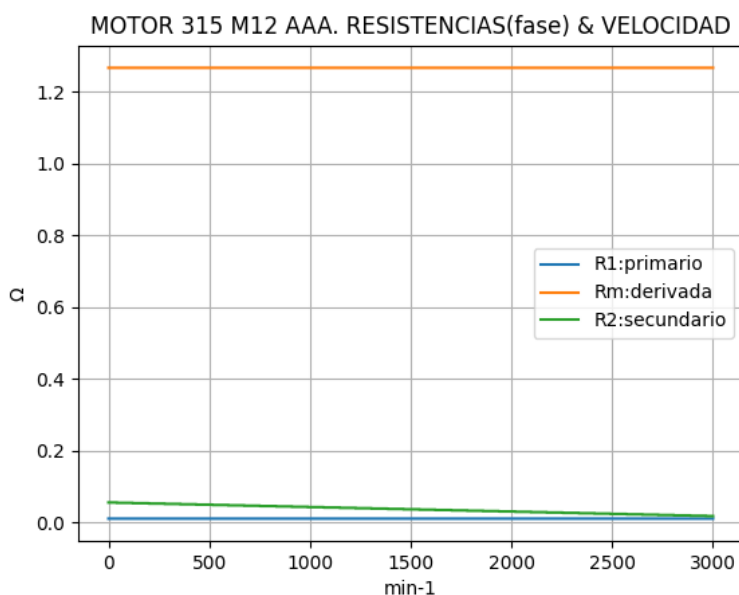


Fig. 2-2-315M
Esquema de arrollamiento de 48 ranuras,
2 polos, paso 1-21, 2 vías, $k_a = 0.828$

2-28. Motor asincrónico trifásico 315 M12. Curvas características

$n_x(\text{min}^{-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	0.063	0.01	1.267	0.055
150	0.064	0.01	1.267	0.053
300	0.065	0.01	1.267	0.051
450	0.067	0.01	1.267	0.049
600	0.068	0.01	1.267	0.047
750	0.070	0.01	1.267	0.046
900	0.072	0.01	1.267	0.044
1050	0.075	0.01	1.267	0.042
1200	0.078	0.01	1.267	0.040
1350	0.081	0.01	1.267	0.038
1500	0.085	0.01	1.267	0.036
1650	0.090	0.01	1.267	0.034
1800	0.096	0.01	1.267	0.032
1950	0.103	0.01	1.267	0.030
2100	0.112	0.01	1.267	0.028
2250	0.125	0.01	1.267	0.027
2400	0.145	0.01	1.267	0.025
2550	0.177	0.01	1.267	0.023
2700	0.239	0.01	1.267	0.021
2850	0.425	0.01	1.267	0.019
3000	1.340	0.01	1.267	0.017

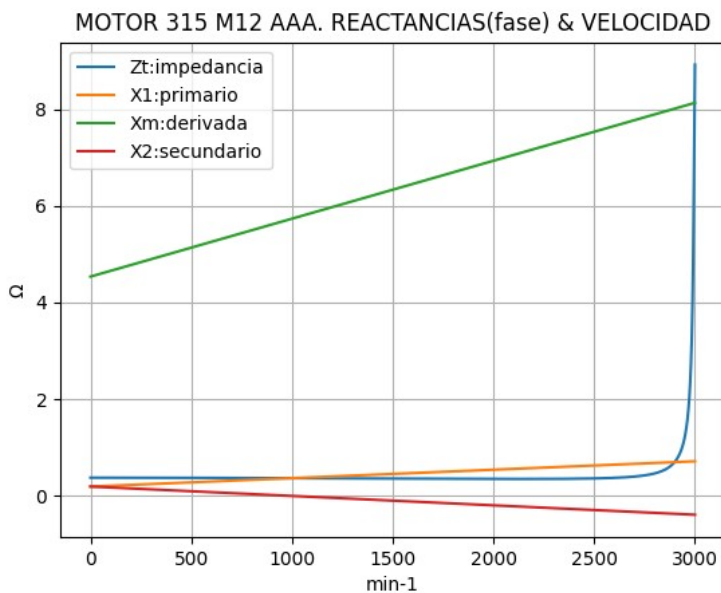


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 2-3-315M. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min}^{-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	0.370	0.364	0.186	4.538	0.186
150	0.369	0.364	0.212	4.718	0.157
300	0.368	0.362	0.238	4.899	0.127
450	0.367	0.361	0.264	5.079	0.098
600	0.365	0.359	0.291	5.259	0.069
750	0.364	0.357	0.317	5.439	0.040
900	0.361	0.354	0.343	5.619	0.010
1050	0.359	0.351	0.369	5.799	-0.019
1200	0.357	0.348	0.395	5.980	-0.048
1350	0.354	0.345	0.422	6.160	-0.077
1500	0.351	0.341	0.448	6.340	-0.106
1650	0.349	0.337	0.474	6.520	-0.136
1800	0.347	0.333	0.500	6.700	-0.165
1950	0.345	0.329	0.526	6.880	-0.194
2100	0.344	0.325	0.553	7.061	-0.223
2250	0.344	0.321	0.579	7.241	-0.252
2400	0.348	0.317	0.605	7.421	-0.282
2550	0.359	0.313	0.631	7.601	-0.311
2700	0.393	0.312	0.657	7.781	-0.340
2850	0.534	0.323	0.684	7.961	-0.369
3000	8.932	8.831	0.710	8.142	-0.399

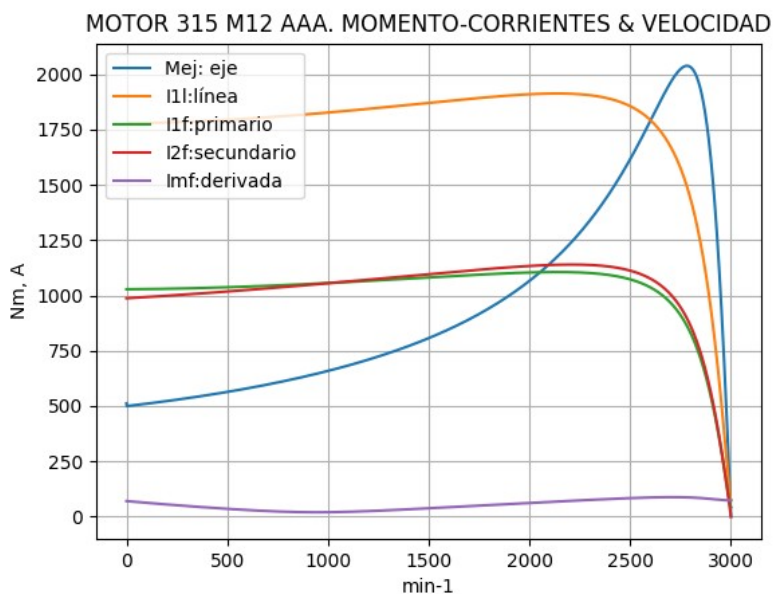


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ presenta inicialmente valores positivos y luego negativos, a partir de aproximadamente 1050 min^{-1}

Fig. 2-4-315M. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	512.1	987.2	1027.8	1778.2	40.6
150	516.3	995.5	1029.3	1780.7	33.9
300	535.1	1004.6	1031.9	1785.2	27.7
450	556.1	1014.3	1035.5	1791.4	22.1
600	579.8	1024.6	1040.0	1799.2	17.2
750	606.4	1035.6	1045.4	1808.5	13.5
900	636.5	1047.1	1051.5	1819.1	11.5
1050	670.6	1059.0	1058.3	1830.8	11.9
1200	709.6	1071.3	1065.6	1843.5	14.4
1350	754.6	1083.8	1073.3	1856.8	17.8
1500	806.9	1096.4	1081.2	1870.5	21.8
1650	868.5	1108.7	1089.1	1884.1	25.9
1800	942.1	1120.3	1096.3	1896.6	30.1
1950	1031.6	1130.4	1102.3	1906.9	34.3
2100	1142.7	1137.6	1105.6	1912.7	38.5
2250	1283.6	1139.3	1103.8	1909.6	42.4
2400	1465.8	1130.0	1091.8	1888.7	46.2
2550	1700.5	1097.1	1057.4	1829.3	49.2
2700	1962.6	1005.1	967.2	1673.2	50.9
2850	1928.8	739.0	712.2	1232.0	48.5
3000	0.0	0.3	42.5	73.6	42.5

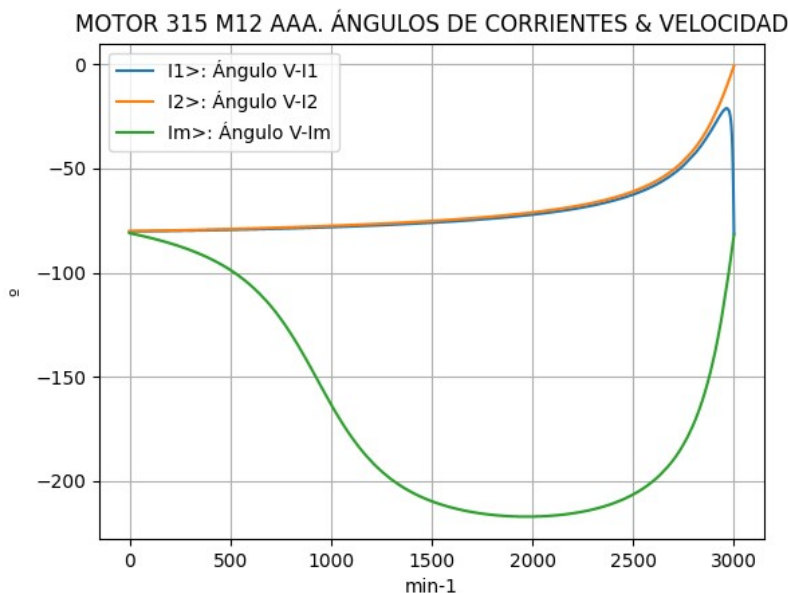


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 2760 min⁻¹.
- La corriente I1l de línea asciende suavemente hasta cerca de 2250 min⁻¹ y luego cambia su pendiente. La corriente I1 se comporta de manera similar
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera ligeramente a I1 cerca de 1050 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 900 min⁻¹

Fig. 2-5-315M. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-80.1	-80.2	-81.0
150	-79.8	-80.0	-84.5
300	-79.5	-79.8	-89.1
450	-79.2	-79.5	-95.8
600	-78.8	-79.2	-105.9
750	-78.4	-78.9	-122.1
900	-77.9	-78.4	-145.6
1050	-77.3	-78.0	-171.3
1200	-76.7	-77.4	-190.5
1350	-76.0	-76.8	-202.5
1500	-75.2	-76.0	-209.7
1650	-74.2	-75.1	-214.0
1800	-73.1	-74.0	-216.3
1950	-71.6	-72.6	-217.1
2100	-69.8	-70.9	-216.6
2250	-67.4	-68.6	-214.7
2400	-64.1	-65.4	-210.7
2550	-59.0	-60.6	-203.5
2700	-50.5	-52.5	-189.7
2850	-34.0	-37.2	-159.2
3000	-0.7	-81.4	-81.8

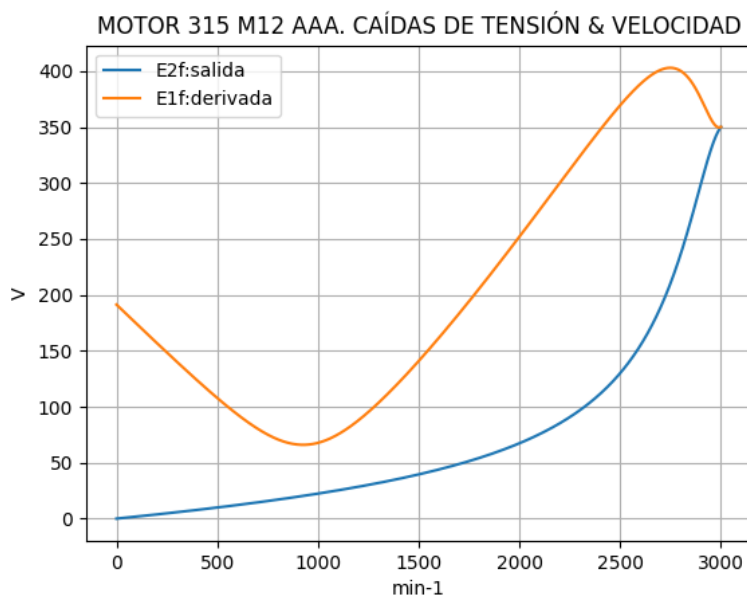


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 2800 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es inicialmente negativo y cerca de 1950 min⁻¹ alcanza su máximo valor

Fig. 2-6-315M. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	191.3
150	2.8	165.5
300	5.7	140.1
450	8.8	115.6
600	12.1	93.2
750	15.7	75.1
900	19.6	66.2
1050	23.8	70.8
1200	28.5	87.7
1350	33.6	112.2
1500	39.5	140.9
1650	46.3	172.3
1800	54.2	205.5
1950	63.7	240.2
2100	75.5	275.9
2250	90.8	312.0
2400	111.5	347.4
2550	141.5	379.5
2700	188.7	401.0
2850	266.3	391.2
3000	350.1	350.1

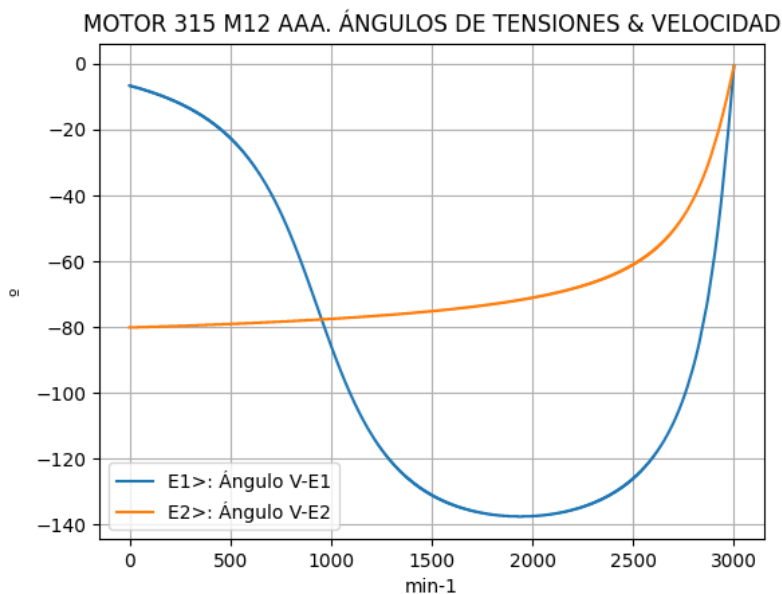


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 900 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente, y cambia pronunciadamente su pendiente cerca de 1500 min^{-1}

Fig. 2-7-315M. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-6.6
150	-79.8	-9.5
300	-79.5	-13.6
450	-79.2	-19.8
600	-78.8	-29.5
750	-78.4	-45.2
900	-77.9	-68.3
1050	-77.3	-93.6
1200	-76.7	-112.5
1350	-76.0	-124.2
1500	-75.2	-131.0
1650	-74.2	-135.0
1800	-73.1	-137.0
1950	-71.6	-137.6
2100	-69.8	-136.8
2250	-67.4	-134.6
2400	-64.1	-130.5
2550	-59.0	-123.0
2700	-50.5	-109.0
2850	-34.0	-78.3
3000	-0.6	-0.7

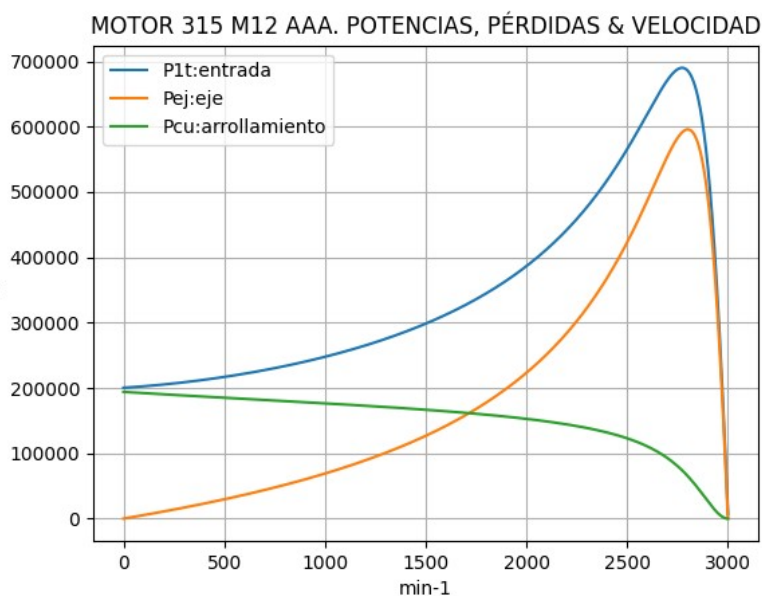


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo haciéndose máximo negativo cerca de 1800 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el mismo de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 2-8-315M. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	200295	0	194630
150	203875	8110	191199
300	208647	16810	188499
450	214611	26208	185890
600	221806	36429	183331
750	230304	47627	180785
900	240220	59987	178211
1050	251720	73739	175566
1200	265033	89176	172802
1350	280473	106677	169862
1500	298469	126747	166675
1650	319614	150066	163146
1800	344739	177585	159144
1950	375029	210664	154474
2100	412194	251295	148821
2250	458694	302444	141636
2400	517818	368405	131867
2550	592208	454087	117270
2700	671524	554906	92587
2850	646360	575658	46990
3000	7338	0	57

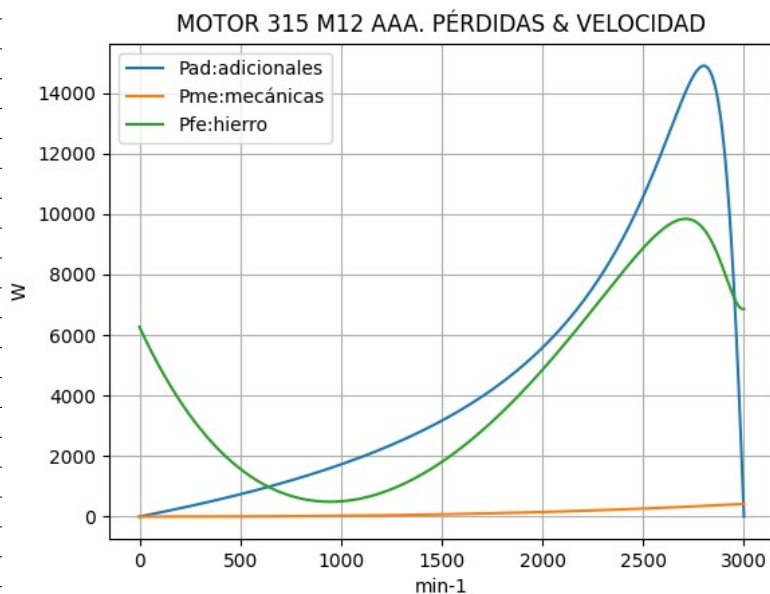


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ presenta un pico cerca de 2700 min^{-1} y luego desciende
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 2850 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 2-9-315M. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	6265
150	203	0	4363
300	420	1	2916
450	655	4	1855
600	911	7	1127
750	1191	13	688
900	1500	21	502
1050	1843	30	541
1200	2229	42	783
1350	2667	57	1209
1500	3169	74	1805
1650	3752	94	2557
1800	4440	117	3453
1950	5267	143	4482
2100	6282	172	5623
2250	7561	204	6849
2400	9210	240	8096
2550	11352	279	9220
2700	13873	322	9836
2850	14391	369	8953
3000	0	419	6862

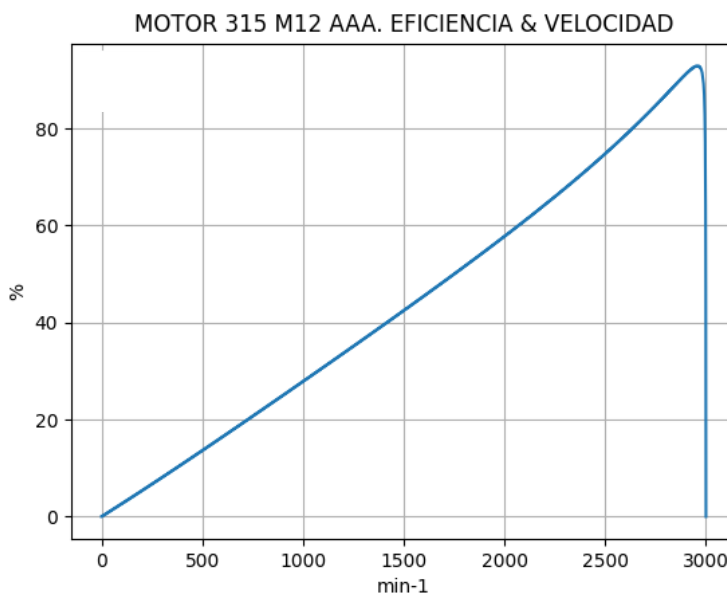


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 2700 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas $Pme = Pmec0 \cdot (1 - s)^{2.5}$ crecen muy suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 900 min^{-1} y alcanzan un pico cerca de 2700 min^{-1}

Fig. 2-10-315M. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff (%)
0	0.0
150	4.0
300	8.1
450	12.2
600	16.4
750	20.7
900	25.0
1050	29.3
1200	33.6
1350	38.0
1500	42.5
1650	47.0
1800	51.5
1950	56.2
2100	61.0
2250	65.9
2400	71.1
2550	76.7
2700	82.6
2850	89.1
3000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 2850 min^{-1} y luego decrece

Fig. 2-11-315M. Curva de eficiencias

2-29. Motores de 2 polos. Valores comparativos

Tipo	Akw (A/KW)	Amm2 (A/mm ²)	Amm2br (A/mm ²)	Amm2ar (A/mm ²)	Flujo (Wb)	Teh (T)	Tce (T)	Tcr (T)	TW (K/W)	Heh (A/m)
71 B2	2.73	7.6	7.0	3.1	0.0018	0.68	1.31	1.57	0.101	216708
80 A2	2.63	8.3	7.6	3.4	0.0022	0.62	1.21	1.44	0.066	185093
90 C2	2.29	6.6	5.9	4.8	0.0036	0.69	1.71	1.47	0.041	181571
100 L2	1.98	6.6	5.7	3.6	0.0062	0.62	1.50	1.39	0.035	175778
112 M2	2.00	6.0	6.3	3.0	0.0064	0.57	1.47	1.50	0.034	168728
132 M2	2.02	7.1	5.5	4.7	0.0111	0.58	1.30	1.54	0.019	259208
160 L2	1.94	6.5	5.3	5.6	0.0127	0.46	1.04	1.32	0.012	995451
180 L2	2.00	4.6	3.1	2.9	0.0189	0.54	1.50	1.63	0.010	858126
200 L12	1.97	5.0	3.1	1.6	0.0223	0.55	1.40	1.62	0.006	1160131
225 M2	1.91	4.1	2.5	2.5	0.0282	0.61	1.47	1.63	0.008	1451600
250 M2	1.91	3.6	3.5	3.4	0.0301	0.70	1.52	1.57	0.005	1915853
280 M22	1.86	3.7	3.7	3.6	0.0450	0.63	1.37	1.42	0.004	1542131
315 C2	1.86	2.4	3.5	2.8	0.0519	0.66	1.59	1.37	0.003	2315300
315 M12	1.83	2.5	3.4	2.7	0.0635	0.68	1.65	1.42	0.004	2872306
Promedio	2.06	...	...	...	...	0.61	1.43	1.49	...	...
Variación	Decrece	Decrece	Decrece	Variable	Crece	Variable	Variable	Variable	Decrece	Crece

Observaciones:

Ver referencias de símbolos y otros

Con el aumento de tamaño y potencia,

- se resaltan los valores máximos y mínimos de cada columna,

- se indica la variación de las exigencias en cada columna

Tabla 2-1-2P. Exigencias constructivas de motores de 2 polos, 380 V, 50 Hz, 25 °C

Tipo	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
71 B2	0.1298	0.1437	0.5790	1.9221	0.0638	0.1437	0.1298	0.6969	0.5790	3.4010	0.0856	-0.5358	0.1298	0.7505	0.5790	3.9777	0.0621	0.7505
80 A2	0.1159	0.1353	0.2503	1.6246	0.0736	0.1353	0.1159	0.6440	0.2503	2.6559	0.0613	-0.5008	0.1159	0.6794	0.2503	2.9863	0.0422	0.6794
90 C2	0.0713	0.1553	0.9157	3.4454	0.0424	0.1553	0.0713	0.7784	0.9157	6.0284	0.0545	-0.5893	0.0713	0.8136	0.9157	6.8513	0.0339	0.8136
100 L2	0.0503	0.1309	0.9710	3.6037	0.0354	0.1309	0.0503	0.6689	0.9710	6.6404	0.0443	-0.5645	0.0503	0.6904	0.9710	7.0628	0.0292	0.6904
112 M2	0.0497	0.1699	1.1894	4.8804	0.0635	0.1699	0.0497	0.6202	1.1894	7.9658	0.0428	-0.1577	0.0497	0.6389	1.1894	8.7268	0.0401	0.6389
132 M2	0.0430	0.1912	1.9918	6.9691	0.0677	0.1912	0.043	0.6962	1.9918	10.9334	0.0372	-0.1113	0.0430	0.7146	1.9918	12.2966	0.0311	0.7146
160 L2	0.0247	0.1215	0.8645	4.4174	0.0558	0.1215	0.0247	0.5896	0.8645	6.7683	0.0238	-0.1409	0.0247	0.6000	0.8645	7.2519	0.0000	0.6000
180 L2	0.0229	0.1539	1.3391	5.2395	0.0582	0.1539	0.0229	0.6125	1.3391	8.0694	0.0220	-0.0005	0.0229	0.6218	1.3391	8.9617	0.0000	0.6218
200 L12	0.0227	0.1734	1.1358	5.2106	0.0673	0.1734	0.0227	0.6441	1.1358	7.8723	0.0146	-0.1415	0.0227	0.6504	1.1358	8.6327	0.0000	0.6504
225 M2	0.0159	0.1529	0.9408	4.3455	0.0354	0.1529	0.0159	0.5980	0.9408	7.2333	0.0150	-0.1174	0.0159	0.6040	0.9408	7.7527	0.0000	0.6040
250 M2	0.0135	0.1638	0.9815	4.5793	0.0497	0.1638	0.0135	0.6218	0.9815	7.2785	0.0163	-0.2026	0.0135	0.6288	0.9815	7.7567	0.0000	0.6288
280 M22	0.0111	0.1487	1.2568	6.0228	0.0571	0.1487	0.0111	0.5760	1.2568	9.3036	0.0074	0.0368	0.0111	0.5788	1.2568	10.0072	0.0000	0.5788
315 C2	0.0071	0.1901	0.9769	5.0533	0.0298	0.1901	0.0071	0.6738	0.9769	8.5863	0.0105	-0.3198	0.0071	0.6786	0.9769	9.0796	0.0000	0.6786
315 M12	0.0040	0.1652	0.5125	4.0302	0.0222	0.1652	0.0040	0.6270	0.5125	6.9787	0.0069	-0.3508	0.0040	0.6306	0.5125	7.2309	0.0000	0.6306

Observaciones:

Ver referencias de símbolos y otros

Con el aumento de tamaño y potencia,

- se resaltan los valores máximos y mínimos de cada columna,

- las relaciones R1a/Rn, R1n/Rn y R10/Rn son decrecientes e iguales,

- los restantes valores de relaciones de resistencias y reactancias son propios de cada motor

Tabla 2-2-2P. Relaciones de resistencias y reactancias de motores de 2 polos, 380 V, 50 Hz, 25 °C

Tipo	Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)	Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
71 B2	Nominal	9.3	5.2	32.8	52.6	Eff. Máx	10.1	6.7	33.6	49.6
80 A2	Nominal	23.0	4.9	22.1	50.0	Eff. Máx	24.1	6.3	23.4	46.2
90 C2	Nominal	19.3	5.8	36.0	38.9	Eff. Máx	20.5	6.2	33.0	40.5
100 L2	Nominal	19.0	4.1	43.9	33.0	Eff. Máx	18.4	3.6	38.0	39.9
112 M2	Nominal	0.7	5.7	44.3	49.4	Eff. Máx	0.8	6.2	42.6	50.5
132 M2	Nominal	21.1	3.1	37.4	38.4	Eff. Máx	22.4	3.5	35.3	38.8
160 L2	Nominal	7.0	4.0	53.6	35.4	Eff. Máx	7.6	3.6	42.8	46.0
180 L2	Nominal	23.9	3.0	44.5	28.6	Eff. Máx	26.0	2.8	34.4	36.8
200 L12	Nominal	28.5	3.0	45.4	23.1	Eff. Máx	31.5	2.5	31.7	34.3
225 M2	Nominal	26.8	3.1	48.8	21.3	Eff. Máx	29.5	2.4	33.4	34.7
250 M2	Nominal	7.7	3.7	64.7	23.9	Eff. Máx	9.2	2.9	44.3	43.6
280 M22	Nominal	11.1	3.9	64.1	20.9	Eff. Máx	13.6	3.2	41.2	42.0
315 C2	Nominal	13.1	3.2	57.8	15.9	Eff. Máx	17.0	2.1	42.4	38.4
315 M12	Nominal	26.3	3.3	58.3	12.1	Eff. Máx	32.6	2.0	35.3	30.1

Observaciones:

Con el aumento de tamaño y potencia y para carga nominal,

- se resaltan los valores máximos y mínimos de cada columna
- las pérdidas adicionales Pad / PP son variables y propias de cada motor,
- las pérdidas mecánicas Pme / PP decrecen, al igual que las calóricas Pcu / PP en los arrollamientos,
- las pérdidas en el hierro Pfe / PP crecen,
- por el cambio de la relación entre Pcu / PP y Pfe / PP se advierte un cambio de criterio de diseño

Con el aumento de tamaño y potencia y para carga de máxima eficiencia,

- las pérdidas adicionales Pad / PP son variables y propias de cada motor,
- las pérdidas mecánicas Pme / PP decrecen,
- las Pfe / PP y Pcu / PP se mantienen dentro de valores que no superan el 51 % del total de pérdidas

Tabla 2-3-2P. Relaciones de pérdidas de motores de 2 polos, 380 V, 50 Hz, 25 °C

Capítulo 3. Motores AAA de 4 polos

3-1. Motor asincrónico trifásico 71 B4. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	71 B4	0.37	400	E	50	4	1435	59.0	0.77	1.17	4.02	1.55	2.0	B	44	Normal

Tabla 3-1-71. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	26.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	16.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	35.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	19.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	80.7	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	400	1500.0	-	-	180	-	0.98	0.27
Arranque	-	-	400	0.0	3.80	-	-	-	4.70	-
Carga 75%	-	-	400	1450.0	1.82	56.8	486	276	1.06	0.66
Carga 50%	-	-	400	1465.0	1.19	50.0	364	182	1.00	0.53
Temperat. carcasa	-	59.5	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3-2-71. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	36.842	32.546	27.809	16.273	inf	inf	9.033	16.273	0.0	0.0	-
Nominal1	1435	127.480	151.003	27.809	75.502	inf	inf	4.319	75.502	0.0	0.0	-
Vacio	1500	63.702	227.170	27.809	78.184	34.585	149.647	4.000	78.184	1.0	1.0	-74.9
Nominal2	1435	152.166	126.089	27.809	75.502	34.585	145.774	5.534	-87.147	1.0	1.0	-94.2

Tabla 3-3-71. Impedancias iniciales a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 10.0, Cad = 1.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	3.8	0.0	2445	0	0	0	0	2445	0.0	-	87.5	19.5	4.7	-41.5	4.7	4.7	-41.5
Nominal1	1435	2.5	71.0	524	370	4	18	0	132	111.6	-49.8	146.3	-12.7	1.2	-49.8	1.2	1.2	-49.8
Vacio	1500	0.0	0.0	189	0	0	10	99	80	150.1	1.8	150.2	2.1	0.0	1.8	1.0	1.0	-74.3
Nominal2	1435	2.5	58.9	628	370	4	9	114	132	124.8	17.0	157.1	-17.5	1.0	17.0	1.2	1.2	-39.6

Tabla 3-4-71. Momentos iniciales a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 10.0, Cad = 1.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	35.064	30.026	27.809	16.273	34.585	87.227	9.033	16.273	0.8	0.8	-46.8
1	75	35.554	29.246	27.809	19.369	34.585	90.348	8.850	10.868	0.7	0.7	-56.6
2	150	36.316	28.061	27.809	22.464	34.585	93.469	8.667	5.463	0.5	0.5	-74.1
3	225	37.389	26.463	27.809	25.560	34.585	96.590	8.484	0.057	0.5	0.5	-100.2
4	300	38.819	24.447	27.809	28.655	34.585	99.711	8.301	-5.348	0.6	0.6	-124.0
5	375	40.661	22.014	27.809	31.751	34.585	102.832	8.118	-10.753	0.7	0.7	-137.0
6	450	42.978	19.172	27.809	34.847	34.585	105.953	7.936	-16.158	1.0	1.0	-141.9
7	525	45.848	15.939	27.809	37.942	34.585	109.074	7.753	-21.564	1.2	1.2	-142.2
8	600	49.361	12.352	27.809	41.038	34.585	112.195	7.570	-26.969	1.4	1.4	-140.0
9	675	53.629	8.470	27.809	44.133	34.585	115.316	7.387	-32.374	1.6	1.6	-136.4
10	750	58.786	4.392	27.809	47.229	34.585	118.437	7.204	-37.779	1.7	1.7	-132.1
11	825	65.001	0.276	27.809	50.324	34.585	121.558	7.021	-43.184	1.8	1.8	-127.8
12	900	72.483	-3.626	27.809	53.420	34.585	124.679	6.838	-48.590	1.8	1.8	-123.6
13	975	81.492	-6.905	27.809	56.516	34.585	127.800	6.655	-53.995	1.8	1.8	-119.8
14	1050	92.354	-8.873	27.809	59.611	34.585	130.921	6.472	-59.400	1.7	1.7	-116.4
15	1125	105.444	-8.334	27.809	62.707	34.585	134.042	6.290	-64.805	1.7	1.7	-113.5
16	1200	121.091	-3.082	27.809	65.802	34.585	137.163	6.107	-70.211	1.6	1.6	-110.8
17	1275	139.100	11.227	27.809	68.898	34.585	140.284	5.924	-75.616	1.4	1.4	-108.2
18	1350	156.530	43.736	27.809	71.993	34.585	143.405	5.741	-81.021	1.3	1.3	-104.4
19	1425	156.774	113.156	27.809	75.089	34.585	146.526	5.558	-86.426	1.1	1.1	-96.1
20	1500	63.702	227.170	27.809	78.184	34.585	149.647	5.375	-91.832	1.0	1.0	-74.9

Tabla 3-5-71. Impedancias en función de la velocidad a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	3.0	0.0	2639	0	0	0	71	2567	0.0	-	77.9	21.6	4.2	-39.4	5.0	5.0	-40.6
1	75	3.4	1.0	2690	27	0	0	44	2619	2.1	-36.9	63.0	12.5	4.4	-36.9	5.0	5.0	-39.4
2	150	3.9	2.2	2765	61	1	0	27	2676	4.5	-33.9	51.3	-4.4	4.6	-33.9	5.0	5.0	-37.7
3	225	4.5	3.7	2858	105	1	0	23	2728	7.3	-30.2	48.6	-29.9	4.9	-30.2	5.0	5.0	-35.3
4	300	5.1	5.4	2958	159	2	0	33	2764	10.6	-25.9	59.4	-53.1	5.1	-25.9	5.0	5.0	-32.2
5	375	5.7	7.3	3050	224	2	0	57	2766	14.3	-20.8	80.6	-65.6	5.3	-20.8	5.0	5.0	-28.4
6	450	6.3	9.6	3112	297	3	0	96	2716	18.5	-15.0	107.2	-70.0	5.4	-15.0	4.9	4.9	-24.0
7	525	6.8	12.0	3121	374	4	1	146	2597	23.0	-8.8	135.5	-69.8	5.5	-8.8	4.8	4.8	-19.2
8	600	7.1	14.7	3058	448	4	1	200	2404	27.6	-2.2	163.0	-67.1	5.5	-2.2	4.5	4.5	-14.0
9	675	7.2	17.6	2918	512	5	1	252	2147	32.3	4.4	187.5	-63.1	5.3	4.4	4.3	4.3	-9.0
10	750	7.1	20.7	2713	561	6	2	293	1852	36.9	10.7	207.3	-58.4	5.1	10.7	3.9	3.9	-4.3
11	825	6.9	24.0	2467	593	6	2	320	1547	41.5	16.5	221.8	-53.6	4.8	16.5	3.6	3.6	-0.2
12	900	6.5	27.6	2207	609	6	3	330	1259	46.0	21.5	230.8	-49.1	4.5	21.5	3.2	3.2	2.9
13	975	6.0	31.5	1954	615	6	3	327	1003	50.7	25.7	234.9	-44.9	4.1	25.7	2.8	2.8	4.8
14	1050	5.6	35.7	1721	614	6	4	311	786	56.0	28.8	234.5	-41.2	3.7	28.8	2.5	2.5	5.5
15	1125	5.2	40.3	1512	609	6	5	286	605	62.4	30.8	230.0	-37.9	3.3	30.8	2.2	2.2	4.5
16	1200	4.8	45.4	1324	601	6	6	254	457	70.6	31.5	221.3	-35.0	2.9	31.5	1.9	1.9	1.5
17	1275	4.4	51.0	1146	584	6	7	214	334	81.7	30.4	207.7	-32.0	2.4	30.4	1.7	1.7	-4.6
18	1350	3.8	56.8	950	539	5	8	168	230	97.6	26.7	187.5	-28.0	1.9	26.7	1.4	1.4	-15.6
19	1425	2.7	59.5	673	400	4	9	118	141	120.6	18.5	160.8	-19.4	1.1	18.5	1.2	1.2	-35.8
20	1500	0.0	0.0	189	0	0	10	99	80	150.1	2.4	150.2	2.1	0.0	1.8	1.0	1.0	-74.3

Tabla 3-6-71. Momentos en función de la velocidad a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	3.0	0.0	2639	0	0	0	71	2568	0.0	-39.3	77.7	21.5	4.2	-39.3	5.0	5.0	-40.6
Máximo	674	7.2	17.5	2920	512	5	1	251	2151	32.3	4.3	187.2	-63.1	5.4	4.3	4.3	4.3	-9.0

Tabla 3-7-71. Momentos límite a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125 %	1401.1	3.2	59.6	776.7	462.8	5.0	8.0	133.0	167.9	112.3	21.8	169.6	-23.1	1.4	21.8	1.3	1.3	-27.9
100 %	1434.1	2.5	59.0	627.4	369.6	4.0	9.0	113.0	131.9	123.9	17.1	157.7	-17.6	1.0	17.1	1.2	1.2	-39.2
75 %	1456.2	1.8	55.3	502.0	277.2	3.0	9.0	102.8	109.8	132.6	13.0	151.1	-12.4	0.7	13.0	1.1	1.1	-49.0
50 %	1473.0	1.2	47.4	390.9	184.9	2.0	10.0	98.0	96.0	139.4	9.3	148.1	-7.2	0.5	9.3	1.1	1.1	-57.7
25 %	1486.9	0.6	32.2	287.1	92.9	1.0	10.0	97.0	87.0	145.1	5.9	148.0	-2.5	0.2	5.9	1.0	1.0	-65.9
Eff máx	1413.0	2.9	59.7	727.0	435.0	4.0	9.0	126.0	154.0	116.3	20.2	165.2	-21.4	1.3	20.2	1.2	1.2	-31.7

Tabla 3-8-71. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque							
Valores ingresados	0.0	3.8	0.0	-	0.0	4.70	-
Valores calculados	0.0	3.0	0.0	2639.0	0.0	5.00	-40.6
Diferencias (%)	-	21.0	-	-	-	-6.40	-
Mto Máximo							
Valores ingresados	-	4.9	-	-	-	-	-
Valores calculados	674.0	7.2	17.5	2920.0	512.0	4.30	-9.0
Diferencias (%)	-	-46.9	-	-	-	-	-
Nominal							
Valores ingresados	1435.0	2.5	59.0	623.0	370.0	1.17	-39.6
Valores calculados	1434.1	2.5	59.0	627.4	369.6	1.20	-39.2
Diferencias (%)	0.1	-1.5	0.0	-0.6	0.1	-2.60	1.1
75% carga							
Valores ingresados	1450.0	1.8	56.8	486.0	276.0	1.06	-48.7
Valores calculados	1456.2	1.8	55.3	502.0	277.2	1.10	-49.0
Diferencias (%)	-0.4	1.1	2.6	-3.3	-0.4	-3.77	-0.6

Tabla 3-9-71. Diferencias de valores característicos a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	1465.0	1.1	50.0	364.0	182.0	1.00	-58.0
Valores calculados	1473.0	1.2	47.4	390.9	184.9	1.10	-57.7
Diferencias (%)	-0.6	-0.8	5.2	-7.4	-1.6	-10.00	0.5
Vacío							
Valores ingresados	1500.0	0.0	0.0	180.0	0.0	0.98	-74.3
Valores calculados	1500.0	0.0	0.0	189.0	0.0	1.00	-74.3
Diferencias (%)	-	-	-	-5.0	-	-2.04	0.1

Tabla 3-9-71. Diferencias de valores característicos a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	120.50	Paso de bobinas en ranuras	6/8	Corriente por kW (A/kW)	3.16
Altura corona estator (mm)	11.80	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	9.3
Diámetro interior estator (mm)	74.00	Factor de arrollamiento	0.966	Corriente barra rotor (A)	197.3
Altura corona rotor (mm)	11.80	Espiras por bobina (prom)	160.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	5.3
Diámetro eje rotor (mm)	25.00	Espiras por bobina (real)	160/160	Corriente anillo rotor (A)	345.4
Longitud paquete de chapas (mm)	45.00	Número de alambres 1	1	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	2.7
Número ranuras estator	24.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.4	Flujo por polo (wb)	0.0011
Sección ranura estator (mm2)	66.20	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.66
Número ranuras rotor	22.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.15
Sección ranura rotor (mm2)	37.40	Conexión bobinado (vías)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	0.72
Espesor anillo rotor (mm)	10.00	Peso total cobre (kg)	0.7	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.157
Sección anillo rotor(mm2)	128.00	Relleno ranura(%)	30.4	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	438058
Longitud entrehierro (mm)	0.35				

Tabla 3-10-71. Datos constructivos y exigencias nominales a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.1828	0.1291	0.2273	0.6918	0.0594	0.1291	0.1828	0.5988	0.2273	1.1561	0.0364	-0.6912	0.1828	0.6201	0.2273	1.1868	0.0263	0.6201

Tabla 3-11-71. Relaciones de resistencias y reactancias a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	1.4	3.5	44.2	50.9
Eff. Máx	1.4	3.1	43.2	52.7

Tabla 3-12-71. Relaciones de pérdidas a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

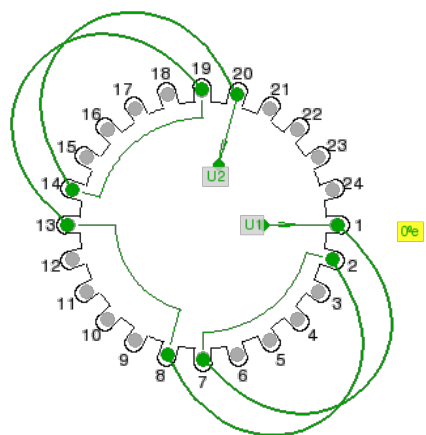


Fig. 3-1-71. Esquema de arrollamiento de 24 ranuras, 4 polos, paso 1-7, 1 vía, ka = 0.966

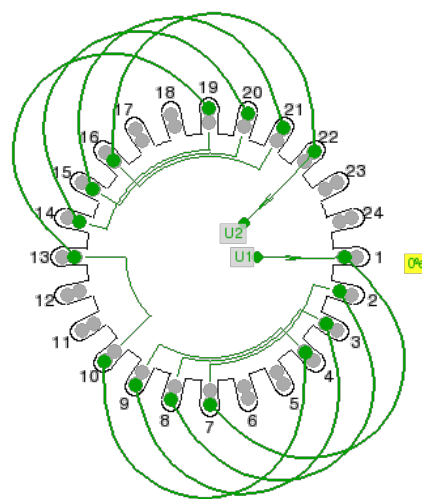
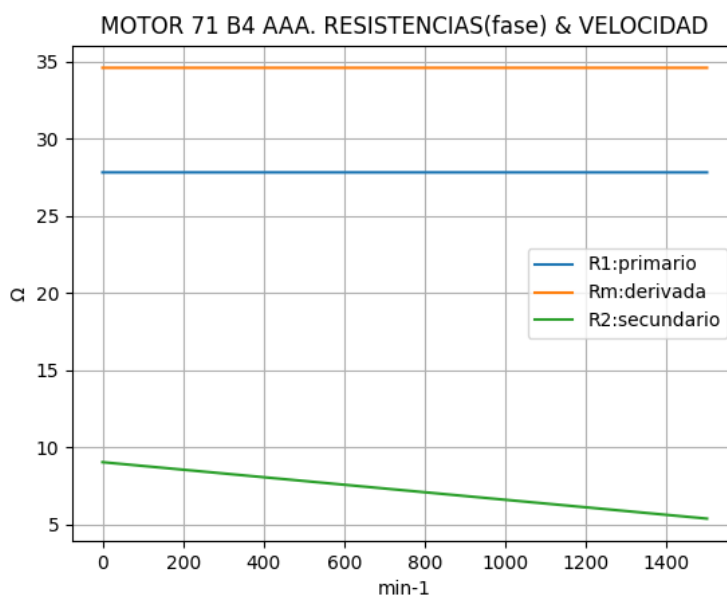


Fig. 3-2-71. Esquema de arrollamiento de 24 ranuras, 4 polos, paso 1-7, 1 vía, ka = 0.837

3-2. Motor asincrónico trifásico 71 B4. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	35.064	27.809	34.585	9.033
75	35.554	27.809	34.585	8.850
150	36.316	27.809	34.585	8.667
225	37.389	27.809	34.585	8.484
300	38.819	27.809	34.585	8.301
375	40.661	27.809	34.585	8.118
450	42.978	27.809	34.585	7.936
525	45.848	27.809	34.585	7.753
600	49.361	27.809	34.585	7.570
675	53.629	27.809	34.585	7.387
750	58.786	27.809	34.585	7.204
825	65.001	27.809	34.585	7.021
900	72.483	27.809	34.585	6.838
975	81.492	27.809	34.585	6.655
1050	92.354	27.809	34.585	6.472
1125	105.444	27.809	34.585	6.290
1200	121.091	27.809	34.585	6.107
1275	139.100	27.809	34.585	5.924
1350	156.530	27.809	34.585	5.741
1425	156.774	27.809	34.585	5.558
1500	63.702	27.809	34.585	5.375

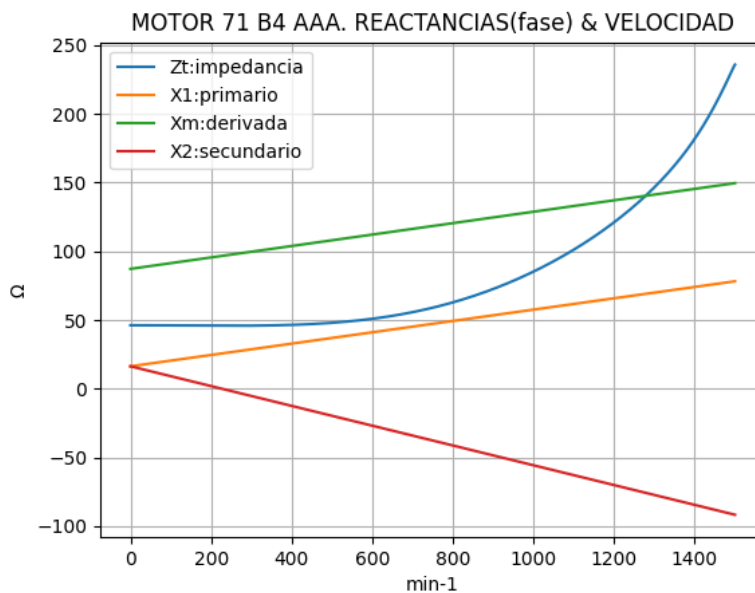


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) decrece con la velocidad

Fig. 3-3-71. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	46.163	30.026	16.273	87.227	16.273
75	46.037	29.246	19.369	90.348	10.868
150	45.894	28.061	22.464	93.469	5.463
225	45.806	26.463	25.560	96.590	0.057
300	45.876	24.447	28.655	99.711	-5.348
375	46.238	22.014	31.751	102.832	-10.753
450	47.061	19.172	34.847	105.953	-16.158
525	48.540	15.939	37.942	109.074	-21.564
600	50.883	12.352	41.038	112.195	-26.969
675	54.293	8.470	44.133	115.316	-32.374
750	58.950	4.392	47.229	118.437	-37.779
825	65.002	0.276	50.324	121.558	-43.184
900	72.573	-3.626	53.420	124.679	-48.590
975	81.784	-6.905	56.516	127.800	-53.995
1050	92.779	-8.873	59.611	130.921	-59.400
1125	105.773	-8.334	62.707	134.042	-64.805
1200	121.130	-3.082	65.802	137.163	-70.211
1275	139.552	11.227	68.898	140.284	-75.616
1350	162.525	43.736	71.993	143.405	-81.021
1425	193.345	113.156	75.089	146.526	-86.426
1500	235.933	227.170	78.184	149.647	-91.832

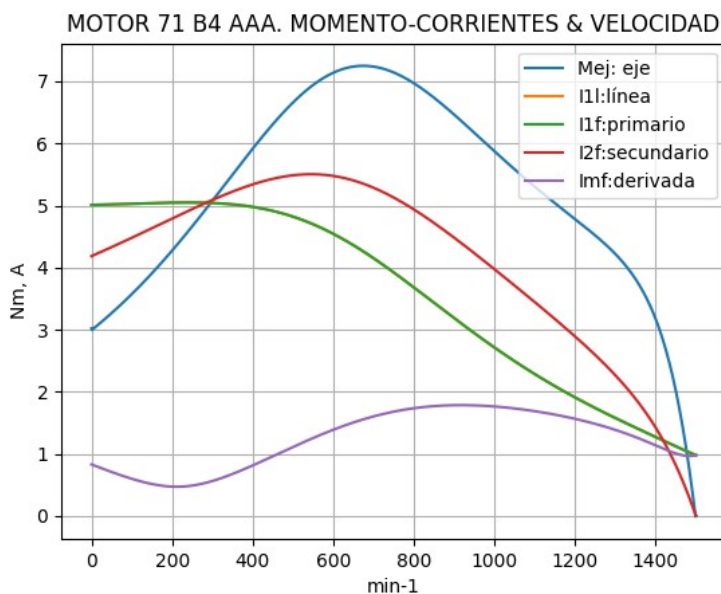


Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) presenta valores positivos y luego negativos, cerca de 300 min⁻¹

Fig. 3-4-71. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	3.0	4.2	5.0	5.0	0.8
75	3.4	4.4	5.0	5.0	0.7
150	3.9	4.6	5.0	5.0	0.5
225	4.5	4.9	5.0	5.0	0.5
300	5.1	5.1	5.0	5.0	0.6
375	5.7	5.3	5.0	5.0	0.7
450	6.3	5.4	4.9	4.9	1.0
525	6.8	5.5	4.8	4.8	1.2
600	7.1	5.5	4.5	4.5	1.4
675	7.2	5.3	4.3	4.3	1.6
750	7.1	5.1	3.9	3.9	1.7
825	6.9	4.8	3.6	3.6	1.8
900	6.5	4.5	3.2	3.2	1.8
975	6.0	4.1	2.8	2.8	1.8
1050	5.6	3.7	2.5	2.5	1.7
1125	5.2	3.3	2.2	2.2	1.7
1200	4.8	2.9	1.9	1.9	1.6
1275	4.4	2.4	1.7	1.7	1.4
1350	3.8	1.9	1.4	1.4	1.3
1425	2.7	1.1	1.2	1.2	1.1
1500	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0

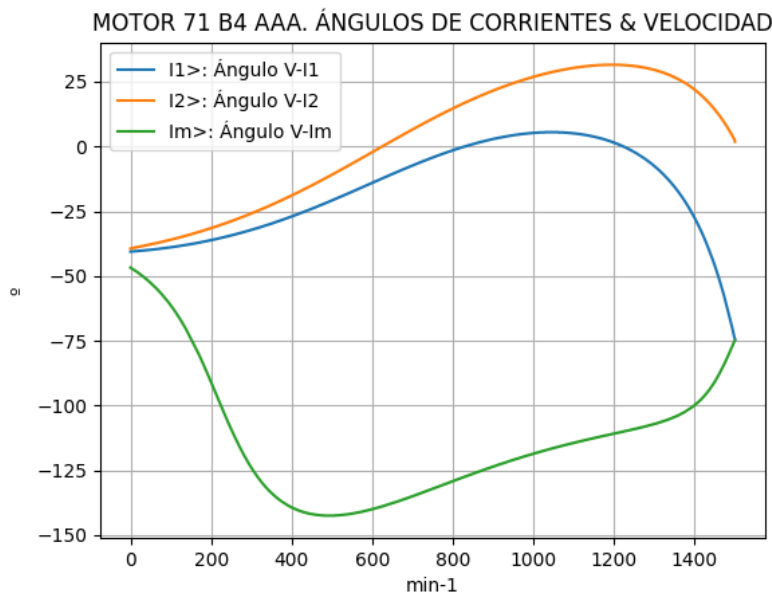


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 675 min⁻¹.
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria (superpuesta)
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f cerca de 300 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es variable y muestra una depresión cerca de 150 min⁻¹

Fig. 3-5-71. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-39.4	-40.6	-46.8
75	-36.9	-39.4	-56.6
150	-33.9	-37.7	-74.1
225	-30.2	-35.3	-100.2
300	-25.9	-32.2	-124.0
375	-20.8	-28.4	-137.0
450	-15.0	-24.0	-141.9
525	-8.8	-19.2	-142.2
600	-2.2	-14.0	-140.0
675	4.4	-9.0	-136.4
750	10.7	-4.3	-132.1
825	16.5	-0.2	-127.8
900	21.5	2.9	-123.6
975	25.7	4.8	-119.8
1050	28.8	5.5	-116.4
1125	30.8	4.5	-113.5
1200	31.5	1.5	-110.8
1275	30.4	-4.6	-108.2
1350	26.7	-15.6	-104.4
1425	18.5	-35.8	-96.1
1500	1.8	-74.3	-74.9

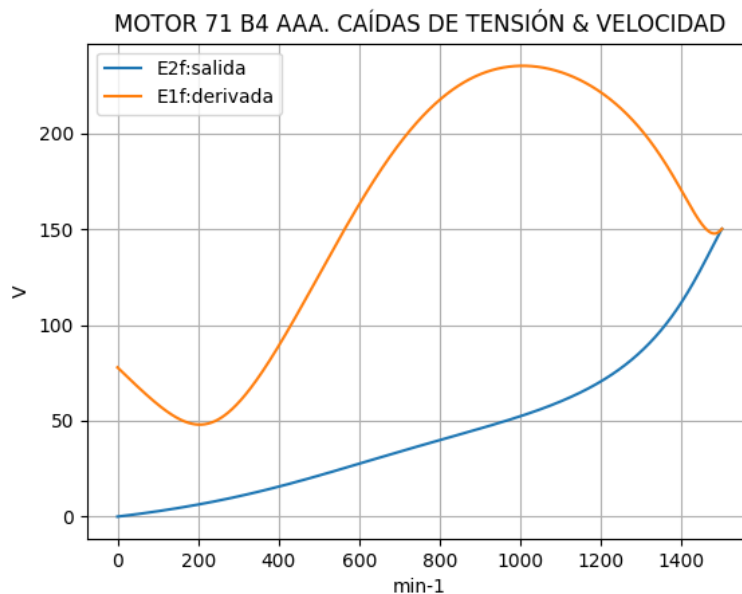


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo inicialmente, luego es positivo, cerca de 900 min⁻¹ y cerca de 1275 min-1 vuelve a ser negativo
- El ángulo V-I2 es negativo inicialmente; cerca de 675 min⁻¹ se hace positivo
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 525 min⁻¹

Fig. 3-6-71. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	77.9
75	2.1	63.0
150	4.5	51.3
225	7.3	48.6
300	10.6	59.4
375	14.3	80.6
450	18.5	107.2
525	23.0	135.5
600	27.6	163.0
675	32.3	187.5
750	36.9	207.3
825	41.5	221.8
900	46.0	230.8
975	50.7	234.9
1050	56.0	234.5
1125	62.4	230.0
1200	70.6	221.3
1275	81.7	207.7
1350	97.6	187.5
1425	120.6	160.8
1500	150.1	150.2

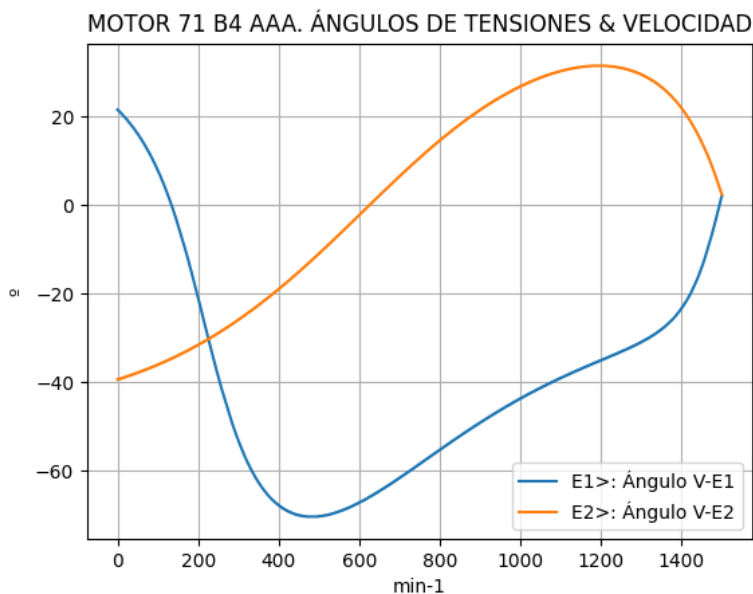


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 225 min^{-1} y luego crece, con un máximo cerca de 975 min^{-1}
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 3-7-71. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	21.6
75	-36.9	12.5
150	-33.9	-4.4
225	-30.2	-29.9
300	-25.9	-53.1
375	-20.8	-65.6
450	-15.0	-70.0
525	-8.8	-69.8
600	-2.2	-67.1
675	4.4	-63.1
750	10.7	-58.4
825	16.5	-53.6
900	21.5	-49.1
975	25.7	-44.9
1050	28.8	-41.2
1125	30.8	-37.9
1200	31.5	-35.0
1275	30.4	-32.0
1350	26.7	-28.0
1425	18.5	-19.4
1500	2.4	2.1

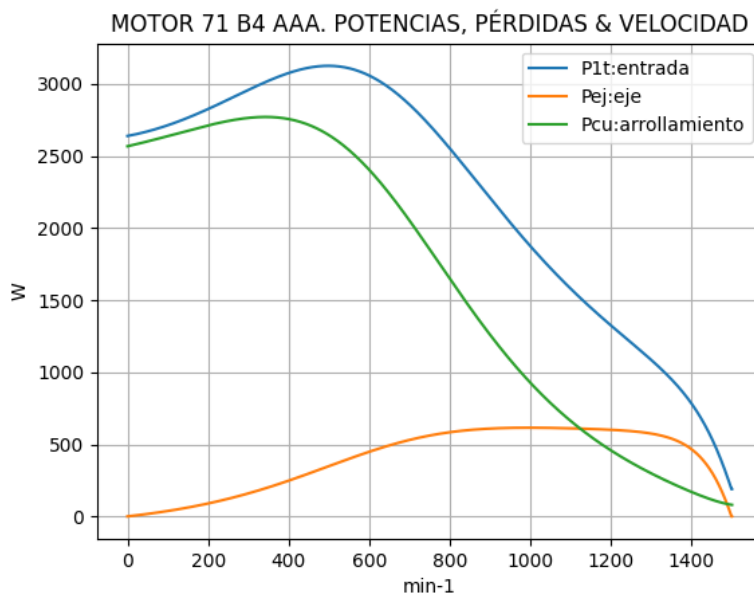


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es positivo hasta cerca de 75 min^{-1} , luego es negativo, haciéndose máximo negativo cerca de 450 min^{-1} y vuelve a ser positivo en vacío
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 3-8-71. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	2639	0	2567
75	2690	27	2619
150	2765	61	2676
225	2858	105	2728
300	2958	159	2764
375	3050	224	2766
450	3112	297	2716
525	3121	374	2597
600	3058	448	2404
675	2918	512	2147
750	2713	561	1852
825	2467	593	1547
900	2207	609	1259
975	1954	615	1003
1050	1721	614	786
1125	1512	609	605
1200	1324	601	457
1275	1146	584	334
1350	950	539	230
1425	673	400	141
1500	189	0	80

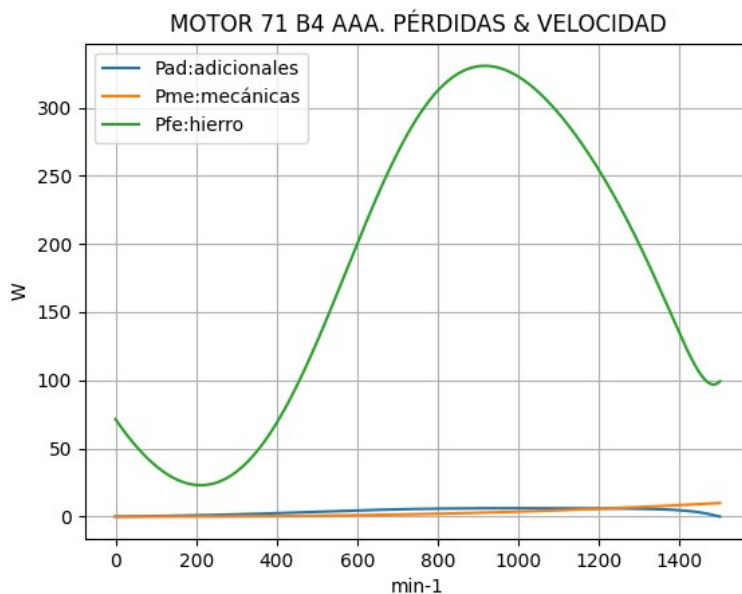


Observaciones:

- La potencia de entrada P_{1t} = (Peje + Pérdidas) crece hasta cerca de 525 min^{-1} y luego cae regularmente
- La potencia en el eje P_{ej} presenta un máximo cerca de 1050 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas P_{cu} en el arrollamiento presentan un ascenso inicial y luego un descenso regular

Fig. 3-9-71. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	71
75	0	0	44
150	1	0	27
225	1	0	23
300	2	0	33
375	2	0	57
450	3	0	96
525	4	1	146
600	4	1	200
675	5	1	252
750	6	2	293
825	6	2	320
900	6	3	330
975	6	3	327
1050	6	4	311
1125	6	5	286
1200	6	6	254
1275	6	7	214
1350	5	8	168
1425	4	9	118
1500	0	10	99

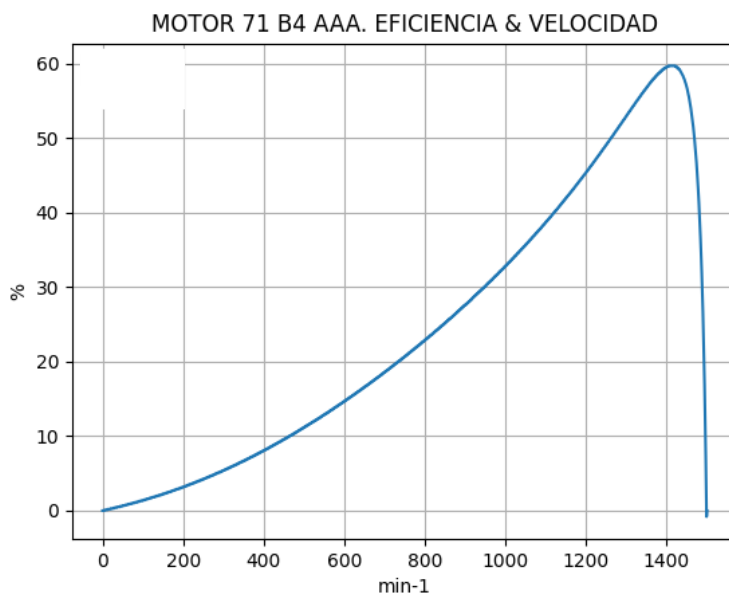


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $P_{ad} = P_{ej} \cdot C_{ad} / 100$ son máximas cerca de 750 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas P_{me} crecen regularmente
- Las pérdidas en el hierro $P_{fe} = 3 \cdot R_m \cdot I_m^2$ son mínimas cerca de 225 min^{-1} y máximas cerca de 900 min^{-1}

Fig. 3-10-71. Curvas de otras pérdidas

nx(min-1)	Eff(%)
0	0.0
75	1.0
150	2.2
225	3.7
300	5.4
375	7.3
450	9.6
525	12.0
600	14.7
675	17.6
750	20.7
825	24.0
900	27.6
975	31.5
1050	35.7
1125	40.3
1200	45.4
1275	51.0
1350	56.8
1425	59.5
1500	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 1425 min^{-1} y luego decrece

Fig. 3-8-71. Curva de eficiencia

3-3. Motor asincrónico trifásico 80 B4. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	KW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	80 B4	0.75	380	E	50	4	1425	69.4	0.76	2.12	4.28	2.04	2.5	B	44	Normal

Tabla 3-1-80. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	10.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	18.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	13.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	22.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	71.3	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	1500.0	-	-	160	-	1.5	0.16
Arranque	-	-	380	0.0	10.30	-	-	-	9.1	-
Carga 75%	-	-	380	1450.0	3.63	68.9	800	551	1.8	0.68
Carga 50%	-	-	380	1465.0	2.39	63.1	580	366	1.6	0.55
Temperat. carcasa	-	59.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3-2-80. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	17.157	17.078	10.636	8.539	inf	inf	6.521	8.539	0.0	0.0	-
Nominal1	1425	70.986	75.472	10.636	37.736	inf	inf	3.017	37.736	0.0	0.0	-
Vacío	1500	23.430	144.549	10.636	39.273	11.86	105.501	3.000	39.273	1.5	1.5	-81.3
Nominal2	1425	78.744	67.339	10.636	37.736	11.86	100.074	3.929	-30.906	1.6	1.6	-100.3

Tabla 3-3-80. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 14.0, Cad = 6.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	10.3	0.0	4238	0	0	0	0	4238	0.0	-	97.5	7.8	9.1	-44.9	9.1	9.1	-44.9
Nominal1	1425	5.0	78.0	957	750	8	16	0	184	121.5	-46.8	150.9	-14.7	2.1	-46.8	2.1	2.1	-46.8
Vacío	1500	0.0	0.0	164	0	0	12	80	72	159.0	2.1	159.1	2.3	0.0	2.1	1.5	1.5	-80.8
Nominal2	1425	5.0	69.5	1079	750	45	11	87	186	141.6	4.8	157.4	-17.0	1.9	4.8	2.1	2.1	-40.5

Tabla 3-4-80. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 14.0, Cad = 6.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
0	15.824	16.328	10.636	8.539	11.86	64.654	6.521	8.539	1.4	1.4	-69.2
75	16.230	16.299	10.636	10.076	11.86	66.697	6.384	6.463	1.2	1.2	-77.0
1	16.702	16.170	10.636	11.612	11.86	68.739	6.248	4.387	1.0	1.0	-87.4
3	17.246	15.943	10.636	13.149	11.86	70.781	6.111	2.311	0.9	0.9	-100.3
4	17.872	15.622	10.636	14.686	11.86	72.824	5.975	0.235	0.9	0.9	-114.5
5	18.591	15.210	10.636	16.223	11.86	74.866	5.839	-1.841	1.0	1.0	-127.5
6	19.418	14.715	10.636	17.759	11.86	76.908	5.702	-3.917	1.1	1.1	-137.5
7	20.371	14.143	10.636	19.296	11.86	78.951	5.566	-5.993	1.2	1.2	-144.1
8	21.475	13.506	10.636	20.833	11.86	80.993	5.430	-8.070	1.4	1.4	-147.9
9	22.764	12.820	10.636	22.369	11.86	83.035	5.293	-10.146	1.5	1.5	-149.5
10	24.281	12.108	10.636	23.906	11.86	85.078	5.157	-12.222	1.7	1.7	-149.4
11	26.091	11.405	10.636	25.443	11.86	87.120	5.020	-14.298	1.8	1.8	-148.1
12	28.286	10.769	10.636	26.979	11.86	89.162	4.884	-16.374	1.9	1.9	-145.8
13	31.002	10.293	10.636	28.516	11.86	91.205	4.748	-18.450	2.0	2.0	-142.8
14	34.453	10.144	10.636	30.053	11.86	93.247	4.611	-20.526	2.0	2.0	-139.1
15	38.988	10.646	10.636	31.589	11.86	95.289	4.475	-22.602	2.0	2.0	-134.6
16	45.200	12.486	10.636	33.126	11.86	97.332	4.339	-24.678	1.9	1.9	-129.3
17	54.110	17.347	10.636	34.663	11.86	99.374	4.202	-26.754	1.8	1.8	-122.7
18	67.117	30.139	10.636	36.199	11.86	101.416	4.066	-28.830	1.7	1.7	-113.6
19	80.316	67.683	10.636	37.736	11.86	103.459	3.929	-30.906	1.5	1.5	-100.3
20	105.501	144.549	10.636	39.273	11.86	105.501	3.793	-32.982	1.5	1.5	-81.3

Tabla 3-5-80. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	8.8	0.0	4430	0	0	0	67	4363	0.0	-	90.4	10.4	8.4	-42.2	9.7	9.7	-45.9
1	75	8.9	1.6	4440	70	4	0	50	4317	2.9	-41.0	79.9	2.9	8.6	-41.0	9.5	9.5	-45.1
2	150	9.5	3.3	4473	150	9	0	38	4277	6.1	-39.4	71.7	-7.2	8.7	-39.4	9.4	9.4	-44.1
3	225	10.2	5.3	4525	241	14	0	31	4239	9.6	-37.7	67.1	-19.8	8.9	-37.7	9.4	9.4	-42.8
4	300	11.0	7.5	4591	345	21	0	30	4196	13.5	-35.6	67.5	-33.8	9.0	-35.6	9.3	9.3	-41.2
5	375	11.8	9.9	4664	462	28	0	33	4140	17.8	-33.2	73.3	-46.5	9.2	-33.2	9.1	9.1	-39.3
6	450	12.6	12.5	4735	594	36	1	41	4064	22.7	-30.6	83.8	-56.3	9.3	-30.6	9.0	9.0	-37.2
7	525	13.4	15.4	4794	738	44	1	53	3958	28.0	-27.7	97.6	-62.7	9.3	-27.7	8.9	8.9	-34.8
8	600	14.2	18.5	4830	893	54	1	68	3814	33.8	-24.5	113.3	-66.2	9.3	-24.5	8.7	8.7	-32.2
9	675	14.9	21.8	4827	1054	63	2	85	3623	40.2	-21.1	129.8	-67.6	9.3	-21.1	8.4	8.4	-29.4
10	750	15.5	25.4	4774	1215	73	2	103	3381	47.1	-17.5	146.0	-67.4	9.1	-17.5	8.1	8.1	-26.5
11	825	15.8	29.3	4658	1367	82	3	119	3086	54.5	-13.8	161.1	-65.9	8.9	-13.8	7.7	7.7	-23.6
12	900	15.9	33.6	4469	1500	90	3	133	2743	62.4	-10.1	173.9	-63.4	8.5	-10.1	7.3	7.3	-20.8
13	975	15.7	38.1	4205	1603	96	4	142	2360	70.8	-6.5	183.8	-60.2	8.0	-6.5	6.7	6.7	-18.4
14	1050	15.1	43.0	3866	1664	100	5	145	1952	79.7	-3.1	189.8	-56.3	7.4	-3.1	6.1	6.1	-16.4
15	1125	14.2	48.4	3455	1672	100	6	142	1535	89.2	-0.1	191.6	-51.7	6.6	-0.1	5.4	5.4	-15.3
16	1200	12.8	54.1	2975	1611	97	7	132	1129	99.6	2.4	188.6	-46.3	5.7	2.4	4.7	4.7	-15.4
17	1275	10.9	60.3	2426	1462	88	8	116	752	111.2	4.2	180.9	-39.5	4.7	4.2	3.9	3.9	-17.8
18	1350	8.4	66.3	1795	1190	71	9	98	426	124.5	5.0	169.6	-30.3	3.4	5.0	3.0	3.0	-24.2
19	1425	4.9	69.8	1054	735	44	11	83	181	140.2	4.6	158.6	-16.9	1.9	4.6	2.1	2.1	-40.1
20	1500	0.0	0.0	164	0	0	12	80	72	159.0	2.4	159.1	2.3	0.0	2.1	1.5	1.5	-80.8

Tabla 3-6-80. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	8.3	0.0	4430	1	0	0	67	4362	0.0	-42.2	90.3	10.4	8.4	-42.2	9.7	9.7	-45.9
Máximo	887	15.9	32.8	4507	1479	89	3	131	2806	61.0	-10.8	171.9	-63.9	8.6	-10.8	7.3	7.3	-21.3

Tabla 3-7-80. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	1363.0	7.9	67.2	1675.0	1127.0	68.0	10.0	95.0	376.0	127.0	5.1	167.5	-28.3	3.2	5.1	2.8	2.8	-26.0
125 %	1396.1	6.4	69.2	1355.4	937.6	56.0	10.0	88.0	262.8	133.8	4.9	162.3	-22.7	2.5	4.9	2.4	2.4	-32.1
100 %	1423.1	5.0	69.8	1074.4	749.6	45.0	11.0	83.0	185.9	139.8	4.6	158.8	-17.3	1.9	4.6	2.1	2.1	-39.5
75 %	1445.9	3.7	68.5	821.0	562.7	34.0	11.0	80.0	134.2	145.2	4.2	156.9	-12.0	1.4	4.2	1.9	1.9	-48.1
50 %	1465.8	2.4	63.8	587.6	375.2	22.2	12.0	78.2	100.2	150.1	3.7	156.3	-7.1	0.9	3.7	1.7	1.7	-58.0
25 %	1483.3	1.2	50.8	369.6	187.3	11.0	12.0	79.0	80.0	154.7	3.1	157.0	-2.3	0.5	3.1	1.6	1.6	-68.9
Eff máx	1420.0	5.2	69.8	1108.0	773.0	46.0	11.0	83.0	194.0	139.1	4.7	159.2	-17.9	2.0	4.7	2.1	2.1	-38.5

Tabla 3-8-80. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	10.3	0.0	-	0.0	9.1	-
Valores calculados		0.0	8.8	0.0	4430.0	0.0	9.7	-45.9
Diferencias (%)		-	14.6	-	-	-	-6.6	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	12.6	-	-	-	-	-
Valores calculados		887.0	15.9	32.8	4507.0	1479.0	7.3	-21.3
Diferencias (%)		-	-26.2	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		1425.0	5.0	69.4	1059.0	750.0	2.1	-40.5
Valores calculados		1423.1	5.0	69.8	1074.4	749.6	2.1	-39.5
Diferencias (%)		0.1	0.5	-0.6	-1.4	0.1	0.9	2.6
75% carga								
Valores ingresados		1450.0	3.6	68.9	800.0	551.0	1.8	-47.2
Valores calculados		1445.9	3.7	68.5	821.0	562.7	1.9	-48.1
Diferencias (%)		0.3	-1.9	0.6	-2.6	-2.1	-5.6	-2.0

Tabla 3-9-80. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	1465.0	2.4	63.1	580.0	366.0	1.6	-56.6
Valores calculados	1465.8	2.4	63.8	587.6	375.2	1.7	-58.0
Diferencias (%)	-0.1	-0.4	-1.1	-1.3	-2.5	-6.3	-2.4
Vacío							
Valores ingresados	1500.0	0.0	0.0	160.0	0.0	1.5	-80.8
Valores calculados	1500.0	0.0	0.0	164.0	0.0	1.5	-80.8
Diferencias (%)	-	-	-	-2.5	-	0.0	-0.0

Tabla 3-9-80. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	120.50	Paso de bobinas en ranuras	6/8	Corriente por kW (A/kW)	2.83
Altura corona estator (mm)	11.80	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	8.9
Diámetro interior estator (mm)	74.00	Factor de arrollamiento	0.966	Corriente barra rotor (A)	216.7
Altura corona rotor (mm)	11.80	Espiras por bobina (prom)	97	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	5.8
Diámetro eje rotor (mm)	25.00	Espiras por bobina (real)	97/97	Corriente anillo rotor (A)	379.4
Longitud paquete de chapas (mm)	80.00	Número de alambres 1	1	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	3.0
Número ranuras estator	24.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.55	Flujo por polo (wb)	0.0019
Sección ranura estator (mm2)	66.20	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.64
Número ranuras rotor	22.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.12
Sección ranura rotor (mm2)	37.40	Conexión bobinado (vías)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	0.7
Espesor anillo rotor (mm)	10.00	Peso total cobre (kg)	1.2	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.12
Sección anillo rotor(mm2)	128.00	Relleno ranura(%)	34.8	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	406960
Longitud entrehierro (mm)	0.35				

Tabla 3-10-80. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.1351	0.1268	0.1506	0.9601	0.0828	0.1268	0.1351	0.5604	0.1506	1.4861	0.0499	-0.459	0.1351	0.5832	0.1506	1.5667	0.0381	0.5832

Tabla 3-11-80. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	13.7	3.3	26.4	56.6
Eff. Máx	13.7	3.3	24.8	57.9

Tabla 3-12-80. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

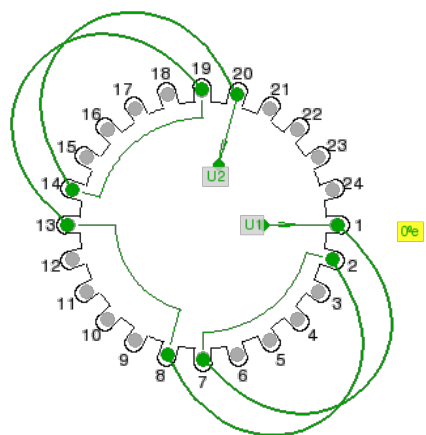


Fig. 3-1-80. Esquema de arrollamiento de 24 ranuras, 4 polos, paso 7, 1 vía, ka = 0.966

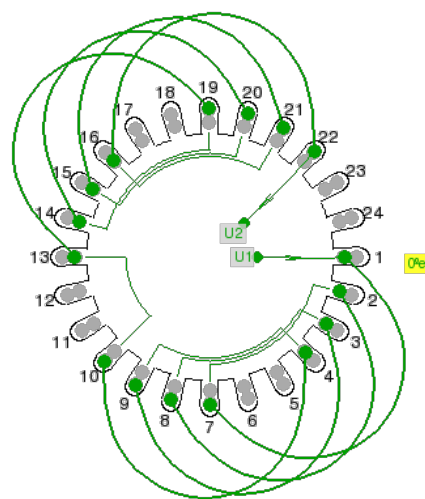
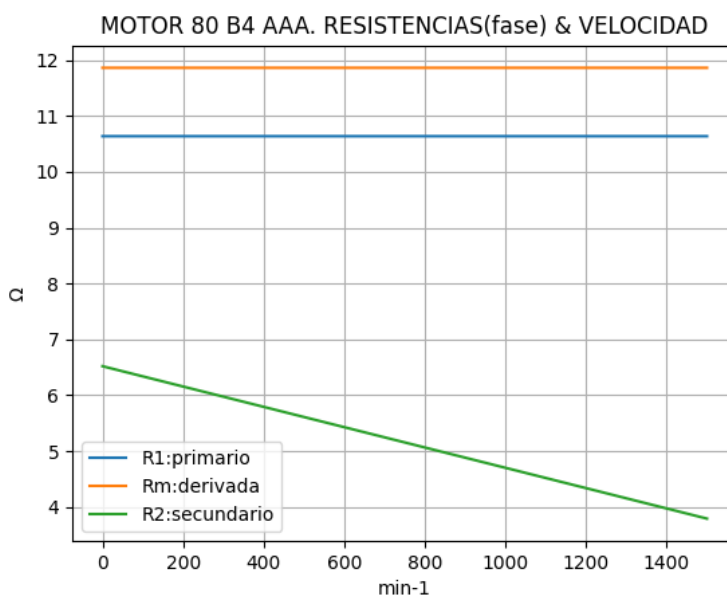


Fig. 3-2-80. Esquema de arrollamiento de 24 ranuras, 4 polos, paso 7, 1 vía, ka = 0.837

3-4. Motor asincrónico trifásico 80 B4. Curvas características

$n_x(\text{min}^{-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	15.824	10.636	11.86	6.521
75	16.230	10.636	11.86	6.384
150	16.702	10.636	11.86	6.248
225	17.246	10.636	11.86	6.111
300	17.872	10.636	11.86	5.975
375	18.591	10.636	11.86	5.839
450	19.418	10.636	11.86	5.702
525	20.371	10.636	11.86	5.566
600	21.475	10.636	11.86	5.430
675	22.764	10.636	11.86	5.293
750	24.281	10.636	11.86	5.157
825	26.091	10.636	11.86	5.020
900	28.286	10.636	11.86	4.884
975	31.002	10.636	11.86	4.748
1050	34.453	10.636	11.86	4.611
1125	38.988	10.636	11.86	4.475
1200	45.200	10.636	11.86	4.339
1275	54.110	10.636	11.86	4.202
1350	67.117	10.636	11.86	4.066
1425	80.316	10.636	11.86	3.929
1500	23.430	10.636	11.86	3.793

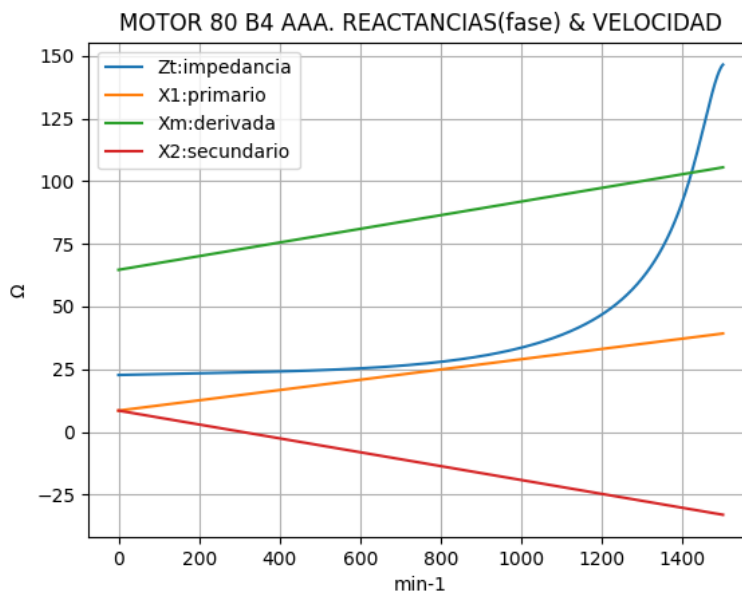


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 3-3-80. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min}^{-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	22.738	16.328	8.539	64.654	8.539
75	23.002	16.299	10.076	66.697	6.463
150	23.247	16.170	11.612	68.739	4.387
225	23.486	15.943	13.149	70.781	2.311
300	23.737	15.622	14.686	72.824	0.235
375	24.020	15.210	16.223	74.866	-1.841
450	24.363	14.715	17.759	76.908	-3.917
525	24.799	14.143	19.296	78.951	-5.993
600	25.369	13.506	20.833	80.993	-8.070
675	26.125	12.820	22.369	83.035	-10.146
750	27.133	12.108	23.906	85.078	-12.222
825	28.475	11.405	25.443	87.120	-14.298
900	30.266	10.769	26.979	89.162	-16.374
975	32.666	10.293	28.516	91.205	-18.450
1050	35.915	10.144	30.053	93.247	-20.526
1125	40.416	10.646	31.589	95.289	-22.602
1200	46.893	12.486	33.126	97.332	-24.678
1275	56.822	17.347	34.663	99.374	-26.754
1350	73.573	30.139	36.199	101.416	-28.830
1425	105.031	67.683	37.736	103.459	-30.906
1500	146.435	144.549	39.273	105.501	-32.982

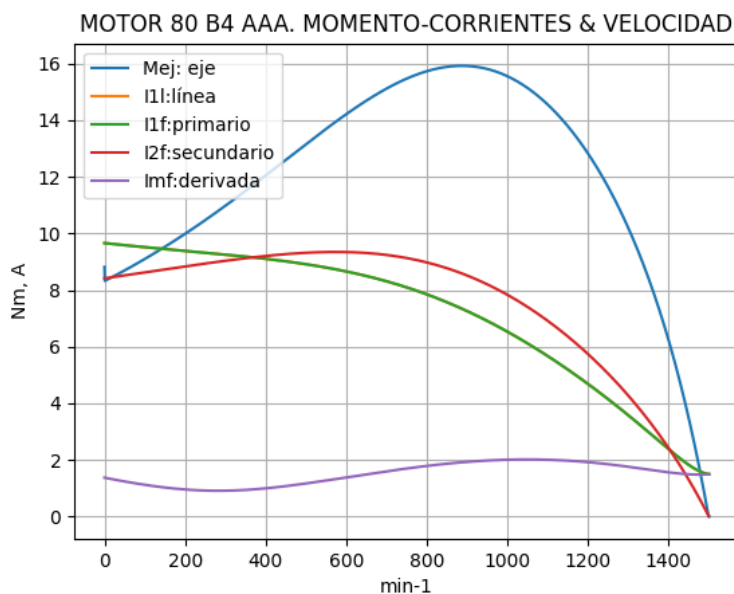


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ es positiva hasta cerca de 300 min^{-1} y luego es negativa

Fig. 3-4-80. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	8.8	8.4	9.7	9.7	1.4
75	8.9	8.6	9.5	9.5	1.2
150	9.5	8.7	9.4	9.4	1.0
225	10.2	8.9	9.4	9.4	0.9
300	11.0	9.0	9.3	9.3	0.9
375	11.8	9.2	9.1	9.1	1.0
450	12.6	9.3	9.0	9.0	1.1
525	13.4	9.3	8.9	8.9	1.2
600	14.2	9.3	8.7	8.7	1.4
675	14.9	9.3	8.4	8.4	1.5
750	15.5	9.1	8.1	8.1	1.7
825	15.8	8.9	7.7	7.7	1.8
900	15.9	8.5	7.3	7.3	1.9
975	15.7	8.0	6.7	6.7	2.0
1050	15.1	7.4	6.1	6.1	2.0
1125	14.2	6.6	5.4	5.4	2.0
1200	12.8	5.7	4.7	4.7	1.9
1275	10.9	4.7	3.9	3.9	1.8
1350	8.4	3.4	3.0	3.0	1.7
1425	4.9	1.9	2.1	2.1	1.5
1500	0.0	0.0	1.5	1.5	1.5

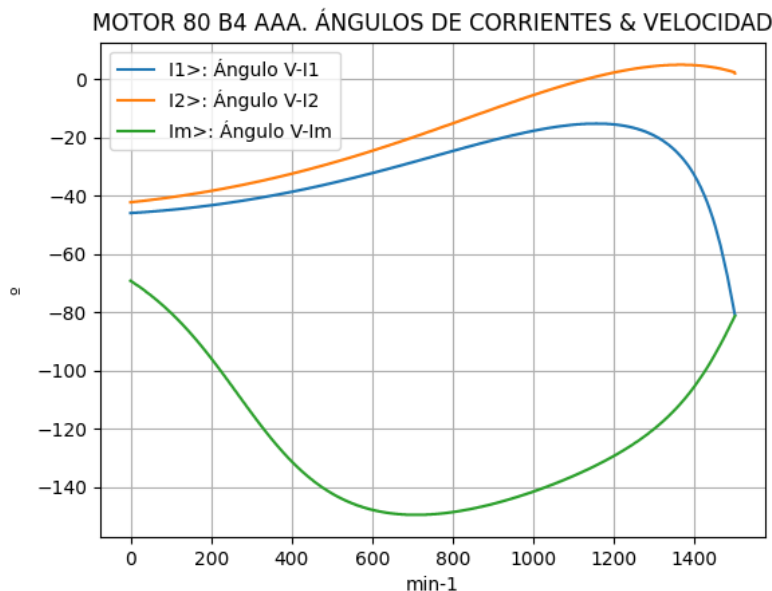


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 900 min⁻¹.
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria (superpuesta)
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf crece - supera a I1l cerca de 375 min⁻¹ y en el último tramo vuelve a ser menor a ella
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 225 min⁻¹

Fig. 3-5-80. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-42.2	-45.9	-69.2
75	-41.0	-45.1	-77.0
150	-39.4	-44.1	-87.4
225	-37.7	-42.8	-100.3
300	-35.6	-41.2	-114.5
375	-33.2	-39.3	-127.5
450	-30.6	-37.2	-137.5
525	-27.7	-34.8	-144.1
600	-24.5	-32.2	-147.9
675	-21.1	-29.4	-149.5
750	-17.5	-26.5	-149.4
825	-13.8	-23.6	-148.1
900	-10.1	-20.8	-145.8
975	-6.5	-18.4	-142.8
1050	-3.1	-16.4	-139.1
1125	-0.1	-15.3	-134.6
1200	2.4	-15.4	-129.3
1275	4.2	-17.8	-122.7
1350	5.0	-24.2	-113.6
1425	4.6	-40.1	-100.3
1500	2.1	-80.8	-81.3

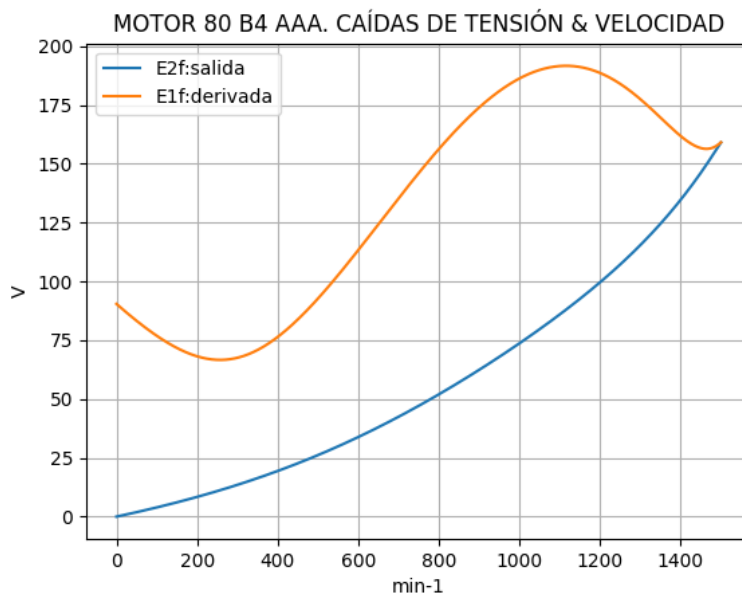


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 1125 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece hasta cerca de 1125 min⁻¹, para luego ser positivo
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 675 min⁻¹

Fig. 3-6-80. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	90.4
75	2.9	79.9
150	6.1	71.7
225	9.6	67.1
300	13.5	67.5
375	17.8	73.3
450	22.7	83.8
525	28.0	97.6
600	33.8	113.3
675	40.2	129.8
750	47.1	146.0
825	54.5	161.1
900	62.4	173.9
975	70.8	183.8
1050	79.7	189.8
1125	89.2	191.6
1200	99.6	188.6
1275	111.2	180.9
1350	124.5	169.6
1425	140.2	158.6
1500	159.0	159.1

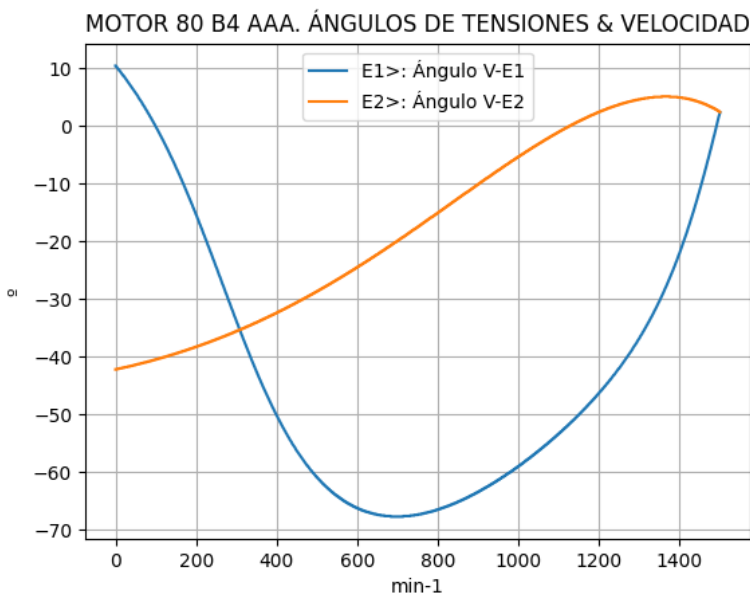


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 225 min^{-1} y alcanza un máximo, cerca de 1195 min^{-1}
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 3-7-80. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	10.4
75	-41.0	2.9
150	-39.4	-7.2
225	-37.7	-19.8
300	-35.6	-33.8
375	-33.2	-46.5
450	-30.6	-56.3
525	-27.7	-62.7
600	-24.5	-66.2
675	-21.1	-67.6
750	-17.5	-67.4
825	-13.8	-65.9
900	-10.1	-63.4
975	-6.5	-60.2
1050	-3.1	-56.3
1125	-0.1	-51.7
1200	2.4	-46.3
1275	4.2	-39.5
1350	5.0	-30.3
1425	4.6	-16.9
1500	2.4	2.3

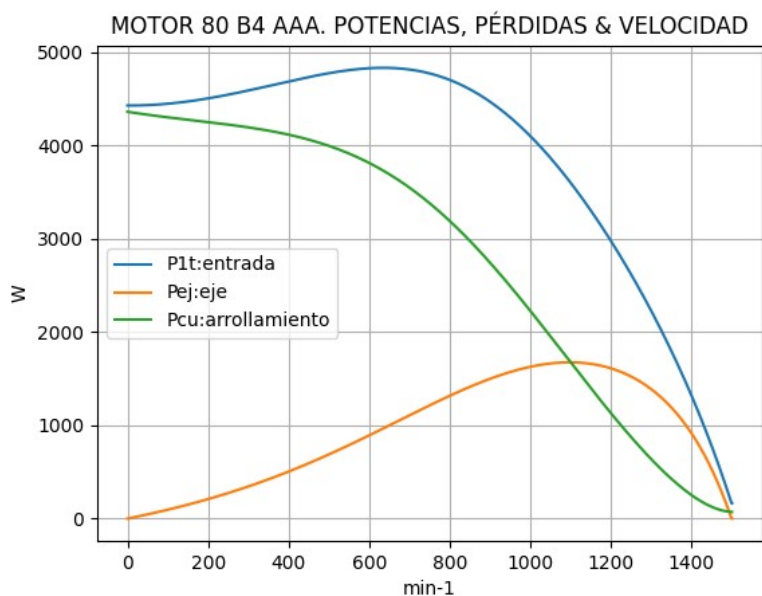


Observaciones:

- El ángulo $V-E1$ es positivo inicialmente; cerca de 150 min^{-1} se hace negativo, un máximo cerca de 675 min^{-1}
- El ángulo $V-E2$ es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 3-8-80. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	4430	0	4363
75	4440	70	4317
150	4473	150	4277
225	4525	241	4239
300	4591	345	4196
375	4664	462	4140
450	4735	594	4064
525	4794	738	3958
600	4830	893	3814
675	4827	1054	3623
750	4774	1215	3381
825	4658	1367	3086
900	4469	1500	2743
975	4205	1603	2360
1050	3866	1664	1952
1125	3455	1672	1535
1200	2975	1611	1129
1275	2426	1462	752
1350	1795	1190	426
1425	1054	735	181
1500	164	0	72

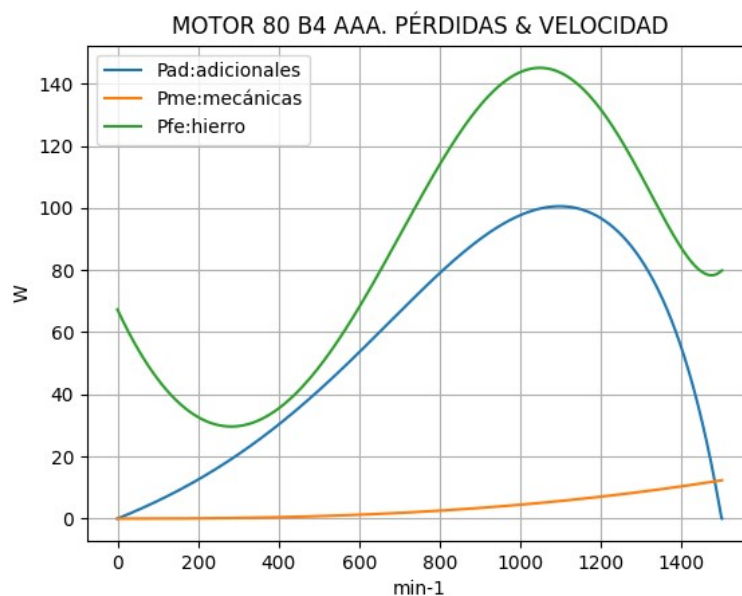


Observaciones:

- La potencia de entrada P1t = (Peje + Pérdidas) presenta un ascenso inicial hasta 600 min⁻¹ y luego cae regularmente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 1125 min⁻¹
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 3-9-80. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	67
75	4	0	50
150	9	0	38
225	14	0	31
300	21	0	30
375	28	0	33
450	36	1	41
525	44	1	53
600	54	1	68
675	63	2	85
750	73	2	103
825	82	3	119
900	90	3	133
975	96	4	142
1050	100	5	145
1125	100	6	142
1200	97	7	132
1275	88	8	116
1350	71	9	98
1425	44	11	83
1500	0	12	80

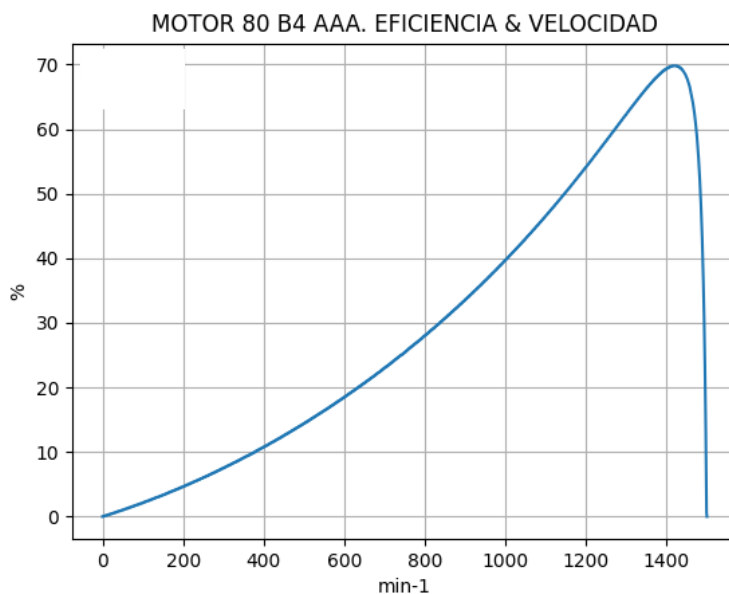


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales Pad = Peje · Cad / 100 son máximas cerca de las 1050 min⁻¹
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro Pfe = 3 · Rm · Im² se minimizan cerca de 300 min⁻¹ y se maximizan cerca de 1050 min⁻¹

Fig. 3-10-80. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff (%)
0	0.0
75	1.6
150	3.3
225	5.3
300	7.5
375	9.9
450	12.5
525	15.4
600	18.5
675	21.8
750	25.4
825	29.3
900	33.6
975	38.1
1050	43.0
1125	48.4
1200	54.1
1275	60.3
1350	66.3
1425	69.8
1500	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 1425 min^{-1} y luego decrece

Fig. 3-8-80. Curva de eficiencia

3-5. Motor asincrónico trifásico 90 L4. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	90 L4	1.35	380	E	50	4	1420	75.0	0.84	3.28	5.15	2.2	2.5	B	44	Seg. Aument.

Tabla 3-1-90. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	5.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	16.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	6.41	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	19.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	60.7	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	1500.0	-	-	160	-	1.6	0.16
Arranque	-	-	380	0.0	20.0	-	-	-	16.9	-
Carga 75%	-	-	380	1445.0	6.7	75.4	1344	1013	2.6	0.77
Carga 50%	-	-	380	1465.0	4.4	71.9	940	676	2.1	0.67
Temperat. carcasa	-	61.5	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3-2-90. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	8.948	9.435	5.283	4.718	inf	inf	3.665	4.718	0.0	0.0	-
Nominal1	1420	50.602	43.864	5.283	21.932	inf	inf	2.417	21.932	0.0	0.0	-
Vacío	1500	22.529	138.989	5.283	22.902	15.802	116.510	2.000	22.902	1.6	1.6	-81.5
Nominal2	1420	56.253	36.336	5.283	21.932	15.802	105.091	2.954	-13.968	1.6	1.6	-98.5

Tabla 3-3-90. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 13.0, Cad = 4.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	20.0	0.0	7659	0	0	0	0	7659	0.0	-	100.9	5.6	16.9	-46.5	16.9	16.9	-46.5
Nominal1	1420	9.1	83.0	1633	1350	14	21	0	249	140.7	-40.9	165.1	-15.1	3.3	-40.9	3.3	3.3	-40.9
Vacío	1500	0.0	0.0	169	0	0	16	115	39	183.0	0.6	183.1	0.8	0.0	0.6	1.6	1.6	-80.8
Nominal2	1420	9.1	75.2	1795	1350	54	14	127	250	157.4	-3.1	173.7	-17.1	3.0	-3.1	3.3	3.3	-32.9

Tabla 3-4-90. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 13.0, Cad = 4.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
0	8.517	9.186	5.283	4.718	15.802	64.219	3.665	4.718	1.5	1.5	-69.2
75	8.724	9.262	5.283	5.627	15.802	66.833	3.627	3.731	1.3	1.3	-76.8
150	8.960	9.311	5.283	6.536	15.802	69.448	3.590	2.744	1.1	1.1	-86.3
225	9.228	9.334	5.283	7.445	15.802	72.062	3.552	1.757	1.0	1.0	-97.4
300	9.531	9.334	5.283	8.355	15.802	74.677	3.515	0.770	0.9	0.9	-109.5
375	9.875	9.313	5.283	9.264	15.802	77.292	3.477	-0.217	0.9	0.9	-121.2
450	10.266	9.276	5.283	10.173	15.802	79.906	3.440	-1.204	1.0	1.0	-131.1
525	10.715	9.225	5.283	11.082	15.802	82.521	3.402	-2.191	1.1	1.1	-138.8
600	11.234	9.164	5.283	11.991	15.802	85.135	3.365	-3.178	1.2	1.2	-144.1
675	11.840	9.099	5.283	12.901	15.802	87.750	3.327	-4.165	1.3	1.3	-147.4
750	12.558	9.038	5.283	13.810	15.802	90.364	3.290	-5.152	1.3	1.3	-149.1
825	13.423	8.990	5.283	14.719	15.802	92.979	3.252	-6.139	1.4	1.4	-149.3
900	14.487	8.974	5.283	15.628	15.802	95.594	3.214	-7.125	1.5	1.5	-148.3
975	15.831	9.016	5.283	16.538	15.802	98.208	3.177	-8.112	1.6	1.6	-146.0
1050	17.589	9.166	5.283	17.447	15.802	100.823	3.139	-9.099	1.6	1.6	-142.6
1125	19.992	9.525	5.283	18.356	15.802	103.437	3.102	-10.086	1.6	1.6	-137.8
1200	23.481	10.315	5.283	19.265	15.802	106.052	3.064	-11.073	1.6	1.6	-131.4
1275	28.999	12.141	5.283	20.174	15.802	108.666	3.027	-12.060	1.6	1.6	-123.2
1350	38.887	17.127	5.283	21.084	15.802	111.281	2.989	-13.047	1.6	1.6	-112.4
1425	59.141	37.006	5.283	21.993	15.802	113.895	2.952	-14.034	1.5	1.5	-98.6
1500	22.529	138.989	5.283	22.902	15.802	116.510	2.914	-15.021	1.6	1.6	-81.5

Tabla 3-5-90. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	18.3	0.0	7856	0	0	0	101	7755	0.0	-	96.7	6.9	16.2	-45.2	17.5	17.5	-47.2
1	75	18.4	1.9	7800	144	6	0	75	7575	3.1	-44.5	86.4	-0.1	16.2	-44.5	17.3	17.3	-46.7
2	150	19.2	3.9	7767	301	12	0	57	7397	6.5	-43.6	78.3	-9.1	16.2	-43.6	17.0	17.0	-46.1
3	225	20.0	6.1	7753	471	19	0	47	7217	10.1	-42.6	73.2	-19.8	16.1	-42.6	16.7	16.7	-45.3
4	300	20.9	8.5	7752	656	26	0	42	7028	14.1	-41.4	71.8	-31.4	16.1	-41.4	16.5	16.5	-44.4
5	375	21.8	11.0	7757	857	34	0	42	6824	18.6	-40.0	74.3	-42.7	16.0	-40.0	16.2	16.2	-43.3
6	450	22.8	13.8	7762	1073	43	1	46	6599	23.4	-38.5	80.4	-52.3	15.9	-38.5	15.9	15.9	-42.1
7	525	23.7	16.8	7758	1305	52	1	53	6347	28.8	-36.9	89.2	-59.6	15.7	-36.9	15.5	15.5	-40.7
8	600	24.7	20.0	7736	1551	62	2	63	6059	34.7	-35.1	99.8	-64.6	15.5	-35.1	15.2	15.2	-39.2
9	675	25.6	23.5	7686	1808	72	2	74	5730	41.3	-33.1	111.5	-67.7	15.2	-33.1	14.7	14.7	-37.5
10	750	26.4	27.3	7593	2071	83	3	86	5351	48.6	-30.9	123.5	-69.0	14.8	-30.9	14.2	14.2	-35.7
11	825	27.0	31.3	7444	2332	93	4	98	4917	56.7	-28.6	135.3	-69.0	14.3	-28.6	13.6	13.6	-33.8
12	900	27.4	35.7	7221	2580	103	4	108	4425	65.7	-26.1	146.4	-67.6	13.6	-26.1	12.9	12.9	-31.8
13	975	27.4	40.5	6904	2797	112	5	117	3873	75.7	-23.4	156.2	-65.2	12.8	-23.4	12.1	12.1	-29.7
14	1050	26.9	45.7	6472	2959	118	6	123	3265	86.8	-20.5	164.3	-61.5	11.8	-20.5	11.1	11.1	-27.5
15	1125	25.7	51.4	5901	3033	121	8	125	2613	99.0	-17.3	170.2	-56.5	10.6	-17.3	9.9	9.9	-25.5
16	1200	23.7	57.6	5167	2976	119	9	124	1939	112.6	-14.0	173.7	-49.9	9.2	-14.0	8.6	8.6	-23.7
17	1275	20.4	64.3	4247	2730	109	11	120	1277	127.6	-10.6	175.0	-41.4	7.4	-10.6	7.0	7.0	-22.7
18	1350	15.7	71.2	3117	2220	89	12	115	681	144.3	-6.9	174.9	-30.5	5.4	-6.9	5.2	5.2	-23.8
19	1425	9.0	76.7	1759	1348	54	14	111	232	162.7	-3.1	176.0	-16.5	2.9	-3.1	3.1	3.1	-32.0
20	1500	0.0	0.0	169	0	0	16	115	39	183.0	0.9	183.1	0.8	0.0	0.6	1.6	1.6	-80.8

Tabla 3-6-90. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	17.6	0.0	7855	2	0	0	101	7752	0.0	-45.2	96.6	6.9	16.2	-45.2	17.5	17.5	-47.2
Máximo	942	27.4	38.4	7056	2707	108	5	113	4123	71.2	-24.6	152.1	-66.4	13.2	-24.6	12.4	12.4	-30.6

Tabla 3-7-90. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	1370.0	14.1	73.0	2778.0	2028.0	81.0	13.0	113.0	543.0	149.0	-5.9	174.9	-27.1	4.7	-5.9	4.6	4.6	-24.8
125 %	1399.9	11.5	75.3	2239.5	1687.0	67.1	13.0	112.0	359.5	156.3	-4.4	175.3	-21.5	3.8	-4.4	3.8	3.8	-27.7
100 %	1424.9	9.0	76.7	1761.3	1349.8	54.1	14.0	111.0	232.5	162.7	-3.1	176.0	-16.5	2.9	-3.1	3.1	3.1	-32.0
75 %	1446.6	6.7	76.5	1322.3	1012.7	40.4	14.0	111.0	143.6	168.4	-1.9	177.2	-11.8	2.1	-1.9	2.6	2.6	-38.5
50 %	1465.9	4.4	73.8	914.5	675.3	27.1	15.0	112.0	85.2	173.6	-0.9	178.8	-7.4	1.4	-0.9	2.1	2.1	-48.3
25 %	1483.4	2.2	63.5	531.4	337.5	13.6	15.0	113.0	52.3	178.4	0.0	180.7	-3.2	0.7	0.0	1.7	1.7	-62.4
Eff máx	1436.0	7.9	76.8	1539.0	1183.0	47.0	14.0	111.0	184.0	165.6	-2.5	176.6	-14.1	2.5	-2.5	2.8	2.8	-34.9

Tabla 3-8-90. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	20.0	0.0	-	0.0	16.9	-
Valores calculados		0.0	18.3	0.0	7856.0	0.0	17.5	-47.2
Diferencias (%)		-	8.5	-	-	-	-3.6	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	22.7	-	-	-	-	-
Valores calculados		942.0	27.4	38.4	7056.0	2707.0	12.4	-30.6
Diferencias (%)		-	-20.7	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		1420.0	9.1	75.0	1811.3	1350.0	3.3	-32.9
Valores calculados		1424.9	9.0	76.7	1761.3	1349.8	3.1	-32.0
Diferencias (%)		-0.3	0.9	-2.3	2.8	0.0	5.5	2.6
75% carga								
Valores ingresados		1445.0	6.7	75.4	1344.0	1013.0	2.6	-39.6
Valores calculados		1446.6	6.7	76.5	1322.3	1012.7	2.6	-38.5
Diferencias (%)		-0.1	0.0	-1.5	1.6	0.0	1.5	2.9

Tabla 3-9-90. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	1465.0	4.4	71.9	940.0	676.0	2.1	-47.9
Valores calculados	1465.9	4.4	73.8	914.5	675.3	2.1	-48.3
Diferencias (%)	-0.1	0.2	-2.6	2.7	0.1	1.4	-0.8
Vacío							
Valores ingresados	1500.0	0.0	0.0	160.0	0.0	1.6	-80.8
Valores calculados	1500.0	0.0	0.0	169.0	0.0	1.6	-80.8
Diferencias (%)	-	-	-	-5.6	-	-2.6	-0.0

Tabla 3-9-90. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	130.5	Paso de bobinas en ranuras	8/10/12	Corriente por kW (A/kW)	2.43
Altura corona estator (mm)	11.8	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	7.4
Diámetro interior estator (mm)	80.0	Factor de arrollamiento	0.96	Corriente barra rotor (A)	190.3
Altura corona rotor (mm)	11.6	Espiras por bobina (prom)	47.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	5.2
Diámetro eje rotor (mm)	30.0	Espiras por bobina (real)	47/47/47	Corriente anillo rotor (A)	424.0
Longitud paquete de chapas (mm)	115.0	Número de alambres 1	1	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	3.2
Número ranuras estator	36.0	Diámetro alambre 1 (mm)	0.75	Flujo por polo (wb)	0.0029
Sección ranura estator (mm2)	56.0	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.63
Número ranuras rotor	28.0	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.19
Sección ranura rotor (mm2)	36.3	Conexión bobinado (vías)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	0.7
Espesor anillo rotor (mm)	10.0	Peso total cobre (kg)	1.6	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.089
Sección anillo rotor(mm2)	134.0	Relleno ranura(%)	37.1	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	263468
Longitud entrehierro (mm)	0.3				

Tabla 3-10-90. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0939	0.1298	0.2809	1.7674	0.0652	0.1298	0.0939	0.6036	0.2809	2.8922	0.0525	-0.3844	0.0939	0.6303	0.2809	3.2065	0.0356	0.6303

Tabla 3-11-90. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	12.1	3.1	28.5	56.3
Eff. Máx	13.2	3.9	31.2	51.7

Tabla 3-12-90. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

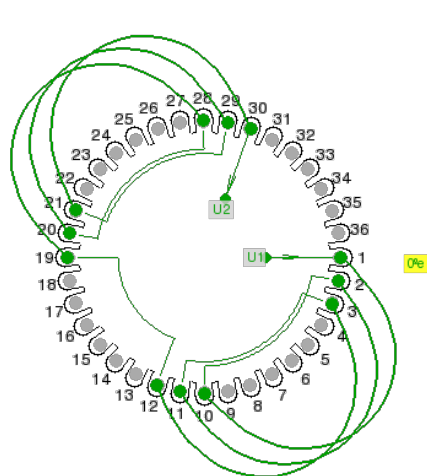


Fig. 3-1-90. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 4 polos, paso 1-10, 1 vía, ka = 0.960

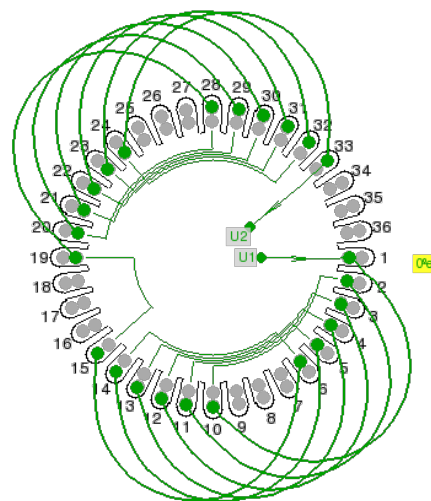
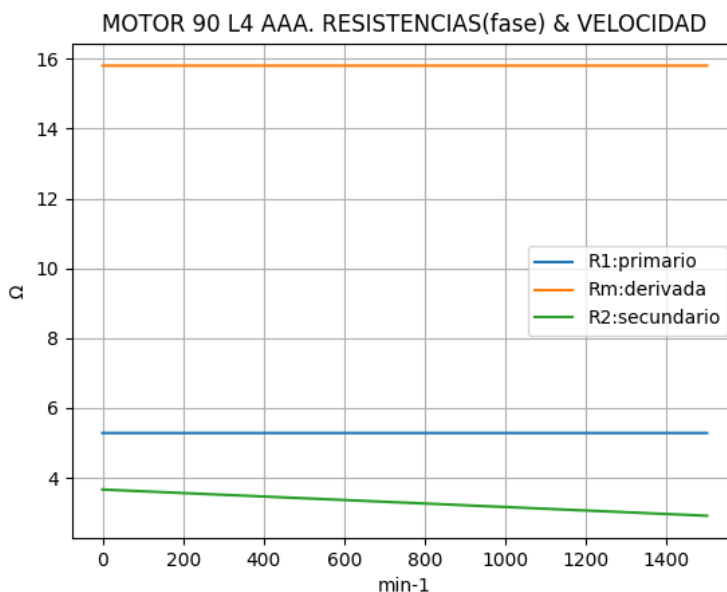


Fig. 3-2-90. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 4 polos, paso 1-10, 1 vía, ka = 0.831

3-6. Motor asincrónico trifásico 90 L4. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	8.517	5.283	15.802	3.665
75	8.724	5.283	15.802	3.627
150	8.960	5.283	15.802	3.590
225	9.228	5.283	15.802	3.552
300	9.531	5.283	15.802	3.515
375	9.875	5.283	15.802	3.477
450	10.266	5.283	15.802	3.440
525	10.715	5.283	15.802	3.402
600	11.234	5.283	15.802	3.365
675	11.840	5.283	15.802	3.327
750	12.558	5.283	15.802	3.290
825	13.423	5.283	15.802	3.252
900	14.487	5.283	15.802	3.214
975	15.831	5.283	15.802	3.177
1050	17.589	5.283	15.802	3.139
1125	19.992	5.283	15.802	3.102
1200	23.481	5.283	15.802	3.064
1275	28.999	5.283	15.802	3.027
1350	38.887	5.283	15.802	2.989
1425	59.141	5.283	15.802	2.952
1500	22.529	5.283	15.802	2.914

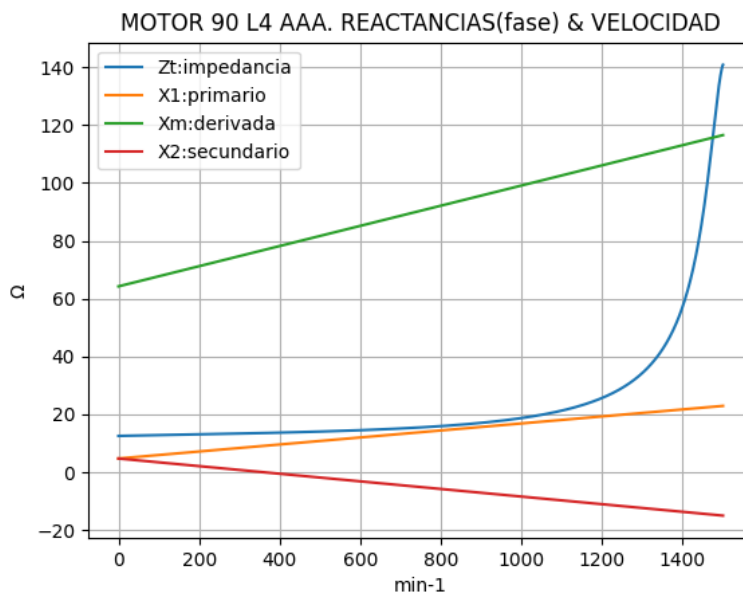


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) decrece con la velocidad

Fig. 3-3-90. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	12.526	9.186	4.718	64.219	4.718
75	12.724	9.262	5.627	66.833	3.731
150	12.922	9.311	6.536	69.448	2.744
225	13.125	9.334	7.445	72.062	1.757
300	13.340	9.334	8.355	74.677	0.770
375	13.574	9.313	9.264	77.292	-0.217
450	13.836	9.276	10.173	79.906	-1.204
525	14.139	9.225	11.082	82.521	-2.191
600	14.497	9.164	11.991	85.135	-3.178
675	14.932	9.099	12.901	87.750	-4.165
750	15.472	9.038	13.810	90.364	-5.152
825	16.155	8.990	14.719	92.979	-6.139
900	17.041	8.974	15.628	95.594	-7.125
975	18.218	9.016	16.538	98.208	-8.112
1050	19.834	9.166	17.447	100.823	-9.099
1125	22.145	9.525	18.356	103.437	-10.086
1200	25.647	10.315	19.265	106.052	-11.073
1275	31.439	12.141	20.174	108.666	-12.060
1350	42.492	17.127	21.084	111.281	-13.047
1425	69.765	37.006	21.993	113.895	-14.034
1500	140.803	138.989	22.902	116.510	-15.021

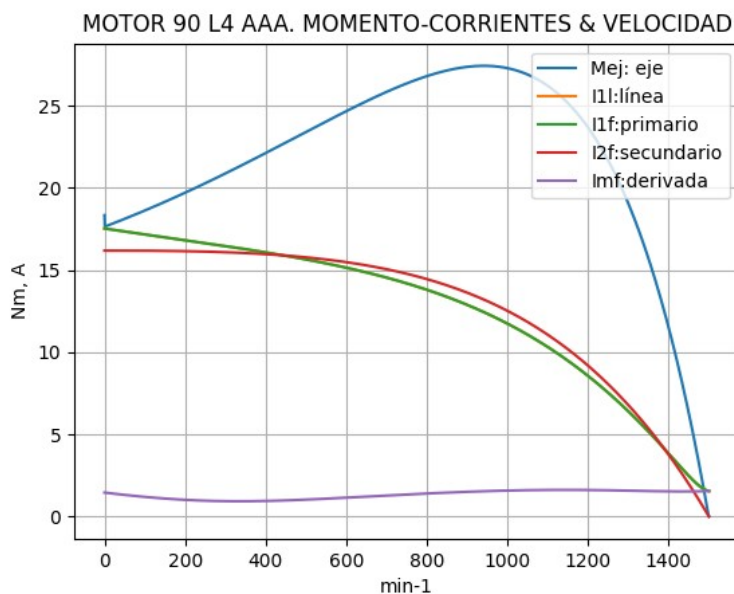


Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) presenta valores positivos hasta cerca de 300 min⁻¹ y luego de ésta, negativos

Fig. 3-4-90. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	18.3	16.2	17.5	17.5	1.5
75	18.4	16.2	17.3	17.3	1.3
150	19.2	16.2	17.0	17.0	1.1
225	20.0	16.1	16.7	16.7	1.0
300	20.9	16.1	16.5	16.5	0.9
375	21.8	16.0	16.2	16.2	0.9
450	22.8	15.9	15.9	15.9	1.0
525	23.7	15.7	15.5	15.5	1.1
600	24.7	15.5	15.2	15.2	1.2
675	25.6	15.2	14.7	14.7	1.3
750	26.4	14.8	14.2	14.2	1.3
825	27.0	14.3	13.6	13.6	1.4
900	27.4	13.6	12.9	12.9	1.5
975	27.4	12.8	12.1	12.1	1.6
1050	26.9	11.8	11.1	11.1	1.6
1125	25.7	10.6	9.9	9.9	1.6
1200	23.7	9.2	8.6	8.6	1.6
1275	20.4	7.4	7.0	7.0	1.6
1350	15.7	5.4	5.2	5.2	1.6
1425	9.0	2.9	3.1	3.1	1.5
1500	0.0	0.0	1.6	1.6	1.6

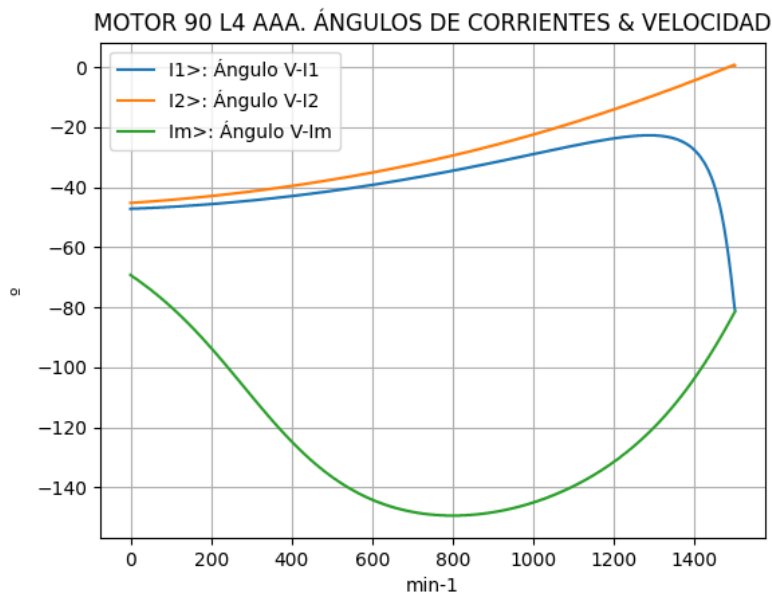


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 1050 min⁻¹.
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria (superpuesta)
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f cerca de 525 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una débil depresión cerca de 300 min⁻¹

Fig. 3-5-90. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-45.2	-47.2	-69.2
75	-44.5	-46.7	-76.8
150	-43.6	-46.1	-86.3
225	-42.6	-45.3	-97.4
300	-41.4	-44.4	-109.5
375	-40.0	-43.3	-121.2
450	-38.5	-42.1	-131.1
525	-36.9	-40.7	-138.8
600	-35.1	-39.2	-144.1
675	-33.1	-37.5	-147.4
750	-30.9	-35.7	-149.1
825	-28.6	-33.8	-149.3
900	-26.1	-31.8	-148.3
975	-23.4	-29.7	-146.0
1050	-20.5	-27.5	-142.6
1125	-17.3	-25.5	-137.8
1200	-14.0	-23.7	-131.4
1275	-10.6	-22.7	-123.2
1350	-6.9	-23.8	-112.4
1425	-3.1	-32.0	-98.6
1500	0.6	-80.8	-81.5

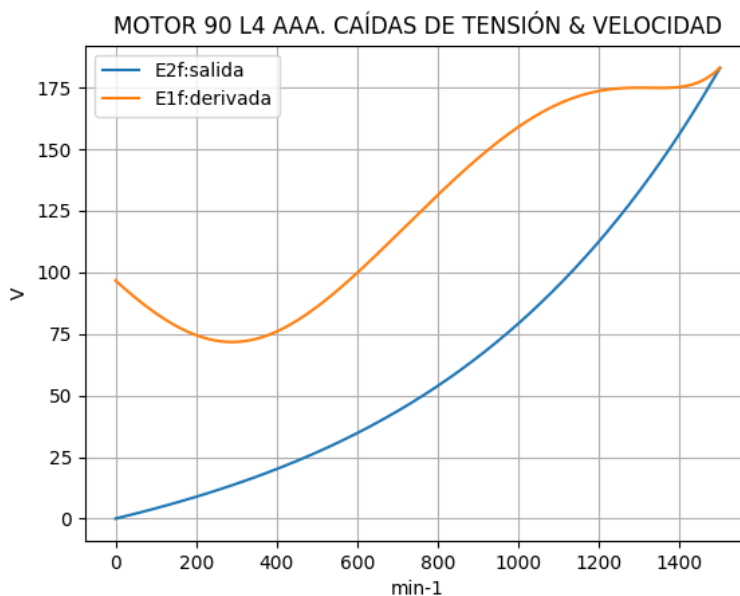


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 1275 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 750 min⁻¹

Fig. 3-6-90. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	96.7
75	3.1	86.4
150	6.5	78.3
225	10.1	73.2
300	14.1	71.8
375	18.6	74.3
450	23.4	80.4
525	28.8	89.2
600	34.7	99.8
675	41.3	111.5
750	48.6	123.5
825	56.7	135.3
900	65.7	146.4
975	75.7	156.2
1050	86.8	164.3
1125	99.0	170.2
1200	112.6	173.7
1275	127.6	175.0
1350	144.3	174.9
1425	162.7	176.0
1500	183.0	183.1

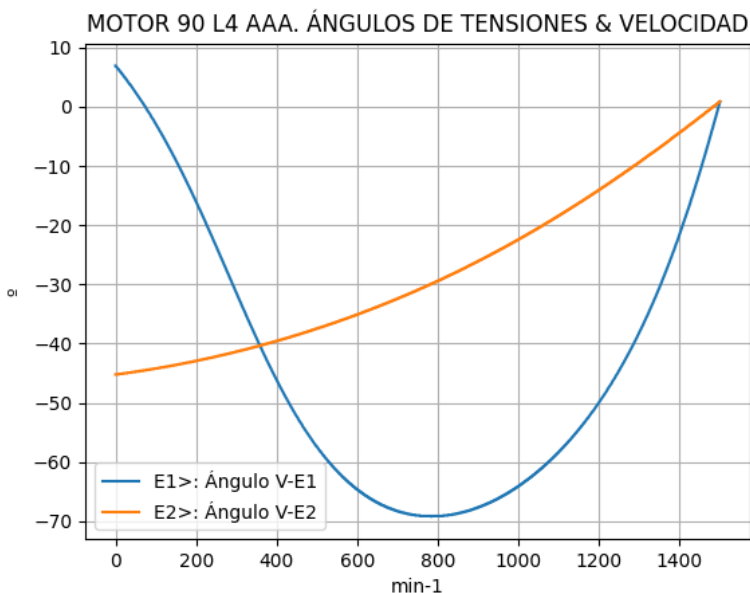


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 300 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 3-7-90. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	6.9
75	-44.5	-0.1
150	-43.6	-9.1
225	-42.6	-19.8
300	-41.4	-31.4
375	-40.0	-42.7
450	-38.5	-52.3
525	-36.9	-59.6
600	-35.1	-64.6
675	-33.1	-67.7
750	-30.9	-69.0
825	-28.6	-69.0
900	-26.1	-67.6
975	-23.4	-65.2
1050	-20.5	-61.5
1125	-17.3	-56.5
1200	-14.0	-49.9
1275	-10.6	-41.4
1350	-6.9	-30.5
1425	-3.1	-16.5
1500	0.9	0.8

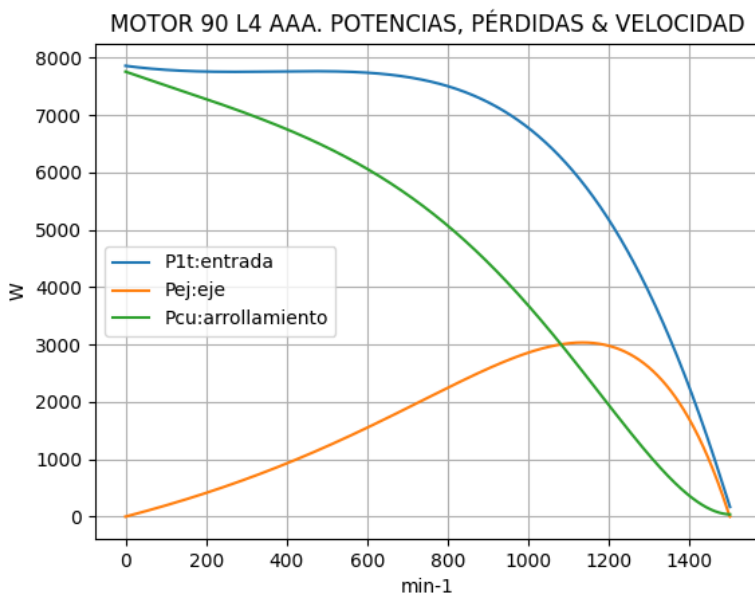


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es inicialmente positivo, cerca de 75 min^{-1} continúa negativo y se maximiza cerca de 750 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 3-8-90. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	7856	0	7755
75	7800	144	7575
150	7767	301	7397
225	7753	471	7217
300	7752	656	7028
375	7757	857	6824
450	7762	1073	6599
525	7758	1305	6347
600	7736	1551	6059
675	7686	1808	5730
750	7593	2071	5351
825	7444	2332	4917
900	7221	2580	4425
975	6904	2797	3873
1050	6472	2959	3265
1125	5901	3033	2613
1200	5167	2976	1939
1275	4247	2730	1277
1350	3117	2220	681
1425	1759	1348	232
1500	169	0	39

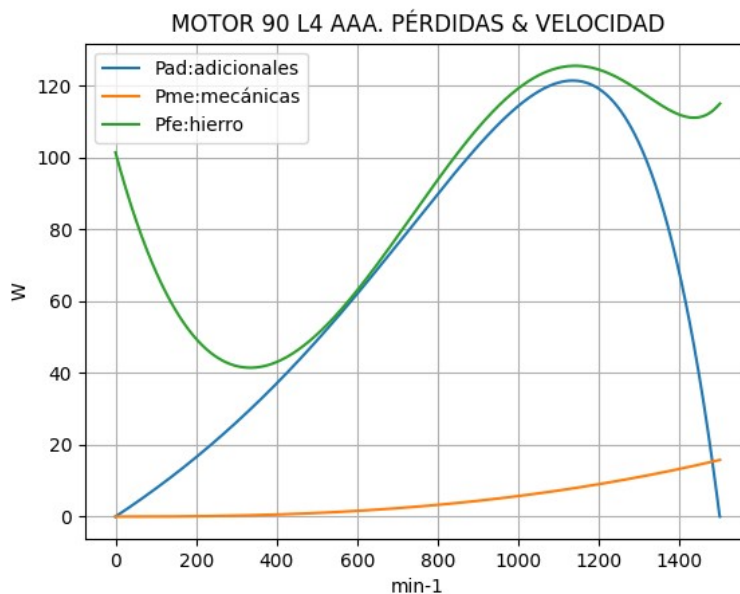


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ presenta una breve meseta inicial y luego cae suavemente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 1125 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 3-9-90. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	101
75	6	0	75
150	12	0	57
225	19	0	47
300	26	0	42
375	34	0	42
450	43	1	46
525	52	1	53
600	62	2	63
675	72	2	74
750	83	3	86
825	93	4	98
900	103	4	108
975	112	5	117
1050	118	6	123
1125	121	8	125
1200	119	9	124
1275	109	11	120
1350	89	12	115
1425	54	14	111
1500	0	16	115

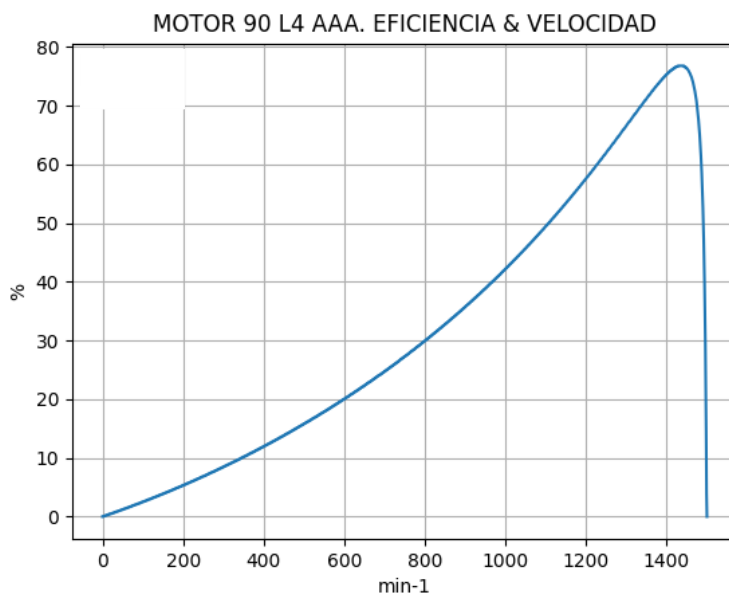


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 1125 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 300 min^{-1} y se maximizan cerca de 1125 min^{-1}

Fig. 3-10-90. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff (%)
0	0.0
75	1.9
150	3.9
225	6.1
300	8.5
375	11.0
450	13.8
525	16.8
600	20.0
675	23.5
750	27.3
825	31.3
900	35.7
975	40.5
1050	45.7
1125	51.4
1200	57.6
1275	64.3
1350	71.2
1425	76.7
1500	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo, cerca de 1425 min^{-1} , y luego decrece

Fig. 3-11-90. Curva de eficiencia

3-7. Motor asincrónico trifásico 100 L24. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	100 L24	3.0	380	T	50	4	1430	83.0	0.79	6.81	4.58	2.19	2.5	B	44	Normal

Tabla 3-1-100. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	6.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	22.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	7.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	23.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	76.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	1500.0	-	-	232	-	3.4	0.1
Arranque	-	-	380	0.0	43.9	-	-	-	31.2	-
Carga 75%	-	-	380	1450.0	14.5	84.7	2600	2201	5.5	0.72
Carga 50%	-	-	380	1470.0	9.6	85.6	1716	1469	4.4	0.59
Temperat. carcasa	-	80.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3-2-100. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	13.217	16.419	6.149	8.209	inf	inf	7.068	8.209	0.0	0.0	-
Nominal1	1430	75.164	60.574	6.149	30.287	inf	inf	3.221	30.287	0.0	0.0	-
Vacío	1500	19.335	192.384	6.149	31.368	11.99	161.206	3.000	31.368	2.0	3.4	-84.7
Nominal2	1430	76.262	59.186	6.149	30.287	11.99	150.632	4.027	-11.343	2.0	3.4	-100.9

Tabla 3-3-100. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 12.5, Cad = 1.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	43.9	0.0	12888	0	0	0	0	12888	0.0	-	195.3	-1.9	18.0	-51.2	18.0	31.2	-51.2
Nominal1	1430	20.0	86.0	3494	3000	30	29	0	436	259.0	-38.9	296.7	-15.2	3.9	-38.9	3.9	6.8	-38.9
Vacío	1500	0.0	0.0	230	0	0	20	139	71	317.5	1.0	317.5	1.1	0.0	1.0	2.0	3.4	-84.3
Nominal2	1430	20.0	82.8	3623	3000	30	18	140	435	289.1	-7.7	298.5	-15.4	3.5	-7.7	3.9	6.8	-37.8

Tabla 3-4-100. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 12.5, Cad = 1.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
0	12.197	16.075	6.149	8.209	11.99	99.157	7.068	8.209	1.9	3.2	-83.5
1	12.493	16.400	6.149	9.367	11.99	102.260	6.908	7.184	1.7	2.9	-88.1
2	12.816	16.702	6.149	10.525	11.99	105.362	6.749	6.158	1.5	2.7	-93.2
3	13.171	16.986	6.149	11.683	11.99	108.465	6.589	5.133	1.4	2.5	-98.8
4	13.563	17.253	6.149	12.841	11.99	111.567	6.430	4.107	1.3	2.3	-104.9
5	13.998	17.506	6.149	13.999	11.99	114.669	6.270	3.082	1.3	2.2	-111.3
6	14.487	17.746	6.149	15.157	11.99	117.772	6.111	2.057	1.2	2.1	-117.7
7	15.040	17.979	6.149	16.315	11.99	120.874	5.951	1.031	1.2	2.1	-123.8
8	15.674	18.208	6.149	17.473	11.99	123.977	5.792	0.006	1.2	2.1	-129.4
9	16.410	18.438	6.149	18.631	11.99	127.079	5.632	-1.020	1.2	2.1	-134.0
10	17.277	18.678	6.149	19.789	11.99	130.182	5.473	-2.045	1.3	2.2	-137.7
11	18.319	18.940	6.149	20.947	11.99	133.284	5.313	-3.071	1.3	2.3	-140.2
12	19.600	19.243	6.149	22.104	11.99	136.386	5.154	-4.096	1.4	2.4	-141.5
13	21.219	19.617	6.149	23.262	11.99	139.489	4.995	-5.122	1.5	2.5	-141.5
14	23.338	20.121	6.149	24.420	11.99	142.591	4.835	-6.147	1.5	2.6	-140.0
15	26.243	20.867	6.149	25.578	11.99	145.694	4.676	-7.173	1.6	2.8	-137.0
16	30.483	22.118	6.149	26.736	11.99	148.796	4.516	-8.198	1.7	2.9	-132.1
17	37.250	24.578	6.149	27.894	11.99	151.898	4.357	-9.224	1.7	3.0	-125.0
18	49.594	30.797	6.149	29.052	11.99	155.001	4.197	-10.249	1.8	3.1	-115.1
19	76.107	55.665	6.149	30.210	11.99	158.103	4.038	-11.275	1.9	3.3	-101.9
20	19.335	192.384	6.149	31.368	11.99	161.206	3.878	-12.300	2.0	3.4	-84.7

Tabla 3-5-100. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	40.2	0.0	12976	0	0	0	126	12850	0.0	-	186.8	-0.4	17.2	-49.6	18.8	32.6	-52.8
1	75	40.1	2.5	12733	315	3	0	103	12312	6.2	-49.4	174.6	-4.8	17.1	-49.4	18.4	31.9	-52.7
2	150	40.5	5.1	12526	637	6	0	86	11797	12.7	-49.1	164.1	-9.7	16.9	-49.1	18.0	31.2	-52.5
3	225	41.0	7.8	12350	967	10	0	73	11300	19.5	-48.7	155.6	-15.2	16.7	-48.7	17.7	30.6	-52.2
4	300	41.6	10.7	12199	1307	13	0	64	10815	26.6	-48.1	149.4	-21.1	16.6	-48.1	17.3	30.0	-51.8
5	375	42.3	13.8	12070	1660	17	1	57	10335	34.2	-47.5	145.7	-27.3	16.4	-47.5	17.0	29.3	-51.4
6	450	43.0	17.0	11958	2027	20	1	54	9856	42.3	-46.8	144.8	-33.5	16.1	-46.8	16.6	28.7	-50.8
7	525	43.8	20.3	11858	2410	24	1	52	9371	51.0	-45.9	146.6	-39.5	15.9	-45.9	16.2	28.0	-50.1
8	600	44.7	23.9	11764	2808	28	2	53	8873	60.4	-44.9	151.1	-44.9	15.7	-44.9	15.8	27.4	-49.3
9	675	45.6	27.6	11668	3223	32	3	55	8355	70.7	-43.7	158.0	-49.4	15.4	-43.7	15.4	26.6	-48.3
10	750	46.5	31.6	11561	3654	37	4	59	7809	82.1	-42.3	167.0	-52.9	15.0	-42.3	14.9	25.8	-47.2
11	825	47.4	35.8	11430	4096	41	5	64	7225	94.7	-40.7	177.9	-55.3	14.6	-40.7	14.4	24.9	-46.0
12	900	48.2	40.4	11254	4541	45	6	69	6592	108.8	-38.9	190.3	-56.5	14.1	-38.9	13.8	23.9	-44.5
13	975	48.7	45.2	11007	4975	50	7	76	5899	124.7	-36.6	203.9	-56.4	13.4	-36.6	13.1	22.7	-42.8
14	1050	48.8	50.4	10648	5369	54	8	84	5133	142.9	-33.9	218.5	-54.8	12.7	-33.9	12.3	21.3	-40.8
15	1125	48.1	56.1	10113	5672	57	10	92	4282	163.8	-30.7	233.9	-51.7	11.7	-30.7	11.3	19.6	-38.5
16	1200	46.1	62.2	9310	5795	58	12	101	3344	187.9	-26.8	249.9	-46.7	10.4	-26.8	10.1	17.5	-36.0
17	1275	41.8	69.0	8102	5587	56	13	110	2336	215.8	-21.9	266.3	-39.5	8.7	-21.9	8.5	14.7	-33.4
18	1350	33.9	76.1	6304	4799	48	15	119	1322	247.5	-15.8	283.0	-29.5	6.6	-15.8	6.5	11.3	-31.8
19	1425	20.6	82.7	3708	3068	31	18	129	464	282.3	-8.2	300.0	-16.2	3.7	-8.2	4.0	7.0	-36.2
20	1500	0.0	0.0	230	0	0	20	139	71	317.4	1.1	317.5	1.1	0.0	1.0	2.0	3.4	-84.3

Tabla 3-6-100. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	39.8	0.0	12973	4	0	0	126	12843	0.1	-49.6	186.7	-0.4	17.2	-49.6	18.8	32.6	-52.8
Máximo	1027	48.9	48.8	10773	5255	53	8	81	5377	137.1	-34.8	213.9	-55.4	12.9	-34.8	12.6	21.8	-41.4

Tabla 3-7-100. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	1367.0	31.5	77.8	5792.0	4505.0	45.0	16.0	121.0	1105.0	255.1	-14.2	286.8	-26.8	6.0	-14.2	6.0	10.4	-31.9
125 %	1401.0	25.6	80.9	4634.8	3749.2	38.0	17.0	126.0	705.6	270.9	-10.8	294.5	-20.9	4.7	-10.8	4.9	8.4	-33.3
100 %	1427.1	20.1	82.8	3621.3	2999.7	30.0	18.0	129.0	443.7	283.3	-8.0	300.5	-15.8	3.6	-8.0	4.0	6.8	-36.5
75 %	1448.8	14.8	83.6	2691.9	2249.8	22.2	18.0	132.0	269.1	293.6	-5.4	305.6	-11.1	2.6	-5.4	3.2	5.5	-42.3
50 %	1467.6	9.8	82.2	1825.1	1499.9	15.0	19.0	134.0	156.8	302.6	-3.1	309.9	-6.9	1.7	-3.1	2.6	4.4	-51.7
25 %	1484.4	4.8	74.4	1007.4	749.6	7.6	20.0	137.0	93.8	310.4	-1.0	313.9	-2.8	0.9	-1.0	2.2	3.7	-65.8
Eff máx	1448.0	15.0	83.6	2729.0	2281.0	23.0	18.0	132.0	275.0	293.3	-5.6	305.3	-11.3	2.6	-5.6	3.2	5.6	-42.0

Tabla 3-8-100. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque							
Valores ingresados	0.0	43.9	0.0	-	0.0	31.2	-
Valores calculados	0.0	40.2	0.0	12976.0	0.0	32.6	-52.8
Diferencias (%)	-	8.4	-	-	-	-4.5	-
Mto Máximo							
Valores ingresados	-	50.1	-	-	-	-	-
Valores calculados	1027.0	48.9	48.8	10773.0	5255.0	21.8	-41.4
Diferencias (%)	-	2.4	-	-	-	-	-
Nominal							
Valores ingresados	1430.0	20.0	83.0	3536.7	3000.0	6.8	-37.8
Valores calculados	1427.1	20.1	82.8	3621.3	2999.7	6.8	-36.5
Diferencias (%)	0.2	-0.3	0.2	-2.4	0.0	0.1	3.5
75% carga							
Valores ingresados	1450.0	14.5	84.7	2600.0	2201.0	5.5	-43.9
Valores calculados	1448.8	14.8	83.6	2691.9	2249.8	5.5	-42.3
Diferencias (%)	0.1	-2.1	1.3	-3.5	-2.2	-0.5	3.8

Tabla 3-9-100. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) Pit(w) Pej(w) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	1470.0	9.6	85.6	1716.0	1469.0	4.4	-53.8
Valores calculados	1467.6	9.8	82.2	1825.1	1499.9	4.4	-51.7
Diferencias (%)	0.2	-2.6	4.0	-6.4	-2.1	-0.2	4.0
Vacío							
Valores ingresados	1500.0	0.0	0.0	232.0	0.0	3.4	-84.3
Valores calculados	1500.0	0.0	0.0	230.0	0.0	3.4	-84.3
Diferencias (%)	-	-	-	0.9	-	0.0	-0.0

Tabla 3-9-100. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	145.5	Paso de bobinas en ranuras	8/10/12	Corriente por kW (A/kW)	2.27
Altura corona estator (mm)	12.9	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	7.6
Diámetro interior estator (mm)	88.0	Factor de arrollamiento	0.96	Corriente barra rotor (A)	272.1
Altura corona rotor (mm)	12.9	Espiras por bobina (prom)	56.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	5.8
Diámetro eje rotor (mm)	32.0	Espiras por bobina (real)	56/56/56	Corriente anillo rotor (A)	606.3
Longitud paquete de chapas (mm)	136.0	Número de alambres 1	1	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	4.0
Número ranuras estator	36.0	Diámetro alambre 1 (mm)	0.55	Flujo por polo (wb)	0.0042
Sección ranura estator (mm2)	72.5	Número de alambres 2	1	Densidad flujo entrehierro (T)	0.7
Número ranuras rotor	28.0	Diámetro alambre 2 (mm)	0.6	Dens. flujo corona estator (T)	1.33
Sección ranura rotor (mm2)	46.6	Conexión bobinado (vías)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	0.79
Espesor anillo rotor (mm)	10.0	Peso total cobre (kg)	2.7	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.084
Sección anillo rotor(mm2)	151.0	Relleno ranura(%)	40.2	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	395973
Longitud entrehierro (mm)	0.3				

Tabla 3-10-100. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0806	0.1387	0.1572	1.6753	0.0927	0.1387	0.0806	0.5117	0.1572	2.5451	0.0528	-0.1917	0.0806	0.53	0.1572	2.7237	0.0393	0.53

Tabla 3-11-100. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	4.8	2.9	22.5	69.8
Eff. Máx	5.1	4.0	29.5	61.4

Tabla 3-12-100. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

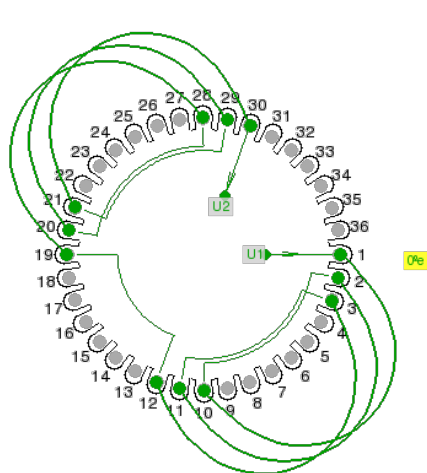


Fig. 3-1-100. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 4 polos, paso 1-10, 1 vía, ka = 0.960

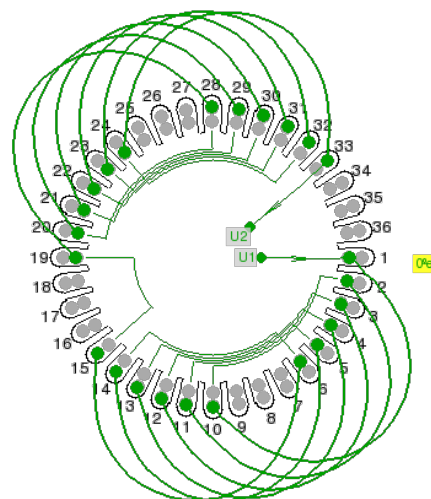
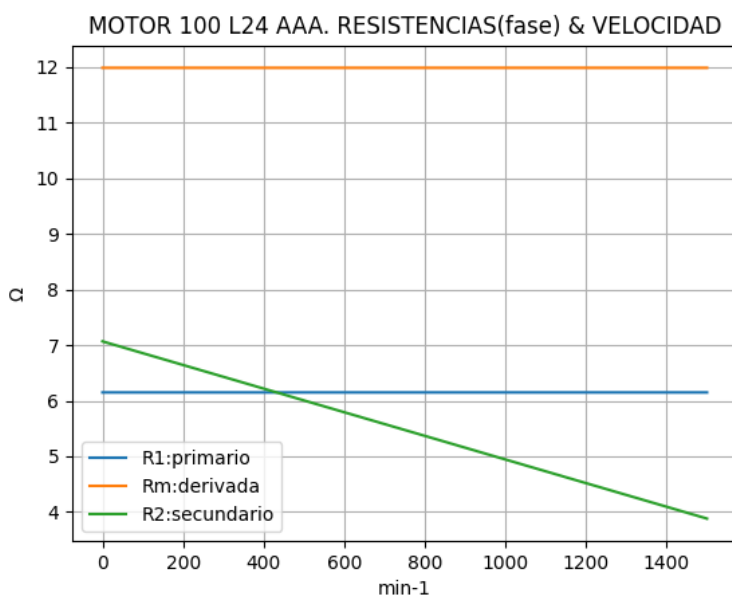


Fig. 3-2-100. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 4 polos, paso 1-10, 1 vía, ka = 0.831

3-8. Motor asincrónico trifásico 100 L24. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	12.197	6.149	11.99	7.068
75	12.493	6.149	11.99	6.908
150	12.816	6.149	11.99	6.749
225	13.171	6.149	11.99	6.589
300	13.563	6.149	11.99	6.430
375	13.998	6.149	11.99	6.270
450	14.487	6.149	11.99	6.111
525	15.040	6.149	11.99	5.951
600	15.674	6.149	11.99	5.792
675	16.410	6.149	11.99	5.632
750	17.277	6.149	11.99	5.473
825	18.319	6.149	11.99	5.313
900	19.600	6.149	11.99	5.154
975	21.219	6.149	11.99	4.995
1050	23.338	6.149	11.99	4.835
1125	26.243	6.149	11.99	4.676
1200	30.483	6.149	11.99	4.516
1275	37.250	6.149	11.99	4.357
1350	49.594	6.149	11.99	4.197
1425	76.107	6.149	11.99	4.038
1500	19.335	6.149	11.99	3.878

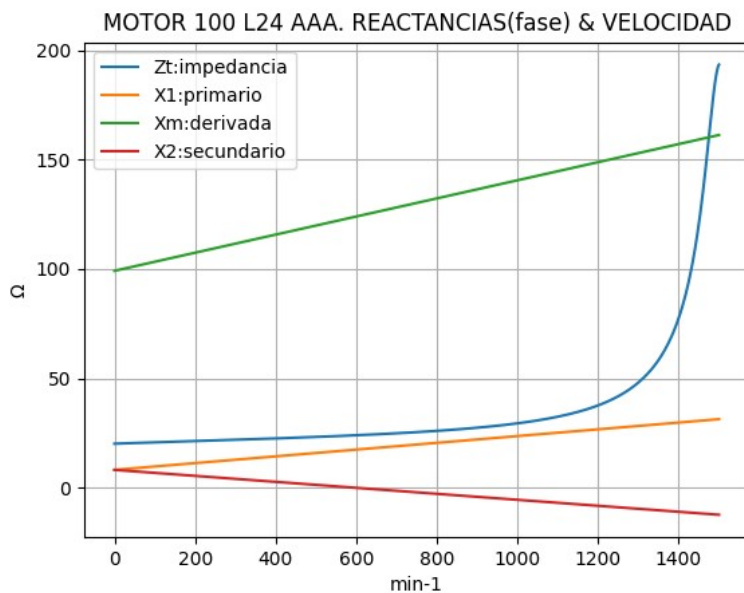


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R2 = R2a - (nx / n) \cdot (R2a - R2n)$ decrece con la velocidad

Fig. 3-3-100. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	20.179	16.075	8.209	99.157	8.209
75	20.616	16.400	9.367	102.260	7.184
150	21.053	16.702	10.525	105.362	6.158
225	21.494	16.986	11.683	108.465	5.133
300	21.946	17.253	12.841	111.567	4.107
375	22.414	17.506	13.999	114.669	3.082
450	22.909	17.746	15.157	117.772	2.057
525	23.440	17.979	16.315	120.874	1.031
600	24.025	18.208	17.473	123.977	0.006
675	24.683	18.438	18.631	127.079	-1.020
750	25.444	18.678	19.789	130.182	-2.045
825	26.350	18.940	20.947	133.284	-3.071
900	27.467	19.243	22.104	136.386	-4.096
975	28.897	19.617	23.262	139.489	-5.122
1050	30.814	20.121	24.420	142.591	-6.147
1125	33.528	20.867	25.578	145.694	-7.173
1200	37.662	22.118	26.736	148.796	-8.198
1275	44.628	24.578	27.894	151.898	-9.224
1350	58.378	30.797	29.052	155.001	-10.249
1425	94.291	55.665	30.210	158.103	-11.275
1500	193.353	192.384	31.368	161.206	-12.300

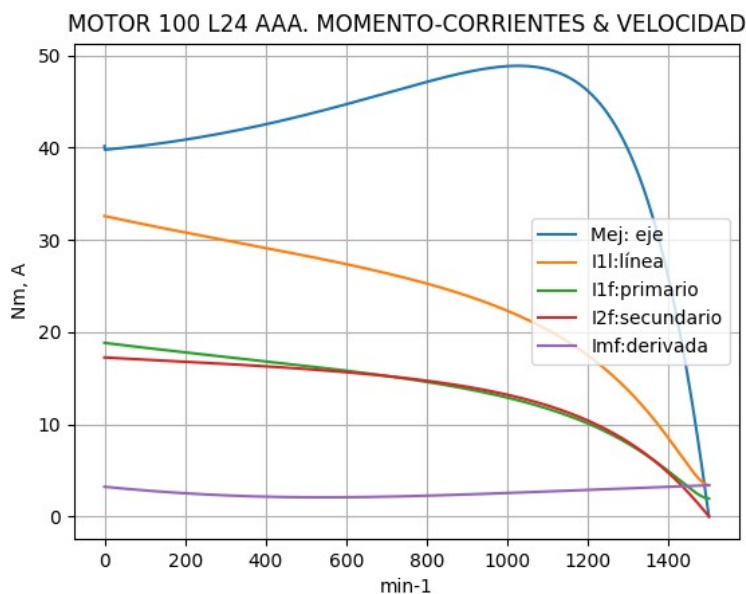


Observaciones:

- La reactancia primaria $X1 = X1a + (nx / n) \cdot (X1n - X1a)$ y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X2 = X2a - (nx / n) \cdot (X2a - X2n)$ es positiva hasta cerca de 600 min^{-1} y luego es negativa

Fig. 3-4-100. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	40.2	17.2	18.8	32.6	1.9
75	40.1	17.1	18.4	31.9	1.7
150	40.5	16.9	18.0	31.2	1.5
225	41.0	16.7	17.7	30.6	1.4
300	41.6	16.6	17.3	30.0	1.3
375	42.3	16.4	17.0	29.3	1.3
450	43.0	16.1	16.6	28.7	1.2
525	43.8	15.9	16.2	28.0	1.2
600	44.7	15.7	15.8	27.4	1.2
675	45.6	15.4	15.4	26.6	1.2
750	46.5	15.0	14.9	25.8	1.3
825	47.4	14.6	14.4	24.9	1.3
900	48.2	14.1	13.8	23.9	1.4
975	48.7	13.4	13.1	22.7	1.5
1050	48.8	12.7	12.3	21.3	1.5
1125	48.1	11.7	11.3	19.6	1.6
1200	46.1	10.4	10.1	17.5	1.7
1275	41.8	8.7	8.5	14.7	1.7
1350	33.9	6.6	6.5	11.3	1.8
1425	20.6	3.7	4.0	7.0	1.9
1500	0.0	0.0	2.0	3.4	2.0

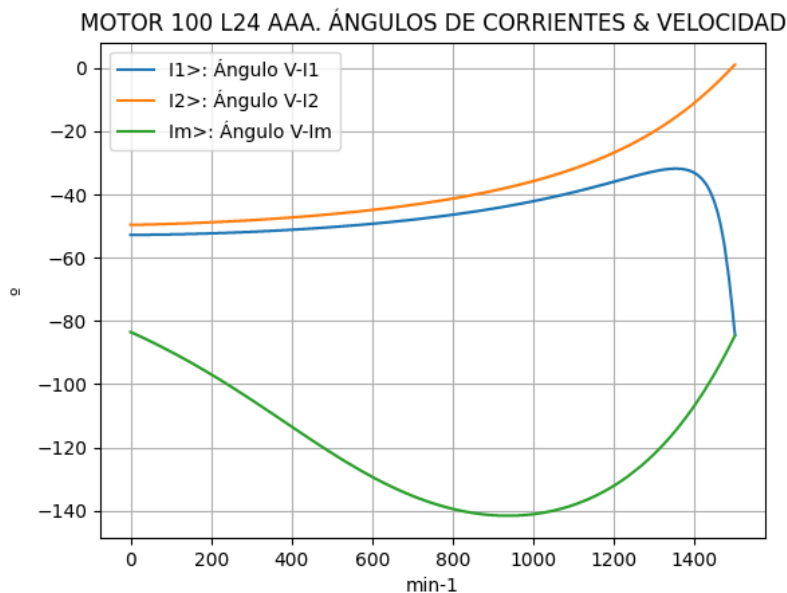


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 1050 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf es inferior a I1, hasta cerca de 750 min⁻¹ donde la supera ligeramente
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 450 min⁻¹

Fig. 3-5-100. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-49.6	-52.8	-83.5
75	-49.4	-52.7	-88.1
150	-49.1	-52.5	-93.2
225	-48.7	-52.2	-98.8
300	-48.1	-51.8	-104.9
375	-47.5	-51.4	-111.3
450	-46.8	-50.8	-117.7
525	-45.9	-50.1	-123.8
600	-44.9	-49.3	-129.4
675	-43.7	-48.3	-134.0
750	-42.3	-47.2	-137.7
825	-40.7	-46.0	-140.2
900	-38.9	-44.5	-141.5
975	-36.6	-42.8	-141.5
1050	-33.9	-40.8	-140.0
1125	-30.7	-38.5	-137.0
1200	-26.8	-36.0	-132.1
1275	-21.9	-33.4	-125.0
1350	-15.8	-31.8	-115.1
1425	-8.2	-36.2	-101.9
1500	1.0	-84.3	-84.7

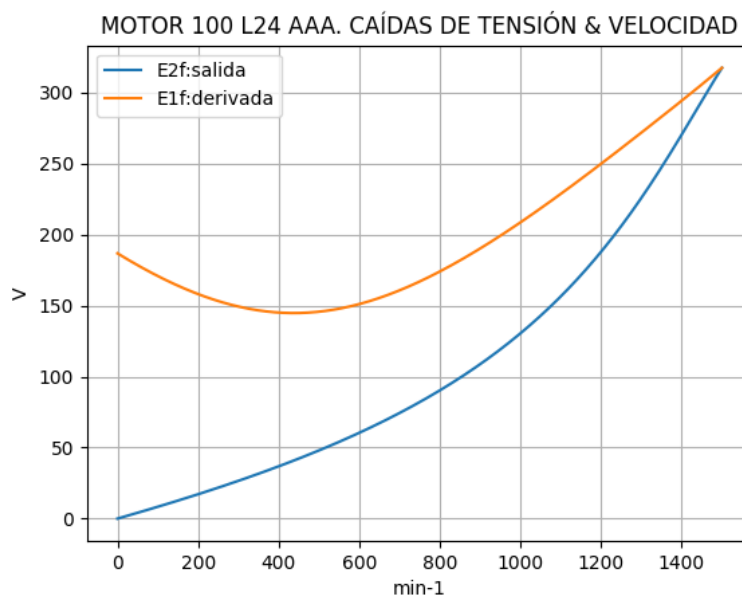


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 1350 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 900 min⁻¹

Fig. 3-6-100. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	186.8
75	6.2	174.6
150	12.7	164.1
225	19.5	155.6
300	26.6	149.4
375	34.2	145.7
450	42.3	144.8
525	51.0	146.6
600	60.4	151.1
675	70.7	158.0
750	82.1	167.0
825	94.7	177.9
900	108.8	190.3
975	124.7	203.9
1050	142.9	218.5
1125	163.8	233.9
1200	187.9	249.9
1275	215.8	266.3
1350	247.5	283.0
1425	282.3	300.0
1500	317.4	317.5

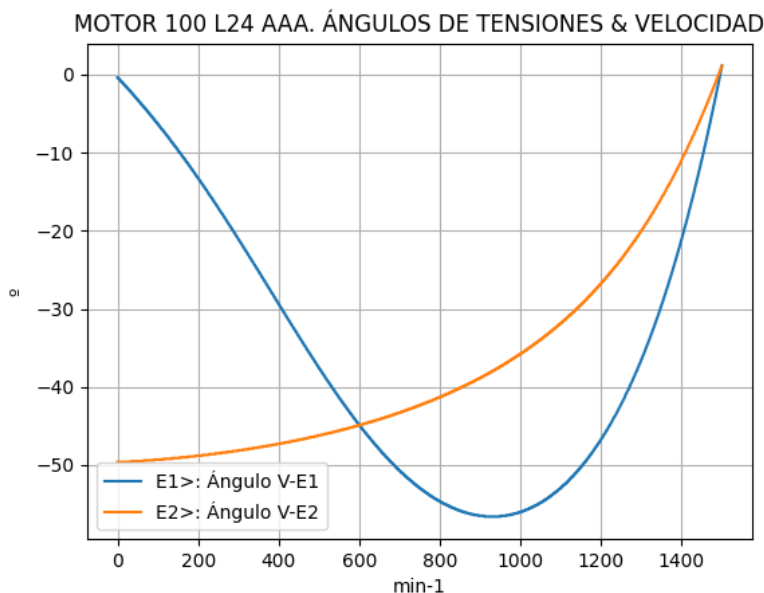


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 450 min⁻¹ y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 3-7-100. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-0.4
75	-49.4	-4.8
150	-49.1	-9.7
225	-48.7	-15.2
300	-48.1	-21.1
375	-47.5	-27.3
450	-46.8	-33.5
525	-45.9	-39.5
600	-44.9	-44.9
675	-43.7	-49.4
750	-42.3	-52.9
825	-40.7	-55.3
900	-38.9	-56.5
975	-36.6	-56.4
1050	-33.9	-54.8
1125	-30.7	-51.7
1200	-26.8	-46.7
1275	-21.9	-39.5
1350	-15.8	-29.5
1425	-8.2	-16.2
1500	1.1	1.1

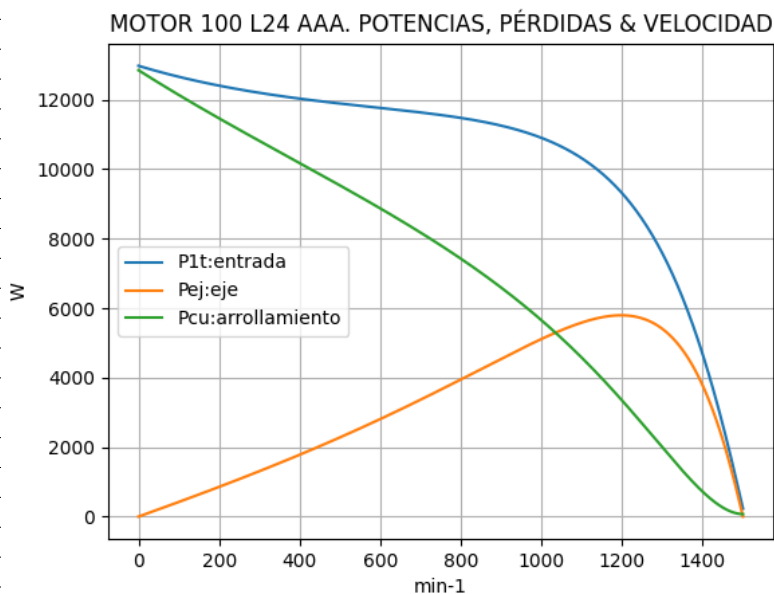


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo, haciéndose máximo cerca de 900 min⁻¹
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 3-8-100. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	12976	0	12850
75	12733	315	12312
150	12526	637	11797
225	12350	967	11300
300	12199	1307	10815
375	12070	1660	10335
450	11958	2027	9856
525	11858	2410	9371
600	11764	2808	8873
675	11668	3223	8355
750	11561	3654	7809
825	11430	4096	7225
900	11254	4541	6592
975	11007	4975	5899
1050	10648	5369	5133
1125	10113	5672	4282
1200	9310	5795	3344
1275	8102	5587	2336
1350	6304	4799	1322
1425	3708	3068	464
1500	230	0	71

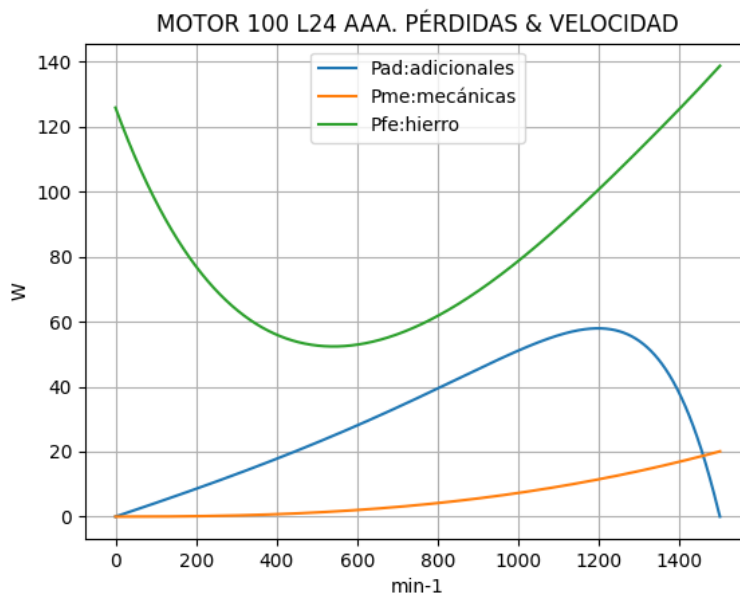


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ presenta una breve meseta inicial y luego cae suavemente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 1200 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 3-9-100. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	126
75	3	0	103
150	6	0	86
225	10	0	73
300	13	0	64
375	17	1	57
450	20	1	54
525	24	1	52
600	28	2	53
675	32	3	55
750	37	4	59
825	41	5	64
900	45	6	69
975	50	7	76
1050	54	8	84
1125	57	10	92
1200	58	12	101
1275	56	13	110
1350	48	15	119
1425	31	18	129
1500	0	20	139

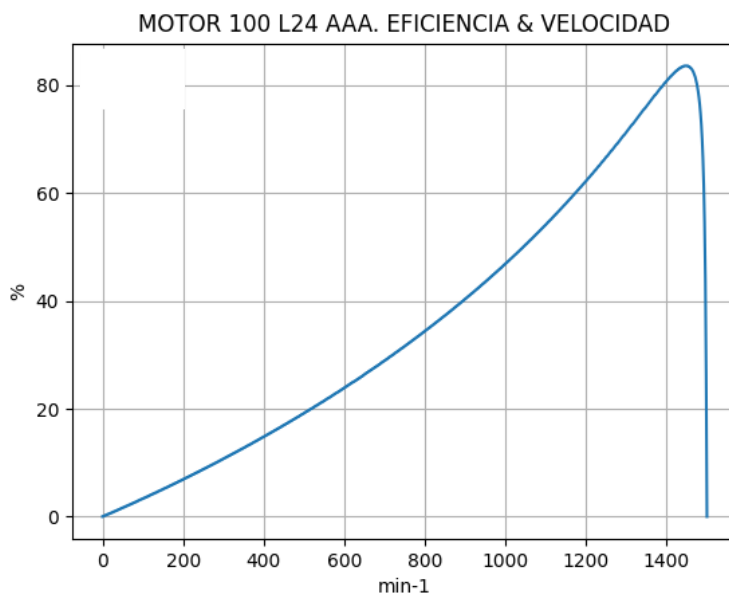


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 1200 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 525 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 3-10-100. Curvas de otras pérdidas

nx(min-1)	Eff(%)
0	0.0
75	2.5
150	5.1
225	7.8
300	10.7
375	13.8
450	17.0
525	20.3
600	23.9
675	27.6
750	31.6
825	35.8
900	40.4
975	45.2
1050	50.4
1125	56.1
1200	62.2
1275	69.0
1350	76.1
1425	82.7
1500	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 1425 min-1 y luego decrece

Fig. 3-11-100. Curva de eficiencia

3-9. Motor asincrónico trifásico 112 M4. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	KW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	112 M4	4.0	380	T	50	4	1445	82.3	0.8	9.36	5.62	2.1	2.5	B	44	Normal

Tabla 3-1-112. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	3.88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	26.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	4.98	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	31.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	69.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	1500.0	-	-	400	-	5.4	0.11
Arranque	-	-	380	0.0	55.5	-	-	-	52.6	-
Carga 75%	-	-	380	1460.0	19.8	84.1	3600	3026	7.6	0.72
Carga 50%	-	-	380	1475.0	13.1	86.0	2350	2022	6.3	0.57
Temperat. carcasa	-	74.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3-2-112. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	7.009	10.347	3.865	5.173	inf	inf	3.144	5.173	0.0	0.0	-
Nominal1	1445	52.239	46.948	3.865	23.474	inf	inf	1.774	23.474	0.0	0.0	-
Vacio	1500	13.391	121.002	3.865	24.170	8.972	96.939	2.000	24.170	3.1	5.4	-84.0
Nominal2	1445	56.188	42.141	3.865	23.474	8.972	92.854	2.096	-16.811	3.2	5.6	-101.7

Tabla 3-3-112. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 9.0, Cad = 2.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	55.5	0.0	19440	0	0	0	0	19440	0.0	-	184.1	2.8	30.4	-55.9	30.4	52.6	-55.9
Nominal1	1445	26.4	87.0	4587	4000	40	52	0	495	252.1	-41.9	290.9	-16.1	5.4	-41.9	5.4	9.4	-41.9
Vacio	1500	0.0	0.0	401	0	0	26	262	113	303.7	0.6	303.7	0.7	0.0	0.6	3.1	5.4	-83.7
Nominal2	1445	26.4	82.0	4879	4000	80	24	279	496	274.5	-1.1	300.6	-17.2	5.0	-1.1	5.4	9.4	-36.9

Tabla 3-4-112. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 9.0, Cad = 2.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	6.566	9.999	3.865	5.173	8.972	58.754	3.144	5.173	3.0	5.1	-77.3	
1	6.742	9.997	3.865	6.123	8.972	60.663	3.089	4.032	2.5	4.3	-84.2	
2	6.941	9.955	3.865	7.073	8.972	62.572	3.035	2.891	2.1	3.6	-93.8	
3	7.167	9.874	3.865	8.023	8.972	64.481	2.981	1.750	1.8	3.1	-106.8	
4	7.423	9.757	3.865	8.973	8.972	66.391	2.926	0.609	1.7	2.9	-122.6	
5	7.714	9.607	3.865	9.923	8.972	68.300	2.872	-0.532	1.7	3.0	-138.5	
6	8.044	9.424	3.865	10.873	8.972	70.209	2.818	-1.673	1.9	3.3	-151.4	
7	8.422	9.213	3.865	11.822	8.972	72.119	2.763	-2.814	2.2	3.8	-160.3	
8	8.859	8.977	3.865	12.772	8.972	74.028	2.709	-3.955	2.5	4.4	-165.7	
9	9.368	8.720	3.865	13.722	8.972	75.937	2.655	-5.096	2.9	5.0	-168.5	
10	9.969	8.448	3.865	14.672	8.972	77.846	2.600	-6.237	3.2	5.6	-169.3	
11	10.691	8.170	3.865	15.622	8.972	79.756	2.546	-7.378	3.6	6.2	-168.5	
12	11.577	7.899	3.865	16.572	8.972	81.665	2.491	-8.519	3.8	6.6	-166.4	
13	12.692	7.657	3.865	17.521	8.972	83.574	2.437	-9.660	4.0	7.0	-163.2	
14	1050	14.147	7.482	3.865	18.471	8.972	85.484	2.383	-10.801	4.2	7.2	-158.8
15	1125	16.133	7.454	3.865	19.421	8.972	87.393	2.328	-11.942	4.2	7.2	-153.2
16	1200	19.016	7.747	3.865	20.371	8.972	89.302	2.274	-13.083	4.1	7.0	-146.2
17	1275	23.594	8.835	3.865	21.321	8.972	91.211	2.220	-14.224	3.8	6.6	-137.2
18	1350	31.906	12.414	3.865	22.271	8.972	93.121	2.165	-15.365	3.5	6.1	-125.1
19	1425	49.742	28.328	3.865	23.220	8.972	95.030	2.111	-16.506	3.2	5.6	-107.9
20	1500	13.391	121.002	3.865	24.170	8.972	96.939	2.057	-17.648	3.1	5.4	-84.0

Tabla 3-5-112. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	50.6	0.0	19878	0	0	0	235	19643	0.0	-	175.7	4.1	29.0	-54.7	31.8	55.0	-56.7
1	75	52.5	2.1	20088	412	8	0	165	19502	4.8	-53.7	152.1	-2.6	29.4	-53.7	31.5	54.5	-56.0
2	150	55.7	4.3	20417	876	18	0	117	19407	10.0	-52.6	132.0	-12.0	29.7	-52.6	31.3	54.2	-55.1
3	225	59.4	6.7	20856	1400	28	0	88	19340	15.8	-51.3	117.9	-24.8	30.1	-51.3	31.1	53.9	-54.0
4	300	63.5	9.3	21394	1995	40	0	76	19282	22.3	-49.8	112.9	-40.3	30.5	-49.8	31.0	53.6	-52.7
5	375	68.0	12.1	22014	2672	53	1	80	19208	29.5	-48.0	119.1	-55.9	30.8	-48.0	30.8	53.4	-51.2
6	450	73.0	15.1	22698	3438	69	1	99	19091	37.6	-46.1	135.6	-68.6	31.1	-46.1	30.7	53.1	-49.5
7	525	78.2	18.4	23415	4301	86	2	130	18896	46.7	-43.9	159.9	-77.4	31.4	-43.9	30.4	52.7	-47.6
8	600	83.8	21.8	24126	5263	105	3	173	18582	56.9	-41.4	189.0	-82.6	31.5	-41.4	30.1	52.1	-45.4
9	675	89.4	25.5	24776	6318	126	4	224	18103	68.3	-38.7	220.8	-85.2	31.5	-38.7	29.7	51.4	-43.0
10	750	94.8	29.4	25292	7448	149	5	282	17408	81.2	-35.7	253.5	-85.8	31.2	-35.7	29.1	50.3	-40.3
11	825	99.7	33.7	25581	8618	172	6	340	16445	95.5	-32.4	285.4	-84.9	30.7	-32.4	28.2	48.9	-37.4
12	900	103.6	38.2	25534	9766	195	7	395	15170	111.4	-28.8	314.7	-82.7	29.8	-28.8	27.1	46.9	-34.3
13	975	105.8	43.2	25024	10802	216	9	439	13558	129.0	-25.1	339.4	-79.3	28.5	-25.1	25.6	44.4	-31.1
14	1050	105.5	48.5	23927	11605	232	11	465	11615	148.2	-21.1	357.3	-74.8	26.7	-21.1	23.7	41.1	-27.9
15	1125	102.0	54.3	22128	12016	240	13	468	9391	169.0	-17.0	366.4	-69.1	24.2	-17.0	21.4	37.0	-24.8
16	1200	94.3	60.6	19538	11846	237	15	445	6996	191.5	-13.0	365.0	-62.0	21.1	-13.0	18.5	32.0	-22.2
17	1275	81.4	67.5	16103	10873	217	17	397	4598	215.8	-9.0	352.2	-52.9	17.2	-9.0	15.1	26.1	-20.5
18	1350	62.5	74.9	11792	8830	177	20	335	2431	242.1	-5.3	329.9	-40.6	12.4	-5.3	11.1	19.2	-21.3
19	1425	36.0	81.6	6576	5368	107	23	277	800	271.1	-2.0	306.4	-23.3	6.8	-2.0	6.6	11.5	-29.7
20	1500	0.0	0.0	401	0	0	26	262	113	303.7	0.8	303.7	0.7	0.0	0.6	3.1	5.4	-83.7

Tabla 3-6-112. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	49.6	0.0	19880	5	0	0	234	19641	0.1	-54.7	175.3	4.0	29.0	-54.7	31.8	55.0	-56.7
Máximo	1007	106.0	45.4	24635	11182	224	10	453	12768	137.0	-23.4	348.0	-77.5	27.8	-23.4	24.9	43.0	-29.7

Tabla 3-7-112. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	1414.0	40.4	80.8	7400.0	5982.0	120.0	22.0	284.0	992.0	266.7	-2.4	309.3	-26.3	7.7	-2.4	7.3	12.6	-27.4
125 %	1431.3	33.4	82.0	6097.6	5000.1	99.7	23.0	273.7	700.0	273.7	-1.7	304.9	-21.5	6.3	-1.7	6.3	10.8	-31.3
100 %	1447.2	26.4	82.5	4845.7	4000.1	79.8	24.0	266.0	475.9	280.4	-1.1	302.0	-16.8	4.9	-1.1	5.3	9.2	-36.7
75 %	1461.9	19.6	82.0	3658.6	3000.0	60.1	24.0	261.1	313.3	286.6	-0.5	300.4	-12.3	3.6	-0.5	4.5	7.7	-44.2
50 %	1475.4	12.9	79.1	2526.9	2000.0	40.2	25.0	259.0	203.3	292.6	-0.1	300.2	-7.8	2.4	-0.1	3.8	6.6	-54.5
25 %	1488.0	6.4	69.3	1442.5	1000.3	20.1	25.0	259.0	138.2	298.2	0.4	301.3	-3.5	1.2	0.4	3.3	5.8	-67.8
Eff máx	1449.0	25.6	82.6	4705.0	3884.0	78.0	24.0	266.0	454.0	281.1	-1.0	301.7	-16.3	4.7	-1.0	5.2	9.0	-37.5

Tabla 3-8-112. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque							
Valores ingresados	0.0	55.5	0.0	-	0.0	52.6	-
Valores calculados	0.0	50.6	0.0	19878.0	0.0	55.0	-56.7
Diferencias (%)	-	8.8	-	-	-	-4.6	-
Mto Máximo							
Valores ingresados	-	66.1	-	-	-	-	-
Valores calculados	1007.0	106.0	45.4	24635.0	11182.0	43.0	-29.7
Diferencias (%)	-	-60.4	-	-	-	-	-
Nominal							
Valores ingresados	1445.0	26.4	82.3	4922.6	4000.0	9.4	-36.9
Valores calculados	1447.2	26.4	82.5	4845.7	4000.1	9.2	-36.7
Diferencias (%)	-0.2	0.1	-0.2	1.6	-0.0	1.7	0.5
75% carga							
Valores ingresados	1460.0	19.8	84.1	3600.0	3026.0	7.6	-43.9
Valores calculados	1461.9	19.6	82.0	3658.6	3000.0	7.7	-44.2
Diferencias (%)	-0.1	1.0	2.5	-1.6	0.9	-1.3	-0.6

Tabla 3-9-112. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	1475.0	13.1	86.0	2350.0	2022.0	6.3	-55.3
Valores calculados	1475.4	12.9	79.1	2526.9	2000.0	6.6	-54.5
Diferencias (%)	-0.0	1.5	8.0	-7.5	1.1	-5.1	1.4
Vacío							
Valores ingresados	1500.0	0.0	0.0	400.0	0.0	5.4	-83.7
Valores calculados	1500.0	0.0	0.0	401.0	0.0	5.4	-83.7
Diferencias (%)	-	-	-	-0.2	-	0.0	-0.0

Tabla 3-9-112. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	165.30	Paso de bobinas en ranuras	8/10/12	Corriente por kW (A/kW)	2.34
Altura corona estator (mm)	15.40	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	7.5
Diámetro interior estator (mm)	100.00	Factor de arrollamiento	0.96	Corriente barra rotor (A)	340.6
Altura corona rotor (mm)	14.00	Espiras por bobina (prom)	51.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	5.9
Diámetro eje rotor (mm)	38.00	Espiras por bobina (real)	51/51/51	Corriente anillo rotor (A)	758.9
Longitud paquete de chapas (mm)	115.00	Número de alambres 1	1	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	4.5
Número ranuras estator	36.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.65	Flujo por polo (wb)	0.0046
Sección ranura estator (mm2)	86.30	Número de alambres 2	1	Densidad flujo entrehierro (T)	0.8
Número ranuras rotor	28.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.7	Dens. flujo corona estator (T)	1.44
Sección ranura rotor (mm2)	57.50	Conexión bobinado (vías)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	0.9
Espesor anillo rotor (mm)	10.00	Peso total cobre (kg)	3.2	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.047
Sección anillo rotor(mm2)	170.00	Relleno ranura(%)	42.4	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	477305
Longitud entrehierro (mm)	0.25				

Tabla 3-10-112. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0688	0.1228	0.1597	1.3942	0.056	0.1228	0.0688	0.557	0.1597	2.2034	0.0373	-0.3989	0.0688	0.5736	0.1597	2.3003	0.0356	0.5736

Tabla 3-11-112. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	9.1	2.7	31.8	56.4
Eff. Máx	9.5	2.9	32.4	55.3

Tabla 3-12-112. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

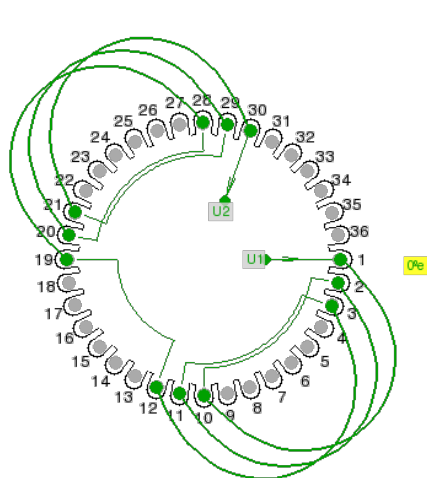


Fig. 3-1-112. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 4 polos, paso 1-10, 1 vía, ka = 0.960

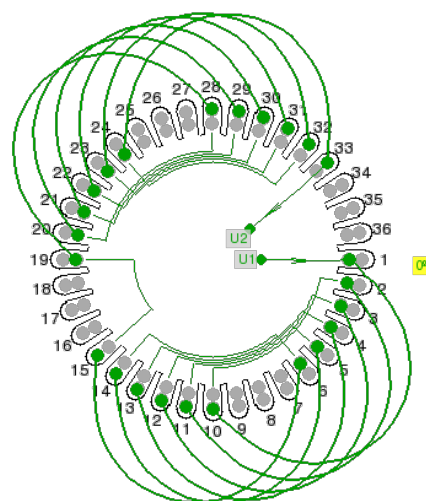
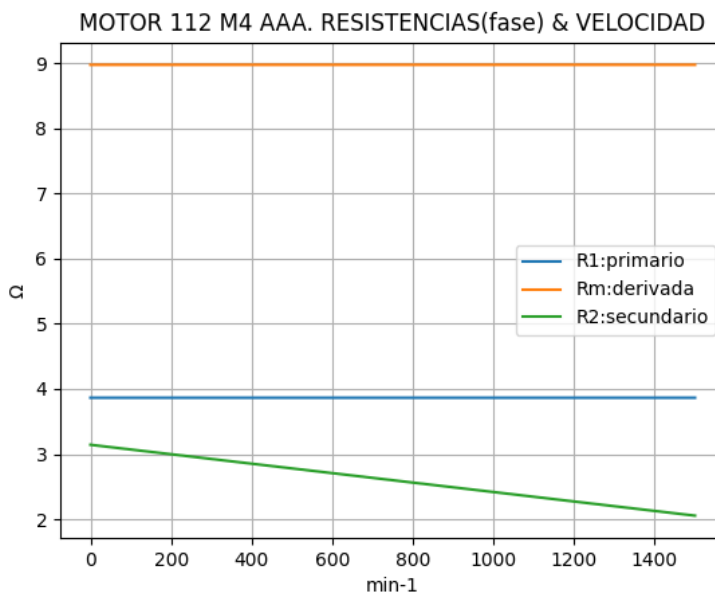


Fig. 3-2-112. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 4 polos, paso 1-10, 1 vía, ka = 0.831

3-10. Motor asincrónico trifásico 112 M4. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	6.566	3.865	8.972	3.144
75	6.742	3.865	8.972	3.089
150	6.941	3.865	8.972	3.035
225	7.167	3.865	8.972	2.981
300	7.423	3.865	8.972	2.926
375	7.714	3.865	8.972	2.872
450	8.044	3.865	8.972	2.818
525	8.422	3.865	8.972	2.763
600	8.859	3.865	8.972	2.709
675	9.368	3.865	8.972	2.655
750	9.969	3.865	8.972	2.600
825	10.691	3.865	8.972	2.546
900	11.577	3.865	8.972	2.491
975	12.692	3.865	8.972	2.437
1050	14.147	3.865	8.972	2.383
1125	16.133	3.865	8.972	2.328
1200	19.016	3.865	8.972	2.274
1275	23.594	3.865	8.972	2.220
1350	31.906	3.865	8.972	2.165
1425	49.742	3.865	8.972	2.111
1500	13.391	3.865	8.972	2.057

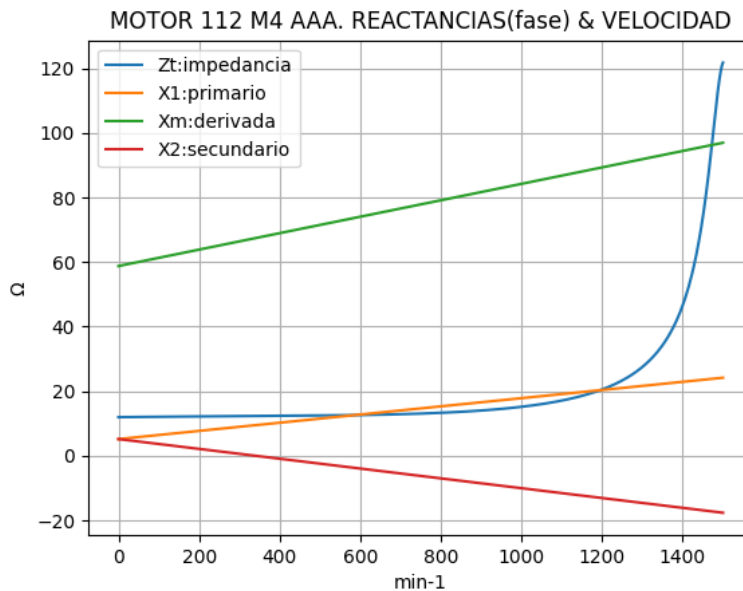


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) decrece con la velocidad

Fig. 3-3-112. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	11.962	9.999	5.173	58.754	5.173
75	12.058	9.997	6.123	60.663	4.032
150	12.136	9.955	7.073	62.572	2.891
225	12.201	9.874	8.023	64.481	1.750
300	12.260	9.757	8.973	66.391	0.609
375	12.320	9.607	9.923	68.300	-0.532
450	12.391	9.424	10.873	70.209	-1.673
525	12.483	9.213	11.822	72.119	-2.814
600	12.612	8.977	12.772	74.028	-3.955
675	12.798	8.720	13.722	75.937	-5.096
750	13.067	8.448	14.672	77.846	-6.237
825	13.455	8.170	15.622	79.756	-7.378
900	14.015	7.899	16.572	81.665	-8.519
975	14.823	7.657	17.521	83.574	-9.660
1050	16.004	7.482	18.471	85.484	-10.801
1125	17.772	7.454	19.421	87.393	-11.942
1200	20.533	7.747	20.371	89.302	-13.083
1275	25.194	8.835	21.321	91.211	-14.224
1350	34.236	12.414	22.271	93.121	-15.365
1425	57.243	28.328	23.220	95.030	-16.506
1500	121.741	121.002	24.170	96.939	-17.648

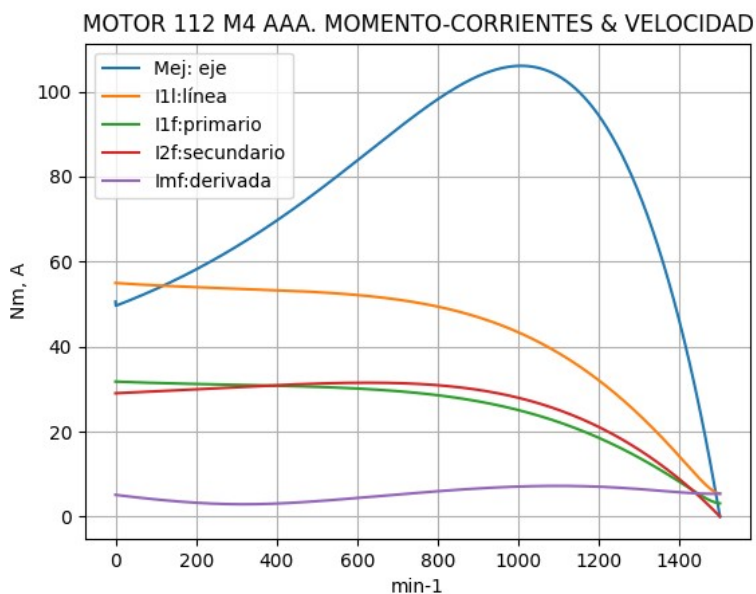


Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) presenta valores positivos hasta cerca de 300 min⁻¹ y luego negativos

Fig. 3-4-112. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	50.6	29.0	31.8	55.0	3.0
75	52.5	29.4	31.5	54.5	2.5
150	55.7	29.7	31.3	54.2	2.1
225	59.4	30.1	31.1	53.9	1.8
300	63.5	30.5	31.0	53.6	1.7
375	68.0	30.8	30.8	53.4	1.7
450	73.0	31.1	30.7	53.1	1.9
525	78.2	31.4	30.4	52.7	2.2
600	83.8	31.5	30.1	52.1	2.5
675	89.4	31.5	29.7	51.4	2.9
750	94.8	31.2	29.1	50.3	3.2
825	99.7	30.7	28.2	48.9	3.6
900	103.6	29.8	27.1	46.9	3.8
975	105.8	28.5	25.6	44.4	4.0
1050	105.5	26.7	23.7	41.1	4.2
1125	102.0	24.2	21.4	37.0	4.2
1200	94.3	21.1	18.5	32.0	4.1
1275	81.4	17.2	15.1	26.1	3.8
1350	62.5	12.4	11.1	19.2	3.5
1425	36.0	6.8	6.6	11.5	3.2
1500	0.0	0.0	3.1	5.4	3.1

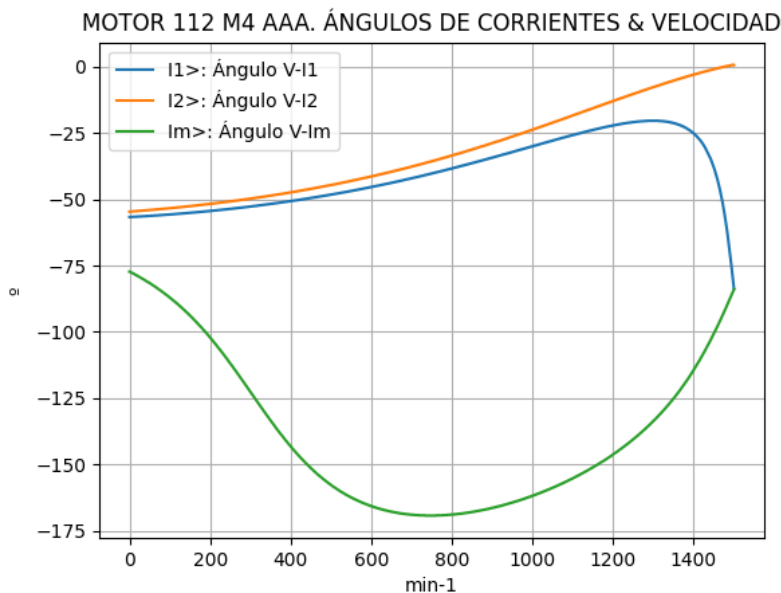


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 975 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera ligeramente a I1 entre cerca de 450 min⁻¹ y 1425 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 300 min⁻¹

Fig. 3-5-112. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-54.7	-56.7	-77.3
75	-53.7	-56.0	-84.2
150	-52.6	-55.1	-93.8
225	-51.3	-54.0	-106.8
300	-49.8	-52.7	-122.6
375	-48.0	-51.2	-138.5
450	-46.1	-49.5	-151.4
525	-43.9	-47.6	-160.3
600	-41.4	-45.4	-165.7
675	-38.7	-43.0	-168.5
750	-35.7	-40.3	-169.3
825	-32.4	-37.4	-168.5
900	-28.8	-34.3	-166.4
975	-25.1	-31.1	-163.2
1050	-21.1	-27.9	-158.8
1125	-17.0	-24.8	-153.2
1200	-13.0	-22.2	-146.2
1275	-9.0	-20.5	-137.2
1350	-5.3	-21.3	-125.1
1425	-2.0	-29.7	-107.9
1500	0.6	-83.7	-84.0

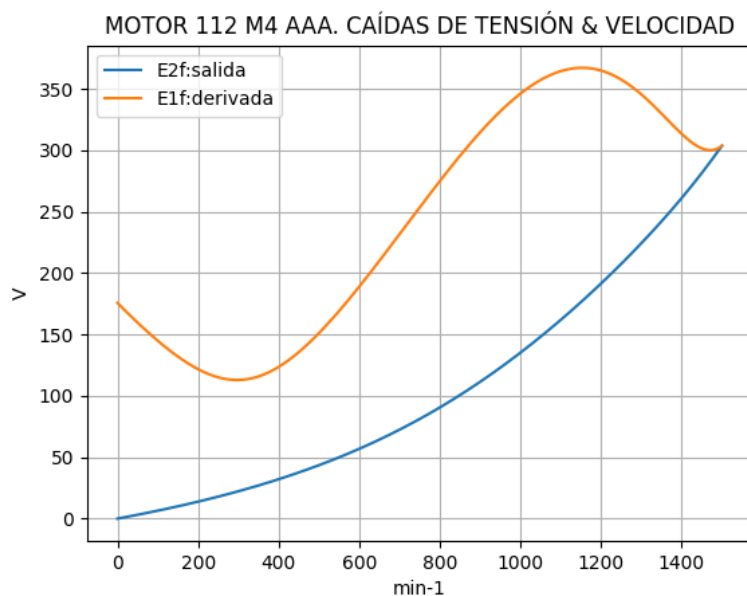


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 1275 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente, haciéndose positivo en vacío
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 750 min-1

Fig. 3-6-112. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	175.7
75	4.8	152.1
150	10.0	132.0
225	15.8	117.9
300	22.3	112.9
375	29.5	119.1
450	37.6	135.6
525	46.7	159.9
600	56.9	189.0
675	68.3	220.8
750	81.2	253.5
825	95.5	285.4
900	111.4	314.7
975	129.0	339.4
1050	148.2	357.3
1125	169.0	366.4
1200	191.5	365.0
1275	215.8	352.2
1350	242.1	329.9
1425	271.1	306.4
1500	303.7	303.7

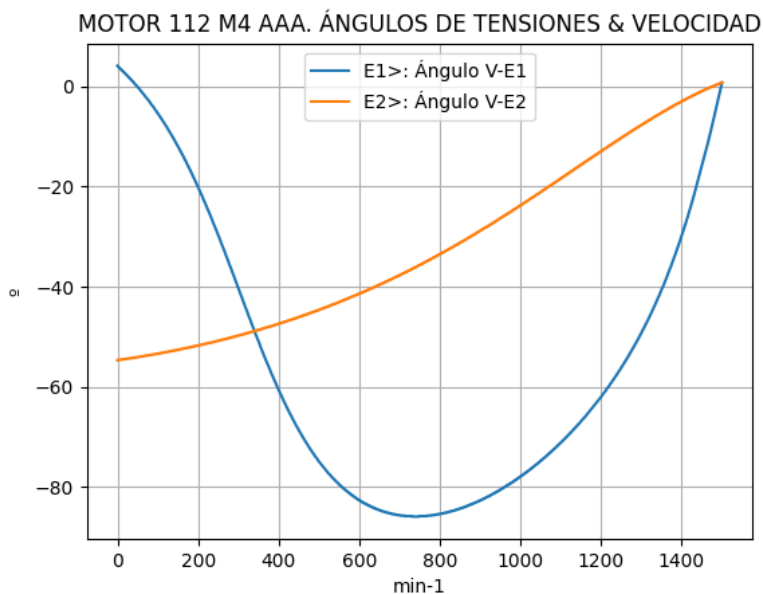


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 300 min-1 y luego crece hasta un máximo, cercano a 1125 min-1
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 3-7-112. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	4.1
75	-53.7	-2.6
150	-52.6	-12.0
225	-51.3	-24.8
300	-49.8	-40.3
375	-48.0	-55.9
450	-46.1	-68.6
525	-43.9	-77.4
600	-41.4	-82.6
675	-38.7	-85.2
750	-35.7	-85.8
825	-32.4	-84.9
900	-28.8	-82.7
975	-25.1	-79.3
1050	-21.1	-74.8
1125	-17.0	-69.1
1200	-13.0	-62.0
1275	-9.0	-52.9
1350	-5.3	-40.6
1425	-2.0	-23.3
1500	0.8	0.7

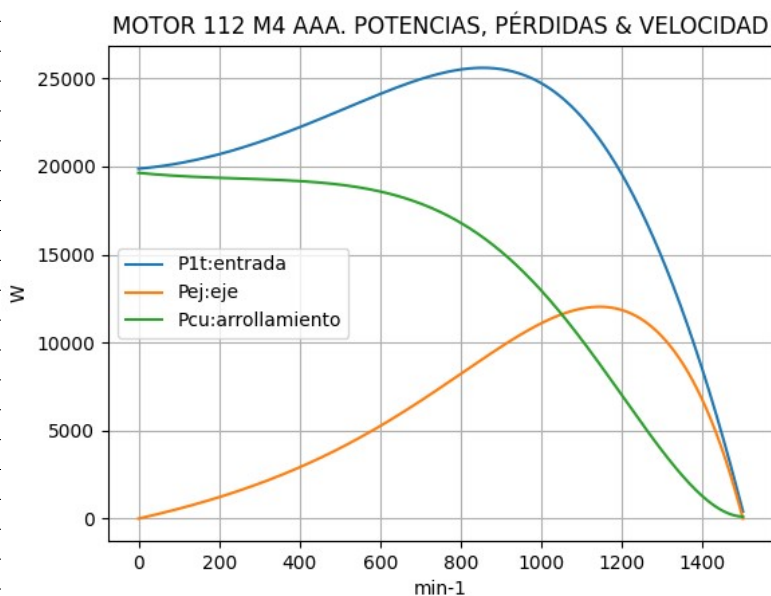


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es positivo en el arranque, después es negativo y se maximiza cerca de 675 min-1
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 3-8-112. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	19878	0	19643
75	20088	412	19502
150	20417	876	19407
225	20856	1400	19340
300	21394	1995	19282
375	22014	2672	19208
450	22698	3438	19091
525	23415	4301	18896
600	24126	5263	18582
675	24776	6318	18103
750	25292	7448	17408
825	25581	8618	16445
900	25534	9766	15170
975	25024	10802	13558
1050	23927	11605	11615
1125	22128	12016	9391
1200	19538	11846	6996
1275	16103	10873	4598
1350	11792	8830	2431
1425	6576	5368	800
1500	401	0	113

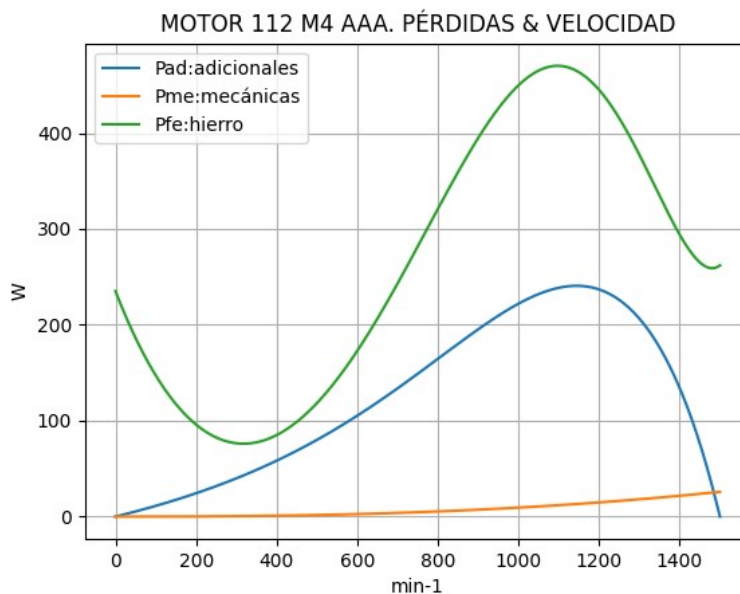


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ presenta un máximo cerca de 825 min^{-1} luego cae regularmente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 1125 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 3-9-112. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	235
75	8	0	165
150	18	0	117
225	28	0	88
300	40	0	76
375	53	1	80
450	69	1	99
525	86	2	130
600	105	3	173
675	126	4	224
750	149	5	282
825	172	6	340
900	195	7	395
975	216	9	439
1050	232	11	465
1125	240	13	468
1200	237	15	445
1275	217	17	397
1350	177	20	335
1425	107	23	277
1500	0	26	262

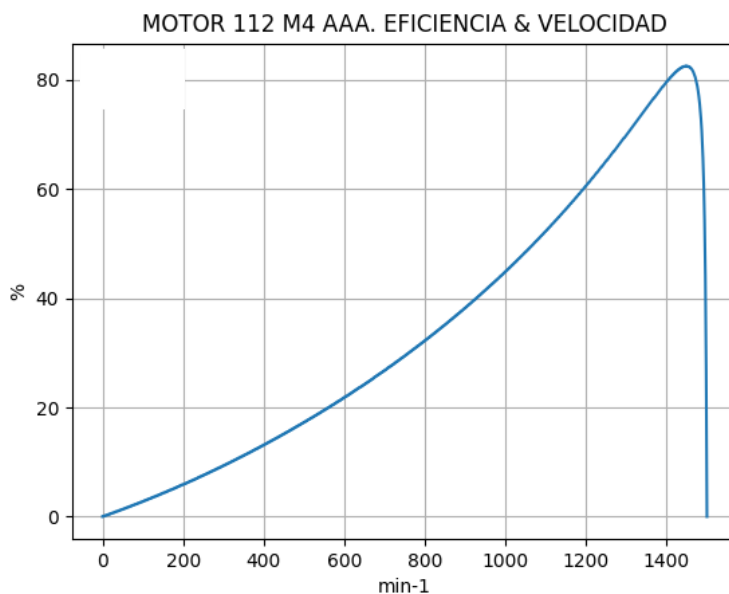


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 1125 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 300 min^{-1} y se maximizan cerca de 1125 min^{-1}

Fig. 3-10-112. Curvas de otras pérdidas

nx(min-1)	Eff(%)
0	0.0
75	2.1
150	4.3
225	6.7
300	9.3
375	12.1
450	15.1
525	18.4
600	21.8
675	25.5
750	29.4
825	33.7
900	38.2
975	43.2
1050	48.5
1125	54.3
1200	60.6
1275	67.5
1350	74.9
1425	81.6
1500	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 1425 min-1 y luego decrece

Fig. 3-11-112. Curva de eficiencia

3-11. Motor asincrónico trifásico 132 M24. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	132 M24	9.3	380	E	50	4	1450	86.5	0.828	19.5	6.66	2.35	2.5	B	44	Motor normal

Tabla 3-1-132. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.373	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	10.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.497	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	16.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	75.3	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	1500.0	-	-	512	-	6.8	0.11
Arranque	-	-	380	0.0	143.9	-	-	-	129.9	-
Carga 75%	-	-	380	1465.0	45.0	87.3	7900	6894	15.0	0.8
Carga 50%	-	-	380	1475.0	29.7	86.6	5300	4593	11.4	0.71
Temperat. carcasa	-	69.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3-2-132. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.842	1.467	0.395	0.733	inf	inf	0.447	0.733	0.0	0.0	-
Nominal1	1450	8.989	6.788	0.395	3.394	inf	inf	0.286	3.394	0.0	0.0	-
Vacio	1500	3.682	32.091	0.395	3.486	3.083	28.652	0.000	3.486	6.8	6.8	-83.9
Nominal2	1450	9.327	6.316	0.395	3.394	3.083	26.367	0.347	-0.461	6.9	6.9	-99.3

Tabla 3-3-132. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 8.0, Cad = 2.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	143.9	0.0	42597	0	0	0	0	42597	0.0	-	111.5	-1.5	129.9	-60.2	129.9	129.9	-60.2
Nominal1	1450	61.3	91.0	10254	9300	93	84	0	777	162.0	-37.1	180.2	-15.5	19.5	-37.1	19.5	19.5	-37.1
Vacio	1500	0.0	0.0	518	0	0	37	427	55	195.8	-0.1	195.8	-0.0	0.0	-0.1	6.8	6.8	-83.5
Nominal2	1450	61.3	86.6	10739	9300	186	34	441	779	178.8	-13.4	183.3	-16.0	17.7	-13.4	19.5	19.5	-34.1

Tabla 3-4-132. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 8.0, Cad = 2.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.809	1.440	0.395	0.733	3.083	16.322	0.447	0.733	6.6	6.6	-80.3
1	75	0.828	1.523	0.395	0.871	3.083	16.938	0.442	0.672	5.8	5.8	-84.8
2	150	0.850	1.605	0.395	1.009	3.083	17.555	0.437	0.610	5.1	5.1	-89.5
3	225	0.874	1.687	0.395	1.146	3.083	18.171	0.431	0.548	4.5	4.5	-94.5
4	300	0.901	1.768	0.395	1.284	3.083	18.788	0.426	0.486	4.1	4.1	-100.0
5	375	0.932	1.848	0.395	1.422	3.083	19.404	0.421	0.424	3.7	3.7	-105.7
6	450	0.967	1.929	0.395	1.559	3.083	20.021	0.416	0.363	3.4	3.4	-111.8
7	525	1.007	2.009	0.395	1.697	3.083	20.637	0.411	0.301	3.2	3.2	-117.9
8	600	1.053	2.089	0.395	1.834	3.083	21.254	0.406	0.239	3.1	3.1	-123.9
9	675	1.108	2.169	0.395	1.972	3.083	21.870	0.401	0.177	3.0	3.0	-129.5
10	750	1.173	2.250	0.395	2.110	3.083	22.487	0.395	0.115	3.0	3.0	-134.4
11	825	1.253	2.332	0.395	2.247	3.083	23.103	0.390	0.054	3.1	3.1	-138.5
12	900	1.352	2.415	0.395	2.385	3.083	23.720	0.385	-0.008	3.2	3.2	-141.6
13	975	1.479	2.501	0.395	2.522	3.083	24.336	0.380	-0.070	3.3	3.3	-143.4
14	1050	1.647	2.591	0.395	2.660	3.083	24.953	0.375	-0.132	3.6	3.6	-143.7
15	1125	1.881	2.690	0.395	2.798	3.083	25.569	0.370	-0.194	3.9	3.9	-142.3
16	1200	2.229	2.808	0.395	2.935	3.083	26.186	0.364	-0.255	4.3	4.3	-138.8
17	1275	2.803	2.971	0.395	3.073	3.083	26.802	0.359	-0.317	4.8	4.8	-132.5
18	1350	3.925	3.287	0.395	3.211	3.083	27.419	0.354	-0.379	5.5	5.5	-122.3
19	1425	7.006	4.532	0.395	3.348	3.083	28.035	0.349	-0.441	6.3	6.3	-106.5
20	1500	3.682	32.091	0.395	3.486	3.083	28.652	0.344	-0.503	6.8	6.8	-83.9

Tabla 3-5-132. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	137.2	0.0	42908	0	0	0	398	42511	0.0	-	108.9	-1.0	126.8	-59.7	133.0	133.0	-60.7
1	75	128.3	2.5	39891	1008	20	0	307	38555	2.8	-60.4	99.2	-5.1	121.4	-60.4	126.7	126.7	-61.5
2	150	123.1	5.2	37296	1934	39	0	240	35084	5.6	-60.9	90.7	-9.4	116.4	-60.9	120.9	120.9	-62.1
3	225	118.8	8.0	35062	2798	56	0	190	32018	8.5	-61.4	83.5	-14.2	111.8	-61.4	115.6	115.6	-62.6
4	300	115.2	10.9	33137	3619	72	1	153	29292	11.5	-61.7	77.5	-19.3	107.5	-61.7	110.7	110.7	-63.0
5	375	112.4	14.0	31483	4414	88	1	127	26853	14.5	-61.9	72.8	-24.8	103.4	-61.9	106.1	106.1	-63.2
6	450	110.3	17.3	30066	5196	104	2	108	24656	17.7	-61.9	69.3	-30.5	99.6	-61.9	101.8	101.8	-63.4
7	525	108.8	20.7	28864	5983	120	3	96	22663	21.2	-61.8	67.1	-36.4	95.9	-61.8	97.8	97.8	-63.4
8	600	108.1	24.4	27856	6789	136	4	88	20839	25.0	-61.6	66.3	-42.1	92.4	-61.6	93.9	93.9	-63.2
9	675	108.0	28.2	27030	7631	153	5	84	19156	29.2	-61.2	66.7	-47.5	89.0	-61.2	90.2	90.2	-62.9
10	750	108.6	32.3	26374	8528	171	6	84	17585	33.9	-60.5	68.5	-52.2	85.7	-60.5	86.6	86.6	-62.5
11	825	110.0	36.7	25883	9501	190	8	87	16096	39.3	-59.7	71.5	-56.1	82.3	-59.7	83.0	83.0	-61.8
12	900	112.2	41.4	25548	10572	211	10	93	14661	45.6	-58.5	76.0	-59.0	78.9	-58.5	79.4	79.4	-60.8
13	975	115.2	46.4	25359	11765	235	12	103	13244	53.2	-56.9	81.9	-60.6	75.3	-56.9	75.6	75.6	-59.4
14	1050	119.1	51.8	25289	13096	262	15	118	11798	62.4	-54.7	89.7	-60.7	71.4	-54.7	71.6	71.6	-57.6
15	1125	123.6	57.6	25266	14556	291	18	139	10262	74.1	-51.7	99.7	-59.2	66.8	-51.7	66.9	66.9	-55.0
16	1200	127.7	63.9	25104	16047	321	21	169	8546	89.2	-47.6	112.6	-55.5	61.2	-47.6	61.3	61.3	-51.6
17	1275	128.9	70.8	24315	17206	344	24	213	6528	109.2	-41.5	129.6	-49.1	53.6	-41.5	53.8	53.8	-46.7
18	1350	119.7	78.1	21675	16926	339	28	279	4103	135.6	-32.6	151.5	-38.7	42.5	-32.6	42.9	42.9	-40.0
19	1425	83.3	85.3	14565	12431	249	32	363	1490	167.6	-19.1	176.8	-22.7	25.3	-19.1	26.3	26.3	-32.9
20	1500	0.0	0.0	518	0	0	37	427	55	195.8	-0.0	195.8	-0.0	0.0	-0.1	6.8	6.8	-83.5

Tabla 3-6-132. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	647	107.9	26.8	27318	7312	146	4	85	19770	27.6	-61.3	66.4	-45.5	90.3	-61.3	91.5	91.5	-63.1
Máximo	1255	129.1	68.9	24636	16971	339	23	200	7103	103.3	-43.4	124.6	-51.1	55.9	-43.4	56.0	56.0	-48.1

Tabla 3-7-132. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	1409.0	94.6	83.9	16632.0	13957.0	279.0	31.0	345.0	2021.0	160.6	-22.5	171.4	-26.7	29.6	-22.5	30.5	30.5	-34.0
125 %	1432.1	77.5	85.9	13529.4	11625.2	232.6	33.0	371.3	1267.5	170.8	-17.6	179.1	-20.9	23.3	-17.6	24.4	24.4	-32.6
100 %	1449.7	61.3	87.1	10683.9	9300.0	185.9	34.0	390.7	773.6	178.3	-13.5	184.6	-16.0	17.8	-13.5	19.4	19.4	-33.1
75 %	1464.3	45.5	87.3	7993.6	6974.6	139.6	34.0	404.3	440.1	184.1	-9.8	188.7	-11.6	13.0	-9.8	15.0	15.0	-35.9
50 %	1477.2	30.1	85.9	5416.0	4650.3	93.2	35.0	415.2	223.1	188.9	-6.3	191.8	-7.5	8.4	-6.3	11.2	11.2	-42.9
25 %	1488.9	14.9	79.4	2929.0	2325.0	46.4	36.0	422.0	98.7	192.7	-3.1	194.1	-3.7	4.1	-3.1	8.3	8.3	-57.5
Eff máx	1460.0	50.4	87.3	8821.0	7702.0	154.0	34.0	401.0	530.0	182.4	-10.9	187.5	-12.9	14.4	-10.9	16.3	16.3	-34.7

Tabla 3-8-132. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque							
Valores ingresados	0.0	143.9	0.0	-	0.0	129.9	-
Valores calculados	0.0	137.2	0.0	42908.0	0.0	133.0	-60.7
Diferencias (%)	-	4.7	-	-	-	-2.4	-
Mto Máximo							
Valores ingresados	-	153.1	-	-	-	-	-
Valores calculados	1255.0	129.1	68.9	24636.0	16971.0	56.0	-48.1
Diferencias (%)	-	15.7	-	-	-	-	-
Nominal							
Valores ingresados	1450.0	61.2	86.5	10614.4	9300.0	19.5	-34.1
Valores calculados	1449.7	61.3	87.1	10683.9	9300.0	19.4	-33.1
Diferencias (%)	0.0	-0.1	-0.7	-0.7	0.0	0.5	3.0
75% carga							
Valores ingresados	1465.0	45.0	87.3	7990.0	6894.0	15.0	-36.8
Valores calculados	1464.3	45.5	87.3	7993.6	6974.6	15.0	-35.9
Diferencias (%)	0.0	-1.2	0.0	-1.2	-1.2	0.0	2.4

Tabla 3-9-132. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	1475.0	29.7	86.6	5300.0	4593.0	11.4	-45.0
Valores calculados	1477.2	30.1	85.9	5416.0	4650.3	11.2	-42.9
Diferencias (%)	-0.1	-1.3	0.8	-2.2	-1.2	1.8	4.7
Vacío							
Valores ingresados	1500.0	0.0	0.0	512.0	0.0	6.8	-83.5
Valores calculados	1500.0	0.0	0.0	518.0	0.0	6.8	-83.5
Diferencias (%)	-	-	-	-1.2	-	0.0	-0.0

Tabla 3-9-132. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	195.30	Paso de bobinas en ranuras	8/10/12	Corriente por kW (A/kW)	2.1
Altura corona estator (mm)	18.90	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	6.4
Diámetro interior estator (mm)	120.00	Factor de arrollamiento	0.96	Corriente barra rotor (A)	337.0
Altura corona rotor (mm)	19.50	Espiras por bobina (prom)	14.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	5.3
Diámetro eje rotor (mm)	48.00	Espiras por bobina (real)	14/14/14	Corriente anillo rotor (A)	750.9
Longitud paquete de chapas (mm)	210.00	Número de alambres 1	2	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	2.6
Número ranuras estator	36.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.85	Flujo por polo (wb)	0.0103
Sección ranura estator (mm2)	103.00	Número de alambres 2	3	Densidad flujo entrehierro (T)	0.82
Número ranuras rotor	28.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.9	Dens. flujo corona estator (T)	1.44
Sección ranura rotor (mm2)	64.00	Conexión bobinado (vías)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	0.83
Espesor anillo rotor (mm)	17.50	Peso total cobre (kg)	5.3	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.031
Sección anillo rotor(mm2)	289.00	Relleno ranura(%)	41.4	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	399516
Longitud entrehierro (mm)	0.35				

Tabla 3-10-132. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0424	0.1161	0.3305	2.5842	0.0479	0.1161	0.0424	0.5374	0.3305	4.1746	0.0372	-0.073	0.0424	0.5519	0.3305	4.5364	0.0	0.5519

Tabla 3-11-132. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	12.9	2.3	30.6	54.1
Eff. Máx	13.8	3.0	35.8	47.4

Tabla 3-12-132. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

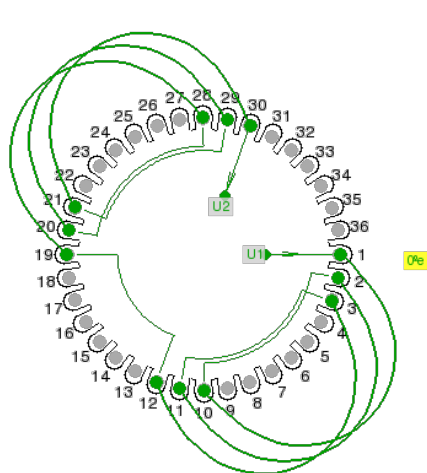


Fig. 3-1-132. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 4 polos, paso 1-10, 1 vía, ka = 0.960

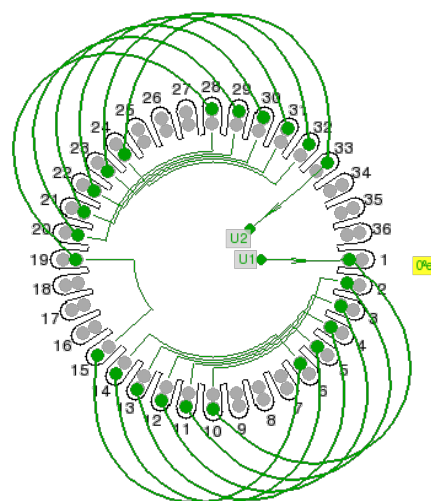
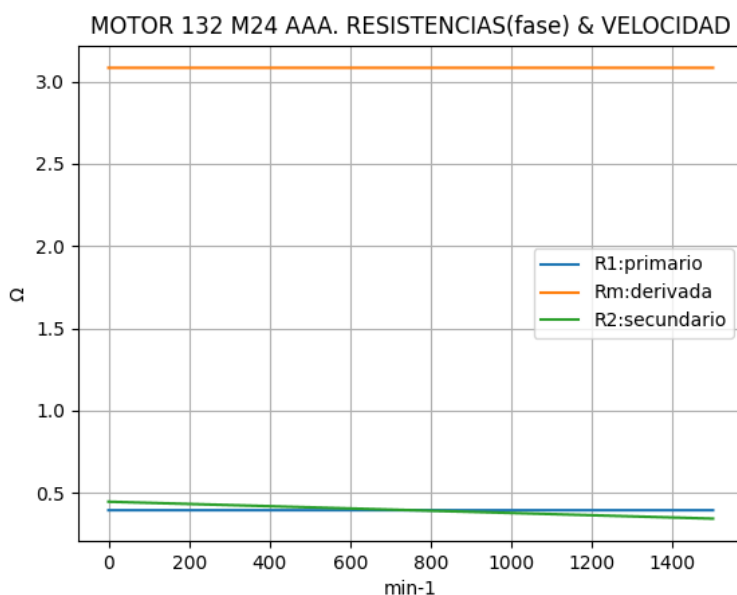


Fig. 3-2-132. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 4 polos, paso 1-10, 1 vía, ka = 0.831

3-12. Motor asincrónico trifásico 132 M24. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	0.809	0.395	3.083	0.447
75	0.828	0.395	3.083	0.442
150	0.850	0.395	3.083	0.437
225	0.874	0.395	3.083	0.431
300	0.901	0.395	3.083	0.426
375	0.932	0.395	3.083	0.421
450	0.967	0.395	3.083	0.416
525	1.007	0.395	3.083	0.411
600	1.053	0.395	3.083	0.406
675	1.108	0.395	3.083	0.401
750	1.173	0.395	3.083	0.395
825	1.253	0.395	3.083	0.390
900	1.352	0.395	3.083	0.385
975	1.479	0.395	3.083	0.380
1050	1.647	0.395	3.083	0.375
1125	1.881	0.395	3.083	0.370
1200	2.229	0.395	3.083	0.364
1275	2.803	0.395	3.083	0.359
1350	3.925	0.395	3.083	0.354
1425	7.006	0.395	3.083	0.349
1500	3.682	0.395	3.083	0.344

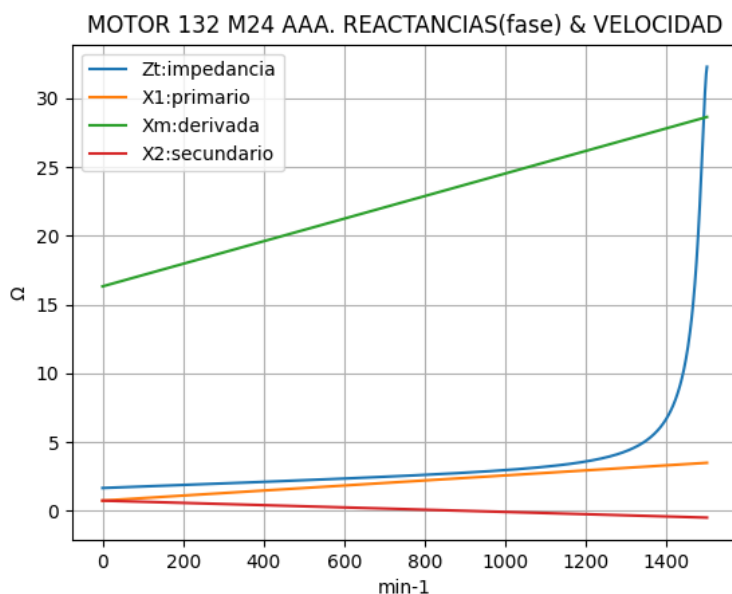


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) decrece con la velocidad

Fig. 3-3-132. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	1.652	1.440	0.733	16.322	0.733
75	1.734	1.523	0.871	16.938	0.672
150	1.816	1.605	1.009	17.555	0.610
225	1.900	1.687	1.146	18.171	0.548
300	1.984	1.768	1.284	18.788	0.486
375	2.070	1.848	1.422	19.404	0.424
450	2.157	1.929	1.559	20.021	0.363
525	2.247	2.009	1.697	20.637	0.301
600	2.340	2.089	1.834	21.254	0.239
675	2.436	2.169	1.972	21.870	0.177
750	2.538	2.250	2.110	22.487	0.115
825	2.647	2.332	2.247	23.103	0.054
900	2.767	2.415	2.385	23.720	-0.008
975	2.905	2.501	2.522	24.336	-0.070
1050	3.070	2.591	2.660	24.953	-0.132
1125	3.282	2.690	2.798	25.569	-0.194
1200	3.585	2.808	2.935	26.186	-0.255
1275	4.085	2.971	3.073	26.802	-0.317
1350	5.119	3.287	3.211	27.419	-0.379
1425	8.344	4.532	3.348	28.035	-0.441
1500	32.302	32.091	3.486	28.652	-0.503

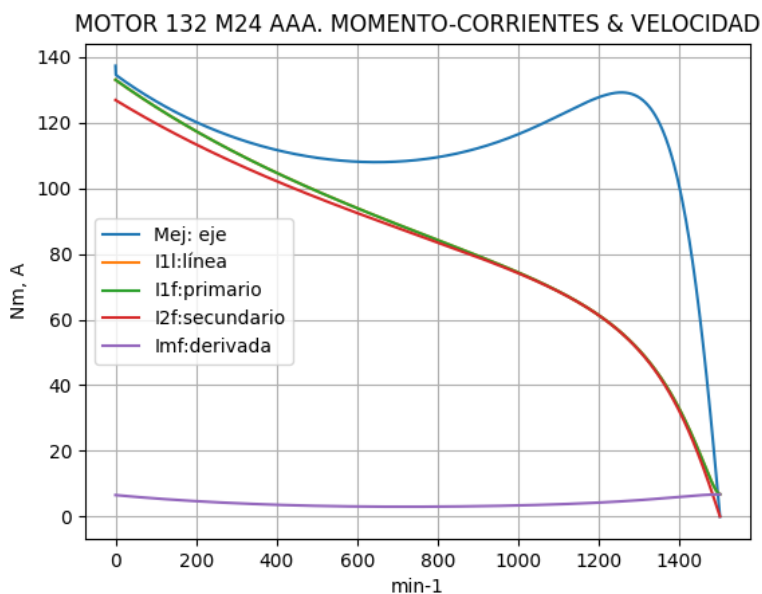


Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) es positiva hasta cerca de 825 min⁻¹ y luego es negativa

Fig. 3-4-132. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	137.2	126.8	133.0	133.0	6.6
75	128.3	121.4	126.7	126.7	5.8
150	123.1	116.4	120.9	120.9	5.1
225	118.8	111.8	115.6	115.6	4.5
300	115.2	107.5	110.7	110.7	4.1
375	112.4	103.4	106.1	106.1	3.7
450	110.3	99.6	101.8	101.8	3.4
525	108.8	95.9	97.8	97.8	3.2
600	108.1	92.4	93.9	93.9	3.1
675	108.0	89.0	90.2	90.2	3.0
750	108.6	85.7	86.6	86.6	3.0
825	110.0	82.3	83.0	83.0	3.1
900	112.2	78.9	79.4	79.4	3.2
975	115.2	75.3	75.6	75.6	3.3
1050	119.1	71.4	71.6	71.6	3.6
1125	123.6	66.8	66.9	66.9	3.9
1200	127.7	61.2	61.3	61.3	4.3
1275	128.9	53.6	53.8	53.8	4.8
1350	119.7	42.5	42.9	42.9	5.5
1425	83.3	25.3	26.3	26.3	6.3
1500	0.0	0.0	6.8	6.8	6.8

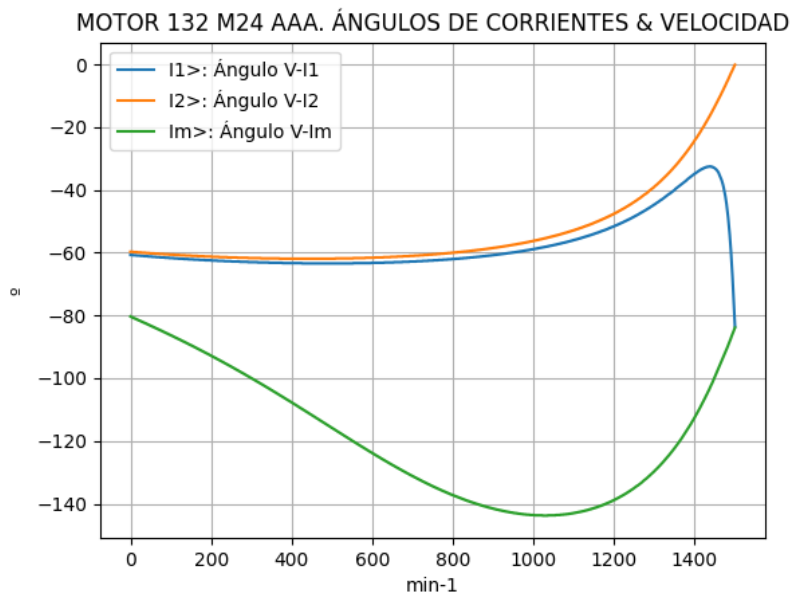


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 525 min-1 y el máximo cerca de 1275 min-1.
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria (superpuesta)
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf es cercana e inferior a I1
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 675 min-1

Fig. 3-5-132. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-59.7	-60.7	-80.3
75	-60.4	-61.5	-84.8
150	-60.9	-62.1	-89.5
225	-61.4	-62.6	-94.5
300	-61.7	-63.0	-100.0
375	-61.9	-63.2	-105.7
450	-61.9	-63.4	-111.8
525	-61.8	-63.4	-117.9
600	-61.6	-63.2	-123.9
675	-61.2	-62.9	-129.5
750	-60.5	-62.5	-134.4
825	-59.7	-61.8	-138.5
900	-58.5	-60.8	-141.6
975	-56.9	-59.4	-143.4
1050	-54.7	-57.6	-143.7
1125	-51.7	-55.0	-142.3
1200	-47.6	-51.6	-138.8
1275	-41.5	-46.7	-132.5
1350	-32.6	-40.0	-122.3
1425	-19.1	-32.9	-106.5
1500	-0.1	-83.5	-83.9

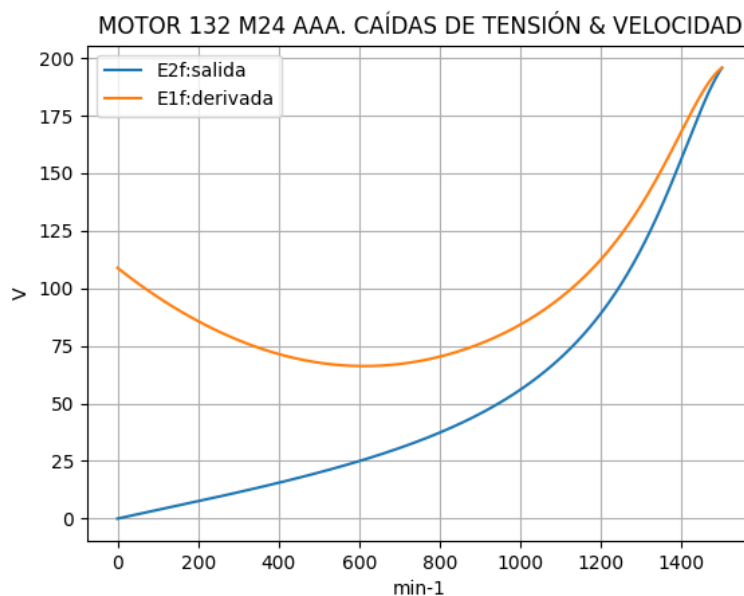


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 1425 min-1
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 1050 min-1

Fig. 3-6-132. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	108.9
75	2.8	99.2
150	5.6	90.7
225	8.5	83.5
300	11.5	77.5
375	14.5	72.8
450	17.7	69.3
525	21.2	67.1
600	25.0	66.3
675	29.2	66.7
750	33.9	68.5
825	39.3	71.5
900	45.6	76.0
975	53.2	81.9
1050	62.4	89.7
1125	74.1	99.7
1200	89.2	112.6
1275	109.2	129.6
1350	135.6	151.5
1425	167.6	176.8
1500	195.8	195.8

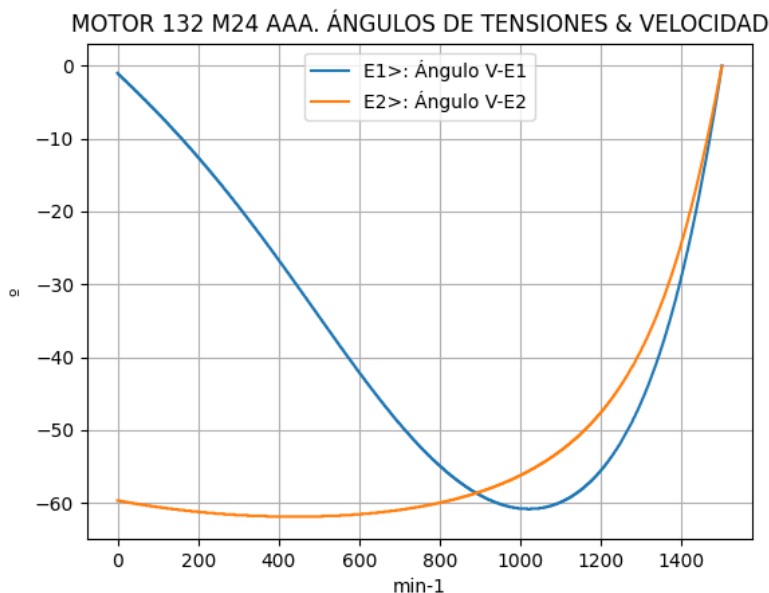


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 600 min-1 y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 3-7-132. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-1.0
75	-60.4	-5.1
150	-60.9	-9.4
225	-61.4	-14.2
300	-61.7	-19.3
375	-61.9	-24.8
450	-61.9	-30.5
525	-61.8	-36.4
600	-61.6	-42.1
675	-61.2	-47.5
750	-60.5	-52.2
825	-59.7	-56.1
900	-58.5	-59.0
975	-56.9	-60.6
1050	-54.7	-60.7
1125	-51.7	-59.2
1200	-47.6	-55.5
1275	-41.5	-49.1
1350	-32.6	-38.7
1425	-19.1	-22.7
1500	-0.0	-0.0

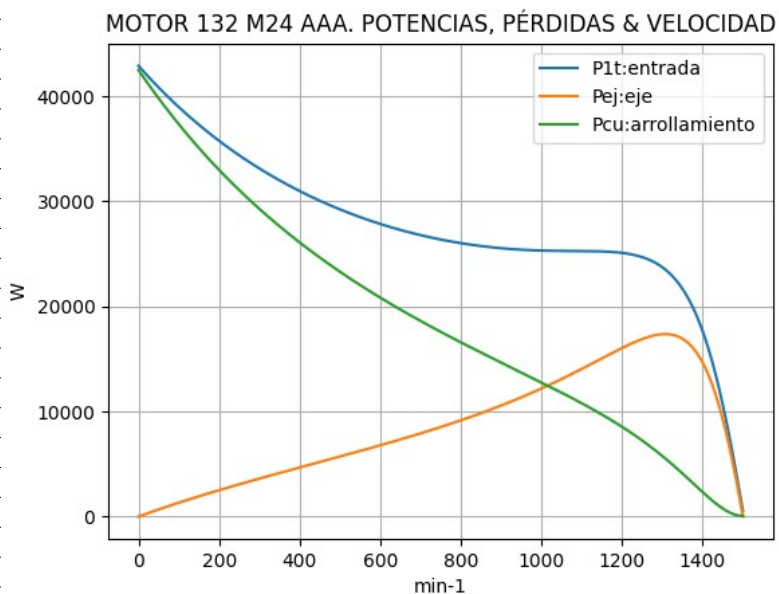


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 1050 min⁻¹
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque (E2 = 0) y es el de la corriente I2 en todas las velocidades

Fig. 3-8-132. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	42908	0	42511
75	39891	1008	38555
150	37296	1934	35084
225	35062	2798	32018
300	33137	3619	29292
375	31483	4414	26853
450	30066	5196	24656
525	28864	5983	22663
600	27856	6789	20839
675	27030	7631	19156
750	26374	8528	17585
825	25883	9501	16096
900	25548	10572	14661
975	25359	11765	13244
1050	25289	13096	11798
1125	25266	14556	10262
1200	25104	16047	8546
1275	24315	17206	6528
1350	21675	16926	4103
1425	14565	12431	1490
1500	518	0	55

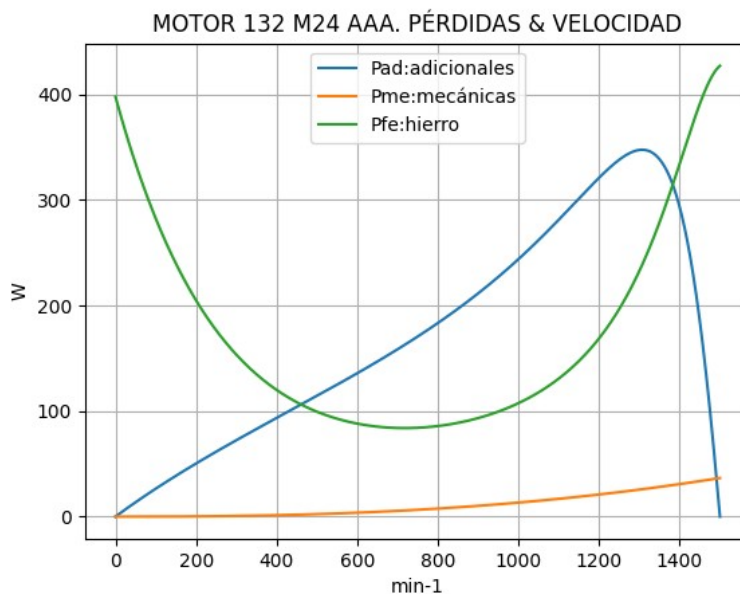


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ desciende con un cambio de pendiente cerca de 1200 min^{-1}
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 1275 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 3-9-132. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	398
75	20	0	307
150	39	0	240
225	56	0	190
300	72	1	153
375	88	1	127
450	104	2	108
525	120	3	96
600	136	4	88
675	153	5	84
750	171	6	84
825	190	8	87
900	211	10	93
975	235	12	103
1050	262	15	118
1125	291	18	139
1200	321	21	169
1275	344	24	213
1350	339	28	279
1425	249	32	363
1500	0	37	427

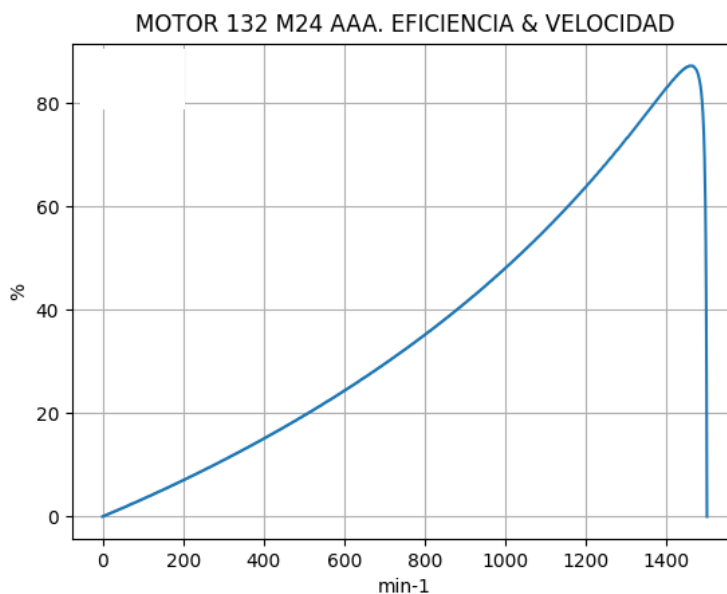


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de 1275 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 675 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 3-10-132. Curvas de otras pérdidas

nx(min-1)	Eff(%)
0	0.0
75	2.5
150	5.2
225	8.0
300	10.9
375	14.0
450	17.3
525	20.7
600	24.4
675	28.2
750	32.3
825	36.7
900	41.4
975	46.4
1050	51.8
1125	57.6
1200	63.9
1275	70.8
1350	78.1
1425	85.3
1500	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 1425 min-1 y luego decrece

Fig. 3-8-132. Curva de eficiencia

3-13. Motor asincrónico trifásico 160 L4. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	160 L4	15.0	380	T	50	4	1475	87.0	0.803	32.0	7.87	3.44	3.5	B	44	Motor normal

Tabla 3-1-160. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.458	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	14.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.590	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	17.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	69.4	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	1500.0	-	-	1000	-	17.0	0.09
Arranque	-	-	380	0.0	334.1	-	-	-	251.8	-
Carga 75%	-	-	380	1480.0	71.2	86.1	12800	11029	26.6	0.73
Carga 50%	-	-	380	1490.0	47.1	85.5	8600	7351	21.5	0.61
Temperat. carcasa	-	63.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3-2-160. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	1.303	2.262	0.477	1.131	inf	inf	0.825	1.131	0.0	0.0	-
Nominal1	1475	15.651	13.307	0.477	6.654	inf	inf	0.253	6.654	0.0	0.0	-
Vacio	1500	3.442	38.517	0.477	6.747	2.845	31.792	0.000	6.747	9.8	17.0	-85.1
Nominal2	1475	16.497	12.244	0.477	6.654	2.845	31.075	0.306	-4.255	10.1	17.4	-102.1

Tabla 3-3-160. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 6.0, Cad = 4.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	334.1	0.0	82817	0	0	0	0	82817	0.0	-	203.8	-6.2	145.6	-60.1	145.6	251.8	-60.1
Nominal1	1475	97.2	93.0	16065	15000	150	165	0	749	276.0	-40.4	306.5	-16.7	18.5	-40.4	18.5	32.0	-40.4
Vacio	1500	0.0	0.0	1014	0	0	52	824	138	313.5	-0.3	313.5	-0.2	0.0	-0.3	9.8	17.0	-84.9
Nominal2	1475	97.2	86.9	17268	15000	600	50	863	755	306.8	-4.0	313.8	-17.3	17.0	-4.0	18.5	32.0	-36.6

Tabla 3-4-160. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 6.0, Cad = 4.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	1.224	2.221	0.477	1.131	2.845	20.668	0.825	1.131	9.5	16.4	-87.7
75	1.255	2.257	0.477	1.412	2.845	21.224	0.799	0.857	7.9	13.7	-95.9	
1	1.289	2.286	0.477	1.693	2.845	21.780	0.773	0.583	6.6	11.5	-107.0	
3	1.327	2.308	0.477	1.973	2.845	22.336	0.746	0.309	5.8	10.0	-121.4	
4	1.369	2.324	0.477	2.254	2.845	22.892	0.720	0.036	5.5	9.4	-138.0	
5	1.415	2.333	0.477	2.535	2.845	23.449	0.693	-0.238	5.7	9.8	-154.0	
6	1.466	2.337	0.477	2.816	2.845	24.005	0.667	-0.512	6.3	10.8	-167.0	
7	1.524	2.335	0.477	3.097	2.845	24.561	0.640	-0.786	7.1	12.3	-176.3	
8	1.589	2.329	0.477	3.378	2.845	25.117	0.614	-1.060	8.2	14.1	-182.6	
9	1.664	2.317	0.477	3.658	2.845	25.674	0.588	-1.334	9.2	16.0	-186.5	
10	1.751	2.302	0.477	3.939	2.845	26.230	0.561	-1.608	10.3	17.9	-188.7	
11	1.854	2.283	0.477	4.220	2.845	26.786	0.535	-1.882	11.4	19.7	-189.4	
12	1.979	2.263	0.477	4.501	2.845	27.342	0.508	-2.156	12.4	21.4	-189.0	
13	2.135	2.241	0.477	4.782	2.845	27.898	0.482	-2.429	13.3	23.0	-187.4	
14	2.337	2.223	0.477	5.062	2.845	28.455	0.455	-2.703	14.0	24.2	-184.6	
15	2.613	2.212	0.477	5.343	2.845	29.011	0.429	-2.977	14.4	25.0	-180.3	
16	3.016	2.222	0.477	5.624	2.845	29.567	0.403	-3.251	14.5	25.1	-174.2	
17	3.669	2.287	0.477	5.905	2.845	30.123	0.376	-3.525	14.0	24.2	-165.1	
18	4.930	2.530	0.477	6.186	2.845	30.679	0.350	-3.799	12.8	22.2	-151.3	
19	8.395	3.820	0.477	6.467	2.845	31.236	0.323	-4.073	11.0	19.0	-127.8	
20	3.442	38.517	0.477	6.747	2.845	31.792	0.297	-4.347	9.8	17.0	-85.1	

Tabla 3-5-160. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	315.2	0.0	82423	0	0	0	769	81654	0.0	-	198.0	-5.5	141.4	-59.4	149.8	259.2	-61.2
1	75	305.9	2.9	81508	2403	96	0	532	78477	5.9	-59.1	169.0	-13.5	140.7	-59.1	147.1	254.5	-60.9
2	150	310.3	6.0	81083	4874	195	0	375	75639	12.0	-58.6	145.6	-24.4	140.3	-58.6	144.8	250.5	-60.6
3	225	316.1	9.2	81100	7448	298	0	286	73068	18.4	-58.0	130.3	-38.6	140.0	-58.0	142.7	246.9	-60.1
4	300	323.4	12.5	81521	10160	406	1	255	70699	25.2	-57.3	126.0	-55.1	139.9	-57.3	140.9	243.8	-59.5
5	375	332.2	15.8	82313	13044	522	2	273	68473	32.3	-56.5	133.5	-70.9	139.9	-56.5	139.3	240.9	-58.8
6	450	342.4	19.3	83447	16136	645	3	335	66329	40.0	-55.5	151.3	-83.7	139.9	-55.5	137.7	238.3	-57.9
7	525	354.2	22.9	84894	19471	779	4	434	64205	48.3	-54.3	176.4	-92.9	139.9	-54.3	136.3	235.8	-56.9
8	600	367.4	26.7	86617	23085	923	5	567	62036	57.2	-53.0	206.0	-99.0	139.8	-53.0	134.8	233.2	-55.7
9	675	382.1	30.5	88569	27009	1080	7	728	59745	67.1	-51.5	238.5	-102.8	139.6	-51.5	133.2	230.4	-54.3
10	750	398.1	34.5	90679	31266	1251	9	911	57243	78.0	-49.8	272.5	-104.9	139.0	-49.8	131.4	227.3	-52.7
11	825	415.1	38.6	92839	35861	1434	12	1108	54423	90.2	-47.8	307.0	-105.5	137.9	-47.8	129.2	223.5	-50.9
12	900	432.5	43.0	94877	40766	1631	14	1311	51155	103.8	-45.5	340.7	-105.0	136.2	-45.5	126.4	218.7	-48.8
13	975	449.4	47.5	96520	45883	1835	18	1505	47279	119.3	-42.8	372.4	-103.3	133.3	-42.8	122.8	212.4	-46.4
14	1050	463.7	52.4	97324	50987	2039	21	1669	42607	137.1	-39.7	399.9	-100.3	129.0	-39.7	117.8	203.8	-43.6
15	1125	472.1	57.6	96571	55615	2225	25	1777	36928	157.6	-35.9	420.7	-96.0	122.4	-35.9	111.0	192.0	-40.3
16	1200	468.5	63.2	93096	58871	2355	30	1793	30048	181.3	-31.4	430.6	-89.7	112.6	-31.4	101.4	175.5	-36.4
17	1275	442.3	69.4	85039	59058	2362	34	1677	21908	209.0	-26.0	424.1	-80.5	98.0	-26.0	87.9	152.1	-31.9
18	1350	375.7	76.4	69551	53109	2124	40	1403	12875	240.8	-19.2	395.1	-66.6	76.5	-19.2	68.6	118.6	-27.2
19	1425	240.2	83.9	42752	35851	1434	45	1026	4395	276.5	-10.8	344.0	-43.0	45.0	-10.8	41.2	71.3	-24.5
20	1500	0.0	0.0	1014	0	0	52	824	138	313.5	-0.2	313.5	-0.2	0.0	-0.3	9.8	17.0	-84.9

Tabla 3-6-160. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	303.1	0.0	82407	32	1	0	765	81609	0.1	-59.4	197.6	-5.6	141.4	-59.4	149.8	259.1	-61.1
Máximo	1147	472.6	59.2	95901	56769	2271	26	1793	35041	164.2	-34.7	424.9	-94.3	119.9	-34.7	108.5	187.7	-39.2

Tabla 3-7-160. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	1459.0	146.4	86.7	25794.0	22362.0	894.0	48.0	882.0	1606.0	293.4	-6.2	321.4	-26.5	26.5	-6.2	25.8	44.6	-28.6
125 %	1466.6	122.1	87.0	21557.0	18750.1	750.2	49.0	859.2	1149.5	297.2	-5.2	317.8	-22.1	21.9	-5.2	22.2	38.3	-31.5
100 %	1474.0	97.2	86.9	17266.1	14999.8	600.1	49.0	841.0	775.2	300.8	-4.1	314.9	-17.7	17.3	-4.1	18.7	32.3	-35.8
75 %	1481.0	72.6	86.0	13074.2	11249.9	450.5	50.0	828.0	495.8	304.3	-3.1	313.1	-13.2	12.9	-3.1	15.5	26.8	-42.4
50 %	1487.6	48.1	83.5	8972.5	7500.2	300.2	51.0	821.4	300.7	307.5	-2.1	312.2	-8.8	8.5	-2.1	12.8	22.1	-52.1
25 %	1493.9	24.0	75.6	4954.2	3750.4	150.4	51.0	820.0	183.4	310.7	-1.1	312.4	-4.5	4.3	-1.1	10.8	18.6	-66.2
Eff máx	1469.0	114.1	87.0	20178.0	17555.0	702.0	49.0	852.0	1019.0	298.4	-4.8	316.7	-20.7	20.5	-4.8	21.0	36.4	-32.7

Tabla 3-8-160. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque							
Valores ingresados	0.0	334.1	0.0	-	0.0	251.8	-
Valores calculados	0.0	315.2	0.0	82423.0	0.0	259.2	-61.2
Diferencias (%)	-	5.7	-	-	-	-2.9	-
Mto Máximo							
Valores ingresados	-	339.9	-	-	-	-	-
Valores calculados	1147.0	472.6	59.2	95901.0	56769.0	187.7	-39.2
Diferencias (%)	-	-39.0	-	-	-	-	-
Nominal							
Valores ingresados	1475.0	97.1	87.0	16892.6	15000.0	32.0	-36.6
Valores calculados	1474.0	97.2	86.9	17266.1	14999.8	32.3	-35.8
Diferencias (%)	0.1	-0.1	0.1	-2.2	0.0	-0.9	2.1
75% carga							
Valores ingresados	1480.0	71.2	86.1	12800.0	11029.0	26.6	-42.9
Valores calculados	1481.0	72.6	86.0	13074.2	11249.9	26.8	-42.4
Diferencias (%)	-0.1	-2.0	0.1	-2.1	-2.0	-0.8	1.3

Tabla 3-9-160. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	1490.0	47.1	85.5	8600.0	7351.0	21.5	-52.6
Valores calculados	1487.6	48.1	83.5	8972.5	7500.2	22.1	-52.1
Diferencias (%)	0.2	-2.1	2.3	-4.3	-2.0	-2.8	0.9
Vacío							
Valores ingresados	1500.0	0.0	0.0	1000.0	0.0	17.0	-84.9
Valores calculados	1500.0	0.0	0.0	1014.0	0.0	17.0	-84.9
Diferencias (%)	-	-	-	-1.4	-	0.0	0.0

Tabla 3-9-160. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	240.3	Paso de bobinas en ranuras	8/10/12	Corriente por kW (A/kW)	2.13
Altura corona estator (mm)	24.5	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	5.6
Diámetro interior estator (mm)	150.0	Factor de arrollamiento	0.96	Corriente barra rotor (A)	388.1
Altura corona rotor (mm)	17.0	Espiras por bobina (prom)	34.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	3.8
Diámetro eje rotor (mm)	60.0	Espiras por bobina (real)	34/34/34	Corriente anillo rotor (A)	864.8
Longitud paquete de chapas (mm)	235.0	Número de alambres 1	2	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	2.2
Número ranuras estator	36.0	Diámetro alambre 1 (mm)	0.7	Flujo por polo (wb)	0.0145
Sección ranura estator (mm2)	152.4	Número de alambres 2	2	Densidad flujo entrehierro (T)	0.82
Número ranuras rotor	28.0	Diámetro alambre 2 (mm)	0.75	Dens. flujo corona estator (T)	1.4
Sección ranura rotor (mm2)	102.0	Conexión bobinado (vías)	2	Dens. flujo corona rotor (T)	1.02
Espesor anillo rotor (mm)	14.0	Peso total cobre (kg)	8.6	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.021
Sección anillo rotor(mm2)	392.0	Relleno ranura(%)	36.9	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	801569
Longitud entrehierro (mm)	0.4				

Tabla 3-10-160. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0289	0.0924	0.1725	1.688	0.05	0.0924	0.0289	0.5434	0.1725	2.538	0.0185	-0.3475	0.0289	0.551	0.1725	2.5965	0.0	0.551

Tabla 3-11-160. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	26.5	2.2	38.1	33.3
Eff. Máx	26.8	1.9	32.5	38.8

Tabla 3-12-160. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

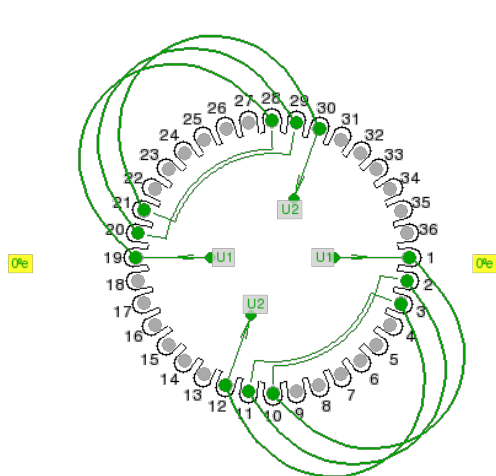


Fig. 3-1-160. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 4 polos, paso 1-10, 2 vías, $k_a = 0.960$

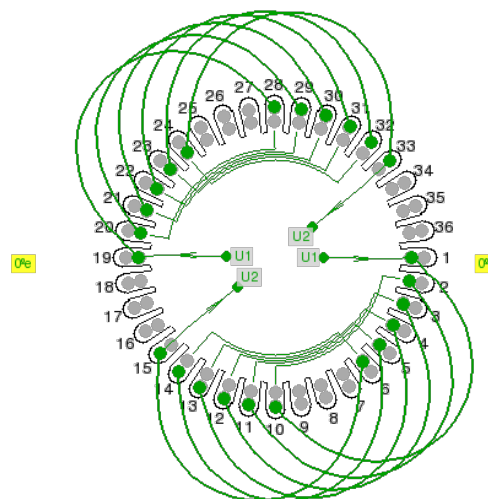
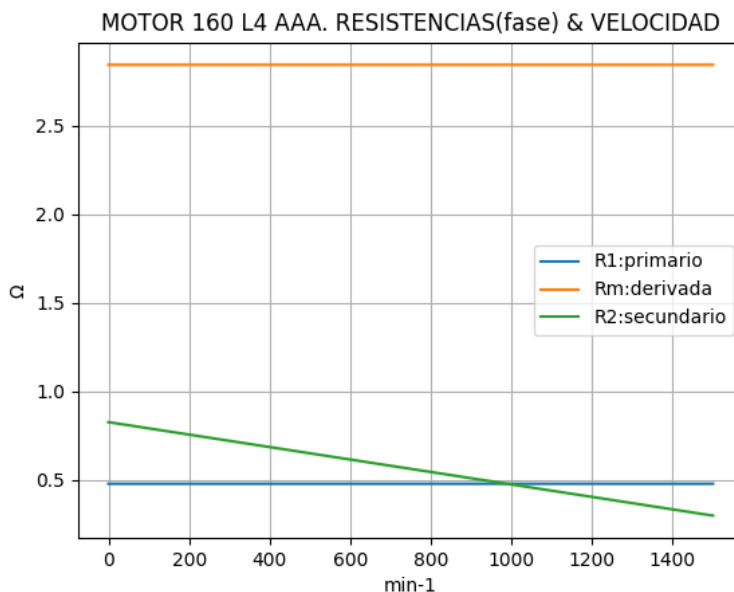


Fig. 3-2-160. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 4 polos, paso 1-10, 2 vías, $k_a = 0.831$

3-14. Motor asincrónico trifásico 160 L4. Curvas características

$n_x(\text{min}^{-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	1.224	0.477	2.845	0.825
75	1.255	0.477	2.845	0.799
150	1.289	0.477	2.845	0.773
225	1.327	0.477	2.845	0.746
300	1.369	0.477	2.845	0.720
375	1.415	0.477	2.845	0.693
450	1.466	0.477	2.845	0.667
525	1.524	0.477	2.845	0.640
600	1.589	0.477	2.845	0.614
675	1.664	0.477	2.845	0.588
750	1.751	0.477	2.845	0.561
825	1.854	0.477	2.845	0.535
900	1.979	0.477	2.845	0.508
975	2.135	0.477	2.845	0.482
1050	2.337	0.477	2.845	0.455
1125	2.613	0.477	2.845	0.429
1200	3.016	0.477	2.845	0.403
1275	3.669	0.477	2.845	0.376
1350	4.930	0.477	2.845	0.350
1425	8.395	0.477	2.845	0.323
1500	3.442	0.477	2.845	0.297

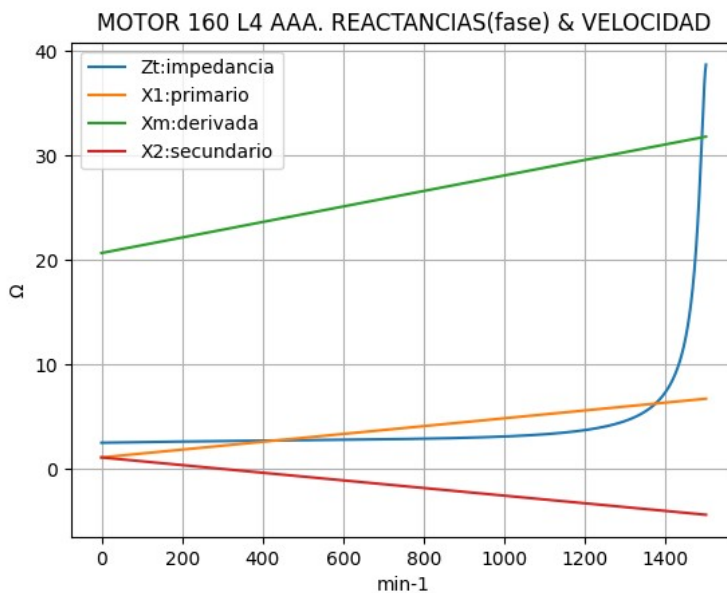


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 3-3-160. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min}^{-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	2.536	2.221	1.131	20.668	1.131
75	2.583	2.257	1.412	21.224	0.857
150	2.624	2.286	1.693	21.780	0.583
225	2.662	2.308	1.973	22.336	0.309
300	2.697	2.324	2.254	22.892	0.036
375	2.729	2.333	2.535	23.449	-0.238
450	2.759	2.337	2.816	24.005	-0.512
525	2.788	2.335	3.097	24.561	-0.786
600	2.819	2.329	3.378	25.117	-1.060
675	2.853	2.317	3.658	25.674	-1.334
750	2.892	2.302	3.939	26.230	-1.608
825	2.941	2.283	4.220	26.786	-1.882
900	3.006	2.263	4.501	27.342	-2.156
975	3.096	2.241	4.782	27.898	-2.429
1050	3.226	2.223	5.062	28.455	-2.703
1125	3.424	2.212	5.343	29.011	-2.977
1200	3.746	2.222	5.624	29.567	-3.251
1275	4.323	2.287	5.905	30.123	-3.525
1350	5.541	2.530	6.186	30.679	-3.799
1425	9.223	3.820	6.467	31.236	-4.073
1500	38.671	38.517	6.747	31.792	-4.347

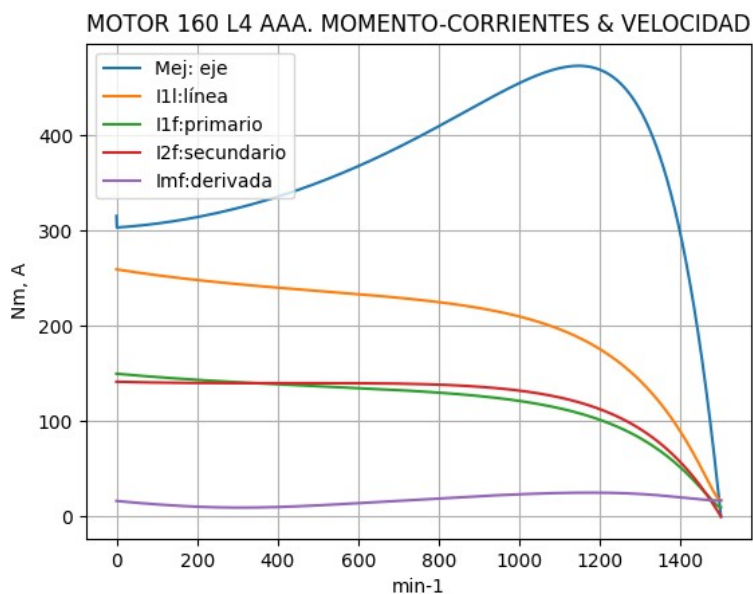


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ es positiva hasta 300 min^{-1} y luego es negativa

Fig. 3-4-160. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	315.2	141.4	149.8	259.2	9.5
75	305.9	140.7	147.1	254.5	7.9
150	310.3	140.3	144.8	250.5	6.6
225	316.1	140.0	142.7	246.9	5.8
300	323.4	139.9	140.9	243.8	5.5
375	332.2	139.9	139.3	240.9	5.7
450	342.4	139.9	137.7	238.3	6.3
525	354.2	139.9	136.3	235.8	7.1
600	367.4	139.8	134.8	233.2	8.2
675	382.1	139.6	133.2	230.4	9.2
750	398.1	139.0	131.4	227.3	10.3
825	415.1	137.9	129.2	223.5	11.4
900	432.5	136.2	126.4	218.7	12.4
975	449.4	133.3	122.8	212.4	13.3
1050	463.7	129.0	117.8	203.8	14.0
1125	472.1	122.4	111.0	192.0	14.4
1200	468.5	112.6	101.4	175.5	14.5
1275	442.3	98.0	87.9	152.1	14.0
1350	375.7	76.5	68.6	118.6	12.8
1425	240.2	45.0	41.2	71.3	11.0
1500	0.0	0.0	9.8	17.0	9.8

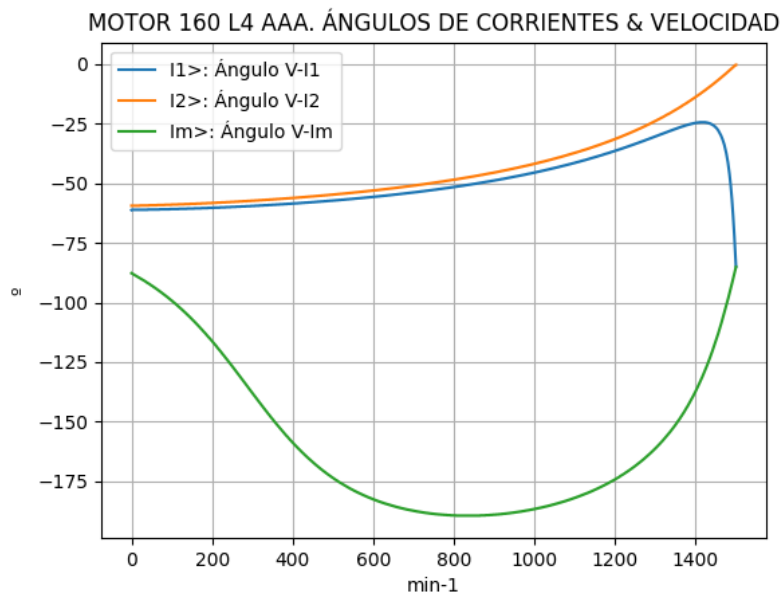


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 1125 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f cerca de 375 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm muestra una depresión cerca de 300 min⁻¹

Fig. 3-5-160. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-59.4	-61.2	-87.7
75	-59.1	-60.9	-95.9
150	-58.6	-60.6	-107.0
225	-58.0	-60.1	-121.4
300	-57.3	-59.5	-138.0
375	-56.5	-58.8	-154.0
450	-55.5	-57.9	-167.0
525	-54.3	-56.9	-176.3
600	-53.0	-55.7	-182.6
675	-51.5	-54.3	-186.5
750	-49.8	-52.7	-188.7
825	-47.8	-50.9	-189.4
900	-45.5	-48.8	-189.0
975	-42.8	-46.4	-187.4
1050	-39.7	-43.6	-184.6
1125	-35.9	-40.3	-180.3
1200	-31.4	-36.4	-174.2
1275	-26.0	-31.9	-165.1
1350	-19.2	-27.2	-151.3
1425	-10.8	-24.5	-127.8
1500	-0.3	-84.9	-85.1

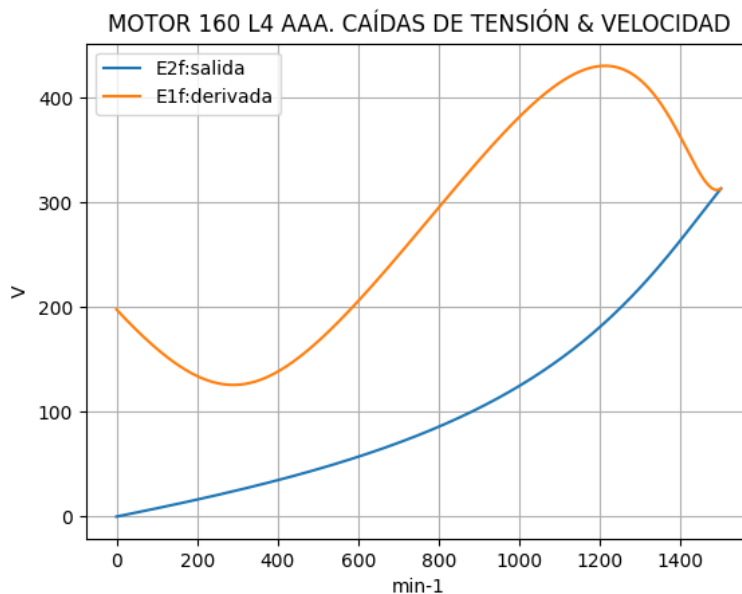


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 1425 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 825 min⁻¹

Fig. 3-6-160. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	198.0
75	5.9	169.0
150	12.0	145.6
225	18.4	130.3
300	25.2	126.0
375	32.3	133.5
450	40.0	151.3
525	48.3	176.4
600	57.2	206.0
675	67.1	238.5
750	78.0	272.5
825	90.2	307.0
900	103.8	340.7
975	119.3	372.4
1050	137.1	399.9
1125	157.6	420.7
1200	181.3	430.6
1275	209.0	424.1
1350	240.8	395.1
1425	276.5	344.0
1500	313.5	313.5

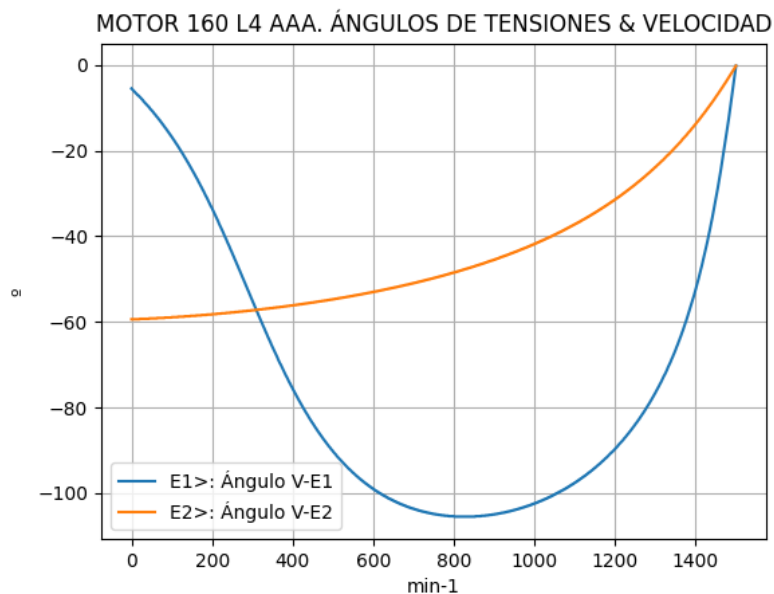


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 300 min^{-1} y luego alcanza un máximo cerca de 1200 min^{-1}
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 3-7-160. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-5.5
75	-59.1	-13.5
150	-58.6	-24.4
225	-58.0	-38.6
300	-57.3	-55.1
375	-56.5	-70.9
450	-55.5	-83.7
525	-54.3	-92.9
600	-53.0	-99.0
675	-51.5	-102.8
750	-49.8	-104.9
825	-47.8	-105.5
900	-45.5	-105.0
975	-42.8	-103.3
1050	-39.7	-100.3
1125	-35.9	-96.0
1200	-31.4	-89.7
1275	-26.0	-80.5
1350	-19.2	-66.6
1425	-10.8	-43.0
1500	-0.2	-0.2

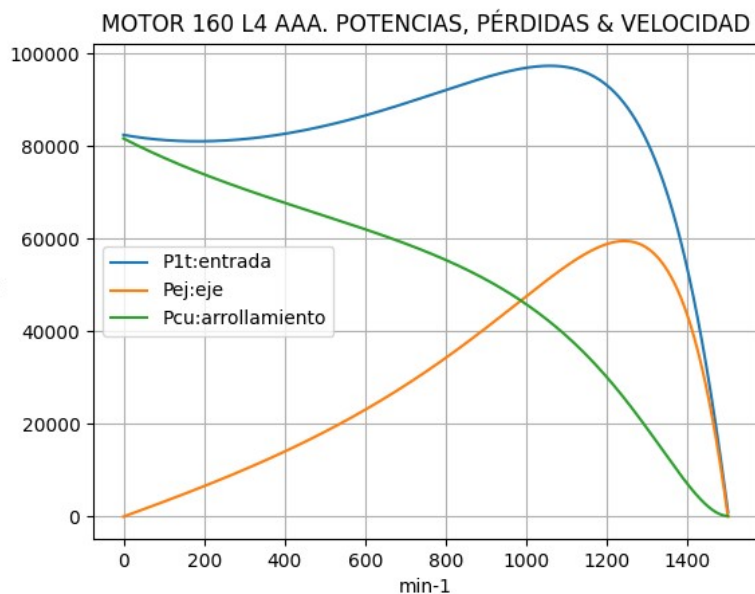


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 825 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 3-8-160. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	82423	0	81654
75	81508	2403	78477
150	81083	4874	75639
225	81100	7448	73068
300	81521	10160	70699
375	82313	13044	68473
450	83447	16136	66329
525	84894	19471	64205
600	86617	23085	62036
675	88569	27009	59745
750	90679	31266	57243
825	92839	35861	54423
900	94877	40766	51155
975	96520	45883	47279
1050	97324	50987	42607
1125	96571	55615	36928
1200	93096	58871	30048
1275	85039	59058	21908
1350	69551	53109	12875
1425	42752	35851	4395
1500	1014	0	138

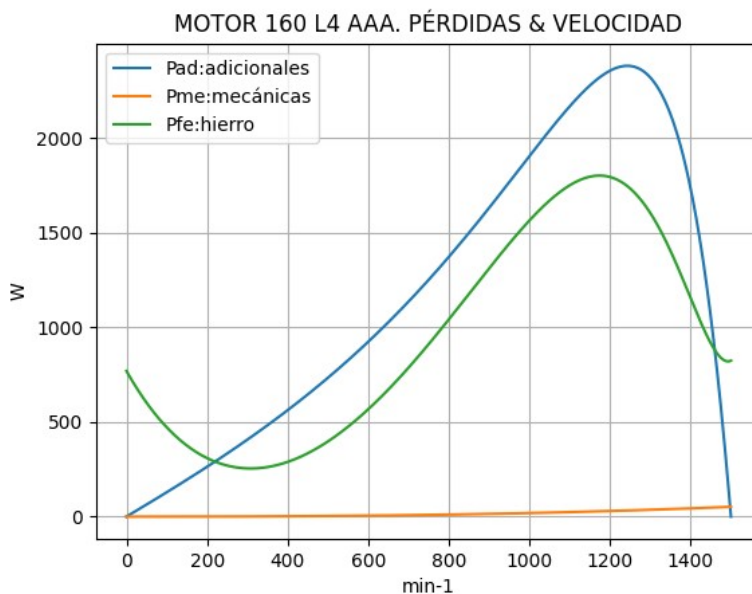


Observaciones:

- La potencia de entrada P1t = (Peje + Pérdidas) crece hasta cerca de 1050 min⁻¹ y luego cae con mayor pendiente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 1275 min⁻¹
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 3-9-160. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	769
75	96	0	532
150	195	0	375
225	298	0	286
300	406	1	255
375	522	2	273
450	645	3	335
525	779	4	434
600	923	5	567
675	1080	7	728
750	1251	9	911
825	1434	12	1108
900	1631	14	1311
975	1835	18	1505
1050	2039	21	1669
1125	2225	25	1777
1200	2355	30	1793
1275	2362	34	1677
1350	2124	40	1403
1425	1434	45	1026
1500	0	52	824

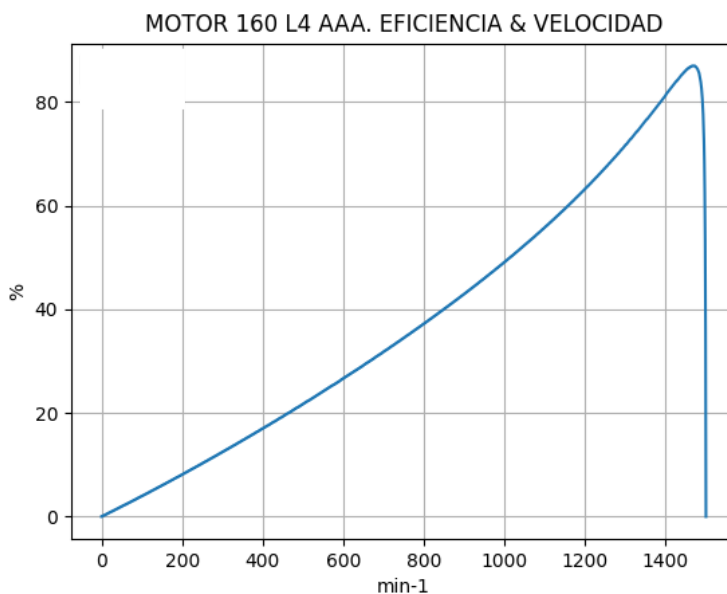


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales Pad = Peje · Cad / 100 son máximas cerca de las 1275 min⁻¹
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen muy suavemente
- Las pérdidas en el hierro Pfe = 3 · Rm · Im² se minimizan cerca de 300 min⁻¹ y se maximizan cerca de 1200 min⁻¹

Fig. 3-10-160. Curvas de otras pérdidas

nx(min-1)	Eff(%)
0	0.0
75	2.9
150	6.0
225	9.2
300	12.5
375	15.8
450	19.3
525	22.9
600	26.7
675	30.5
750	34.5
825	38.6
900	43.0
975	47.5
1050	52.4
1125	57.6
1200	63.2
1275	69.4
1350	76.4
1425	83.9
1500	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 1425 min-1 y luego decrece con mayor pendiente

Fig. 3-11-160. Curva de eficiencia

3-15. Motor asincrónico trifásico 180 L14. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	KW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	180 L14	22.0	380	T	50	4	1475	89.5	0.797	47.0	7.08	3.3	3.5	B	44	Motor normal

Tabla 3-1-180. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.253	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	17.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.321	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	19.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	65.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	1500.0	-	-	1530	-	23.0	0.1
Arranque	-	-	380	0.0	470.0	-	-	-	332.8	-
Carga 75%	-	-	380	1480.0	106.8	88.0	18800	16544	38.0	0.75
Carga 50%	-	-	380	1485.0	70.9	85.5	12900	11026	30.0	0.65
Temperat. carcasa	-	64.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3-2-180. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.926	1.745	0.261	0.873	inf	inf	0.665	0.873	0.0	0.0	-
Nominal1	1475	10.589	9.139	0.261	4.570	inf	inf	0.172	4.570	0.0	0.0	-
Vacio	1500	2.858	28.439	0.261	4.632	2.507	23.827	0.000	4.632	13.3	23.0	-84.5
Nominal2	1475	11.148	8.448	0.261	4.570	2.507	22.961	0.210	-2.297	13.6	23.5	-101.3

Tabla 3-3-180. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 5.0, Cad = 1.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	470.0	0.0	102803	0	0	0	0	102803	0.0	-	211.0	-9.4	192.3	-62.0	192.3	332.8	-62.0
Nominal1	1475	142.5	94.0	23446	22000	220	267	0	959	275.9	-40.8	306.8	-16.9	27.2	-40.8	27.2	47.0	-40.8
Vacio	1500	0.0	0.0	1536	0	0	70	1328	138	318.4	-0.5	318.4	-0.5	0.1	-0.5	13.3	23.0	-84.3
Nominal2	1475	142.5	89.3	24632	22000	220	67	1390	956	303.0	-7.2	314.0	-17.5	24.5	-7.2	27.2	47.0	-37.2

Tabla 3-4-180. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 5.0, Cad = 1.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.863	1.714	0.261	0.873	2.507	15.793	0.665	0.873	12.8	22.2	-89.8
75	0.882	1.759	0.261	1.060	2.507	16.195	0.642	0.711	11.0	19.1	-96.2	
1	150	0.904	1.800	0.261	1.248	2.507	16.596	0.619	0.550	9.5	16.5	-104.1
3	225	0.928	1.839	0.261	1.436	2.507	16.998	0.596	0.389	8.4	14.5	-113.7
4	300	0.954	1.874	0.261	1.624	2.507	17.400	0.573	0.228	7.6	13.1	-125.0
5	375	0.983	1.907	0.261	1.812	2.507	17.801	0.549	0.067	7.2	12.4	-137.3
6	450	1.015	1.937	0.261	2.000	2.507	18.203	0.526	-0.094	7.2	12.4	-149.3
7	525	1.051	1.965	0.261	2.188	2.507	18.605	0.503	-0.256	7.5	12.9	-160.0
8	600	1.091	1.990	0.261	2.376	2.507	19.006	0.480	-0.417	8.0	13.8	-168.7
9	675	1.138	2.014	0.261	2.564	2.507	19.408	0.457	-0.578	8.7	15.0	-175.3
10	750	1.191	2.035	0.261	2.752	2.507	19.810	0.433	-0.739	9.5	16.4	-180.1
11	825	1.255	2.056	0.261	2.940	2.507	20.211	0.410	-0.900	10.3	17.8	-183.2
12	900	1.332	2.076	0.261	3.128	2.507	20.613	0.387	-1.061	11.1	19.3	-184.8
13	975	1.429	2.096	0.261	3.316	2.507	21.015	0.364	-1.223	12.0	20.7	-185.2
14	1050	1.555	2.118	0.261	3.504	2.507	21.417	0.341	-1.384	12.7	22.0	-184.0
15	1125	1.726	2.145	0.261	3.692	2.507	21.818	0.318	-1.545	13.4	23.2	-181.2
16	1200	1.976	2.185	0.261	3.880	2.507	22.220	0.294	-1.706	13.9	24.1	-176.1
17	1275	2.384	2.256	0.261	4.068	2.507	22.622	0.271	-1.867	14.2	24.6	-167.6
18	1350	3.174	2.428	0.261	4.256	2.507	23.023	0.248	-2.028	14.1	24.4	-153.3
19	1425	5.381	3.187	0.261	4.444	2.507	23.425	0.225	-2.189	13.6	23.5	-128.3
20	1500	2.858	28.439	0.261	4.632	2.507	23.827	0.202	-2.351	13.3	23.0	-84.5

Tabla 3-5-180. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	442.8	0.0	101508	0	0	0	1234	100273	0.0	-	204.8	-8.8	186.7	-61.5	198.1	342.6	-63.3
1	75	432.5	3.4	98736	3397	34	0	913	94392	6.2	-61.5	180.5	-15.0	184.0	-61.5	193.1	334.1	-63.4
2	150	428.4	7.0	96509	6729	67	0	682	89030	12.5	-61.4	159.8	-22.7	181.5	-61.4	188.6	326.3	-63.3
3	225	425.9	10.6	94761	10036	100	1	526	84098	18.8	-61.2	143.7	-32.1	179.3	-61.2	184.5	319.2	-63.2
4	300	425.1	14.3	93442	13355	134	1	431	79521	25.4	-60.9	133.1	-43.2	177.2	-60.9	180.7	312.6	-63.0
5	375	425.8	18.1	92510	16720	167	2	387	75234	32.1	-60.5	129.0	-55.3	175.3	-60.5	177.1	306.4	-62.7
6	450	427.9	21.9	91935	20167	202	3	385	71179	39.1	-60.0	131.5	-67.2	173.5	-60.0	173.8	300.6	-62.4
7	525	431.6	25.9	91693	23731	237	5	418	67301	46.5	-59.4	140.0	-77.7	171.8	-59.4	170.6	295.1	-61.9
8	600	436.9	29.9	91765	27451	275	7	481	63551	54.4	-58.7	153.3	-86.2	170.0	-58.7	167.4	289.7	-61.3
9	675	443.8	34.0	92137	31368	314	9	568	59878	62.8	-57.9	170.1	-92.7	168.1	-57.9	164.3	284.3	-60.5
10	750	452.3	38.3	92795	35526	355	12	676	56226	72.0	-56.8	189.3	-97.3	166.1	-56.8	161.1	278.8	-59.7
11	825	462.7	42.6	93720	39971	400	16	799	52535	82.2	-55.6	209.9	-100.3	163.8	-55.6	157.8	272.9	-58.6
12	900	474.8	47.2	94880	44748	447	19	934	48730	93.6	-54.2	231.4	-101.8	161.1	-54.2	154.1	266.5	-57.3
13	975	488.6	51.9	96207	49891	499	24	1075	44718	106.6	-52.4	253.1	-102.0	157.7	-52.4	149.8	259.2	-55.7
14	1050	503.7	56.8	97557	55389	554	29	1216	40370	121.8	-50.1	274.2	-100.7	153.2	-50.1	144.6	250.2	-53.7
15	1125	518.7	62.0	98609	61114	611	34	1348	35502	140.1	-47.2	294.0	-97.8	147.0	-47.2	138.0	238.8	-51.2
16	1200	530.1	67.5	98625	66608	666	40	1455	29855	162.6	-43.3	311.0	-92.5	138.0	-43.3	129.0	223.1	-47.9
17	1275	528.2	73.6	95864	70521	705	46	1516	23075	191.1	-38.0	323.2	-83.9	124.3	-38.0	115.8	200.3	-43.4
18	1350	488.3	80.2	86101	69025	690	53	1500	14832	227.9	-30.3	327.1	-69.5	102.0	-30.3	95.1	164.5	-37.4
19	1425	348.3	87.2	59600	51971	520	61	1391	5657	273.6	-18.5	320.3	-44.4	64.0	-18.5	60.8	105.1	-30.6
20	1500	0.0	0.0	1536	0	0	70	1328	138	318.4	-0.5	318.4	-0.5	0.1	-0.5	13.3	23.0	-84.3

Tabla 3-6-180. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	304	425.1	14.5	93383	13533	135	1	428	79286	25.7	-60.8	132.7	-43.8	177.1	-60.8	180.5	312.2	-63.0
Máximo	1234	531.8	70.2	97887	68721	687	43	1490	26946	174.6	-41.1	317.3	-89.2	132.6	-41.1	123.7	213.9	-46.0

Tabla 3-7-180. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	1460.0	217.6	89.8	37047.0	33264.0	333.0	65.0	1333.0	2052.0	296.2	-11.0	316.1	-26.7	37.9	-11.0	38.0	65.7	-31.2
125 %	1468.2	178.8	89.9	30573.1	27500.2	275.3	66.0	1324.8	1408.4	301.2	-9.0	315.7	-21.9	30.8	-9.0	32.0	55.4	-33.3
100 %	1475.4	142.4	89.7	24541.4	21999.7	219.8	67.0	1319.0	935.3	305.4	-7.2	315.5	-17.4	24.3	-7.2	26.8	46.4	-36.6
75 %	1482.1	106.4	88.6	18633.7	16500.0	165.3	68.0	1317.0	584.4	309.2	-5.4	315.8	-13.0	18.0	-5.4	22.0	38.2	-42.3
50 %	1488.3	70.6	85.7	12836.6	11000.1	109.9	68.0	1318.0	340.3	312.7	-3.7	316.3	-8.8	12.0	-3.7	18.0	31.1	-51.2
25 %	1494.3	35.1	77.0	7140.4	5500.4	55.2	69.0	1321.3	194.6	315.6	-2.1	317.2	-4.6	5.9	-2.1	14.9	25.7	-65.1
Eff máx	1467.0	184.8	89.9	31561.0	28389.0	284.0	66.0	1325.0	1497.0	300.5	-9.3	315.7	-22.6	31.9	-9.3	33.0	57.0	-32.8

Tabla 3-8-180. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque							
Valores ingresados	0.0	470.0	0.0	-	0.0	332.8	-
Valores calculados	0.0	442.8	0.0	101508.0	0.0	342.6	-63.3
Diferencias (%)	-	5.8	-	-	-	-2.9	-
Mto Máximo							
Valores ingresados	-	498.5	-	-	-	-	-
Valores calculados	1234.0	531.8	70.2	97887.0	68721.0	213.9	-46.0
Diferencias (%)	-	-6.7	-	-	-	-	-
Nominal							
Valores ingresados	1475.0	142.4	89.5	24625.5	22000.0	47.0	-37.2
Valores calculados	1475.4	142.4	89.7	24541.4	21999.7	46.4	-36.6
Diferencias (%)	-0.0	0.0	-0.2	0.3	0.0	1.3	1.5
75% carga							
Valores ingresados	1480.0	106.8	88.0	18800.0	16544.0	38.0	-41.4
Valores calculados	1482.1	106.4	88.6	18633.7	16500.0	38.2	-42.3
Diferencias (%)	-0.1	0.4	-0.7	0.9	0.3	-0.5	-2.1

Tabla 3-9-180. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(w) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	1485.0	70.9	85.5	12900.0	11026.0	30.0	-49.5
Valores calculados	1488.3	70.6	85.7	12836.6	11000.1	31.1	-51.2
Diferencias (%)	-0.2	0.5	-0.2	0.5	0.2	-3.7	-3.5
Vacío							
Valores ingresados	1500.0	0.0	0.0	1530.0	0.0	23.0	-84.3
Valores calculados	1500.0	0.0	0.0	1536.0	0.0	23.0	-84.3
Diferencias (%)	-	-	-	-0.4	-	0.0	-0.0

Tabla 3-9-180. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	260.3	Paso de bobinas en ranuras	10/12	Corriente por kW (A/kW)	2.14
Altura corona estator (mm)	21.7	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	4.3
Diámetro interior estator (mm)	160.0	Factor de arrollamiento	0.958	Corriente barra rotor (A)	433.8
Altura corona rotor (mm)	15.1	Espiras por bobina (prom)	25.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	3.1
Diámetro eje rotor (mm)	65.0	Espiras por bobina (real)	25/25	Corriente anillo rotor (A)	1242.7
Longitud paquete de chapas (mm)	260.0	Número de alambres 1	4	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	1.7
Número ranuras estator	48.0	Diámetro alambre 1 (mm)	1.0	Flujo por polo (wb)	0.0148
Sección ranura estator (mm2)	186.2	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.71
Número ranuras rotor	36.0	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.46
Sección ranura rotor (mm2)	139.3	Conexión bobinado (vías)	2	Dens. flujo corona rotor (T)	0.95
Espesor anillo rotor (mm)	22.0	Peso total cobre (kg)	16.2	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.014
Sección anillo rotor(mm2)	713.0	Relleno ranura(%)	42.2	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	1594717
Longitud entrehierro (mm)	0.6				

Tabla 3-10-180. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0234	0.1033	0.2249	1.8694	0.0597	0.1033	0.0234	0.541	0.2249	2.7179	0.0188	-0.2719	0.0234	0.5483	0.2249	2.8204	0.0	0.5483

Tabla 3-11-180. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	8.4	2.5	52.8	36.3
Eff. Máx	9.0	2.1	41.8	47.2

Tabla 3-12-180. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

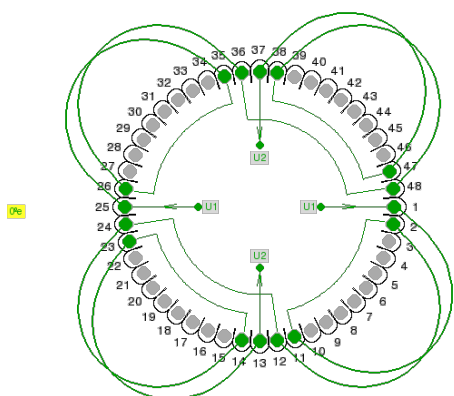


Fig. 3-1-180. Esquema de arrollamiento de 48 ranuras, 4 polos, paso 1-11, 2 vías, ka = 0.958

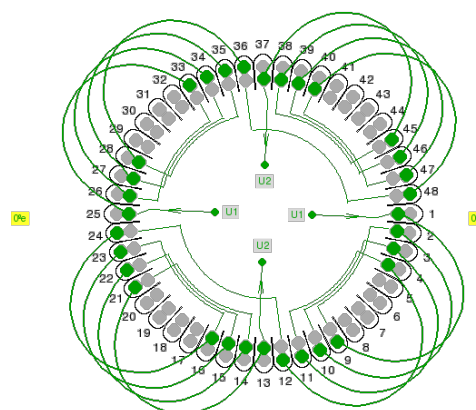
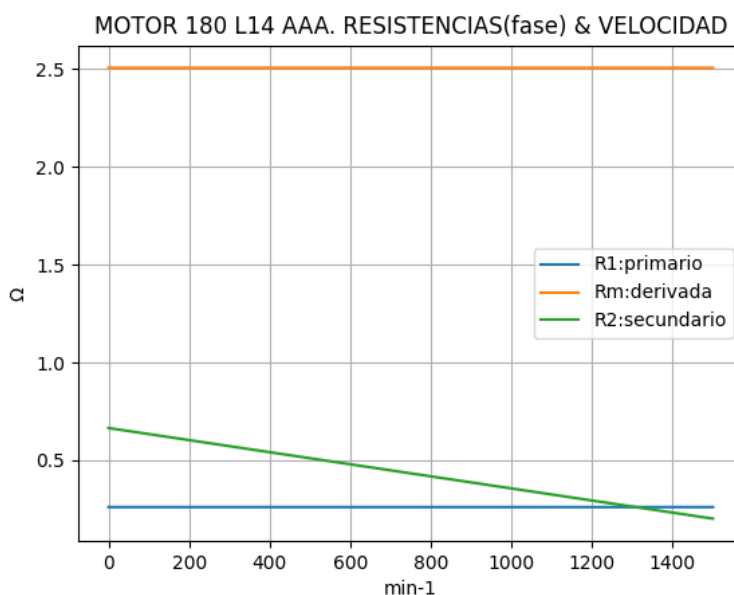


Fig. 3-2-180. Esquema de arrollamiento de 48 ranuras, 4 polos, paso 1-9, 2 vías, ka = 0.829

3-16. Motor asincrónico trifásico 180 L14. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	0.863	0.261	2.507	0.665
75	0.882	0.261	2.507	0.642
150	0.904	0.261	2.507	0.619
225	0.928	0.261	2.507	0.596
300	0.954	0.261	2.507	0.573
375	0.983	0.261	2.507	0.549
450	1.015	0.261	2.507	0.526
525	1.051	0.261	2.507	0.503
600	1.091	0.261	2.507	0.480
675	1.138	0.261	2.507	0.457
750	1.191	0.261	2.507	0.433
825	1.255	0.261	2.507	0.410
900	1.332	0.261	2.507	0.387
975	1.429	0.261	2.507	0.364
1050	1.555	0.261	2.507	0.341
1125	1.726	0.261	2.507	0.318
1200	1.976	0.261	2.507	0.294
1275	2.384	0.261	2.507	0.271
1350	3.174	0.261	2.507	0.248
1425	5.381	0.261	2.507	0.225
1500	2.858	0.261	2.507	0.202

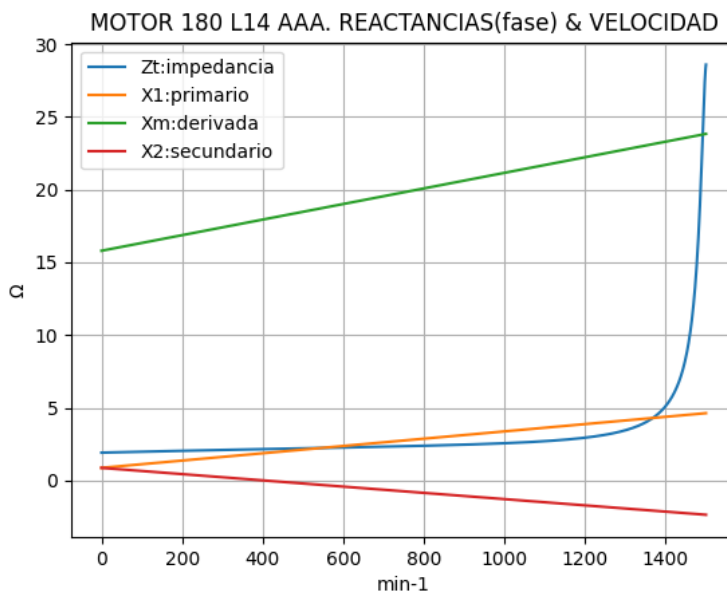


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) decrece con la velocidad

Fig. 3-3-180. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	1.919	1.714	0.873	15.793	0.873
75	1.968	1.759	1.060	16.195	0.711
150	2.015	1.800	1.248	16.596	0.550
225	2.060	1.839	1.436	16.998	0.389
300	2.103	1.874	1.624	17.400	0.228
375	2.145	1.907	1.812	17.801	0.067
450	2.187	1.937	2.000	18.203	-0.094
525	2.228	1.965	2.188	18.605	-0.256
600	2.270	1.990	2.376	19.006	-0.417
675	2.313	2.014	2.564	19.408	-0.578
750	2.358	2.035	2.752	19.810	-0.739
825	2.409	2.056	2.940	20.211	-0.900
900	2.467	2.076	3.128	20.613	-1.061
975	2.537	2.096	3.316	21.015	-1.223
1050	2.627	2.118	3.504	21.417	-1.384
1125	2.753	2.145	3.692	21.818	-1.545
1200	2.946	2.185	3.880	22.220	-1.706
1275	3.282	2.256	4.068	22.622	-1.867
1350	3.996	2.428	4.256	23.023	-2.028
1425	6.254	3.187	4.444	23.425	-2.189
1500	28.583	28.439	4.632	23.827	-2.351

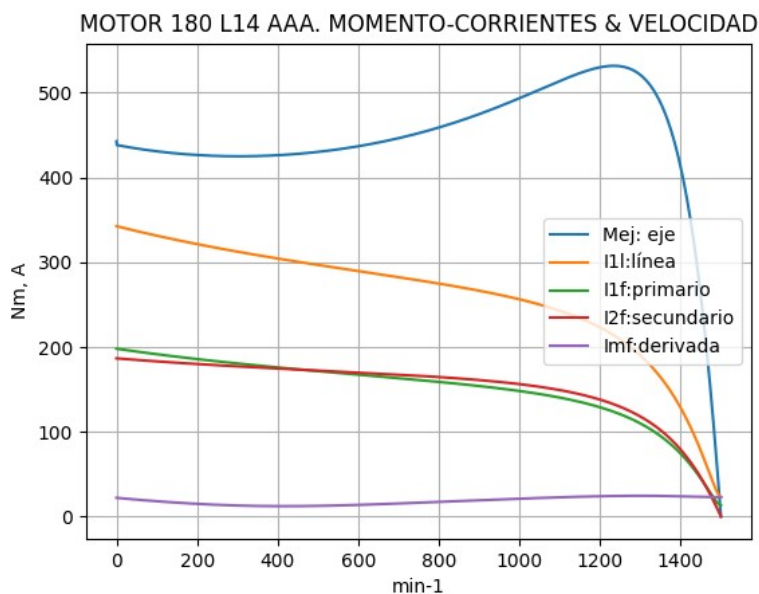


Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) es positiva hasta cerca de 375 min⁻¹ y luego es negativa

Fig. 3-4-180. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	442.8	186.7	198.1	342.6	12.8
75	432.5	184.0	193.1	334.1	11.0
150	428.4	181.5	188.6	326.3	9.5
225	425.9	179.3	184.5	319.2	8.4
300	425.1	177.2	180.7	312.6	7.6
375	425.8	175.3	177.1	306.4	7.2
450	427.9	173.5	173.8	300.6	7.2
525	431.6	171.8	170.6	295.1	7.5
600	436.9	170.0	167.4	289.7	8.0
675	443.8	168.1	164.3	284.3	8.7
750	452.3	166.1	161.1	278.8	9.5
825	462.7	163.8	157.8	272.9	10.3
900	474.8	161.1	154.1	266.5	11.1
975	488.6	157.7	149.8	259.2	12.0
1050	503.7	153.2	144.6	250.2	12.7
1125	518.7	147.0	138.0	238.8	13.4
1200	530.1	138.0	129.0	223.1	13.9
1275	528.2	124.3	115.8	200.3	14.2
1350	488.3	102.0	95.1	164.5	14.1
1425	348.3	64.0	60.8	105.1	13.6
1500	0.0	0.1	13.3	23.0	13.3

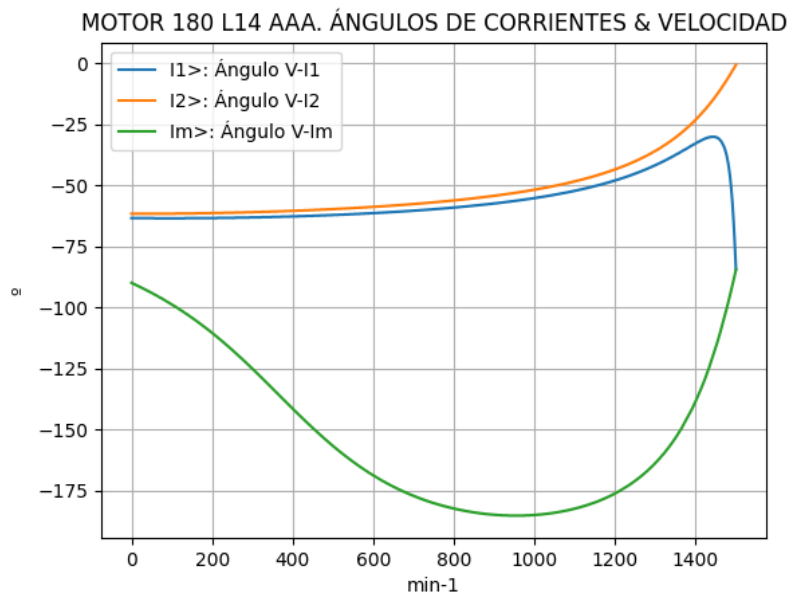


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 300 min⁻¹ y el máximo cerca de 1200 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f cerca de 525 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 375 min⁻¹

Fig. 3-5-180. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-61.5	-63.3	-89.8
75	-61.5	-63.4	-96.2
150	-61.4	-63.3	-104.1
225	-61.2	-63.2	-113.7
300	-60.9	-63.0	-125.0
375	-60.5	-62.7	-137.3
450	-60.0	-62.4	-149.3
525	-59.4	-61.9	-160.0
600	-58.7	-61.3	-168.7
675	-57.9	-60.5	-175.3
750	-56.8	-59.7	-180.1
825	-55.6	-58.6	-183.2
900	-54.2	-57.3	-184.8
975	-52.4	-55.7	-185.2
1050	-50.1	-53.7	-184.0
1125	-47.2	-51.2	-181.2
1200	-43.3	-47.9	-176.1
1275	-38.0	-43.4	-167.6
1350	-30.3	-37.4	-153.3
1425	-18.5	-30.6	-128.3
1500	-0.5	-84.3	-84.5

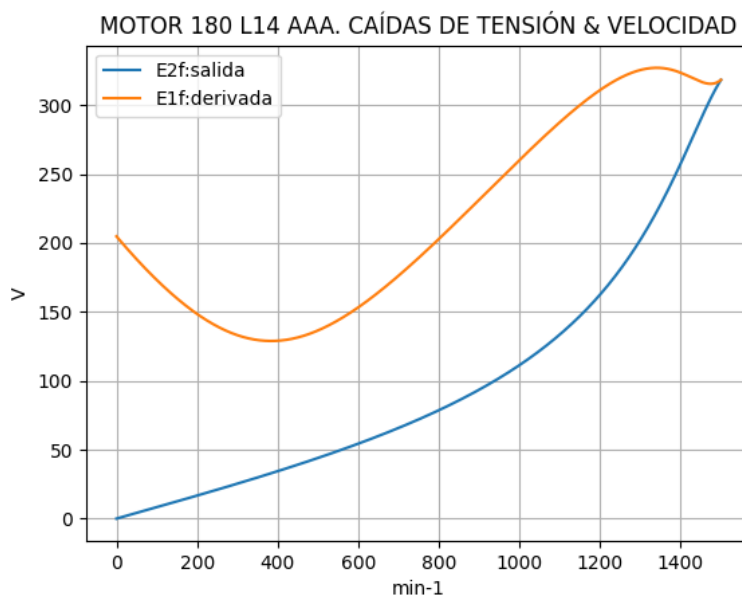


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 1425 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 975 min⁻¹

Fig. 3-6-180. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	204.8
75	6.2	180.5
150	12.5	159.8
225	18.8	143.7
300	25.4	133.1
375	32.1	129.0
450	39.1	131.5
525	46.5	140.0
600	54.4	153.3
675	62.8	170.1
750	72.0	189.3
825	82.2	209.9
900	93.6	231.4
975	106.6	253.1
1050	121.8	274.2
1125	140.1	294.0
1200	162.6	311.0
1275	191.1	323.2
1350	227.9	327.1
1425	273.6	320.3
1500	318.4	318.4

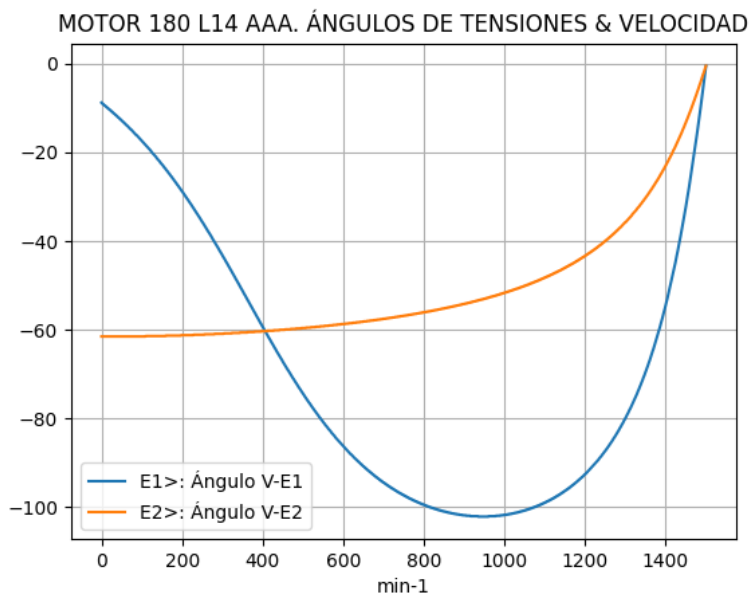


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 375 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 3-7-180. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-8.8
75	-61.5	-15.0
150	-61.4	-22.7
225	-61.2	-32.1
300	-60.9	-43.2
375	-60.5	-55.3
450	-60.0	-67.2
525	-59.4	-77.7
600	-58.7	-86.2
675	-57.9	-92.7
750	-56.8	-97.3
825	-55.6	-100.3
900	-54.2	-101.8
975	-52.4	-102.0
1050	-50.1	-100.7
1125	-47.2	-97.8
1200	-43.3	-92.5
1275	-38.0	-83.9
1350	-30.3	-69.5
1425	-18.5	-44.4
1500	-0.5	-0.5

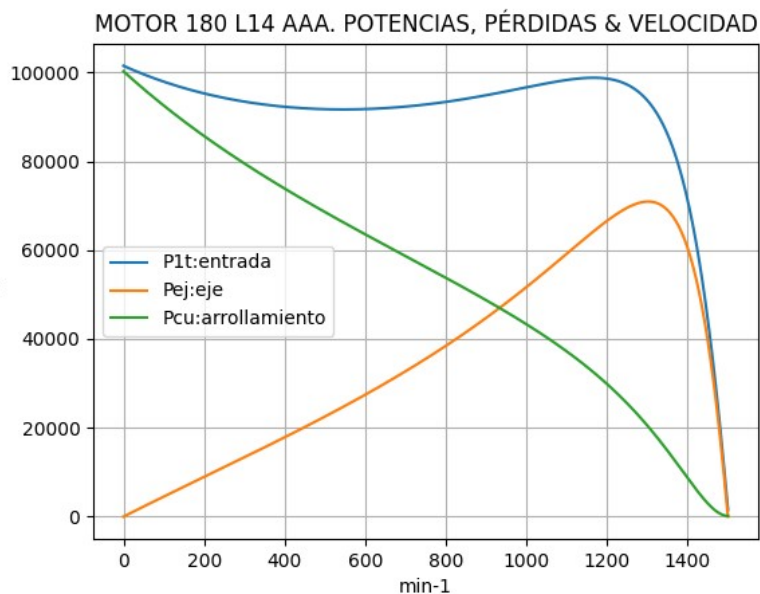


Observaciones:

- El ángulo $V-E1$ es negativo y se maximiza cerca de 975 min^{-1}
- El ángulo $V-E2$ es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 3-8-180. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	101508	0	100273
75	98736	3397	94392
150	96509	6729	89030
225	94761	10036	84098
300	93442	13355	79521
375	92510	16720	75234
450	91935	20167	71179
525	91693	23731	67301
600	91765	27451	63551
675	92137	31368	59878
750	92795	35526	56226
825	93720	39971	52535
900	94880	44748	48730
975	96207	49891	44718
1050	97557	55389	40370
1125	98609	61114	35502
1200	98625	66608	29855
1275	95864	70521	23075
1350	86101	69025	14832
1425	59600	51971	5657
1500	1536	0	138

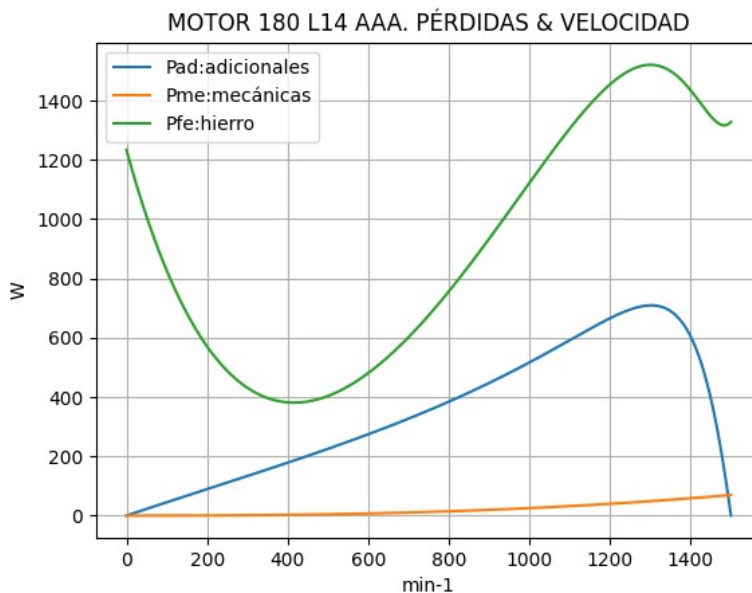


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ presenta una meseta inicial con una depresión cerca de 675 min^{-1} y luego un valor pico cerca de 1200 min^{-1}
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 1275 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 3-9-180. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	1234
75	34	0	913
150	67	0	682
225	100	1	526
300	134	1	431
375	167	2	387
450	202	3	385
525	237	5	418
600	275	7	481
675	314	9	568
750	355	12	676
825	400	16	799
900	447	19	934
975	499	24	1075
1050	554	29	1216
1125	611	34	1348
1200	666	40	1455
1275	705	46	1516
1350	690	53	1500
1425	520	61	1391
1500	0	70	1328

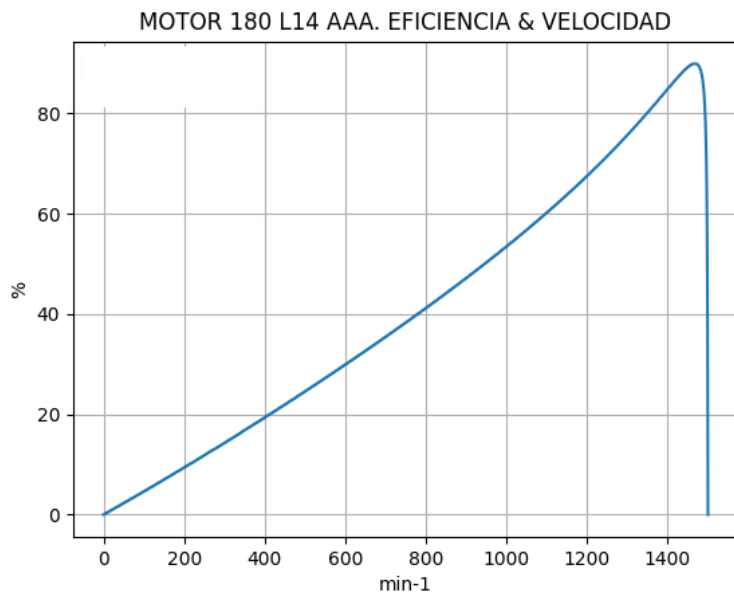


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 1275 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 450 min^{-1} y se maximizan cerca de 1275 min^{-1}

Fig. 3-10-180. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff (%)
0	0.0
75	3.4
150	7.0
225	10.6
300	14.3
375	18.1
450	21.9
525	25.9
600	29.9
675	34.0
750	38.3
825	42.6
900	47.2
975	51.9
1050	56.8
1125	62.0
1200	67.5
1275	73.6
1350	80.2
1425	87.2
1500	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 1425 min-1 y luego decrece con mayor pendiente

Fig. 3-11-180. Curva de eficiencia

3-17. Motor asincrónico trifásico 200 L24. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	KW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	200 L24	30.0	380	T	50	4	1470	88.0	0.87	58.5	6.64	2.53	3.0	B	44	Motor normal

Tabla 3-1-200. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.225	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	21.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.297	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	25.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	77.9	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	1500.0	-	-	1920	-	18.0	0.16
Arranque	-	-	380	0.0	493.1	-	-	-	388.4	-
Carga 75%	-	-	380	1480.0	142.4	86.8	25400	22080	45.0	0.86
Carga 50%	-	-	380	1485.0	94.6	85.9	17120	14710	33.0	0.79
Temperat. carcasa	-	78.5	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3-2-200. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.741	1.522	0.229	0.761	inf	inf	0.512	0.761	0.0	0.0	-
Nominal1	1470	9.346	6.240	0.229	3.120	inf	inf	0.182	3.120	0.0	0.0	-
Vacio	1500	5.917	36.040	0.229	3.168	5.509	32.935	0.000	3.168	10.4	18.0	-81.0
Nominal2	1470	9.777	5.541	0.229	3.120	5.509	30.919	0.217	-0.739	10.6	18.3	-95.2

Tabla 3-3-200. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.0, Cad = 2.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	493.1	0.0	112011	0	0	0	0	112011	0.0	-	205.9	-8.0	224.5	-64.1	224.5	388.4	-64.1
Nominal1	1470	195.0	94.0	32060	30000	300	351	0	1409	302.1	-33.7	325.9	-14.8	33.8	-33.7	33.8	58.5	-33.7
Vacio	1500	0.0	0.0	1934	0	0	74	1786	74	347.1	-0.5	347.1	-0.5	0.1	-0.5	10.4	18.0	-80.7
Nominal2	1470	195.0	88.4	33939	30000	600	70	1859	1410	329.9	-11.4	333.1	-15.3	31.0	-11.4	33.8	58.5	-29.5

Tabla 3-4-200. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.0, Cad = 2.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.710	1.497	0.229	0.761	5.509	19.540	0.512	0.761	9.9	17.2	-82.1
1	75	0.723	1.548	0.229	0.881	5.509	20.209	0.497	0.684	8.8	15.2	-86.3
2	150	0.737	1.598	0.229	1.002	5.509	20.879	0.482	0.608	7.8	13.6	-90.9
3	225	0.753	1.647	0.229	1.122	5.509	21.549	0.467	0.531	7.0	12.1	-96.1
4	300	0.771	1.696	0.229	1.242	5.509	22.219	0.452	0.455	6.3	10.9	-101.7
5	375	0.791	1.744	0.229	1.363	5.509	22.888	0.437	0.378	5.7	9.9	-107.9
6	450	0.814	1.792	0.229	1.483	5.509	23.558	0.422	0.302	5.3	9.1	-114.6
7	525	0.840	1.839	0.229	1.603	5.509	24.228	0.407	0.225	5.0	8.6	-121.6
8	600	0.870	1.886	0.229	1.724	5.509	24.898	0.392	0.149	4.7	8.2	-128.6
9	675	0.906	1.932	0.229	1.844	5.509	25.567	0.377	0.072	4.6	8.0	-135.3
10	750	0.948	1.979	0.229	1.964	5.509	26.237	0.362	-0.004	4.6	8.0	-141.4
11	825	0.998	2.026	0.229	2.085	5.509	26.907	0.347	-0.081	4.7	8.2	-146.6
12	900	1.061	2.073	0.229	2.205	5.509	27.577	0.332	-0.157	4.9	8.5	-150.6
13	975	1.141	2.121	0.229	2.326	5.509	28.246	0.317	-0.234	5.1	8.9	-153.3
14	1050	1.247	2.170	0.229	2.446	5.509	28.916	0.301	-0.310	5.4	9.4	-154.5
15	1125	1.394	2.224	0.229	2.566	5.509	29.586	0.286	-0.387	5.8	10.1	-153.7
16	1200	1.614	2.284	0.229	2.687	5.509	30.256	0.271	-0.464	6.4	11.0	-150.7
17	1275	1.976	2.362	0.229	2.807	5.509	30.925	0.256	-0.540	7.1	12.3	-144.3
18	1350	2.690	2.499	0.229	2.927	5.509	31.595	0.241	-0.617	8.1	13.9	-132.9
19	1425	4.751	2.987	0.229	3.048	5.509	32.265	0.226	-0.693	9.4	16.2	-113.2
20	1500	5.917	36.040	0.229	3.168	5.509	32.935	0.211	-0.770	10.4	18.0	-81.0

Tabla 3-5-200. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	473.0	0.0	112005	0	0	0	1631	110374	0.0	-	201.7	-7.8	219.9	-63.9	229.4	396.8	-64.6
1	75	449.8	3.3	107270	3532	71	0	1283	102384	5.6	-64.1	184.6	-11.5	214.3	-64.1	222.5	384.8	-65.0
2	150	437.6	6.7	103100	6874	137	0	1015	95073	11.2	-64.3	169.2	-15.7	208.9	-64.3	215.9	373.6	-65.2
3	225	427.2	10.1	99434	10066	201	1	810	88356	16.8	-64.4	155.8	-20.4	203.8	-64.4	209.8	362.9	-65.4
4	300	418.4	13.7	96226	13146	263	1	656	82160	22.5	-64.5	144.3	-25.6	198.9	-64.5	204.0	352.9	-65.6
5	375	411.3	17.3	93440	16152	323	2	543	76420	28.3	-64.5	134.9	-31.5	194.2	-64.5	198.4	343.2	-65.6
6	450	405.8	21.0	91050	19123	382	4	461	71079	34.3	-64.4	127.8	-37.8	189.7	-64.4	193.1	334.0	-65.6
7	525	401.9	24.8	89039	22098	442	5	406	66087	40.6	-64.2	123.2	-44.4	185.2	-64.2	187.9	325.2	-65.5
8	600	399.8	28.7	87401	25122	502	7	373	61396	47.2	-63.9	121.1	-51.1	180.9	-63.9	183.0	316.5	-65.2
9	675	399.6	32.8	86138	28246	565	10	357	56960	54.4	-63.5	121.6	-57.5	176.6	-63.5	178.1	308.0	-64.9
10	750	401.4	37.0	85262	31528	631	13	357	52734	62.3	-62.9	124.6	-63.3	172.2	-62.9	173.2	299.6	-64.4
11	825	405.6	41.3	84797	35042	701	17	370	48668	71.1	-62.2	129.9	-68.2	167.7	-62.2	168.3	291.1	-63.8
12	900	412.5	45.9	84777	38877	778	21	396	44706	81.1	-61.2	137.6	-71.9	163.1	-61.2	163.2	282.3	-62.9
13	975	422.5	50.6	85241	43142	863	25	435	40776	92.9	-59.9	147.6	-74.4	158.0	-59.9	157.8	273.0	-61.7
14	1050	436.2	55.6	86220	47964	959	30	489	36777	107.1	-58.1	160.2	-75.2	152.3	-58.1	151.8	262.6	-60.1
15	1125	453.8	61.0	87685	53458	1069	36	565	32557	125.0	-55.6	175.9	-74.3	145.5	-55.6	144.8	250.5	-57.9
16	1200	474.3	66.7	89376	59604	1192	42	671	27867	148.4	-52.1	196.0	-71.0	136.7	-52.1	135.9	235.1	-54.8
17	1275	492.5	72.9	90237	65760	1315	49	829	22283	180.3	-46.8	222.4	-64.4	124.1	-46.8	123.4	213.5	-50.1
18	1350	486.6	79.6	86451	68796	1376	57	1074	15148	225.5	-38.4	258.6	-52.8	103.8	-38.4	103.5	179.1	-42.9
19	1425	378.8	86.5	65345	56522	1130	65	1447	6181	287.6	-24.2	306.3	-32.9	66.9	-24.2	67.7	117.1	-32.2
20	1500	0.0	0.0	1934	0	0	74	1786	74	347.1	-0.5	347.1	-0.5	0.1	-0.5	10.4	18.0	-80.7

Tabla 3-6-200. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	647	399.5	31.3	86565	27065	541	9	361	58589	51.7	-63.6	121.1	-55.1	178.2	-63.6	179.9	311.2	-65.0
Máximo	1307	495.5	75.7	89615	67814	1356	52	920	19473	197.6	-43.8	236.5	-60.2	116.8	-43.8	116.2	201.0	-47.4

Tabla 3-7-200. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	1449.0	294.6	88.3	50612.0	44699.0	894.0	68.0	1582.0	3370.0	309.5	-17.8	322.3	-24.1	49.2	-17.8	50.7	87.7	-28.9
125 %	1459.8	245.3	88.8	42223.5	37500.0	749.9	69.0	1639.0	2265.8	318.9	-14.6	329.0	-19.6	40.1	-14.6	42.1	72.7	-28.2
100 %	1469.5	194.9	88.8	33776.7	29999.7	600.3	70.0	1685.8	1420.5	327.0	-11.4	334.5	-15.4	31.3	-11.4	33.8	58.4	-28.7
75 %	1478.0	145.4	88.0	25557.6	22500.0	449.7	71.0	1723.1	813.9	333.5	-8.5	338.9	-11.4	23.0	-8.5	26.2	45.4	-31.3
50 %	1485.8	96.4	85.6	17527.8	14999.9	299.6	72.0	1751.3	404.8	339.0	-5.8	342.4	-7.7	15.1	-5.8	19.4	33.6	-37.5
25 %	1493.1	48.0	77.6	9658.4	7500.3	150.4	73.0	1772.1	163.4	343.4	-3.1	345.1	-4.1	7.5	-3.1	13.6	23.6	-51.6
Eff máx	1465.0	219.0	88.9	37788.0	33590.0	672.0	70.0	1665.0	1791.0	323.3	-12.9	332.1	-17.4	35.4	-12.9	37.6	65.1	-28.3

Tabla 3-8-200. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	493.1	0.0	-	0.0	388.4	-
Valores calculados		0.0	473.0	0.0	112005.0	0.0	396.8	-64.6
Diferencias (%)		-	4.1	-	-	-	-2.2	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	584.6	-	-	-	-	-
Valores calculados		1307.0	495.5	75.7	89615.0	67814.0	201.0	-47.4
Diferencias (%)		-	15.2	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		1470.0	194.9	88.0	33458.4	30000.0	58.5	-29.5
Valores calculados		1469.5	194.9	88.8	33776.7	29999.7	58.4	-28.7
Diferencias (%)		0.0	-0.0	-0.9	-1.0	0.0	0.2	2.9
75% carga								
Valores ingresados		1480.0	142.4	86.8	25400.0	22080.0	45.0	-30.7
Valores calculados		1478.0	145.4	88.0	25557.6	22500.0	45.4	-31.3
Diferencias (%)		0.1	-2.1	-1.4	-0.6	-1.9	-0.9	-2.0

Tabla 3-9-200. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(w) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	1485.0	94.6	85.9	17120.0	14710.0	33.0	-37.9
Valores calculados	1485.8	96.4	85.6	17527.8	14999.9	33.6	-37.5
Diferencias (%)	-0.1	-1.9	0.3	-2.4	-2.0	-1.8	1.1
Vacío							
Valores ingresados	1500.0	0.0	0.0	1920.0	0.0	18.0	-80.7
Valores calculados	1500.0	0.0	0.0	1934.0	0.0	18.0	-80.7
Diferencias (%)	-	-	-	-0.7	-	0.0	-0.0

Tabla 3-9-200. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	295.0	Paso de bobinas en ranuras	10/12	Corriente por kW (A/kW)	1.95
Altura corona estator (mm)	26.5	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	4.9
Diámetro interior estator (mm)	185.0	Factor de arrollamiento	0.958	Corriente barra rotor (A)	496.7
Altura corona rotor (mm)	18.2	Espiras por bobina (prom)	23.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	3.5
Diámetro eje rotor (mm)	75.0	Espiras por bobina (real)	23/23	Corriente anillo rotor (A)	1422.9
Longitud paquete de chapas (mm)	250.0	Número de alambres 1	1	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	2.0
Número ranuras estator	48.0	Diámetro alambre 1 (mm)	0.75	Flujo por polo (wb)	0.0171
Sección ranura estator (mm2)	198.0	Número de alambres 2	6	Densidad flujo entrehierro (T)	0.74
Número ranuras rotor	36.0	Diámetro alambre 2 (mm)	0.8	Dens. flujo corona estator (T)	1.43
Sección ranura rotor (mm2)	142.8	Conexión bobinado (vías)	2	Dens. flujo corona rotor (T)	0.97
Espesor anillo rotor (mm)	19.0	Peso total cobre (kg)	16.5	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.013
Sección anillo rotor(mm2)	698.0	Relleno ranura(%)	40.2	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	956310
Longitud entrehierro (mm)	0.5				

Tabla 3-10-200. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Rn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0234	0.1373	0.5635	3.5264	0.0524	0.1373	0.0234	0.5631	0.5635	5.58	0.0222	-0.1334	0.0234	0.5717	0.5635	5.9439	0.0	0.5717

Tabla 3-11-200. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	15.2	1.8	47.2	35.8
Eff. Máx	16.0	1.7	39.7	42.7

Tabla 3-12-200. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

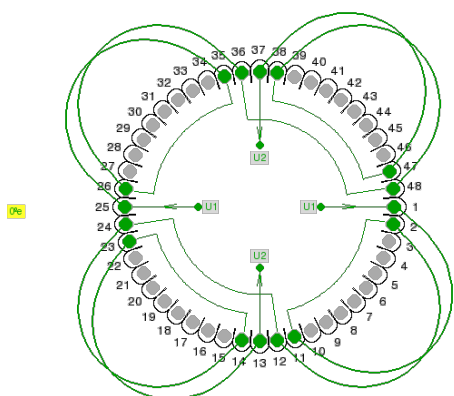


Fig. 3-1-200. Esquema de arrollamiento de 48 ranuras, 4 polos, paso 1-11, 2 vías, ka = 0.958

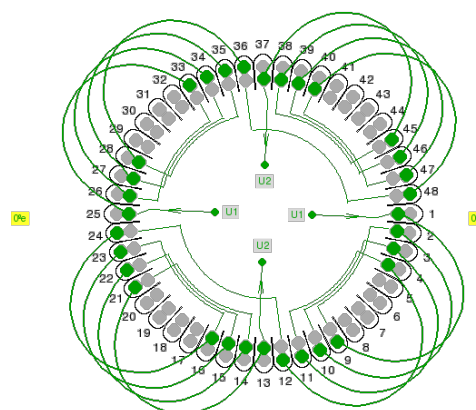
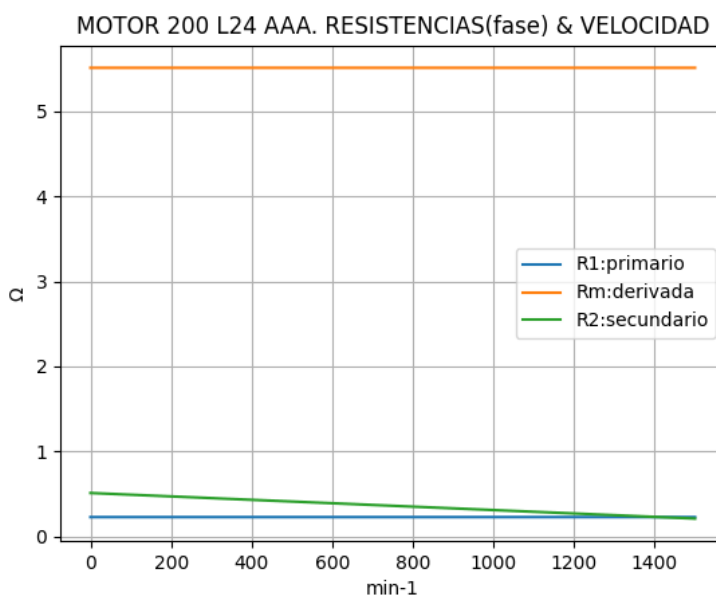


Fig. 3-2-200. Esquema de arrollamiento de 48 ranuras, 4 polos, paso 1-9, 2 vías, ka = 0.829

3-18. Motor asincrónico trifásico 200 L24. Curvas características

$n_x(\text{min}^{-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	0.710	0.229	5.509	0.512
75	0.723	0.229	5.509	0.497
150	0.737	0.229	5.509	0.482
225	0.753	0.229	5.509	0.467
300	0.771	0.229	5.509	0.452
375	0.791	0.229	5.509	0.437
450	0.814	0.229	5.509	0.422
525	0.840	0.229	5.509	0.407
600	0.870	0.229	5.509	0.392
675	0.906	0.229	5.509	0.377
750	0.948	0.229	5.509	0.362
825	0.998	0.229	5.509	0.347
900	1.061	0.229	5.509	0.332
975	1.141	0.229	5.509	0.317
1050	1.247	0.229	5.509	0.301
1125	1.394	0.229	5.509	0.286
1200	1.614	0.229	5.509	0.271
1275	1.976	0.229	5.509	0.256
1350	2.690	0.229	5.509	0.241
1425	4.751	0.229	5.509	0.226
1500	5.917	0.229	5.509	0.211

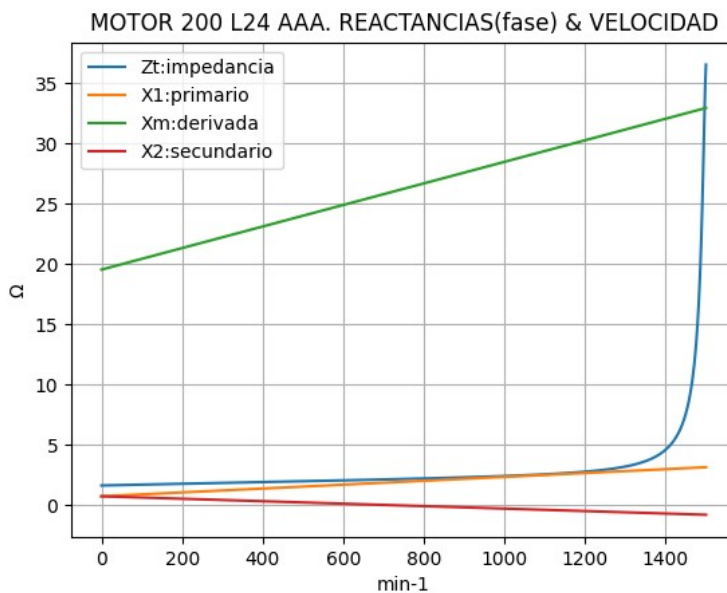


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 3-3-200. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min}^{-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	1.657	1.497	0.761	19.540	0.761
75	1.708	1.548	0.881	20.209	0.684
150	1.760	1.598	1.002	20.879	0.608
225	1.811	1.647	1.122	21.549	0.531
300	1.863	1.696	1.242	22.219	0.455
375	1.915	1.744	1.363	22.888	0.378
450	1.968	1.792	1.483	23.558	0.302
525	2.022	1.839	1.603	24.228	0.225
600	2.077	1.886	1.724	24.898	0.149
675	2.134	1.932	1.844	25.567	0.072
750	2.194	1.979	1.964	26.237	-0.004
825	2.258	2.026	2.085	26.907	-0.081
900	2.329	2.073	2.205	27.577	-0.157
975	2.408	2.121	2.326	28.246	-0.234
1050	2.503	2.170	2.446	28.916	-0.310
1125	2.625	2.224	2.566	29.586	-0.387
1200	2.797	2.284	2.687	30.256	-0.464
1275	3.080	2.362	2.807	30.925	-0.540
1350	3.671	2.499	2.927	31.595	-0.617
1425	5.612	2.987	3.048	32.265	-0.693
1500	36.522	36.040	3.168	32.935	-0.770

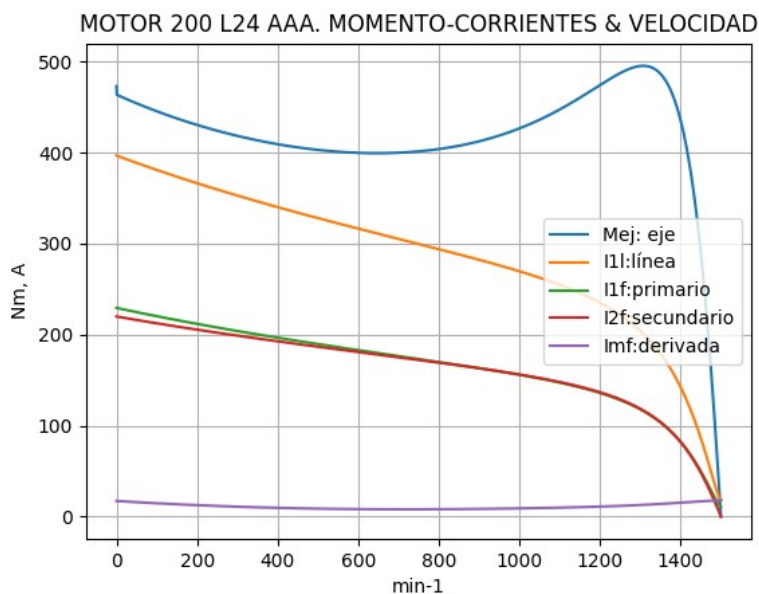


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ es positiva hasta cerca de 675 min^{-1} y luego negativa

Fig. 3-4-200. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	473.0	219.9	229.4	396.8	9.9
75	449.8	214.3	222.5	384.8	8.8
150	437.6	208.9	215.9	373.6	7.8
225	427.2	203.8	209.8	362.9	7.0
300	418.4	198.9	204.0	352.9	6.3
375	411.3	194.2	198.4	343.2	5.7
450	405.8	189.7	193.1	334.0	5.3
525	401.9	185.2	187.9	325.2	5.0
600	399.8	180.9	183.0	316.5	4.7
675	399.6	176.6	178.1	308.0	4.6
750	401.4	172.2	173.2	299.6	4.6
825	405.6	167.7	168.3	291.1	4.7
900	412.5	163.1	163.2	282.3	4.9
975	422.5	158.0	157.8	273.0	5.1
1050	436.2	152.3	151.8	262.6	5.4
1125	453.8	145.5	144.8	250.5	5.8
1200	474.3	136.7	135.9	235.1	6.4
1275	492.5	124.1	123.4	213.5	7.1
1350	486.6	103.8	103.5	179.1	8.1
1425	378.8	66.9	67.7	117.1	9.4
1500	0.0	0.1	10.4	18.0	10.4

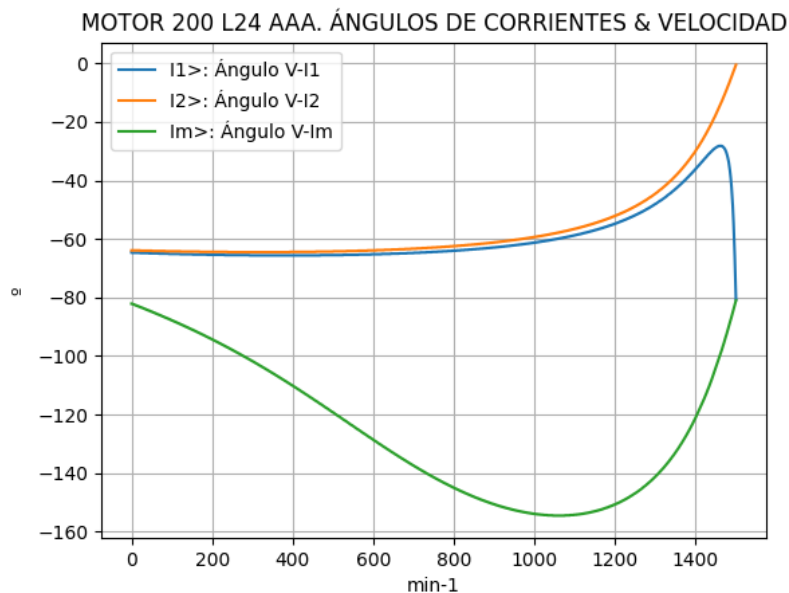


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 675 min⁻¹ y el máximo cerca de 1275 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf comienza a superar ligeramente a I1 cerca de 975 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 675 min⁻¹

Fig. 3-5-200. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-63.9	-64.6	-82.1
75	-64.1	-65.0	-86.3
150	-64.3	-65.2	-90.9
225	-64.4	-65.4	-96.1
300	-64.5	-65.6	-101.7
375	-64.5	-65.6	-107.9
450	-64.4	-65.6	-114.6
525	-64.2	-65.5	-121.6
600	-63.9	-65.2	-128.6
675	-63.5	-64.9	-135.3
750	-62.9	-64.4	-141.4
825	-62.2	-63.8	-146.6
900	-61.2	-62.9	-150.6
975	-59.9	-61.7	-153.3
1050	-58.1	-60.1	-154.5
1125	-55.6	-57.9	-153.7
1200	-52.1	-54.8	-150.7
1275	-46.8	-50.1	-144.3
1350	-38.4	-42.9	-132.9
1425	-24.2	-32.2	-113.2
1500	-0.5	-80.7	-81.0

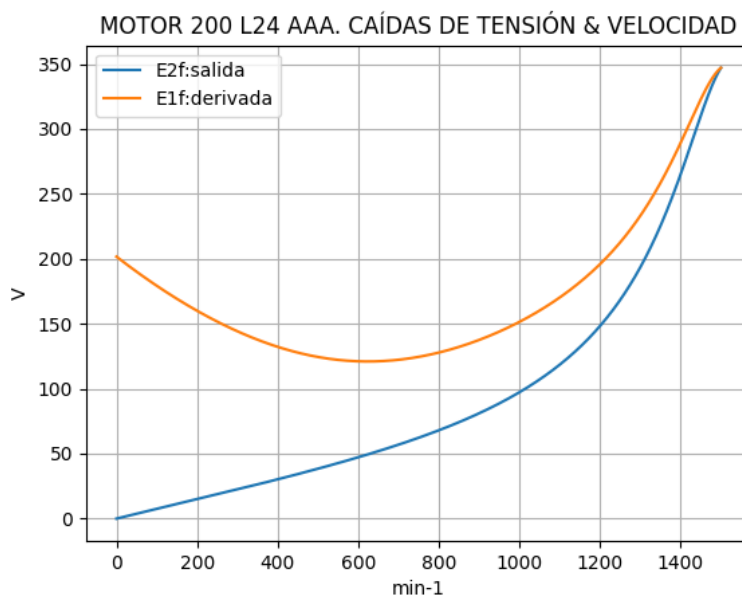


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 1425 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 1050 min⁻¹

Fig. 3-6-200. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	201.7
75	5.6	184.6
150	11.2	169.2
225	16.8	155.8
300	22.5	144.3
375	28.3	134.9
450	34.3	127.8
525	40.6	123.2
600	47.2	121.1
675	54.4	121.6
750	62.3	124.6
825	71.1	129.9
900	81.1	137.6
975	92.9	147.6
1050	107.1	160.2
1125	125.0	175.9
1200	148.4	196.0
1275	180.3	222.4
1350	225.5	258.6
1425	287.6	306.3
1500	347.1	347.1

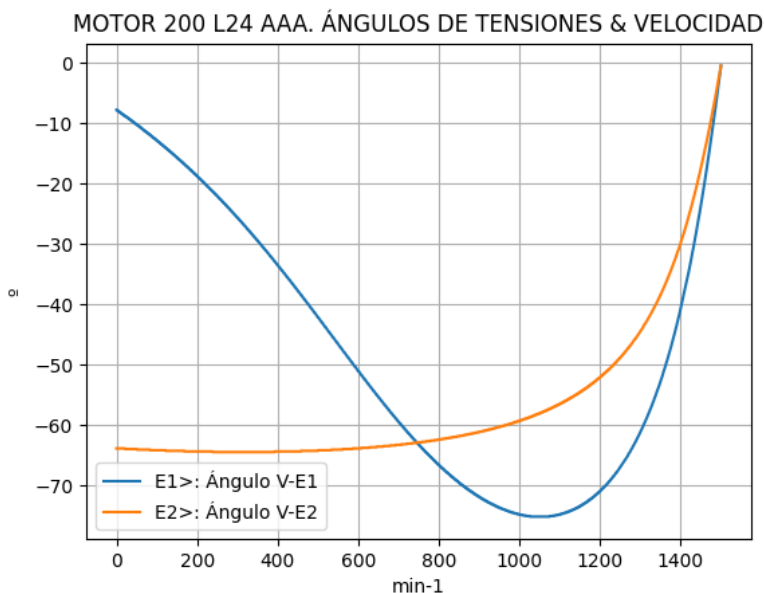


Observaciones:

- La tensión $E1f = V1 - I1f \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 600 min^{-1} y luego crece
- La tensión $E2f = E1f - I2f \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 3-7-200. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-7.8
75	-64.1	-11.5
150	-64.3	-15.7
225	-64.4	-20.4
300	-64.5	-25.6
375	-64.5	-31.5
450	-64.4	-37.8
525	-64.2	-44.4
600	-63.9	-51.1
675	-63.5	-57.5
750	-62.9	-63.3
825	-62.2	-68.2
900	-61.2	-71.9
975	-59.9	-74.4
1050	-58.1	-75.2
1125	-55.6	-74.3
1200	-52.1	-71.0
1275	-46.8	-64.4
1350	-38.4	-52.8
1425	-24.2	-32.9
1500	-0.5	-0.5

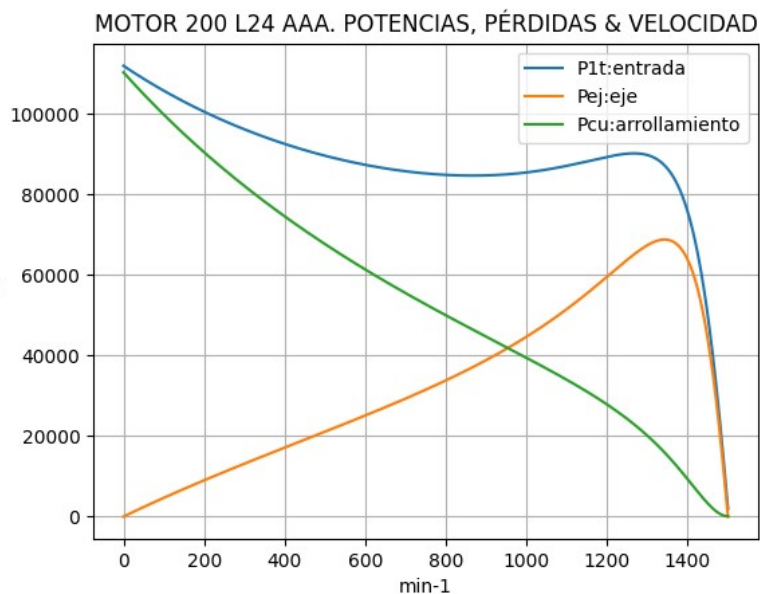


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 1050 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 3-8-200. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	112005	0	110374
75	107270	3532	102384
150	103100	6874	95073
225	99434	10066	88356
300	96226	13146	82160
375	93440	16152	76420
450	91050	19123	71079
525	89039	22098	66087
600	87401	25122	61396
675	86138	28246	56960
750	85262	31528	52734
825	84797	35042	48668
900	84777	38877	44706
975	85241	43142	40776
1050	86220	47964	36777
1125	87685	53458	32557
1200	89376	59604	27867
1275	90237	65760	22283
1350	86451	68796	15148
1425	65345	56522	6181
1500	1934	0	74

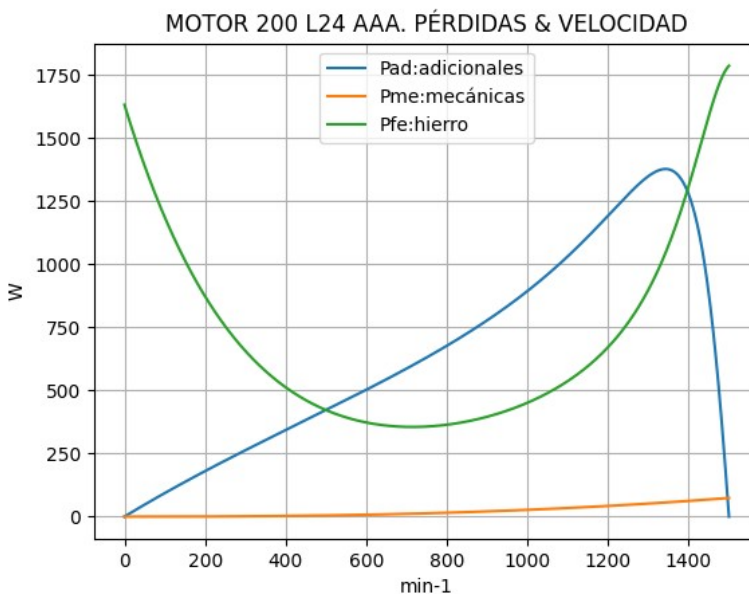


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ decrece hasta cerca de 900 min^{-1} y luego crece, para caer después
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 1350 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 3-9-200. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	1631
75	71	0	1283
150	137	0	1015
225	201	1	810
300	263	1	656
375	323	2	543
450	382	4	461
525	442	5	406
600	502	7	373
675	565	10	357
750	631	13	357
825	701	17	370
900	778	21	396
975	863	25	435
1050	959	30	489
1125	1069	36	565
1200	1192	42	671
1275	1315	49	829
1350	1376	57	1074
1425	1130	65	1447
1500	0	74	1786

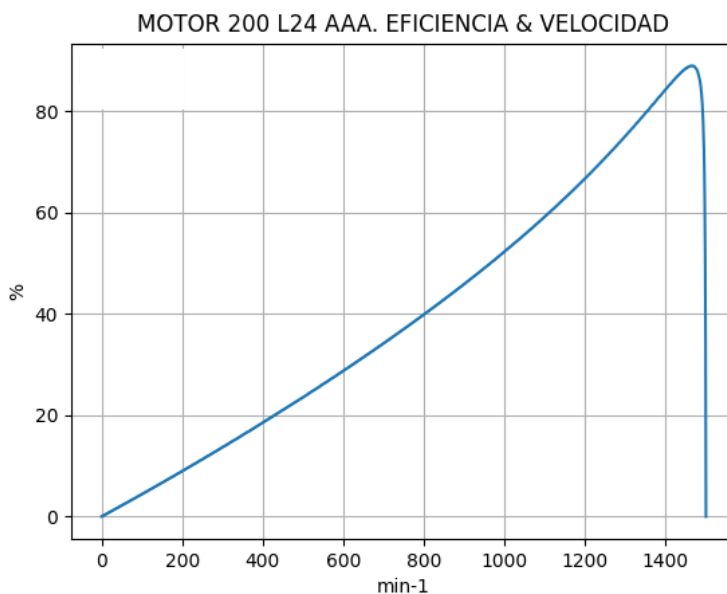


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 1350 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 675 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 3-10-200. Curvas de otras pérdidas

nx(min-1)	Eff(%)
0	0.0
75	3.3
150	6.7
225	10.1
300	13.7
375	17.3
450	21.0
525	24.8
600	28.7
675	32.8
750	37.0
825	41.3
900	45.9
975	50.6
1050	55.6
1125	61.0
1200	66.7
1275	72.9
1350	79.6
1425	86.5
1500	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 1425 min-1 y luego decrece con mayor pendiente

Fig. 3-11-200. Curva de eficiencia

3-19. Motor asincrónico trifásico 225 M4. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kw	V Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	225 M4	45.0	380	T	50	4	1470	89.1	0.85	88.5	4.93	1.72	2.5	B	44 Motor normal

Tabla 3-1-225. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.124	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	17.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.164	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	21.3	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	78.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	1500.0	-	-	2400	-	27.5	0.13
Arranque	-	-	380	0.0	502.8	-	-	-	436.3	-
Carga 75%	-	-	380	1475.0	214.2	89.4	37000	33069	68.0	0.83
Carga 50%	-	-	380	1485.0	141.9	87.8	25120	22056	49.5	0.77
Temperat. carcasa	-	66.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3-2-225. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.541	1.406	0.128	0.703	inf	inf	0.414	0.703	0.0	0.0	-
Nominal1	1470	6.092	4.251	0.128	2.125	inf	inf	0.119	2.125	0.0	0.0	-
Vacío	1500	3.108	23.703	0.128	2.154	2.883	21.575	0.000	2.154	15.9	27.5	-82.8
Nominal2	1470	6.314	3.913	0.128	2.125	2.883	20.209	0.144	-0.266	16.1	27.9	-97.6

Tabla 3-3-225. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.0, Cad = 3.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	502.8	0.0	103314	0	0	0	0	103314	0.0	-	205.8	-9.4	252.2	-68.9	252.2	436.3	-68.9
Nominal1	1470	292.5	94.0	47826	45000	450	438	0	1938	299.0	-34.9	323.9	-15.3	51.2	-34.9	51.2	88.5	-34.9
Vacío	1500	0.0	0.0	2372	0	0	92	2183	97	345.8	-0.4	345.8	-0.4	0.1	-0.4	15.9	27.5	-82.5
Nominal2	1470	292.5	88.9	50639	45000	1350	88	2252	1949	330.0	-13.5	329.4	-15.7	46.9	-13.5	51.2	88.5	-31.8

Tabla 3-4-225. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.0, Cad = 3.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.506	1.374	0.128	0.703	2.883	12.838	0.414	0.703	15.2	26.3	-86.6
75	0.515	1.403	0.128	0.776	2.883	13.275	0.400	0.654	13.8	23.9	-89.3	
1	0.525	1.432	0.128	0.848	2.883	13.712	0.386	0.604	12.6	21.7	-92.2	
3	0.536	1.461	0.128	0.921	2.883	14.148	0.373	0.555	11.5	19.8	-95.4	
4	0.548	1.489	0.128	0.993	2.883	14.585	0.359	0.505	10.5	18.1	-98.9	
5	0.562	1.516	0.128	1.066	2.883	15.022	0.345	0.456	9.6	16.6	-102.8	
6	0.577	1.544	0.128	1.138	2.883	15.459	0.331	0.407	8.9	15.3	-106.9	
7	0.594	1.570	0.128	1.211	2.883	15.896	0.317	0.357	8.2	14.3	-111.4	
8	0.614	1.597	0.128	1.284	2.883	16.333	0.304	0.308	7.7	13.4	-116.2	
9	0.637	1.623	0.128	1.356	2.883	16.770	0.290	0.258	7.4	12.7	-121.2	
10	0.664	1.649	0.128	1.429	2.883	17.206	0.276	0.209	7.1	12.3	-126.2	
11	0.697	1.676	0.128	1.501	2.883	17.643	0.262	0.159	7.0	12.1	-131.1	
12	0.738	1.702	0.128	1.574	2.883	18.080	0.248	0.110	7.0	12.1	-135.6	
13	0.789	1.729	0.128	1.646	2.883	18.517	0.235	0.061	7.1	12.3	-139.5	
14	0.858	1.758	0.128	1.719	2.883	18.954	0.221	0.011	7.4	12.8	-142.3	
15	0.952	1.788	0.128	1.792	2.883	19.391	0.207	-0.038	7.9	13.7	-143.8	
16	1.093	1.823	0.128	1.864	2.883	19.828	0.193	-0.088	8.6	14.9	-143.2	
17	1.326	1.870	0.128	1.937	2.883	20.265	0.179	-0.137	9.7	16.8	-139.8	
18	1.785	1.955	0.128	2.009	2.883	20.701	0.166	-0.187	11.4	19.7	-131.6	
19	3.114	2.270	0.128	2.082	2.883	21.138	0.152	-0.236	13.8	23.9	-114.7	
20	3.108	23.703	0.128	2.154	2.883	21.575	0.138	-0.285	15.9	27.5	-82.8	

Tabla 3-5-225. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	474.7	0.0	102335	0	0	0	1997	100338	0.0	-	199.9	-9.2	245.0	-68.7	259.6	449.0	-69.8
1	75	454.4	3.6	99880	3569	107	0	1649	94555	5.1	-68.7	187.6	-11.5	241.2	-68.7	254.2	439.7	-69.8
2	150	448.9	7.2	97737	7052	212	0	1365	89109	10.2	-68.7	176.0	-14.1	237.5	-68.7	249.1	430.9	-69.9
3	225	444.6	10.9	95889	10476	314	1	1135	83963	15.4	-68.6	165.4	-17.0	233.9	-68.6	244.2	422.4	-69.9
4	300	441.4	14.7	94320	13867	416	2	948	79087	20.7	-68.5	155.7	-20.1	230.4	-68.5	239.5	414.3	-69.8
5	375	439.4	18.5	93026	17254	518	3	799	74452	26.1	-68.4	147.0	-23.6	227.0	-68.4	235.0	406.5	-69.7
6	450	438.6	22.5	92006	20669	620	5	681	70032	31.7	-68.1	139.5	-27.5	223.6	-68.1	230.6	399.0	-69.5
7	525	439.2	26.5	91269	24147	724	7	588	65802	37.6	-67.9	133.3	-31.7	220.3	-67.9	226.3	391.6	-69.3
8	600	441.4	30.5	90832	27733	832	9	519	61739	43.9	-67.5	128.5	-36.2	216.9	-67.5	222.1	384.3	-69.0
9	675	445.3	34.7	90721	31479	944	13	469	57816	50.6	-67.0	125.3	-40.9	213.5	-67.0	217.9	377.0	-68.6
10	750	451.4	39.0	90977	35453	1064	16	437	54007	58.0	-66.4	124.0	-45.7	210.0	-66.4	213.7	369.7	-68.1
11	825	460.0	43.4	91656	39741	1192	21	421	50281	66.1	-65.7	124.7	-50.4	206.4	-65.7	209.4	362.2	-67.4
12	900	471.7	47.9	92837	44459	1334	26	421	46598	75.4	-64.7	127.7	-54.7	202.4	-64.7	204.8	354.4	-66.6
13	975	487.3	52.6	94623	49758	1493	31	438	42903	86.3	-63.5	133.3	-58.3	198.1	-63.5	199.9	345.8	-65.5
14	1050	507.9	57.5	97144	55843	1675	38	475	39113	99.4	-61.8	142.1	-61.0	193.0	-61.8	194.3	336.2	-64.0
15	1125	534.5	62.6	100532	62964	1889	45	539	35095	115.9	-59.6	154.7	-62.2	186.6	-59.6	187.6	324.5	-62.0
16	1200	567.8	68.1	104798	71351	2141	53	643	30610	137.7	-56.3	172.8	-61.5	178.1	-56.3	178.7	309.2	-59.1
17	1275	605.1	73.9	109297	80787	2424	61	817	25207	168.0	-51.3	199.0	-57.8	165.2	-51.3	165.8	286.8	-54.7
18	1350	625.8	80.2	110338	88476	2654	71	1122	18016	212.9	-43.1	238.1	-49.5	142.8	-43.1	143.5	248.3	-47.6
19	1425	527.7	86.7	90841	78749	2362	81	1655	7994	279.5	-28.0	295.1	-32.5	96.8	-28.0	98.6	170.6	-36.1
20	1500	0.0	0.0	2372	0	0	92	2183	97	345.8	-0.4	345.8	-0.4	0.1	-0.4	15.9	27.5	-82.5

Tabla 3-6-225. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	456	438.6	22.8	91937	20944	628	5	672	69687	32.2	-68.1	138.9	-27.8	223.4	-68.1	230.3	398.4	-69.5
Máximo	1344	626.2	79.7	110619	88128	2644	70	1091	18686	208.6	-43.9	234.3	-50.4	145.2	-43.9	145.9	252.4	-48.3

Tabla 3-7-225. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	1445.0	444.7	88.2	76287.0	67294.0	2019.0	84.0	1832.0	5058.0	300.1	-22.1	312.1	-25.7	77.1	-22.1	79.5	137.5	-32.7
125 %	1458.2	368.4	88.9	63237.3	56249.9	1687.6	86.0	1946.2	3268.5	313.5	-17.7	322.8	-20.5	61.7	-17.7	64.7	112.0	-31.0
100 %	1468.8	292.6	89.2	50473.8	45000.2	1350.1	87.0	2030.1	2006.3	323.6	-13.7	330.7	-15.9	47.8	-13.7	51.6	89.3	-30.9
75 %	1477.8	218.1	88.6	38074.2	33749.6	1012.7	89.0	2092.4	1131.2	331.4	-10.1	336.6	-11.7	35.0	-10.1	39.8	68.9	-33.0
50 %	1485.8	144.6	86.7	25953.3	22500.4	675.2	90.0	2136.8	551.1	337.5	-6.8	340.8	-7.8	23.0	-6.8	29.3	50.6	-39.0
25 %	1493.1	71.9	80.0	14061.9	11250.2	338.0	91.0	2166.3	216.5	342.3	-3.6	343.8	-4.1	11.4	-3.6	20.6	35.7	-53.3
Eff máx	1467.0	306.1	89.2	52742.0	47026.0	1411.0	87.0	2017.0	2201.0	322.0	-14.4	329.5	-16.7	50.2	-14.4	53.9	93.2	-30.8

Tabla 3-8-225. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	502.8	0.0	-	0.0	436.3	-
Valores calculados		0.0	474.7	0.0	102335.0	0.0	449.0	-69.8
Diferencias (%)		-	5.6	-	-	-	-2.9	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	730.8	-	-	-	-	-
Valores calculados		1344.0	626.2	79.7	110619.0	88128.0	252.4	-48.3
Diferencias (%)		-	14.3	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		1470.0	292.3	89.1	49452.9	45000.0	88.5	-31.8
Valores calculados		1468.8	292.6	89.2	50473.8	45000.2	89.3	-30.9
Diferencias (%)		0.1	-0.1	-0.1	-2.1	-0.0	-0.9	2.8
75% carga								
Valores ingresados		1475.0	214.2	89.4	37000.0	33069.0	68.0	-33.9
Valores calculados		1477.8	218.1	88.6	38074.2	33749.6	68.9	-33.0
Diferencias (%)		-0.2	-1.8	0.9	-2.9	-2.1	-1.3	2.7

Tabla 3-9-225. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(w) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	1485.0	141.9	87.8	25120.0	22056.0	49.5	-39.6
Valores calculados	1485.8	144.6	86.7	25953.3	22500.4	50.6	-39.0
Diferencias (%)	-0.1	-1.9	1.3	-3.3	-2.0	-2.2	1.6
Vacío							
Valores ingresados	1500.0	0.0	0.0	2400.0	0.0	27.5	-82.5
Valores calculados	1500.0	0.0	0.0	2372.0	0.0	27.5	-82.5
Diferencias (%)	-	-	-	1.2	-	0.0	0.0

Tabla 3-9-225. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	330.3	Paso de bobinas en ranuras	10/12	Corriente por kW (A/kW)	1.97
Altura corona estator (mm)	32.7	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	5.4
Diámetro interior estator (mm)	204.0	Factor de arrollamiento	0.958	Corriente barra rotor (A)	620.8
Altura corona rotor (mm)	27.2	Espiras por bobina (prom)	19.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	4.2
Diámetro eje rotor (mm)	75.0	Espiras por bobina (real)	19/19	Corriente anillo rotor (A)	1778.5
Longitud paquete de chapas (mm)	280.0	Número de alambres 1	6	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	2.5
Número ranuras estator	48.0	Diámetro alambre 1 (mm)	1.0	Flujo por polo (wb)	0.0205
Sección ranura estator (mm2)	226.7	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.72
Número ranuras rotor	36.0	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.24
Sección ranura rotor (mm2)	149.2	Conexión bobinado (vías)	2	Dens. flujo corona rotor (T)	0.85
Espesor anillo rotor (mm)	19.0	Peso total cobre (kg)	21.0	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.008
Sección anillo rotor(mm2)	709.0	Relleno ranura(%)	39.5	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	1448804
Longitud entrehierro (mm)	0.6				

Tabla 3-10-225. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0203	0.1797	0.4566	3.2809	0.0656	0.1797	0.0203	0.5431	0.4566	5.1646	0.0228	-0.068	0.0203	0.5505	0.4566	5.5137	0.0	0.5505

Tabla 3-11-225. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	23.9	1.6	39.9	34.6
Eff. Máx	24.7	1.5	35.3	38.5

Tabla 3-12-225. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

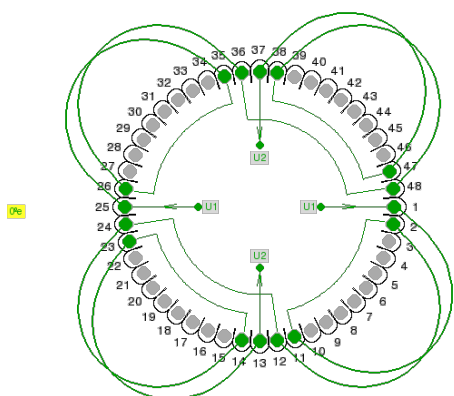


Fig. 3-1-225. Esquema de arrollamiento de 48 ranuras, 4 polos, paso 1-11, 2 vías, ka = 0.958

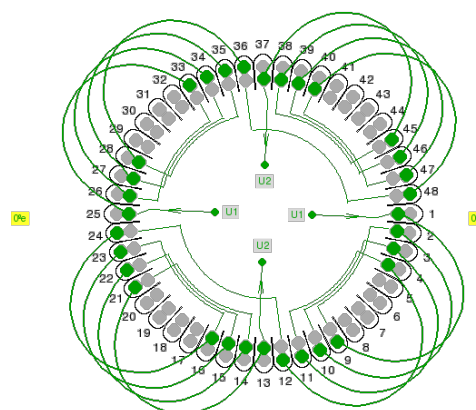
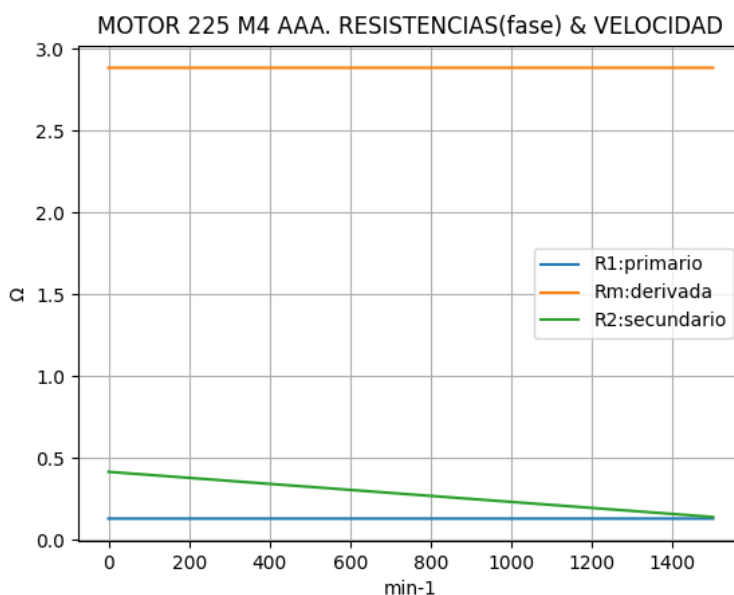


Fig. 3-2-225. Esquema de arrollamiento de 48 ranuras, 4 polos, paso 1-9, 2 vía, ka = 0.829

3-20. Motor asincrónico trifásico 225 M4. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	0.506	0.128	2.883	0.414
75	0.515	0.128	2.883	0.400
150	0.525	0.128	2.883	0.386
225	0.536	0.128	2.883	0.373
300	0.548	0.128	2.883	0.359
375	0.562	0.128	2.883	0.345
450	0.577	0.128	2.883	0.331
525	0.594	0.128	2.883	0.317
600	0.614	0.128	2.883	0.304
675	0.637	0.128	2.883	0.290
750	0.664	0.128	2.883	0.276
825	0.697	0.128	2.883	0.262
900	0.738	0.128	2.883	0.248
975	0.789	0.128	2.883	0.235
1050	0.858	0.128	2.883	0.221
1125	0.952	0.128	2.883	0.207
1200	1.093	0.128	2.883	0.193
1275	1.326	0.128	2.883	0.179
1350	1.785	0.128	2.883	0.166
1425	3.114	0.128	2.883	0.152
1500	3.108	0.128	2.883	0.138

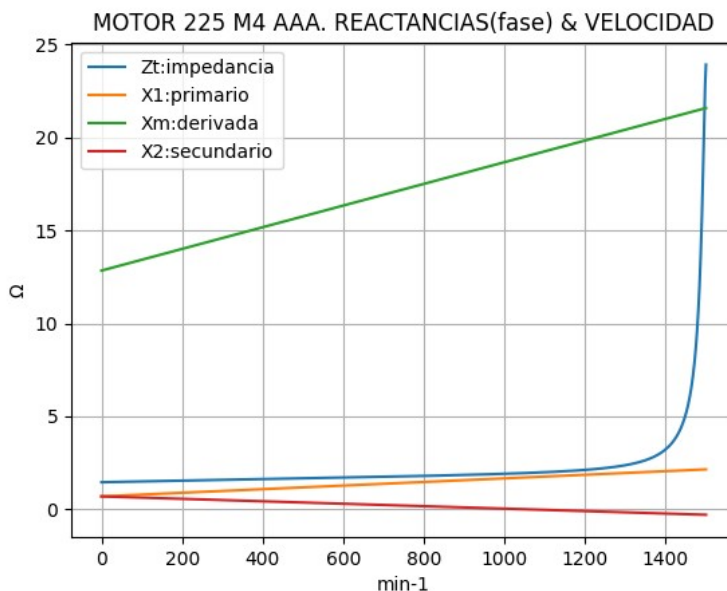


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) decrece con la velocidad

Fig. 3-3-225. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	1.464	1.374	0.703	12.838	0.703
75	1.495	1.403	0.776	13.275	0.654
150	1.526	1.432	0.848	13.712	0.604
225	1.556	1.461	0.921	14.148	0.555
300	1.587	1.489	0.993	14.585	0.505
375	1.617	1.516	1.066	15.022	0.456
450	1.648	1.544	1.138	15.459	0.407
525	1.679	1.570	1.211	15.896	0.357
600	1.711	1.597	1.284	16.333	0.308
675	1.744	1.623	1.356	16.770	0.258
750	1.778	1.649	1.429	17.206	0.209
825	1.815	1.676	1.501	17.643	0.159
900	1.855	1.702	1.574	18.080	0.110
975	1.901	1.729	1.646	18.517	0.061
1050	1.956	1.758	1.719	18.954	0.011
1125	2.026	1.788	1.792	19.391	-0.038
1200	2.126	1.823	1.864	19.828	-0.088
1275	2.293	1.870	1.937	20.265	-0.137
1350	2.647	1.955	2.009	20.701	-0.187
1425	3.853	2.270	2.082	21.138	-0.236
1500	23.905	23.703	2.154	21.575	-0.285

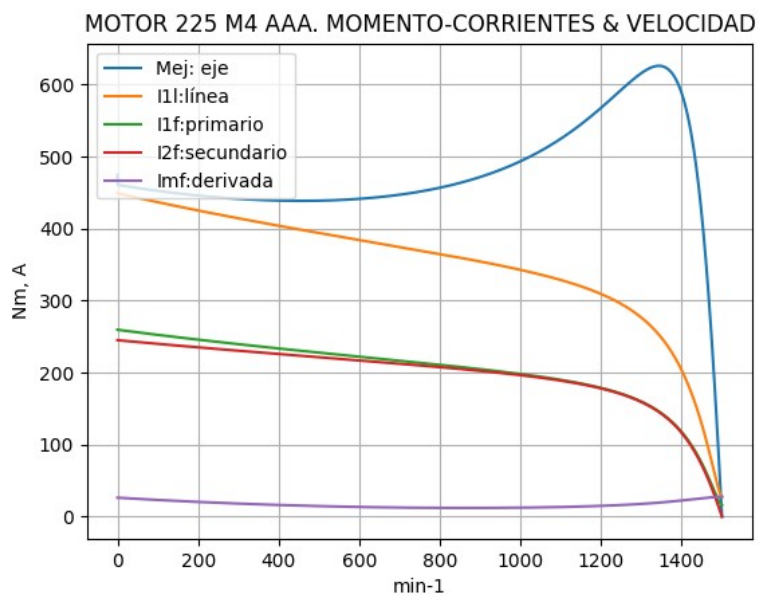


Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) es positiva y decreciente hasta cerca de 1125 min⁻¹ y luego es negativa

Fig. 3-4-225. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	474.7	245.0	259.6	449.0	15.2
75	454.4	241.2	254.2	439.7	13.8
150	448.9	237.5	249.1	430.9	12.6
225	444.6	233.9	244.2	422.4	11.5
300	441.4	230.4	239.5	414.3	10.5
375	439.4	227.0	235.0	406.5	9.6
450	438.6	223.6	230.6	399.0	8.9
525	439.2	220.3	226.3	391.6	8.2
600	441.4	216.9	222.1	384.3	7.7
675	445.3	213.5	217.9	377.0	7.4
750	451.4	210.0	213.7	369.7	7.1
825	460.0	206.4	209.4	362.2	7.0
900	471.7	202.4	204.8	354.4	7.0
975	487.3	198.1	199.9	345.8	7.1
1050	507.9	193.0	194.3	336.2	7.4
1125	534.5	186.6	187.6	324.5	7.9
1200	567.8	178.1	178.7	309.2	8.6
1275	605.1	165.2	165.8	286.8	9.7
1350	625.8	142.8	143.5	248.3	11.4
1425	527.7	96.8	98.6	170.6	13.8
1500	0.0	0.1	15.9	27.5	15.9

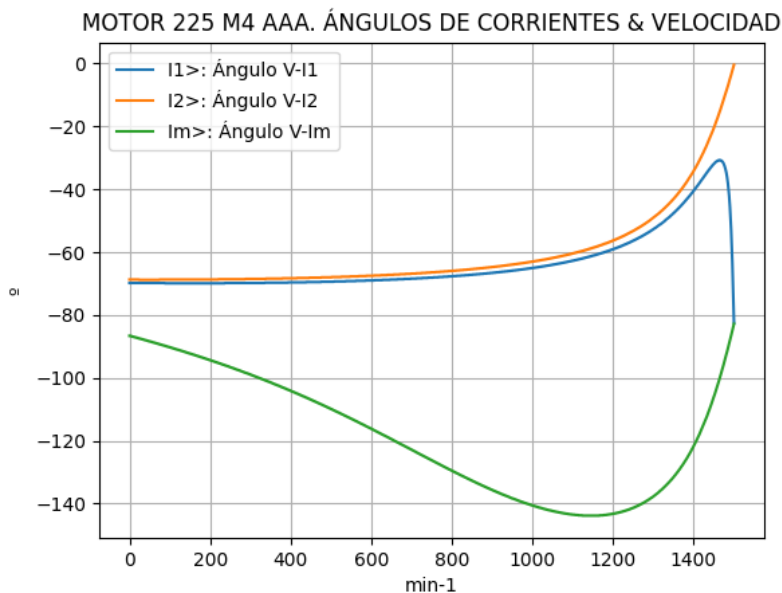


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 450 min⁻¹ y el máximo cerca de 1350 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf es ligeramente inferior a I1
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 825 min⁻¹

Fig. 3-5-225. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-68.7	-69.8	-86.6
75	-68.7	-69.8	-89.3
150	-68.7	-69.9	-92.2
225	-68.6	-69.9	-95.4
300	-68.5	-69.8	-98.9
375	-68.4	-69.7	-102.8
450	-68.1	-69.5	-106.9
525	-67.9	-69.3	-111.4
600	-67.5	-69.0	-116.2
675	-67.0	-68.6	-121.2
750	-66.4	-68.1	-126.2
825	-65.7	-67.4	-131.1
900	-64.7	-66.6	-135.6
975	-63.5	-65.5	-139.5
1050	-61.8	-64.0	-142.3
1125	-59.6	-62.0	-143.8
1200	-56.3	-59.1	-143.2
1275	-51.3	-54.7	-139.8
1350	-43.1	-47.6	-131.6
1425	-28.0	-36.1	-114.7
1500	-0.4	-82.5	-82.8

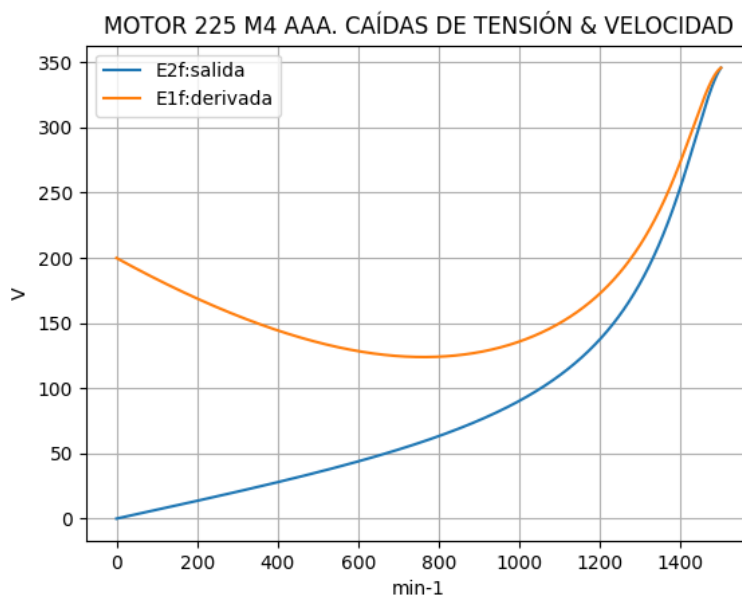


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 1425 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 1125 min⁻¹

Fig. 3-6-225. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	199.9
75	5.1	187.6
150	10.2	176.0
225	15.4	165.4
300	20.7	155.7
375	26.1	147.0
450	31.7	139.5
525	37.6	133.3
600	43.9	128.5
675	50.6	125.3
750	58.0	124.0
825	66.1	124.7
900	75.4	127.7
975	86.3	133.3
1050	99.4	142.1
1125	115.9	154.7
1200	137.7	172.8
1275	168.0	199.0
1350	212.9	238.1
1425	279.5	295.1
1500	345.8	345.8

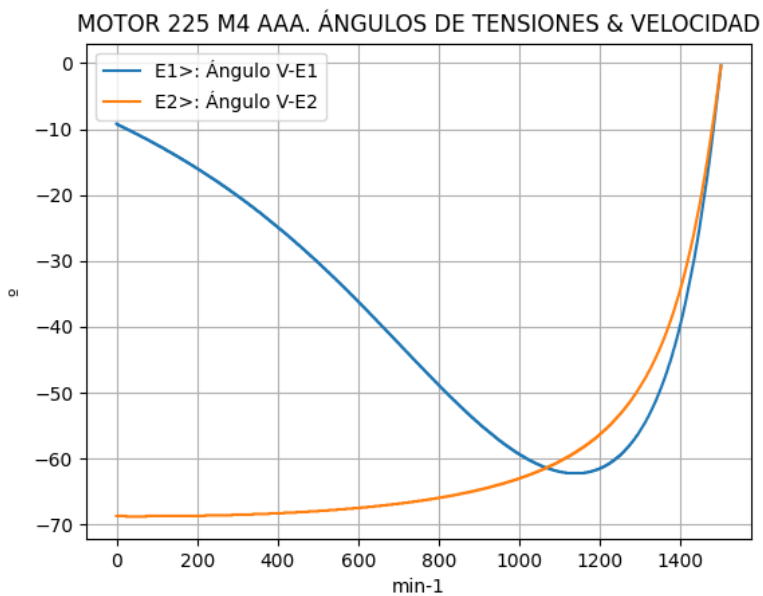


Observaciones:

- La tensión $E1f = V1 - I1f \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 750 min^{-1} y luego crece
- La tensión $E2f = E1f - I2f \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 3-7-225. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-9.2
75	-68.7	-11.5
150	-68.7	-14.1
225	-68.6	-17.0
300	-68.5	-20.1
375	-68.4	-23.6
450	-68.1	-27.5
525	-67.9	-31.7
600	-67.5	-36.2
675	-67.0	-40.9
750	-66.4	-45.7
825	-65.7	-50.4
900	-64.7	-54.7
975	-63.5	-58.3
1050	-61.8	-61.0
1125	-59.6	-62.2
1200	-56.3	-61.5
1275	-51.3	-57.8
1350	-43.1	-49.5
1425	-28.0	-32.5
1500	-0.4	-0.4

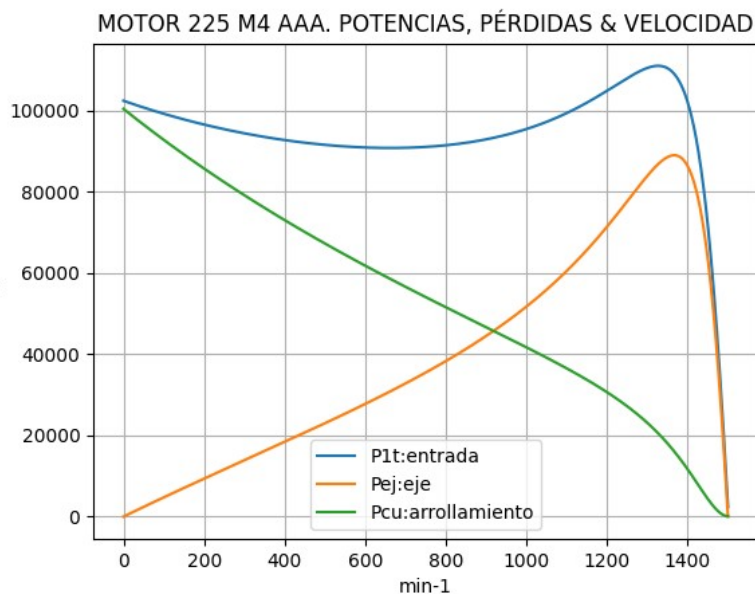


Observaciones:

- El ángulo $V-E1$ es negativo y se maximiza cerca de 1125 min^{-1}
- El ángulo $V-E2$ es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 3-8-225. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	102335	0	100338
75	99880	3569	94555
150	97737	7052	89109
225	95889	10476	83963
300	94320	13867	79087
375	93026	17254	74452
450	92006	20669	70032
525	91269	24147	65802
600	90832	27733	61739
675	90721	31479	57816
750	90977	35453	54007
825	91656	39741	50281
900	92837	44459	46598
975	94623	49758	42903
1050	97144	55843	39113
1125	100532	62964	35095
1200	104798	71351	30610
1275	109297	80787	25207
1350	110338	88476	18016
1425	90841	78749	7994
1500	2372	0	97

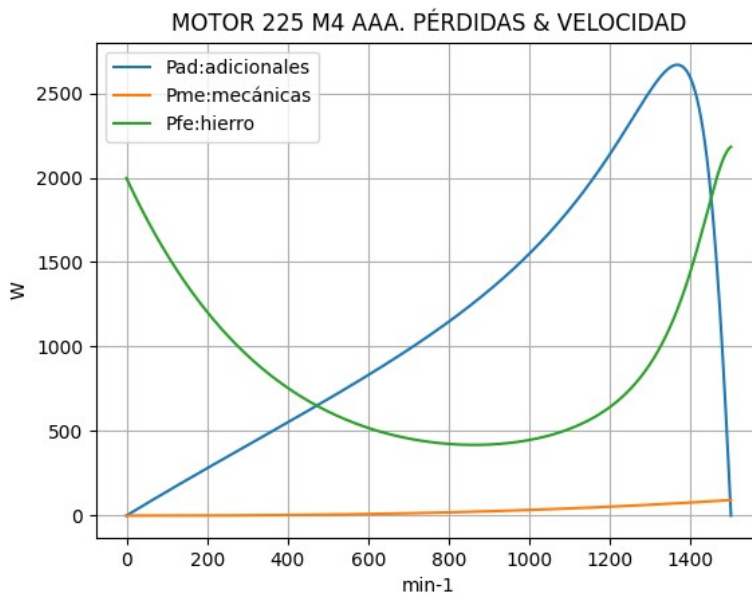


Observaciones:

- La potencia de entrada P1t = (Peje + Pérdidas) cae hasta cerca de 675 min⁻¹, luego trepa hasta 1350 min⁻¹ y luego cae regularmente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 1350 min⁻¹
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 3-9-225. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	1997
75	107	0	1649
150	212	0	1365
225	314	1	1135
300	416	2	948
375	518	3	799
450	620	5	681
525	724	7	588
600	832	9	519
675	944	13	469
750	1064	16	437
825	1192	21	421
900	1334	26	421
975	1493	31	438
1050	1675	38	475
1125	1889	45	539
1200	2141	53	643
1275	2424	61	817
1350	2654	71	1122
1425	2362	81	1655
1500	0	92	2183

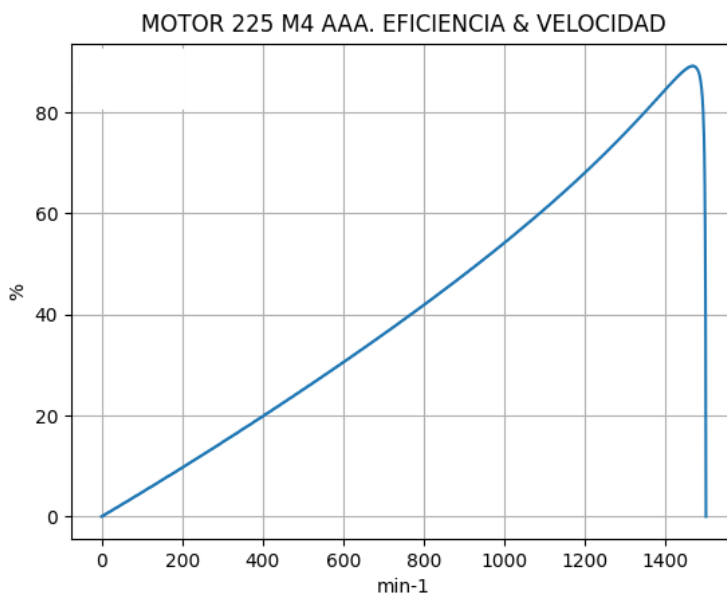


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales Pad = Peje · Cad / 100 son máximas cerca de las 1350 min⁻¹
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro Pfe = 3 · Rm · Im² se minimizan cerca de 825 min⁻¹ y se maximizan en vacío

Fig. 3-10-225. Curvas de otras pérdidas

nx(min-1)	Eff(%)
0	0.0
75	3.6
150	7.2
225	10.9
300	14.7
375	18.5
450	22.5
525	26.5
600	30.5
675	34.7
750	39.0
825	43.4
900	47.9
975	52.6
1050	57.5
1125	62.6
1200	68.1
1275	73.9
1350	80.2
1425	86.7
1500	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 1425 min^{-1} y luego decrece

Fig. 3-11-225. Curva de eficiencia

3-21. Motor asincrónico trifásico 250 M4. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	250 M4	55.0	380	T	50	4	1485	94.4	0.8	110.0	6.89	2.55	3.0	B	44	Normal

Tabla 3-1-250. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.083	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	24.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.110	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	30.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	77.3	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	1500.0	-	-	3120	-	45.6	0.1
Arranque	-	-	380	0.0	901.9	-	-	-	757.9	-
Carga 75%	-	-	380	1490.0	265.0	92.9	44480	41328	88.0	0.77
Carga 50%	-	-	388	1490.0	176.7	93.9	29360	27557	69.0	0.63
Temperat. carcasa	-	64.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3-2-250. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.329	0.803	0.083	0.401	inf	inf	0.246	0.401	0.0	0.0	-
Nominal1	1485	4.757	3.617	0.083	1.809	inf	inf	0.047	1.809	0.0	0.0	-
Vacio	1500	1.442	14.344	0.083	1.823	1.316	12.531	0.000	1.823	26.3	45.6	-84.5
Nominal2	1485	4.781	3.586	0.083	1.809	1.316	12.028	0.058	-0.371	26.4	45.7	-99.9

Tabla 3-3-250. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.0, Cad = 0.05

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	901.9	0.0	189493	0	0	0	0	189493	0.0	-	206.2	-9.2	438.1	-67.7	438.1	757.9	-67.7
Nominal1	1485	353.9	95.0	57699	55000	550	575	0	1574	294.2	-37.3	318.7	-16.1	63.6	-37.3	63.6	110.0	-37.3
Vacio	1500	0.0	0.0	3033	0	0	118	2742	173	332.0	-0.5	332.0	-0.5	0.1	-0.5	26.4	45.6	-84.3
Nominal2	1485	353.9	92.5	59458	55000	28	115	2751	1564	324.0	-12.4	319.4	-16.2	56.7	-12.4	63.6	110.0	-36.9

Tabla 3-4-250. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.0, Cad = 0.05

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.308	0.786	0.083	0.401	1.316	7.783	0.246	0.401	25.4	44.0	-89.3
1	75	0.313	0.823	0.083	0.472	1.316	8.021	0.237	0.362	22.3	38.5	-93.1
2	150	0.318	0.859	0.083	0.543	1.316	8.258	0.227	0.323	19.5	33.7	-97.3
3	225	0.323	0.894	0.083	0.615	1.316	8.495	0.218	0.284	17.1	29.6	-102.0
4	300	0.329	0.929	0.083	0.686	1.316	8.733	0.208	0.245	15.1	26.1	-107.2
5	375	0.336	0.964	0.083	0.757	1.316	8.970	0.198	0.206	13.4	23.2	-113.1
6	450	0.343	0.998	0.083	0.828	1.316	9.207	0.189	0.167	12.0	20.8	-119.7
7	525	0.351	1.032	0.083	0.899	1.316	9.445	0.179	0.128	10.9	18.9	-126.9
8	600	0.360	1.065	0.083	0.970	1.316	9.682	0.170	0.089	10.1	17.5	-134.6
9	675	0.371	1.099	0.083	1.041	1.316	9.920	0.160	0.050	9.6	16.6	-142.5
10	750	0.383	1.132	0.083	1.112	1.316	10.157	0.151	0.011	9.3	16.1	-150.2
11	825	0.398	1.165	0.083	1.183	1.316	10.394	0.141	-0.028	9.3	16.1	-157.3
12	900	0.415	1.198	0.083	1.254	1.316	10.632	0.132	-0.067	9.4	16.3	-163.5
13	975	0.438	1.230	0.083	1.325	1.316	10.869	0.122	-0.106	9.8	16.9	-168.5
14	1050	0.467	1.264	0.083	1.396	1.316	11.106	0.113	-0.145	10.3	17.7	-172.0
15	1125	0.508	1.297	0.083	1.468	1.316	11.344	0.103	-0.184	10.9	18.9	-173.8
16	1200	0.568	1.333	0.083	1.539	1.316	11.581	0.094	-0.223	11.9	20.5	-173.4
17	1275	0.667	1.372	0.083	1.610	1.316	11.819	0.084	-0.262	13.2	22.8	-169.9
18	1350	0.862	1.425	0.083	1.681	1.316	12.056	0.075	-0.301	15.4	26.7	-160.8
19	1425	1.432	1.554	0.083	1.752	1.316	12.293	0.065	-0.340	19.8	34.3	-139.6
20	1500	1.442	14.344	0.083	1.823	1.316	12.531	0.056	-0.379	26.3	45.6	-84.5

Tabla 3-5-250. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	854.0	0.0	187161	0	0	0	2552	184609	0.0	-	200.7	-8.9	426.3	-67.4	450.0	778.5	-68.6
1	75	804.8	3.6	174881	6321	3	0	1956	166602	5.1	-67.9	180.9	-12.4	411.5	-67.9	431.7	746.9	-69.2
2	150	762.1	7.3	164204	11971	6	0	1503	150723	10.0	-68.4	163.1	-16.4	397.8	-68.4	415.0	718.0	-69.7
3	225	724.8	11.0	154886	17079	9	1	1160	136639	14.8	-68.8	147.3	-20.8	385.2	-68.8	399.7	691.4	-70.1
4	300	692.3	14.8	146740	21748	11	2	902	124076	19.4	-69.1	133.5	-25.8	373.5	-69.1	385.5	666.9	-70.5
5	375	663.9	18.7	139614	26072	13	4	711	112815	24.0	-69.4	121.6	-31.5	362.5	-69.4	372.4	644.2	-70.8
6	450	639.4	22.6	133393	30131	15	6	571	102670	28.5	-69.6	111.9	-37.8	352.3	-69.6	360.1	623.0	-71.0
7	525	618.5	26.6	127989	34003	17	9	472	93489	33.1	-69.7	104.3	-44.8	342.6	-69.7	348.7	603.2	-71.2
8	600	601.0	30.6	123342	37763	19	12	405	85142	37.8	-69.8	99.0	-52.3	333.5	-69.8	337.9	584.6	-71.3
9	675	587.0	34.7	119414	41492	21	16	364	77521	42.6	-69.8	96.1	-60.0	324.7	-69.8	327.7	567.0	-71.4
10	750	576.5	39.0	116194	45278	23	21	344	70529	47.7	-69.7	95.6	-67.6	316.4	-69.7	318.1	550.2	-71.3
11	825	569.8	43.3	113704	49232	25	26	340	64081	53.3	-69.4	97.3	-74.5	308.3	-69.4	308.8	534.2	-71.2
12	900	567.6	47.8	112005	53494	27	33	352	58100	59.4	-69.1	101.1	-80.6	300.4	-69.1	299.8	518.6	-70.9
13	975	570.6	52.4	111216	58264	29	40	376	52506	66.5	-68.5	106.9	-85.4	292.5	-68.5	291.0	503.4	-70.4
14	1050	580.5	57.2	111543	63833	32	48	415	47215	74.9	-67.7	114.7	-88.8	284.4	-67.7	282.0	487.9	-69.7
15	1125	599.8	62.3	113342	70659	35	57	472	42118	85.5	-66.4	124.8	-90.4	275.8	-66.4	272.7	471.8	-68.6
16	1200	632.6	67.8	117204	79500	40	67	555	37042	99.8	-64.5	138.1	-89.9	265.9	-64.5	262.3	453.7	-66.9
17	1275	686.1	73.8	124064	91609	46	79	688	31644	120.9	-61.2	156.9	-86.2	252.9	-61.2	249.0	430.8	-64.1
18	1350	767.4	80.6	134628	108495	54	91	939	25048	156.2	-55.1	187.0	-77.0	231.9	-55.1	228.2	394.8	-58.8
19	1425	822.0	88.3	138902	122664	61	104	1553	14519	225.4	-41.1	245.2	-55.7	181.6	-41.1	179.8	311.0	-47.3
20	1500	0.0	0.0	3033	0	0	118	2742	173	332.0	-0.4	332.0	-0.5	0.1	-0.5	26.4	45.6	-84.3

Tabla 3-6-250. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	897	567.6	47.6	112057	53316	27	33	351	58331	59.2	-69.1	100.9	-80.3	300.7	-69.1	300.2	519.3	-70.9
Máximo	1413	827.2	87.0	140670	122402	61	102	1408	16696	210.6	-44.3	232.8	-60.5	194.0	-44.3	191.6	331.5	-49.9

Tabla 3-7-250. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	1473.0	539.3	92.9	89534.0	83189.0	42.0	113.0	2376.0	3814.0	299.6	-20.1	307.0	-26.4	92.7	-20.1	95.8	165.7	-34.9
125 %	1479.2	443.8	93.0	73904.9	68750.2	34.5	114.0	2491.4	2515.5	309.3	-16.1	314.8	-21.1	74.2	-16.1	78.8	136.4	-34.6
100 %	1484.2	353.8	92.7	59335.4	54999.8	27.5	115.0	2574.9	1617.4	316.4	-12.6	320.5	-16.5	58.1	-12.6	64.4	111.3	-36.0
75 %	1488.7	264.6	91.6	44997.0	41250.0	20.7	116.0	2639.6	971.4	322.0	-9.4	324.8	-12.2	42.8	-9.4	51.3	88.7	-39.7
50 %	1492.7	175.9	89.1	30849.7	27500.0	13.7	116.7	2687.7	531.7	326.3	-6.4	328.1	-8.2	28.2	-6.4	39.8	68.9	-47.3
25 %	1496.4	87.8	81.3	16867.2	13750.1	7.2	117.0	2721.3	271.5	329.6	-3.4	330.4	-4.3	14.0	-3.4	30.9	53.4	-61.5
Eff máx	1478.0	464.4	93.0	77256.0	71877.0	36.0	114.0	2469.0	2761.0	307.4	-16.9	313.3	-22.2	78.1	-16.9	82.3	142.4	-34.6

Tabla 3-8-250. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	Datos nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque							
Valores ingresados	0.0	901.9	0.0	-	0.0	757.9	-
Valores calculados	0.0	854.0	0.0	187161.0	0.0	778.5	-68.6
Diferencias (%)	-	5.3	-	-	-	-2.7	-
Mto Máximo							
Valores ingresados	-	1061.0	-	-	-	-	-
Valores calculados	1413.0	827.2	87.0	140670.0	122402.0	331.5	-49.9
Diferencias (%)	-	22.0	-	-	-	-	-
Nominal							
Valores ingresados	1485.0	353.7	94.4	57851.2	55000.0	110.0	-36.9
Valores calculados	1484.2	353.8	92.7	59335.4	54999.8	111.3	-36.0
Diferencias (%)	0.1	-0.0	1.8	-2.6	0.0	-1.2	2.4
75% carga							
Valores ingresados	1490.0	265.0	92.9	44480.0	41328.0	88.0	-39.6
Valores calculados	1488.7	264.6	91.6	44997.0	41250.0	88.7	-39.7
Diferencias (%)	0.1	0.2	1.4	-1.2	0.2	-0.8	-0.1

Tabla 3-9-250. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	1490.0	176.7	93.9	29360.0	27557.0	69.0	-51.0
Valores calculados	1492.7	175.9	89.1	30849.7	27500.0	68.9	-47.3
Diferencias (%)	-0.2	0.5	5.1	-5.1	0.2	0.1	7.2
Vacío							
Valores ingresados	1500.0	0.0	0.0	3120.0	0.0	45.6	-84.3
Valores calculados	1500.0	0.0	0.0	3033.0	0.0	45.6	-84.3
Diferencias (%)	-	-	-	2.8	-	0.0	-0.0

Tabla 3-9-250. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	430.0	Paso de bobinas en ranuras	10/12	Corriente por kW (A/kW)	2.0
Altura corona estator (mm)	47.5	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	4.1
Diámetro interior estator (mm)	270.0	Factor de arrollamiento	0.958	Corriente barra rotor (A)	621.3
Altura corona rotor (mm)	43.7	Espiras por bobina (prom)	17.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	3.0
Diámetro eje rotor (mm)	95.0	Espiras por bobina (real)	17/17	Corriente anillo rotor (A)	1977.7
Longitud paquete de chapas (mm)	200.0	Número de alambres 1	5	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	3.0
Número ranuras estator	48.0	Diámetro alambre 1 (mm)	1.4	Flujo por polo (wb)	0.0222
Sección ranura estator (mm2)	304.5	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.82
Número ranuras rotor	40.0	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.3
Sección ranura rotor (mm2)	204.7	Conexión bobinado (vías)	2	Dens. flujo corona rotor (T)	0.88
Espesor anillo rotor (mm)	15.0	Peso total cobre (kg)	28.0	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.008
Sección anillo rotor(mm2)	657.0	Relleno ranura(%)	43.0	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	2866744
Longitud entrehierro (mm)	0.8				

Tabla 3-10-250. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0174	0.1118	0.2753	2.1704	0.0515	0.1118	0.0174	0.5045	0.2753	3.3542	0.0121	-0.1035	0.0174	0.5084	0.2753	3.4944	0.0	0.5084

Tabla 3-11-250. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	0.6	2.6	61.7	35.1
Eff. Máx	0.7	2.1	45.9	51.3

Tabla 3-12-250. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

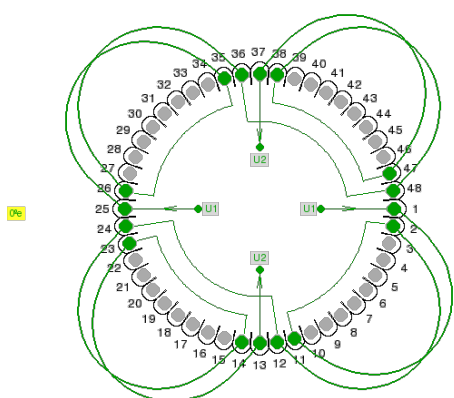


Fig. 3-1-250. Esquema de arrollamiento de 48 ranuras, 4 polos, paso 1-11, 2 vías, ka = 0.958

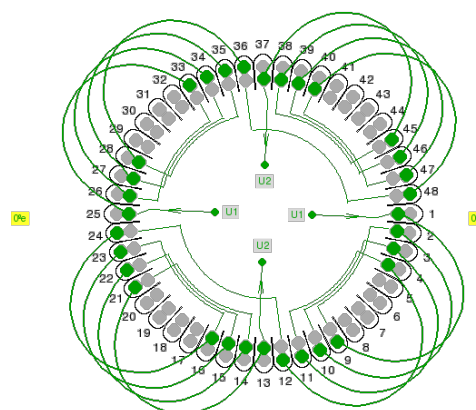
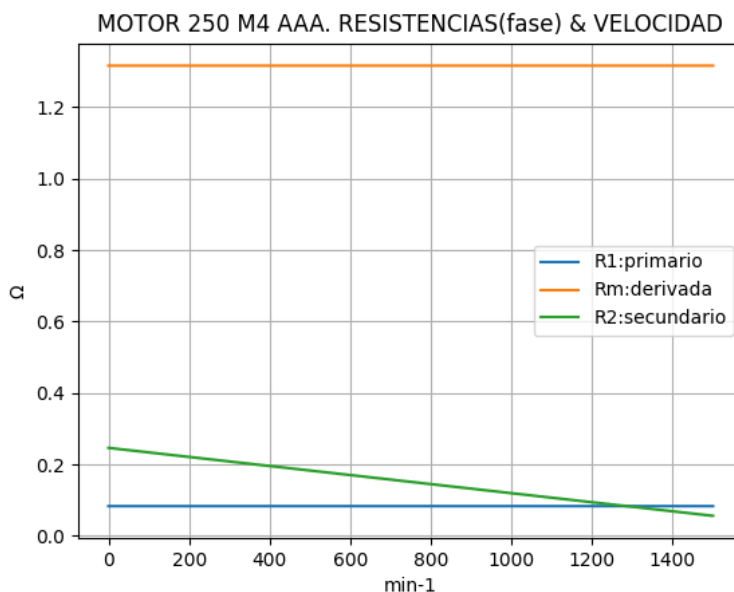


Fig. 3-2-250. Esquema de arrollamiento de 48 ranuras, 4 polos, paso 1-11, 2 vías, ka = 0.829

3-22. Motor asincrónico trifásico 250 M4. Curvas características

$n_x(\text{min}^{-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	0.308	0.083	1.316	0.246
75	0.313	0.083	1.316	0.237
150	0.318	0.083	1.316	0.227
225	0.323	0.083	1.316	0.218
300	0.329	0.083	1.316	0.208
375	0.336	0.083	1.316	0.198
450	0.343	0.083	1.316	0.189
525	0.351	0.083	1.316	0.179
600	0.360	0.083	1.316	0.170
675	0.371	0.083	1.316	0.160
750	0.383	0.083	1.316	0.151
825	0.398	0.083	1.316	0.141
900	0.415	0.083	1.316	0.132
975	0.438	0.083	1.316	0.122
1050	0.467	0.083	1.316	0.113
1125	0.508	0.083	1.316	0.103
1200	0.568	0.083	1.316	0.094
1275	0.667	0.083	1.316	0.084
1350	0.862	0.083	1.316	0.075
1425	1.432	0.083	1.316	0.065
1500	1.442	0.083	1.316	0.056

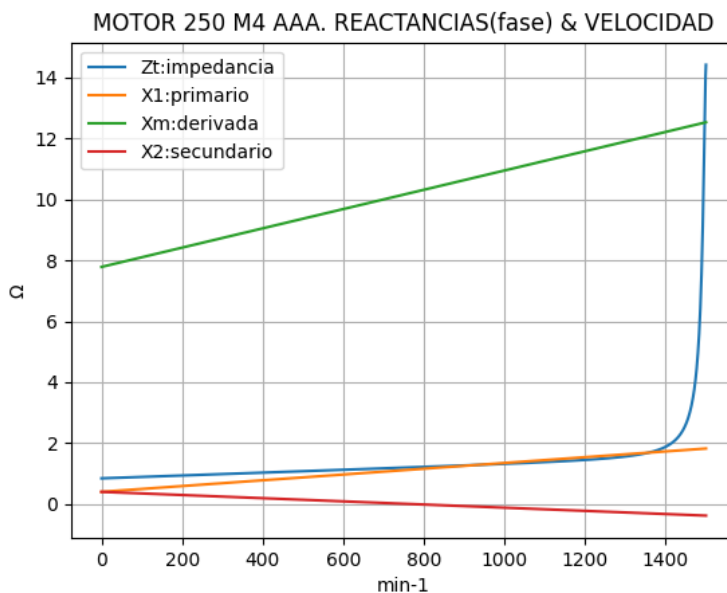


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 3-3-250. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min}^{-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	0.844	0.786	0.401	7.783	0.401
75	0.880	0.823	0.472	8.021	0.362
150	0.916	0.859	0.543	8.258	0.323
225	0.951	0.894	0.615	8.495	0.284
300	0.986	0.929	0.686	8.733	0.245
375	1.021	0.964	0.757	8.970	0.206
450	1.055	0.998	0.828	9.207	0.167
525	1.090	1.032	0.899	9.445	0.128
600	1.125	1.065	0.970	9.682	0.089
675	1.160	1.099	1.041	9.920	0.050
750	1.195	1.132	1.112	10.157	0.011
825	1.231	1.165	1.183	10.394	-0.028
900	1.268	1.198	1.254	10.632	-0.067
975	1.306	1.230	1.325	10.869	-0.106
1050	1.347	1.264	1.396	11.106	-0.145
1125	1.393	1.297	1.468	11.344	-0.184
1200	1.449	1.333	1.539	11.581	-0.223
1275	1.526	1.372	1.610	11.819	-0.262
1350	1.665	1.425	1.681	12.056	-0.301
1425	2.114	1.554	1.752	12.293	-0.340
1500	14.417	14.344	1.823	12.531	-0.379

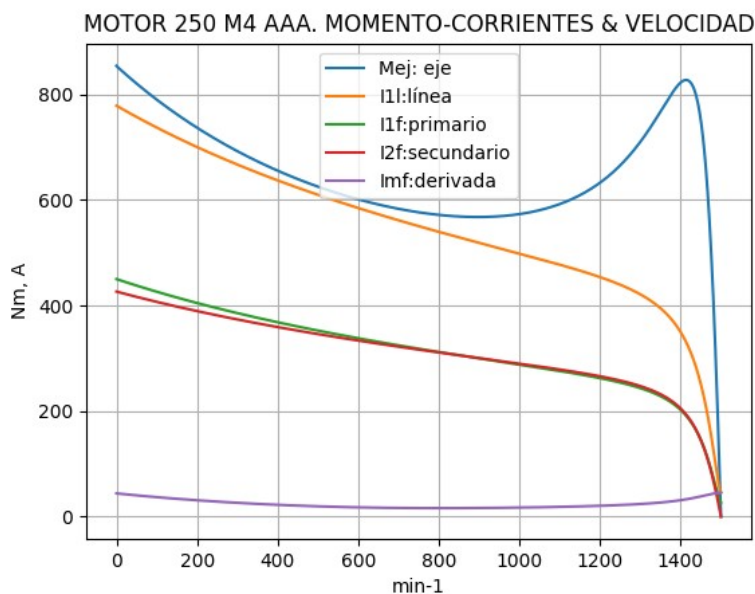


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ es positiva decreciente hasta cerca de 750 min^{-1} y luego es negativa

Fig. 3-4-250. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	854.0	426.3	450.0	778.5	25.4
75	804.8	411.5	431.7	746.9	22.3
150	762.1	397.8	415.0	718.0	19.5
225	724.8	385.2	399.7	691.4	17.1
300	692.3	373.5	385.5	666.9	15.1
375	663.9	362.5	372.4	644.2	13.4
450	639.4	352.3	360.1	623.0	12.0
525	618.5	342.6	348.7	603.2	10.9
600	601.0	333.5	337.9	584.6	10.1
675	587.0	324.7	327.7	567.0	9.6
750	576.5	316.4	318.1	550.2	9.3
825	569.8	308.3	308.8	534.2	9.3
900	567.6	300.4	299.8	518.6	9.4
975	570.6	292.5	291.0	503.4	9.8
1050	580.5	284.4	282.0	487.9	10.3
1125	599.8	275.8	272.7	471.8	10.9
1200	632.6	265.9	262.3	453.7	11.9
1275	686.1	252.9	249.0	430.8	13.2
1350	767.4	231.9	228.2	394.8	15.4
1425	822.0	181.6	179.8	311.0	19.8
1500	0.0	0.1	26.4	45.6	26.3

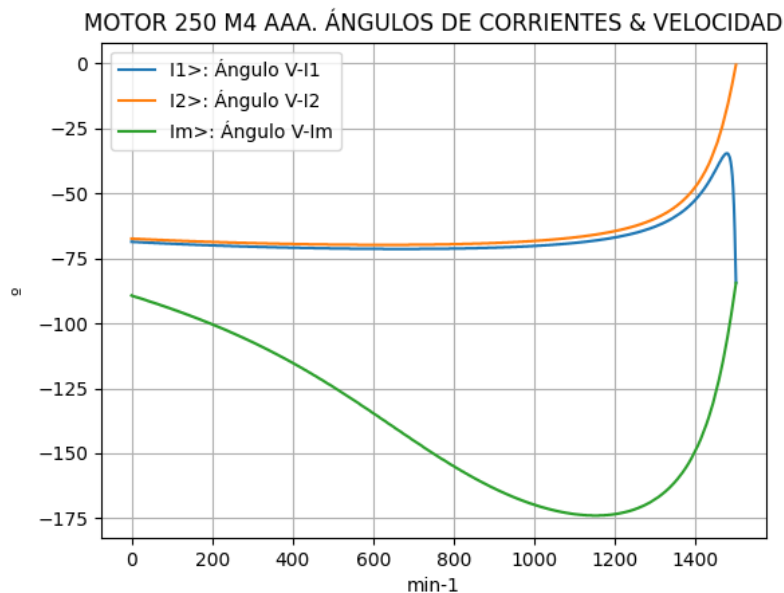


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 900 min⁻¹ y el máximo cerca de 1425 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera ligeramente a I1f cerca de 900 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 750 min⁻¹

Fig. 3-5-250. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-67.4	-68.6	-89.3
75	-67.9	-69.2	-93.1
150	-68.4	-69.7	-97.3
225	-68.8	-70.1	-102.0
300	-69.1	-70.5	-107.2
375	-69.4	-70.8	-113.1
450	-69.6	-71.0	-119.7
525	-69.7	-71.2	-126.9
600	-69.8	-71.3	-134.6
675	-69.8	-71.4	-142.5
750	-69.7	-71.3	-150.2
825	-69.4	-71.2	-157.3
900	-69.1	-70.9	-163.5
975	-68.5	-70.4	-168.5
1050	-67.7	-69.7	-172.0
1125	-66.4	-68.6	-173.8
1200	-64.5	-66.9	-173.4
1275	-61.2	-64.1	-169.9
1350	-55.1	-58.8	-160.8
1425	-41.1	-47.3	-139.6
1500	-0.5	-84.3	-84.5

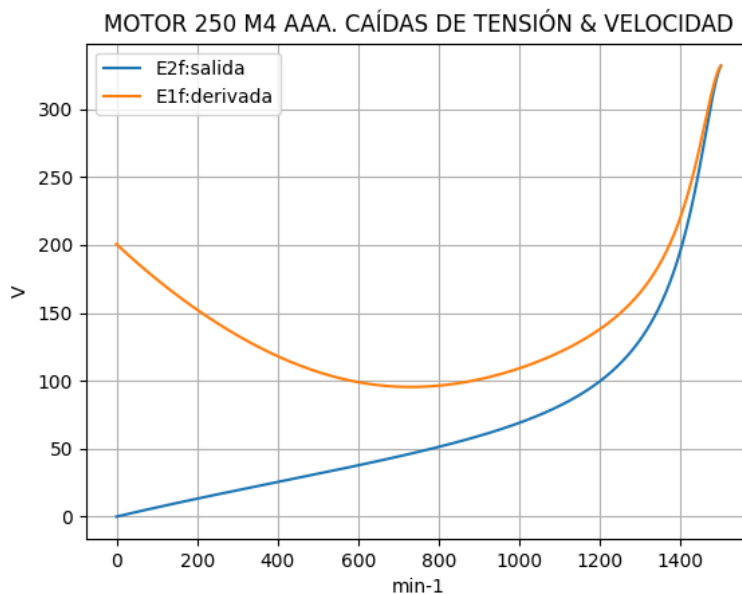


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 1425 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 1125 min⁻¹

Fig. 3-6-250. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	200.7
75	5.1	180.9
150	10.0	163.1
225	14.8	147.3
300	19.4	133.5
375	24.0	121.6
450	28.5	111.9
525	33.1	104.3
600	37.8	99.0
675	42.6	96.1
750	47.7	95.6
825	53.3	97.3
900	59.4	101.1
975	66.5	106.9
1050	74.9	114.7
1125	85.5	124.8
1200	99.8	138.1
1275	120.9	156.9
1350	156.2	187.0
1425	225.4	245.2
1500	332.0	332.0

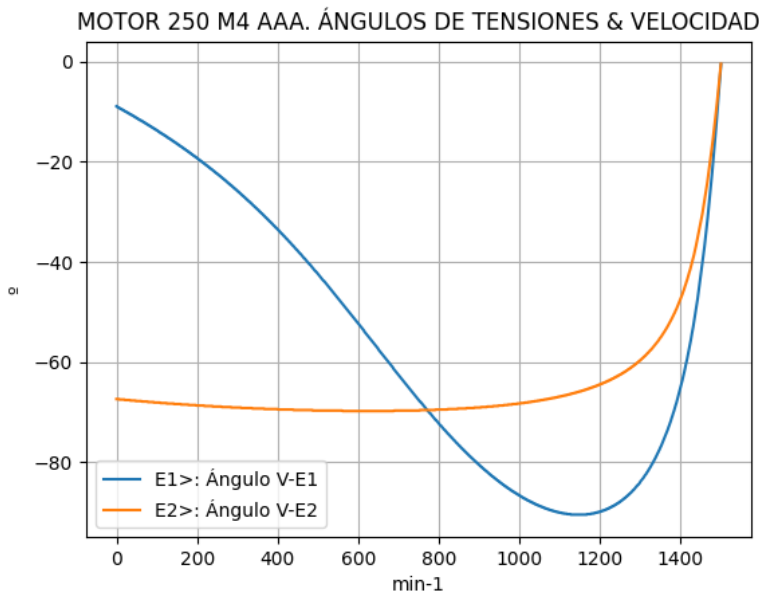


Observaciones:

- La tensión $E1f = V1 - I1f \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 975 min^{-1} y luego crece
- La tensión $E2f = E1f - I2f \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 3-7-250. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-8.9
75	-67.9	-12.4
150	-68.4	-16.4
225	-68.8	-20.8
300	-69.1	-25.8
375	-69.4	-31.5
450	-69.6	-37.8
525	-69.7	-44.8
600	-69.8	-52.3
675	-69.8	-60.0
750	-69.7	-67.6
825	-69.4	-74.5
900	-69.1	-80.6
975	-68.5	-85.4
1050	-67.7	-88.8
1125	-66.4	-90.4
1200	-64.5	-89.9
1275	-61.2	-86.2
1350	-55.1	-77.0
1425	-41.1	-55.7
1500	-0.4	-0.5

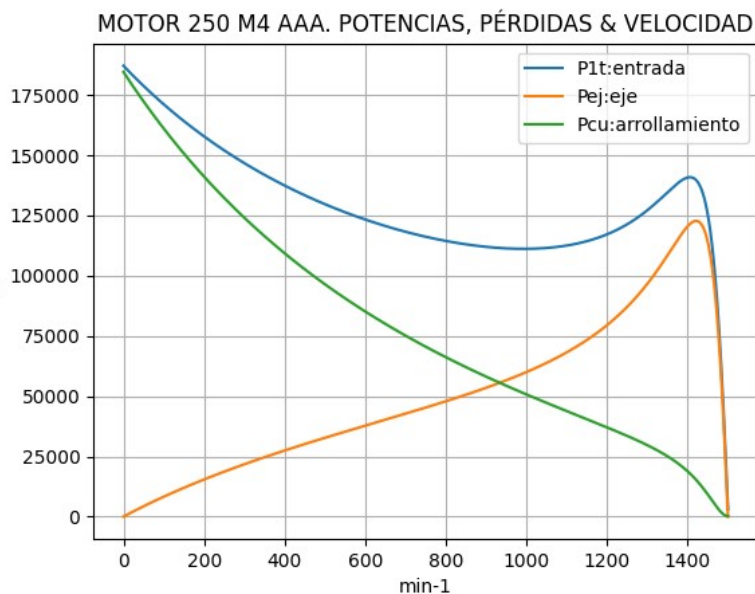


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 1125 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 3-8-250. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	187161	0	184609
75	174881	6321	166602
150	164204	11971	150723
225	154886	17079	136639
300	146740	21748	124076
375	139614	26072	112815
450	133393	30131	102670
525	127989	34003	93489
600	123342	37763	85142
675	119414	41492	77521
750	116194	45278	70529
825	113704	49232	64081
900	112005	53494	58100
975	111216	58264	52506
1050	111543	63833	47215
1125	113342	70659	42118
1200	117204	79500	37042
1275	124064	91609	31644
1350	134628	108495	25048
1425	138902	122664	14519
1500	3033	0	173

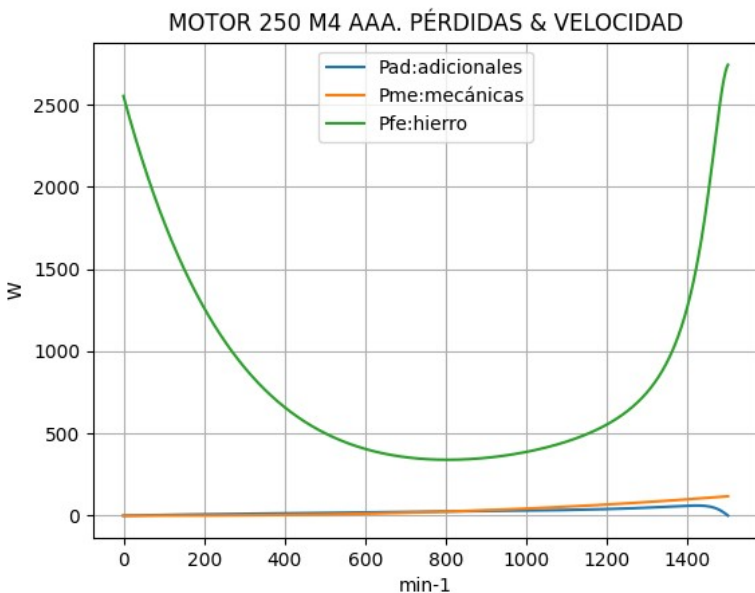


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ desciende hasta cerca de 975 min^{-1} y alcanza un pico cerca de 1425 min^{-1}
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 1350 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 3-9-250. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	2552
75	3	0	1956
150	6	0	1503
225	9	1	1160
300	11	2	902
375	13	4	711
450	15	6	571
525	17	9	472
600	19	12	405
675	21	16	364
750	23	21	344
825	25	26	340
900	27	33	352
975	29	40	376
1050	32	48	415
1125	35	57	472
1200	40	67	555
1275	46	79	688
1350	54	91	939
1425	61	104	1553
1500	0	118	2742

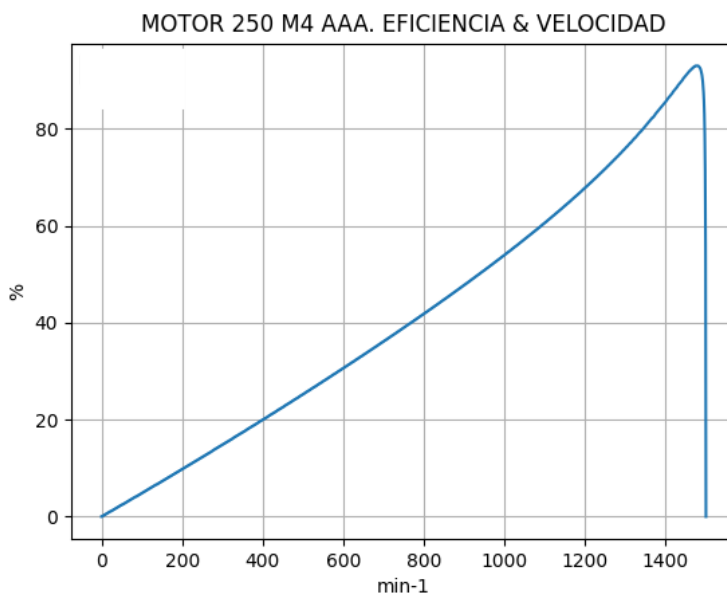


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 1425 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 825 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 3-10-250. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff (%)
0	0.0
75	3.6
150	7.3
225	11.0
300	14.8
375	18.7
450	22.6
525	26.6
600	30.6
675	34.7
750	39.0
825	43.3
900	47.8
975	52.4
1050	57.2
1125	62.3
1200	67.8
1275	73.8
1350	80.6
1425	88.3
1500	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 1425 min^{-1} y luego decrece con mayor pendiente

Fig. 3-8-250. Curva de eficiencia

3-23. Motor asincrónico trifásico 280 M34. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	KW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	280 M34	90.0	380	T	50	4	1485	92.0	0.87	169.0	7.6	2.23	2.5	B	44	Motor normal

Tabla 3-1-280. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.044	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	15.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.060	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	23.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	83.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	400	1500.0	-	-	3800	-	64.0	0.09
Arranque	-	-	380	0.0	1290.6	-	-	-	1284.4	-
Carga 75%	-	-	394	1490.0	441.7	92.8	74240	68885	131.0	0.83
Carga 50%	-	-	396	1495.0	293.6	89.7	51200	45942	100.0	0.75
Temperat. carcasa	-	54.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3-2-280. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.169	0.483	0.046	0.242	inf	inf	0.123	0.242	0.0	0.0	-
Nominal1	1485	3.278	2.094	0.046	1.047	inf	inf	0.032	1.047	0.0	0.0	-
Vacio	1500	0.924	10.230	0.046	1.055	0.851	9.180	0.000	1.055	37.0	64.0	-85.0
Nominal2	1485	3.384	1.918	0.046	1.047	0.851	8.936	0.037	-0.508	37.5	65.0	-99.5

Tabla 3-3-280. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.0, Cad = 2.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	1290.6	0.0	278840	0	0	0	0	278840	0.0	-	201.2	-7.7	742.4	-70.8	742.4	1284.4	-70.8
Nominal1	1485	579.0	96.0	93847	90000	900	704	0	2243	312.6	-32.6	331.9	-14.6	97.7	-32.6	97.7	169.0	-32.6
Vacio	1500	0.0	0.0	3824	0	0	144	3490	189	341.0	-0.3	341.0	-0.3	0.1	-0.3	37.0	64.0	-84.8
Nominal2	1485	579.0	92.0	97785	90000	1800	141	3597	2246	333.7	-7.0	337.0	-14.9	91.9	-7.0	97.7	169.0	-29.5

Tabla 3-4-280. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.0, Cad = 2.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.160	0.474	0.046	0.242	0.851	5.416	0.123	0.242	35.9	62.0	-88.5
1	75	0.163	0.480	0.046	0.282	0.851	5.604	0.118	0.204	30.4	52.6	-93.2
2	150	0.166	0.486	0.046	0.323	0.851	5.792	0.114	0.166	25.6	44.2	-99.2
3	225	0.170	0.491	0.046	0.364	0.851	5.981	0.110	0.128	21.5	37.2	-107.0
4	300	0.174	0.495	0.046	0.404	0.851	6.169	0.105	0.090	18.2	31.5	-117.3
5	375	0.178	0.499	0.046	0.445	0.851	6.357	0.101	0.052	16.0	27.6	-130.4
6	450	0.183	0.503	0.046	0.486	0.851	6.545	0.097	0.014	14.8	25.7	-145.5
7	525	0.188	0.506	0.046	0.526	0.851	6.734	0.092	-0.023	14.9	25.8	-160.5
8	600	0.195	0.509	0.046	0.567	0.851	6.922	0.088	-0.061	16.0	27.6	-173.5
9	675	0.202	0.511	0.046	0.608	0.851	7.110	0.084	-0.099	17.7	30.6	-183.4
10	750	0.210	0.513	0.046	0.648	0.851	7.298	0.079	-0.137	19.8	34.3	-190.5
11	825	0.220	0.515	0.046	0.689	0.851	7.486	0.075	-0.175	22.2	38.4	-195.3
12	900	0.232	0.517	0.046	0.730	0.851	7.675	0.071	-0.213	24.6	42.6	-198.3
13	975	0.248	0.518	0.046	0.770	0.851	7.863	0.066	-0.251	27.0	46.8	-199.6
14	1050	0.268	0.520	0.046	0.811	0.851	8.051	0.062	-0.288	29.4	50.9	-199.4
15	1125	0.296	0.521	0.046	0.852	0.851	8.239	0.058	-0.326	31.7	54.8	-197.5
16	1200	0.337	0.524	0.046	0.893	0.851	8.427	0.053	-0.364	33.8	58.5	-193.3
17	1275	0.404	0.529	0.046	0.933	0.851	8.616	0.049	-0.402	35.6	61.6	-185.5
18	1350	0.537	0.542	0.046	0.974	0.851	8.804	0.045	-0.440	36.8	63.7	-171.1
19	1425	0.927	0.601	0.046	1.015	0.851	8.992	0.040	-0.478	37.1	64.1	-142.7
20	1500	0.924	10.230	0.046	1.055	0.851	9.180	0.036	-0.516	37.0	64.0	-85.0

Tabla 3-5-280. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	1232.2	0.0	276508	0	0	0	3280	273228	0.0	-	196.6	-7.4	725.4	-70.5	759.6	1314.1	-71.4
1	75	1212.4	3.5	274150	9522	190	0	2355	262082	4.5	-70.4	172.2	-11.8	721.2	-70.4	749.3	1296.3	-71.3
2	150	1220.3	7.0	272826	19169	383	0	1669	251604	9.1	-70.2	149.7	-17.5	717.6	-70.2	740.1	1280.3	-71.1
3	225	1231.8	10.7	272460	29024	580	1	1178	241677	13.8	-69.9	129.8	-25.1	714.4	-69.9	731.6	1265.7	-70.9
4	300	1246.9	14.3	273007	39174	783	3	847	232200	18.7	-69.6	113.5	-35.2	711.5	-69.6	723.9	1252.3	-70.7
5	375	1266.0	18.1	274446	49714	994	5	650	223083	23.8	-69.3	102.3	-48.0	708.9	-69.3	716.8	1240.0	-70.4
6	450	1289.2	22.0	276781	60754	1215	7	563	214242	29.2	-68.8	98.0	-62.9	706.5	-68.8	710.1	1228.5	-70.0
7	525	1317.2	25.9	280045	72420	1448	10	568	205599	35.0	-68.4	101.3	-77.7	704.2	-68.4	703.8	1217.5	-69.6
8	600	1350.6	29.9	284299	84864	1697	15	652	197072	41.1	-67.8	111.4	-90.5	701.8	-67.8	697.7	1206.9	-69.1
9	675	1390.3	33.9	289640	98276	1966	20	801	188578	47.8	-67.1	126.8	-100.3	699.2	-67.1	691.5	1196.4	-68.4
10	750	1437.5	38.1	296208	112898	2258	26	1005	180021	55.1	-66.3	145.8	-107.2	696.2	-66.3	685.2	1185.5	-67.7
11	825	1493.7	42.4	304196	129043	2581	32	1256	171284	63.4	-65.4	167.2	-111.8	692.5	-65.4	678.5	1173.8	-66.8
12	900	1561.0	46.9	313863	147124	2942	40	1545	162211	72.8	-64.3	190.0	-114.6	687.7	-64.3	670.8	1160.5	-65.8
13	975	1642.4	51.5	325543	167692	3354	49	1866	152583	83.7	-62.8	213.8	-115.8	681.1	-62.8	661.7	1144.7	-64.4
14	1050	1741.3	56.4	339631	191470	3829	59	2209	142064	96.9	-61.0	238.2	-115.5	671.7	-61.0	650.0	1124.5	-62.7
15	1125	1861.9	61.5	356467	219346	4387	70	2564	130100	113.5	-58.6	262.5	-113.4	657.5	-58.6	634.0	1096.8	-60.5
16	1200	2006.1	67.1	375843	252094	5042	83	2915	115709	135.0	-55.2	286.3	-109.0	634.9	-55.2	610.1	1055.5	-57.3
17	1275	2163.3	73.1	394978	288842	5777	96	3235	97029	164.9	-50.1	308.2	-101.1	595.8	-50.1	571.0	987.8	-52.6
18	1350	2259.6	79.9	399927	319446	6389	111	3465	70516	208.6	-42.0	325.9	-86.6	520.8	-42.0	498.4	862.2	-45.3
19	1425	1929.1	87.5	329064	287874	5757	127	3506	31800	273.4	-27.4	334.8	-58.1	358.2	-27.4	344.0	595.1	-33.0
20	1500	0.0	0.0	3824	0	0	144	3490	189	341.0	-0.3	341.0	-0.3	0.1	-0.3	37.0	64.0	-84.8

Tabla 3-6-280. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	1208.1	0.0	276470	127	3	0	3266	273075	0.1	-70.5	196.2	-7.5	725.4	-70.5	759.5	1313.9	-71.4
Máximo	1349	2259.7	79.8	400119	319218	6384	111	3463	70943	207.9	-42.1	325.7	-86.9	522.2	-42.1	499.7	864.5	-45.4

Tabla 3-7-280. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	1476.0	871.3	92.3	145972.0	134674.0	2693.0	139.0	3450.0	5016.0	323.9	-10.6	336.8	-22.8	141.5	-10.6	141.9	245.5	-25.5
125 %	1480.5	725.6	92.3	121830.7	112500.3	2250.3	140.0	3450.5	3490.6	327.7	-8.8	337.2	-18.9	116.9	-8.8	119.6	206.9	-26.6
100 %	1484.8	578.8	92.1	97665.6	89999.8	1799.6	141.0	3453.8	2270.6	331.1	-7.0	337.8	-15.0	92.6	-7.0	98.0	169.6	-29.0
75 %	1488.8	432.9	91.5	73804.8	67500.0	1350.3	142.0	3459.6	1353.9	334.1	-5.3	338.5	-11.3	68.8	-5.3	77.7	134.4	-33.6
50 %	1492.7	287.9	89.6	50223.8	45000.1	899.7	143.0	3467.3	713.6	336.7	-3.6	339.1	-7.5	45.6	-3.6	59.3	102.6	-42.1
25 %	1496.4	143.6	83.5	26902.4	22499.9	450.0	143.4	3478.2	330.3	339.0	-1.9	340.0	-3.9	22.7	-1.9	44.5	77.0	-58.1
Eff máx	1480.0	741.9	92.3	124519.0	114987.0	2300.0	140.0	3450.0	3643.0	327.3	-9.0	337.2	-19.3	119.6	-9.0	122.0	211.1	-26.5

Tabla 3-8-280. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	1290.6	0.0	-	0.0	1284.4	-
Valores calculados		0.0	1232.2	0.0	276508.0	0.0	1314.1	-71.4
Diferencias (%)		-	4.5	-	-	-	-2.3	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	1446.9	-	-	-	-	-
Valores calculados		1349.0	2259.7	79.8	400119.0	319218.0	864.5	-45.4
Diferencias (%)		-	-56.2	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		1485.0	578.7	92.0	96657.5	90000.0	169.0	-29.5
Valores calculados		1484.8	578.8	92.1	97665.6	89999.8	169.6	-29.0
Diferencias (%)		0.0	-0.0	-0.1	-1.0	0.0	-0.4	1.8
75% carga								
Valores ingresados		1490.0	441.7	92.8	74240.0	68885.0	131.0	-33.9
Valores calculados		1488.8	432.9	91.5	73804.8	67500.0	134.4	-33.6
Diferencias (%)		0.1	2.0	1.4	0.6	2.0	-2.6	0.9

Tabla 3-9-280. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	$n_x(\min-1)$	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
50% carga							
Valores ingresados	1495.0	293.6	89.7	51200.0	45942.0	100.0	-41.4
Valores calculados	1492.7	287.9	89.6	50223.8	45000.1	102.6	-42.1
Diferencias (%)	0.2	1.9	0.1	1.9	2.1	-2.6	-1.7
Vacío							
Valores ingresados	1500.0	0.0	0.0	3800.0	0.0	64.0	-84.8
Valores calculados	1500.0	0.0	0.0	3824.0	0.0	64.0	-84.8
Diferencias (%)	-	-	-	-0.6	-	0.0	0.1

Tabla 3-9-280. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	430.5	Paso de bobinas en ranuras	10/12	Corriente por kW (A/kW)	1.88
Altura corona estator (mm)	47.8	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	4.5
Diámetro interior estator (mm)	270.0	Factor de arrollamiento	0.958	Corriente barra rotor (A)	617.7
Altura corona rotor (mm)	43.7	Espiras por bobina (prom)	11.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	3.0
Diámetro eje rotor (mm)	95.0	Espiras por bobina (real)	11/11	Corriente anillo rotor (A)	1966.2
Longitud paquete de chapas (mm)	330.0	Número de alambres 1	7	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	3.0
Número ranuras estator	48.0	Diámetro alambre 1 (mm)	1.4	Flujo por polo (wb)	0.0361
Sección ranura estator (mm2)	304.5	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.81
Número ranuras rotor	40.0	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.27
Sección ranura rotor (mm2)	207.7	Conexión bobinado (vías)	2	Dens. flujo corona rotor (T)	0.87
Espesor anillo rotor (mm)	15.0	Peso total cobre (kg)	35.1	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.005
Sección anillo rotor(mm2)	657.0	Relleno ranura(%)	38.9	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	2603640
Longitud entrehierro (mm)	0.8				

Tabla 3-10-280. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0136	0.1262	0.2515	2.8238	0.0363	0.1262	0.0136	0.5459	0.2515	4.659	0.0109	-0.2649	0.0136	0.5501	0.2515	4.7862	0.0	0.5501

Tabla 3-11-280. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	23.1	1.8	46.2	28.9
Eff. Máx	24.1	1.5	36.2	38.2

Tabla 3-12-280. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

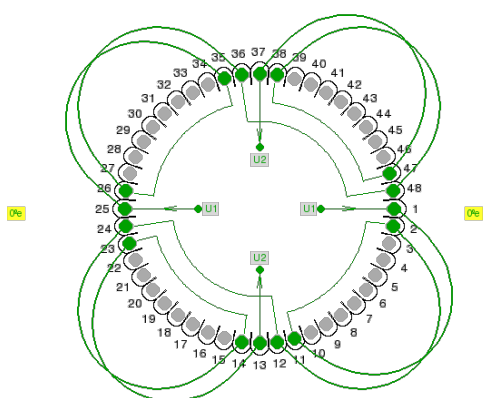


Fig. 3-1-280. Esquema de arrollamiento de 48 ranuras, 4 polos, paso 1-11, 2 vías, $k_a = 0.958$

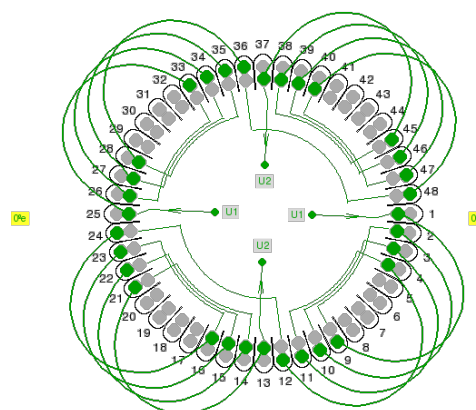
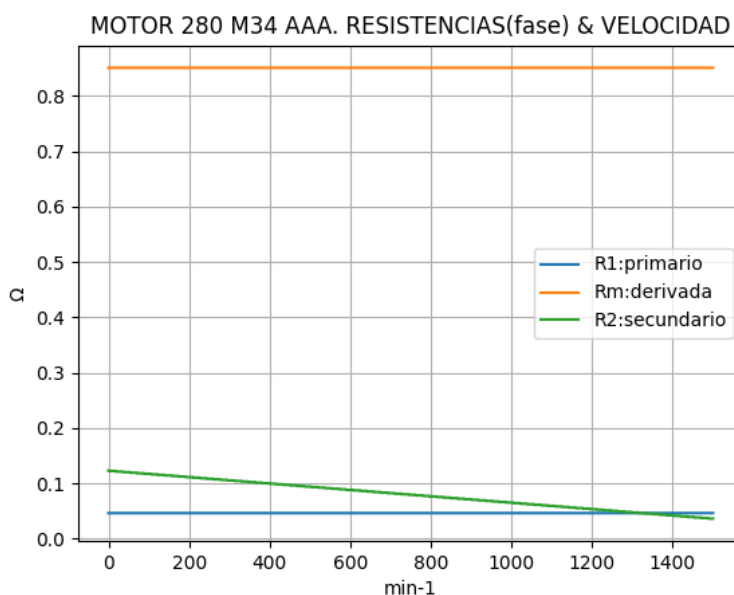


Fig. 3-2-280. Esquema de arrollamiento de 48 ranuras, 4 polos, paso 1-9, 2 vías, $k_a = 0.829$

3-24. Motor asincrónico trifásico 280 M34. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	0.160	0.046	0.851	0.123
75	0.163	0.046	0.851	0.118
150	0.166	0.046	0.851	0.114
225	0.170	0.046	0.851	0.110
300	0.174	0.046	0.851	0.105
375	0.178	0.046	0.851	0.101
450	0.183	0.046	0.851	0.097
525	0.188	0.046	0.851	0.092
600	0.195	0.046	0.851	0.088
675	0.202	0.046	0.851	0.084
750	0.210	0.046	0.851	0.079
825	0.220	0.046	0.851	0.075
900	0.232	0.046	0.851	0.071
975	0.248	0.046	0.851	0.066
1050	0.268	0.046	0.851	0.062
1125	0.296	0.046	0.851	0.058
1200	0.337	0.046	0.851	0.053
1275	0.404	0.046	0.851	0.049
1350	0.537	0.046	0.851	0.045
1425	0.927	0.046	0.851	0.040
1500	0.924	0.046	0.851	0.036

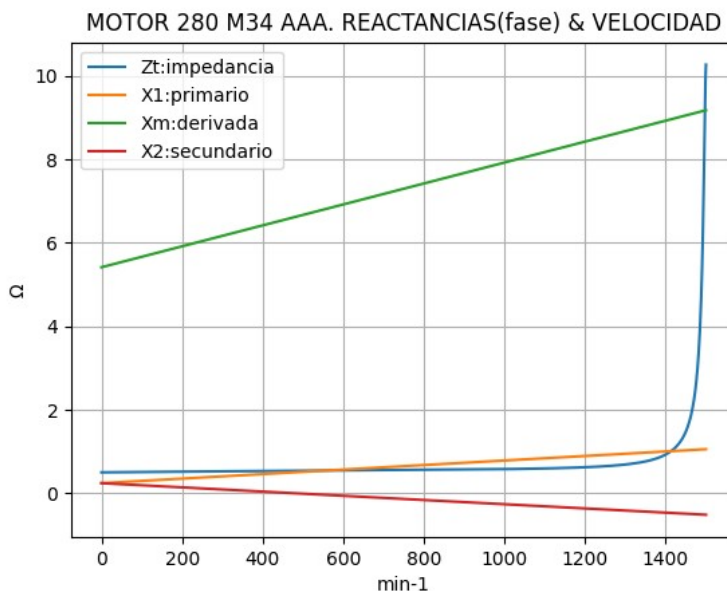


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) decrece con la velocidad

Fig. 3-3-280. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	0.500	0.474	0.242	5.416	0.242
75	0.507	0.480	0.282	5.604	0.204
150	0.513	0.486	0.323	5.792	0.166
225	0.519	0.491	0.364	5.981	0.128
300	0.525	0.495	0.404	6.169	0.090
375	0.530	0.499	0.445	6.357	0.052
450	0.535	0.503	0.486	6.545	0.014
525	0.540	0.506	0.526	6.734	-0.023
600	0.545	0.509	0.567	6.922	-0.061
675	0.549	0.511	0.608	7.110	-0.099
750	0.555	0.513	0.648	7.298	-0.137
825	0.560	0.515	0.689	7.486	-0.175
900	0.566	0.517	0.730	7.675	-0.213
975	0.574	0.518	0.770	7.863	-0.251
1050	0.585	0.520	0.811	8.051	-0.288
1125	0.599	0.521	0.852	8.239	-0.326
1200	0.623	0.524	0.893	8.427	-0.364
1275	0.666	0.529	0.933	8.616	-0.402
1350	0.762	0.542	0.974	8.804	-0.440
1425	1.105	0.601	1.015	8.992	-0.478
1500	10.272	10.230	1.055	9.180	-0.516



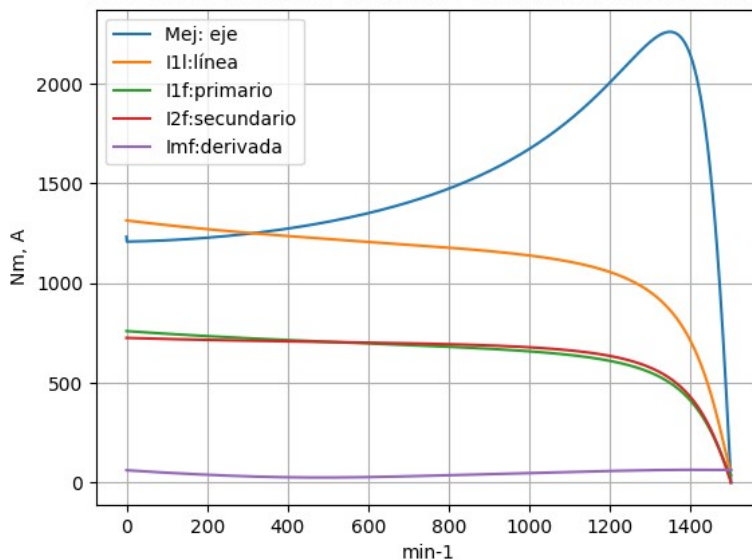
Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) es positiva y decreciente hasta cerca de 450 min⁻¹ y luego es negativa

Fig. 3-4-280. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	1232.2	725.4	759.6	1314.1	35.9
75	1212.4	721.2	749.3	1296.3	30.4
150	1220.3	717.6	740.1	1280.3	25.6
225	1231.8	714.4	731.6	1265.7	21.5
300	1246.9	711.5	723.9	1252.3	18.2
375	1266.0	708.9	716.8	1240.0	16.0
450	1289.2	706.5	710.1	1228.5	14.8
525	1317.2	704.2	703.8	1217.5	14.9
600	1350.6	701.8	697.7	1206.9	16.0
675	1390.3	699.2	691.5	1196.4	17.7
750	1437.5	696.2	685.2	1185.5	19.8
825	1493.7	692.5	678.5	1173.8	22.2
900	1561.0	687.7	670.8	1160.5	24.6
975	1642.4	681.1	661.7	1144.7	27.0
1050	1741.3	671.7	650.0	1124.5	29.4
1125	1861.9	657.5	634.0	1096.8	31.7
1200	2006.1	634.9	610.1	1055.5	33.8
1275	2163.3	595.8	571.0	987.8	35.6
1350	2259.6	520.8	498.4	862.2	36.8
1425	1929.1	358.2	344.0	595.1	37.1
1500	0.0	0.1	37.0	64.0	37.0

MOTOR 280 M34 AAA. MOMENTO-CORRIENTES & VELOCIDAD



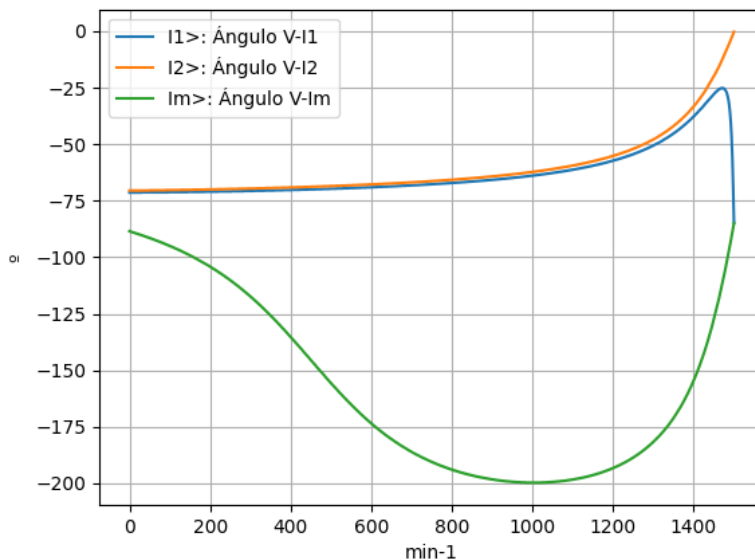
Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 1350 min⁻¹
- La corriente I1l de línea descende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f cerca de 525 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 450 min⁻¹

Fig. 3-5-280. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-70.5	-71.4	-88.5
75	-70.4	-71.3	-93.2
150	-70.2	-71.1	-99.2
225	-69.9	-70.9	-107.0
300	-69.6	-70.7	-117.3
375	-69.3	-70.4	-130.4
450	-68.8	-70.0	-145.5
525	-68.4	-69.6	-160.5
600	-67.8	-69.1	-173.5
675	-67.1	-68.4	-183.4
750	-66.3	-67.7	-190.5
825	-65.4	-66.8	-195.3
900	-64.3	-65.8	-198.3
975	-62.8	-64.4	-199.6
1050	-61.0	-62.7	-199.4
1125	-58.6	-60.5	-197.5
1200	-55.2	-57.3	-193.3
1275	-50.1	-52.6	-185.5
1350	-42.0	-45.3	-171.1
1425	-27.4	-33.0	-142.7
1500	-0.3	-84.8	-85.0

MOTOR 280 M34 AAA. ÁNGULOS DE CORRIENTES & VELOCIDAD

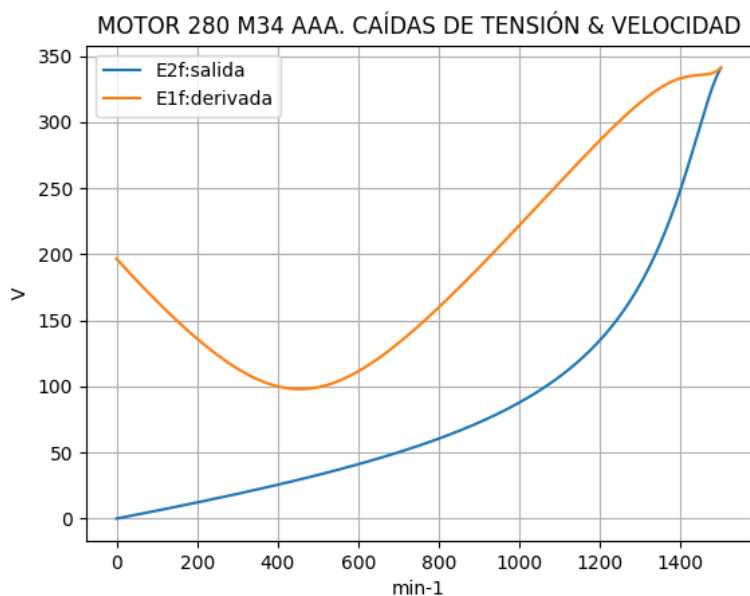


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 1425 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 975 min⁻¹

Fig. 3-6-280. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	196.6
75	4.5	172.2
150	9.1	149.7
225	13.8	129.8
300	18.7	113.5
375	23.8	102.3
450	29.2	98.0
525	35.0	101.3
600	41.1	111.4
675	47.8	126.8
750	55.1	145.8
825	63.4	167.2
900	72.8	190.0
975	83.7	213.8
1050	96.9	238.2
1125	113.5	262.5
1200	135.0	286.3
1275	164.9	308.2
1350	208.6	325.9
1425	273.4	334.8
1500	341.0	341.0

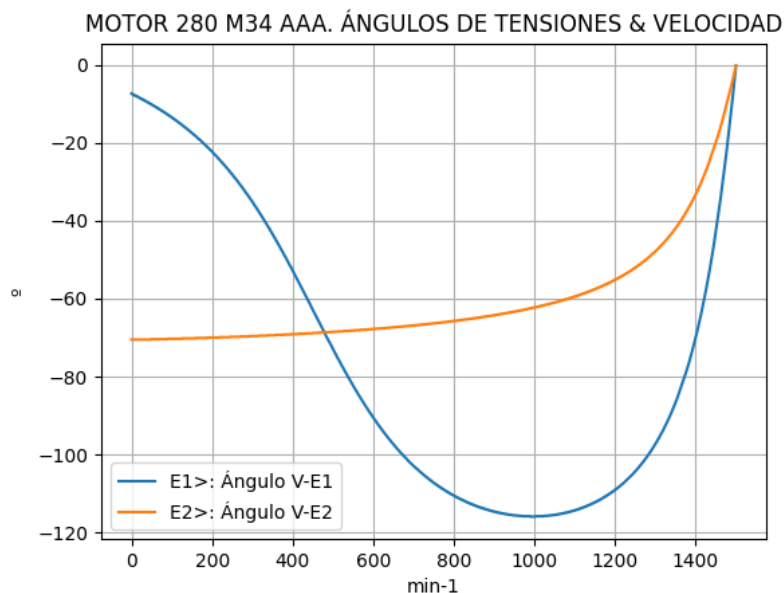


Observaciones:

- La tensión $E1f = V1 - I1f \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 450 min^{-1} y luego crece
- La tensión $E2f = E1f - I2f \cdot Z2$ crece regularmente, con cambio de pendiente sobre las 800 min^{-1}

Fig. 3-7-280. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-7.4
75	-70.4	-11.8
150	-70.2	-17.5
225	-69.9	-25.1
300	-69.6	-35.2
375	-69.3	-48.0
450	-68.8	-62.9
525	-68.4	-77.7
600	-67.8	-90.5
675	-67.1	-100.3
750	-66.3	-107.2
825	-65.4	-111.8
900	-64.3	-114.6
975	-62.8	-115.8
1050	-61.0	-115.5
1125	-58.6	-113.4
1200	-55.2	-109.0
1275	-50.1	-101.1
1350	-42.0	-86.6
1425	-27.4	-58.1
1500	-0.3	-0.3

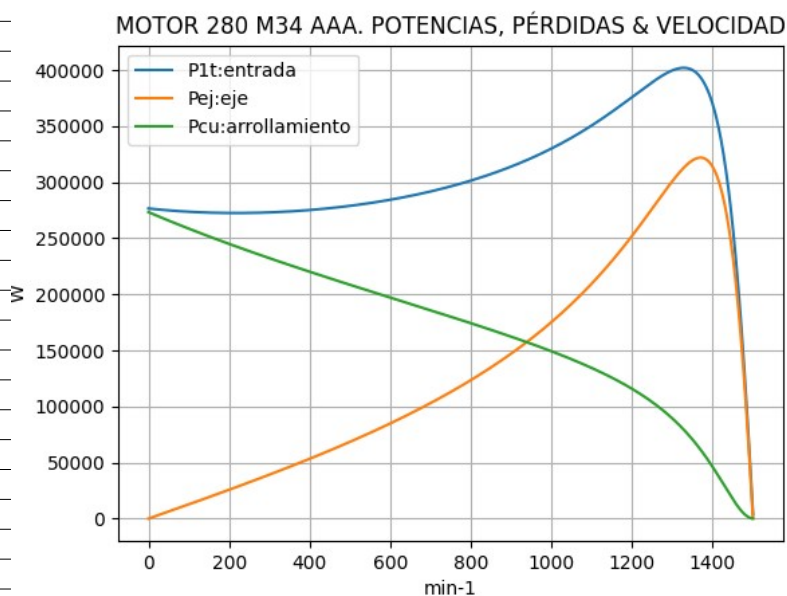


Observaciones:

- El ángulo $V-E1$ es negativo y se maximiza cerca de 975 min^{-1}
- El ángulo $V-E2$ es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 3-8-280. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	276508	0	273228
75	274150	9522	262082
150	272826	19169	251604
225	272460	29024	241677
300	273007	39174	232200
375	274446	49714	223083
450	276781	60754	214242
525	280045	72420	205599
600	284299	84864	197072
675	289640	98276	188578
750	296208	112898	180021
825	304196	129043	171284
900	313863	147124	162211
975	325543	167692	152583
1050	339631	191470	142064
1125	356467	219346	130100
1200	375843	252094	115709
1275	394978	288842	97029
1350	399927	319446	70516
1425	329064	287874	31800
1500	3824	0	189

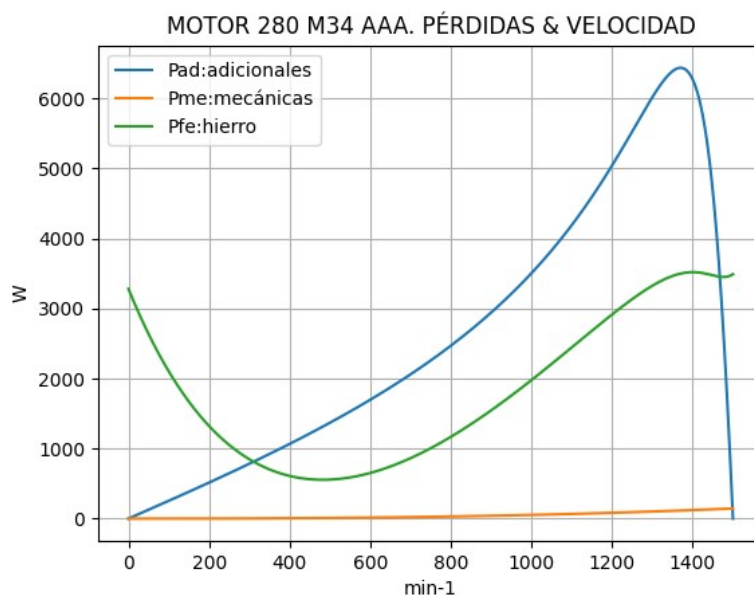


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ crece hasta cerca de 1350 min^{-1} y luego cae regularmente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 1350 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 3-9-280. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	3280
75	190	0	2355
150	383	0	1669
225	580	1	1178
300	783	3	847
375	994	5	650
450	1215	7	563
525	1448	10	568
600	1697	15	652
675	1966	20	801
750	2258	26	1005
825	2581	32	1256
900	2942	40	1545
975	3354	49	1866
1050	3829	59	2209
1125	4387	70	2564
1200	5042	83	2915
1275	5777	96	3235
1350	6389	111	3465
1425	5757	127	3506
1500	0	144	3490

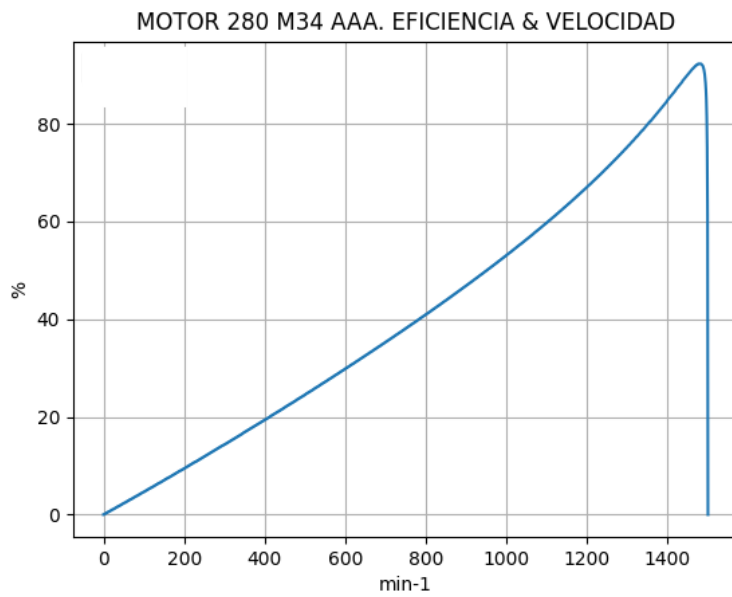


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 1350 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 450 min^{-1} y se maximizan cerca de 1425 min^{-1}

Fig. 3-10-280. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min}^{-1})$	Eff (%)
0	0.0
75	3.5
150	7.0
225	10.7
300	14.3
375	18.1
450	22.0
525	25.9
600	29.9
675	33.9
750	38.1
825	42.4
900	46.9
975	51.5
1050	56.4
1125	61.5
1200	67.1
1275	73.1
1350	79.9
1425	87.5
1500	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 1425 min^{-1} y luego decrece regularmente, con mayor pendiente

Fig. 3-11-280. Curva de eficiencia

3-25. Motor asincrónico trifásico 315 C4. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	315 C4	110.0	380	T	50	4	1485	91.6	0.84	216.0	5.68	2.1	2.5	B 44		Normal

Tabla 3-1-315C. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.026	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	15.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.036	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	24.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	79.3	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	1500.0	-	-	4800	-	68.0	0.11
Arranque	-	-	380	0.0	1485.4	-	-	-	1226.9	-
Carga 75%	-	-	383	1490.0	530.0	91.2	90600	82655	166.0	0.82
Carga 50%	-	-	388	1490.0	353.4	90.1	61200	55114	122.0	0.75
Temperat. carcasa	-	56.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3-2-315C. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.182	0.504	0.027	0.252	inf	inf	0.155	0.252	0.0	0.0	-
Nominal1	1485	2.447	1.810	0.027	0.905	inf	inf	0.024	0.905	0.0	0.0	-
Vacío	1500	1.063	9.609	0.027	0.912	1.004	8.705	0.000	0.912	39.3	68.0	-83.9
Nominal2	1485	2.557	1.651	0.027	0.905	1.004	8.155	0.029	-0.110	40.1	69.3	-99.4

Tabla 3-3-315C. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.0, Cad = 2.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	1485.4	0.0	274783	0	0	0	0	274783	0.0	-	209.7	-11.7	709.2	-70.1	709.2	1226.9	-70.1
Nominal1	1485	707.7	96.0	114428	110000	1100	911	0	2416	299.0	-36.5	322.5	-16.0	124.9	-36.5	124.9	216.0	-36.5
Vacío	1500	0.0	0.0	4963	0	0	187	4648	127	344.3	-0.5	344.3	-0.5	0.1	-0.5	39.3	68.0	-83.7
Nominal2	1485	707.7	91.9	119638	110000	2200	182	4835	2420	325.9	-14.2	329.2	-16.4	114.9	-14.2	124.9	216.0	-32.9

Tabla 3-4-315C. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.0, Cad = 2.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.170	0.494	0.027	0.252	1.004	5.301	0.155	0.252	37.9	65.5	-90.8
1	75	0.172	0.511	0.027	0.285	1.004	5.471	0.148	0.234	34.0	58.8	-93.6
2	150	0.175	0.528	0.027	0.318	1.004	5.642	0.142	0.215	30.6	52.9	-96.7
3	225	0.177	0.544	0.027	0.351	1.004	5.812	0.136	0.197	27.5	47.6	-100.0
4	300	0.180	0.560	0.027	0.384	1.004	5.982	0.129	0.179	24.8	42.9	-103.6
5	375	0.183	0.576	0.027	0.417	1.004	6.152	0.123	0.160	22.5	38.8	-107.5
6	450	0.187	0.592	0.027	0.450	1.004	6.322	0.116	0.142	20.4	35.3	-111.7
7	525	0.190	0.608	0.027	0.483	1.004	6.493	0.110	0.124	18.6	32.2	-116.4
8	600	0.195	0.623	0.027	0.516	1.004	6.663	0.104	0.106	17.2	29.7	-121.4
9	675	0.200	0.639	0.027	0.549	1.004	6.833	0.097	0.087	16.0	27.6	-126.7
10	750	0.205	0.654	0.027	0.582	1.004	7.003	0.091	0.069	15.0	26.0	-132.3
11	825	0.212	0.669	0.027	0.615	1.004	7.173	0.085	0.051	14.4	24.9	-138.0
12	900	0.221	0.685	0.027	0.648	1.004	7.344	0.078	0.032	14.0	24.3	-143.5
13	975	0.231	0.700	0.027	0.681	1.004	7.514	0.072	0.014	13.9	24.1	-148.7
14	1050	0.245	0.716	0.027	0.714	1.004	7.684	0.066	-0.004	14.1	24.4	-153.2
15	1125	0.264	0.731	0.027	0.747	1.004	7.854	0.059	-0.023	14.7	25.4	-156.6
16	1200	0.293	0.748	0.027	0.780	1.004	8.024	0.053	-0.041	15.6	27.1	-158.4
17	1275	0.340	0.765	0.027	0.813	1.004	8.194	0.046	-0.059	17.4	30.0	-157.7
18	1350	0.433	0.788	0.027	0.846	1.004	8.365	0.040	-0.078	20.5	35.5	-152.5
19	1425	0.707	0.837	0.027	0.879	1.004	8.535	0.034	-0.096	27.5	47.5	-136.7
20	1500	1.063	9.609	0.027	0.912	1.004	8.705	0.027	-0.114	39.3	68.0	-83.9

Tabla 3-5-315C. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	1411.9	0.0	269651	0	0	0	4322	265329	0.0	-	204.4	-11.5	691.4	-70.0	726.9	1257.6	-71.0
1	75	1324.8	4.1	256663	10405	208	0	3483	242567	5.3	-70.3	189.2	-14.0	673.3	-70.3	704.6	1219.0	-71.4
2	150	1271.4	8.1	245067	19972	399	1	2814	221881	10.3	-70.6	175.2	-16.8	656.2	-70.6	683.8	1183.0	-71.7
3	225	1223.6	12.3	234703	28830	577	2	2280	203015	15.3	-70.8	162.3	-19.8	640.1	-70.8	664.3	1149.2	-72.0
4	300	1180.8	16.5	225445	37095	742	3	1855	185750	20.2	-71.0	150.5	-23.1	624.9	-71.0	646.0	1117.5	-72.2
5	375	1142.6	20.7	217194	44872	897	6	1518	169901	25.0	-71.2	140.0	-26.7	610.5	-71.2	628.7	1087.7	-72.4
6	450	1109.0	24.9	209876	52261	1045	9	1253	155308	29.8	-71.3	130.6	-30.8	596.7	-71.3	612.4	1059.4	-72.5
7	525	1079.7	29.2	203442	59362	1187	14	1046	141833	34.6	-71.3	122.4	-35.2	583.5	-71.3	596.9	1032.6	-72.6
8	600	1054.8	33.5	197865	66277	1326	19	887	129356	39.5	-71.4	115.6	-40.0	570.9	-71.4	582.1	1007.0	-72.7
9	675	1034.4	37.9	193147	73121	1462	25	768	117771	44.5	-71.3	110.3	-45.1	558.7	-71.3	567.9	982.5	-72.6
10	750	1018.9	42.3	189323	80025	1601	33	682	106983	49.8	-71.2	106.4	-50.5	546.9	-71.2	554.3	959.0	-72.6
11	825	1008.8	46.7	186472	87158	1743	42	624	96904	55.4	-71.0	104.3	-55.9	535.3	-71.0	541.1	936.1	-72.4
12	900	1005.2	51.3	184733	94741	1895	52	592	87453	61.5	-70.7	103.9	-61.3	523.9	-70.7	528.2	913.8	-72.1
13	975	1009.7	55.9	184344	103089	2062	64	584	78546	68.4	-70.2	105.5	-66.3	512.4	-70.2	515.4	891.6	-71.7
14	1050	1024.8	60.7	185701	112679	2254	77	600	70991	76.6	-69.5	109.4	-70.6	500.6	-69.5	502.4	869.1	-71.1
15	1125	1054.9	65.6	189476	124283	2486	91	647	61969	86.7	-68.4	116.1	-73.9	488.0	-68.4	488.7	845.4	-70.1
16	1200	1108.0	70.7	196856	139233	2785	107	737	53994	100.1	-66.7	126.6	-75.5	473.5	-66.7	473.3	818.8	-68.6
17	1275	1198.0	76.2	209976	159955	3199	125	908	45789	119.7	-63.9	143.4	-74.7	454.7	-63.9	453.8	785.1	-66.1
18	1350	1347.9	82.1	232137	190559	3811	144	1271	36353	153.0	-58.4	173.1	-69.4	423.9	-58.4	422.9	731.6	-61.2
19	1425	1516.0	88.6	255271	226232	4525	164	2274	22076	222.1	-45.3	236.1	-53.4	346.6	-45.3	347.0	600.3	-49.8
20	1500	0.0	0.0	4963	0	0	187	4648	127	344.3	-0.5	344.3	-0.5	0.1	-0.5	39.3	68.0	-83.7

Tabla 3-6-315C. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	899	1005.2	51.2	184748	94635	1893	52	592	87575	61.4	-70.7	103.9	-61.2	524.1	-70.7	528.4	914.1	-72.1
Máximo	1427	1516.2	88.8	255140	226578	4532	165	2321	21545	224.9	-44.7	238.7	-52.6	342.8	-44.7	343.3	593.9	-49.3

Tabla 3-7-315C . Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	1474.0	1075.6	92.6	179378.0	166031.0	3321.0	179.0	3916.0	5933.0	307.8	-22.6	313.9	-26.2	183.6	-22.6	188.9	326.9	-33.6
125 %	1480.3	887.0	92.7	148408.2	137500.6	2750.1	181.0	4163.6	3813.3	319.5	-18.0	324.2	-20.8	146.5	-18.0	153.5	265.6	-32.0
100 %	1485.2	707.3	92.4	119093.5	109999.7	2199.8	182.2	4338.9	2372.2	327.9	-14.1	331.4	-16.2	114.3	-14.1	123.1	213.1	-32.0
75 %	1489.4	529.0	91.5	90157.0	82500.0	1650.2	183.4	4467.6	1355.2	334.1	-10.4	336.6	-12.1	84.2	-10.4	95.6	165.3	-34.2
50 %	1493.2	351.7	89.4	61514.8	55000.3	1099.9	185.0	4559.5	670.9	338.8	-7.0	340.4	-8.1	55.4	-7.0	70.7	122.4	-40.3
25 %	1496.7	175.5	82.8	33127.4	27500.3	550.4	186.0	4618.7	273.0	342.1	-3.7	342.9	-4.3	27.5	-3.7	50.3	86.9	-54.8
Eff máx	1479.0	929.6	92.7	155374.0	143973.0	2879.0	180.0	4114.0	4227.0	317.2	-19.0	322.2	-22.0	154.5	-19.0	161.1	278.7	-32.2

Tabla 3-8-315C . Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	1485.4	0.0	-	0.0	1226.9	-
Valores calculados		0.0	1411.9	0.0	269651.0	0.0	1257.6	-71.0
Diferencias (%)		-	4.9	-	-	-	-2.5	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	1768.4	-	-	-	-	-
Valores calculados		1427.0	1516.2	88.8	255140.0	226578.0	593.9	-49.3
Diferencias (%)		-	14.3	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		1485.0	707.4	91.6	119278.7	110000.0	216.0	-32.9
Valores calculados		1485.2	707.3	92.4	119093.5	109999.7	213.1	-32.0
Diferencias (%)		-0.0	0.0	-0.9	0.2	0.0	1.3	2.6
75% carga								
Valores ingresados		1490.0	530.0	91.2	90600.0	82655.0	166.0	-34.9
Valores calculados		1489.4	529.0	91.5	90157.0	82500.0	165.3	-34.2
Diferencias (%)		0.0	0.2	-0.3	0.5	0.2	0.4	2.1

Tabla 3-9-315C . Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	$n_x(\min-1)$	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
50% carga							
Valores ingresados	1490.0	353.4	90.1	61200.0	55114.0	122.0	-41.4
Valores calculados	1493.2	351.7	89.4	61514.8	55000.3	122.4	-40.3
Diferencias (%)	-0.2	0.5	0.8	-0.5	0.2	-0.3	2.7
Vacío							
Valores ingresados	1500.0	0.0	0.0	4800.0	0.0	68.0	-83.7
Valores calculados	1500.0	0.0	0.0	4963.0	0.0	68.0	-83.7
Diferencias (%)	-	-	-	-3.4	-	0.0	-0.0

Tabla 3-9-315C . Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	495.0	Paso de bobinas en ran 12/14/16-12/14		Corriente por kW (A/kW)	1.96
Altura corona estator (mm)	52.5	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	3.4
Diámetro interior estator (mm)	310.0	Factor de arrollamiento	0.957	Corriente barra rotor (A)	496.6
Altura corona rotor (mm)	44.2	Espiras por bobina (prom)	13.3	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	2.7
Diámetro eje rotor (mm)	120.0	Espiras por bobina (real)	16/16/8	Corriente anillo rotor (A)	1896.9
Longitud paquete de chapas (mm)	340.0	Número de alambres 1	6	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	1.9
Número ranuras estator	60.0	Diámetro alambre 1 (mm)	1.4	Flujo por polo (wb)	0.0469
Sección ranura estator (mm2)	377.5	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.89
Número ranuras rotor	48.0	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.46
Sección ranura rotor (mm2)	184.9	Conexión bobinado (vías)	4	Dens. flujo corona rotor (T)	0.99
Espesor anillo rotor (mm)	20.0	Peso total cobre (kg)	58.5	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.004
Sección anillo rotor(mm2)	1016.0	Relleno ranura(%)	39.1	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	2612719
Longitud entrehierro (mm)	1.0				

Tabla 3-10-315C . Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0106	0.1526	0.3926	3.2108	0.0606	0.1526	0.0106	0.5482	0.3926	4.9394	0.0113	-0.0666	0.0106	0.5524	0.3926	5.2726	0.0	0.5524

Tabla 3-11-315C . Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	22.8	1.9	50.2	25.1
Eff. Máx	25.3	1.6	36.1	37.1

Tabla 3-12-315C . Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

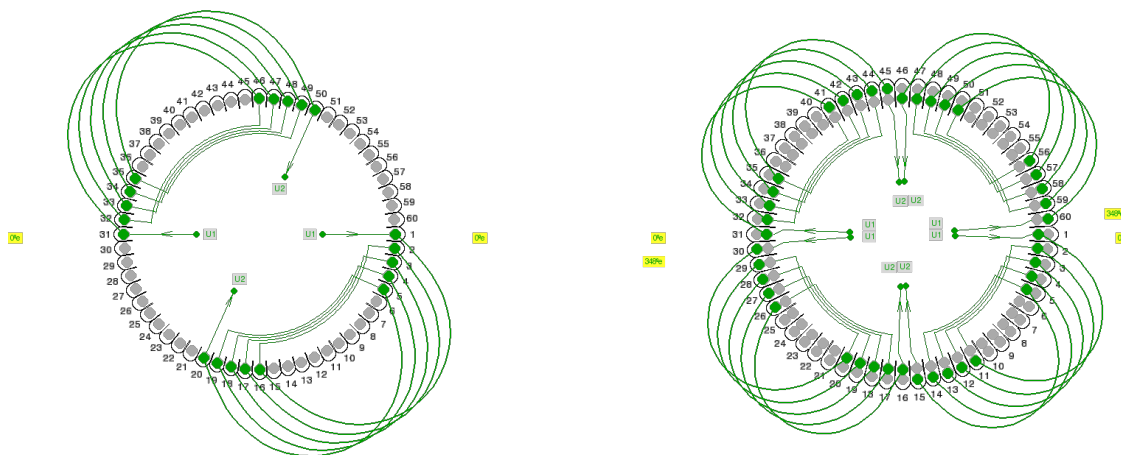
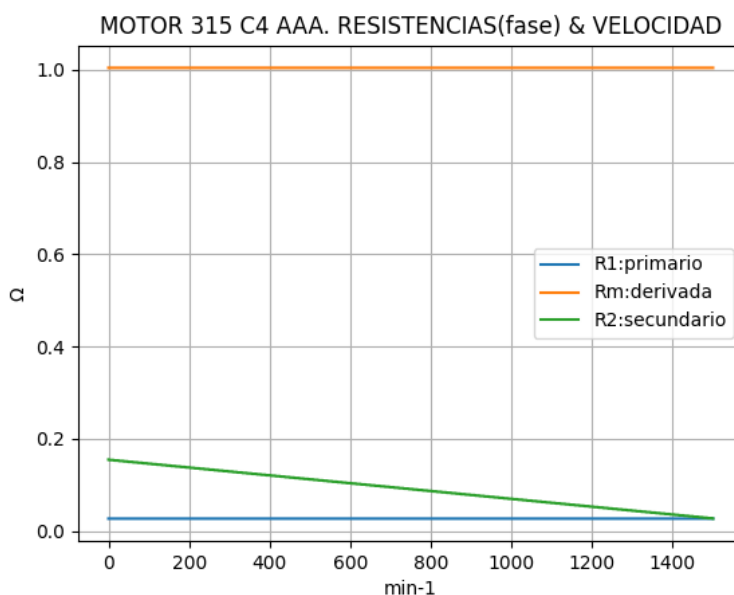


Fig. 3-1-315C . Esquema de arrollamiento de 60 ranuras, 4 polos, paso 1-16, 2 vías, $k_a = 0.957$

Fig. 3-2-315C . Esquema de arrollamiento de 60 ranuras, 4 polos, paso 1-11, 4 vías, $k_a = 0.829$

3-26. Motor asincrónico trifásico 315 C4. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	0.170	0.027	1.004	0.155
75	0.172	0.027	1.004	0.148
150	0.175	0.027	1.004	0.142
225	0.177	0.027	1.004	0.136
300	0.180	0.027	1.004	0.129
375	0.183	0.027	1.004	0.123
450	0.187	0.027	1.004	0.116
525	0.190	0.027	1.004	0.110
600	0.195	0.027	1.004	0.104
675	0.200	0.027	1.004	0.097
750	0.205	0.027	1.004	0.091
825	0.212	0.027	1.004	0.085
900	0.221	0.027	1.004	0.078
975	0.231	0.027	1.004	0.072
1050	0.245	0.027	1.004	0.066
1125	0.264	0.027	1.004	0.059
1200	0.293	0.027	1.004	0.053
1275	0.340	0.027	1.004	0.046
1350	0.433	0.027	1.004	0.040
1425	0.707	0.027	1.004	0.034
1500	1.063	0.027	1.004	0.027

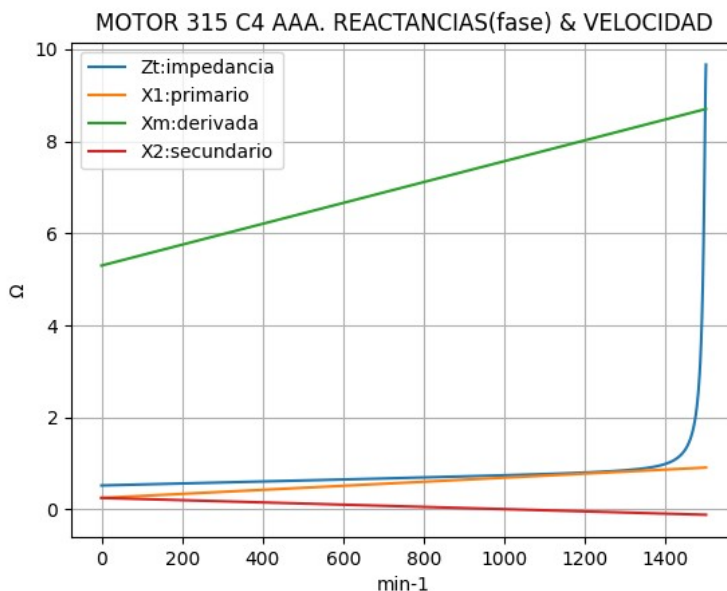


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) decrece con la velocidad

Fig. 3-3-315C . Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	0.523	0.494	0.252	5.301	0.252
75	0.539	0.511	0.285	5.471	0.234
150	0.556	0.528	0.318	5.642	0.215
225	0.572	0.544	0.351	5.812	0.197
300	0.588	0.560	0.384	5.982	0.179
375	0.604	0.576	0.417	6.152	0.160
450	0.621	0.592	0.450	6.322	0.142
525	0.637	0.608	0.483	6.493	0.124
600	0.653	0.623	0.516	6.663	0.106
675	0.669	0.639	0.549	6.833	0.087
750	0.686	0.654	0.582	7.003	0.069
825	0.702	0.669	0.615	7.173	0.051
900	0.719	0.685	0.648	7.344	0.032
975	0.737	0.700	0.681	7.514	0.014
1050	0.756	0.716	0.714	7.684	-0.004
1125	0.778	0.731	0.747	7.854	-0.023
1200	0.803	0.748	0.780	8.024	-0.041
1275	0.837	0.765	0.813	8.194	-0.059
1350	0.899	0.788	0.846	8.365	-0.078
1425	1.095	0.837	0.879	8.535	-0.096
1500	9.668	9.609	0.912	8.705	-0.114

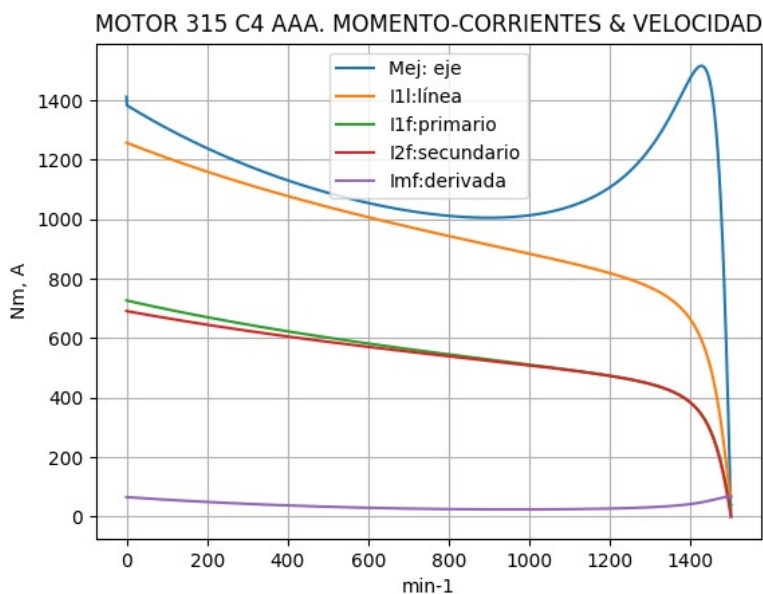


Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) es decreciente y positiva hasta cerca de 975 min⁻¹ y luego es negativa

Fig. 3-4-315C . Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	1411.9	691.4	726.9	1257.6	37.9
75	1324.8	673.3	704.6	1219.0	34.0
150	1271.4	656.2	683.8	1183.0	30.6
225	1223.6	640.1	664.3	1149.2	27.5
300	1180.8	624.9	646.0	1117.5	24.8
375	1142.6	610.5	628.7	1087.7	22.5
450	1109.0	596.7	612.4	1059.4	20.4
525	1079.7	583.5	596.9	1032.6	18.6
600	1054.8	570.9	582.1	1007.0	17.2
675	1034.4	558.7	567.9	982.5	16.0
750	1018.9	546.9	554.3	959.0	15.0
825	1008.8	535.3	541.1	936.1	14.4
900	1005.2	523.9	528.2	913.8	14.0
975	1009.7	512.4	515.4	891.6	13.9
1050	1024.8	500.6	502.4	869.1	14.1
1125	1054.9	488.0	488.7	845.4	14.7
1200	1108.0	473.5	473.3	818.8	15.6
1275	1198.0	454.7	453.8	785.1	17.4
1350	1347.9	423.9	422.9	731.6	20.5
1425	1516.0	346.6	347.0	600.3	27.5
1500	0.0	0.1	39.3	68.0	39.3

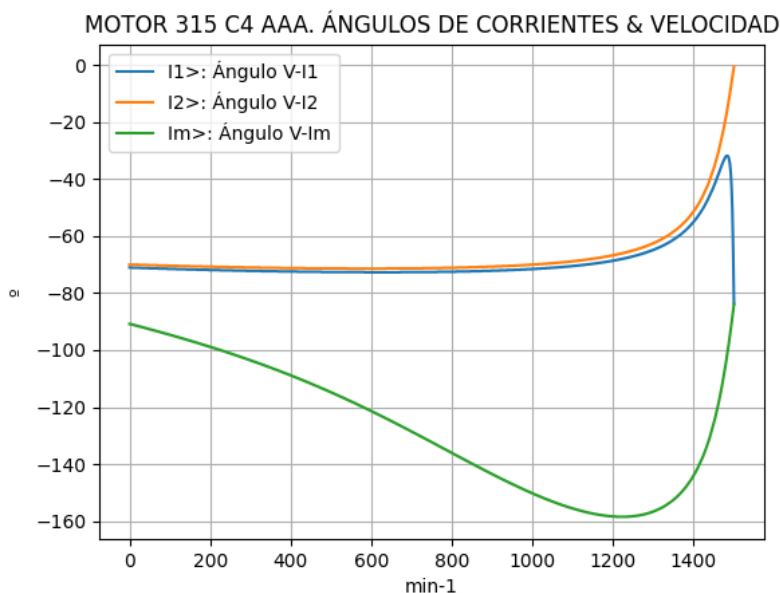


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 900 min⁻¹ y el máximo cerca de 1425 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria, con cambio de pendiente cerca de 1300 min⁻¹
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f cerca de 1200 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 975 min⁻¹

Fig. 3-5-315C . Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-70.0	-71.0	-90.8
75	-70.3	-71.4	-93.6
150	-70.6	-71.7	-96.7
225	-70.8	-72.0	-100.0
300	-71.0	-72.2	-103.6
375	-71.2	-72.4	-107.5
450	-71.3	-72.5	-111.7
525	-71.3	-72.6	-116.4
600	-71.4	-72.7	-121.4
675	-71.3	-72.6	-126.7
750	-71.2	-72.6	-132.3
825	-71.0	-72.4	-138.0
900	-70.7	-72.1	-143.5
975	-70.2	-71.7	-148.7
1050	-69.5	-71.1	-153.2
1125	-68.4	-70.1	-156.6
1200	-66.7	-68.6	-158.4
1275	-63.9	-66.1	-157.7
1350	-58.4	-61.2	-152.5
1425	-45.3	-49.8	-136.7
1500	-0.5	-83.7	-83.9

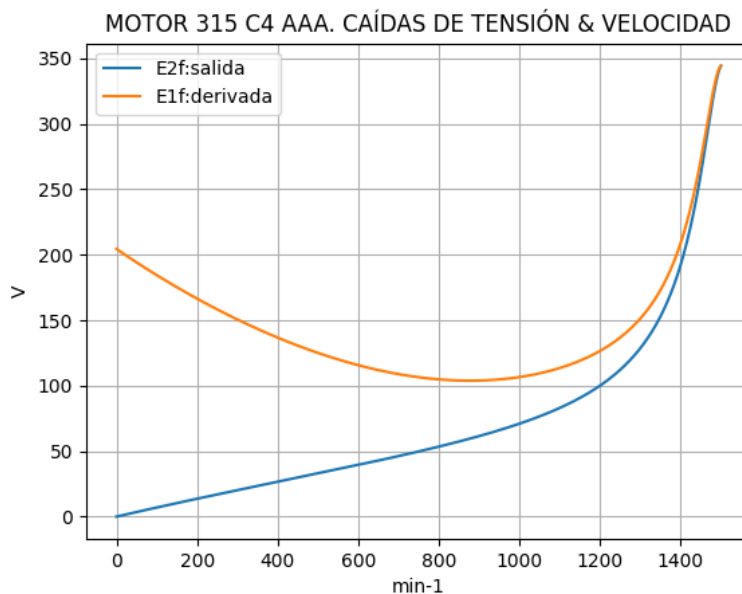


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 1425 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 1200 min⁻¹

Fig. 3-6-315C . Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	204.4
75	5.3	189.2
150	10.3	175.2
225	15.3	162.3
300	20.2	150.5
375	25.0	140.0
450	29.8	130.6
525	34.6	122.4
600	39.5	115.6
675	44.5	110.3
750	49.8	106.4
825	55.4	104.3
900	61.5	103.9
975	68.4	105.5
1050	76.6	109.4
1125	86.7	116.1
1200	100.1	126.6
1275	119.7	143.4
1350	153.0	173.1
1425	222.1	236.1
1500	344.3	344.3

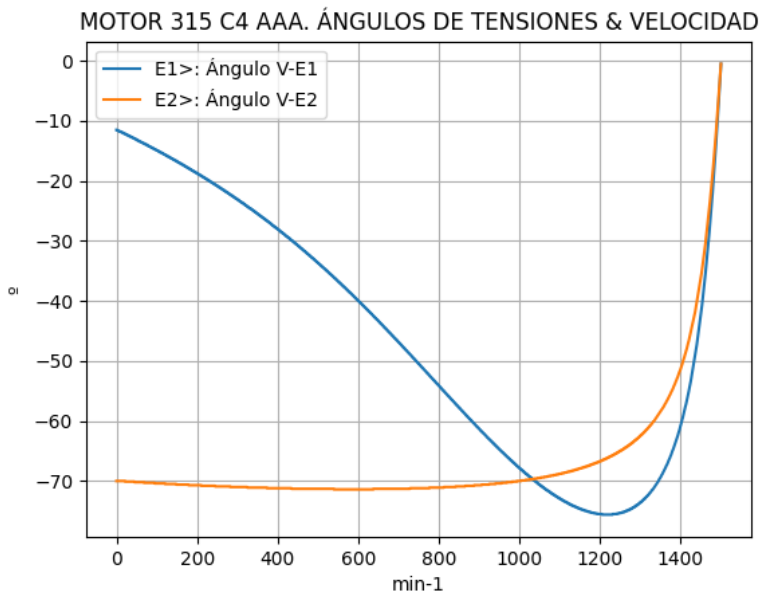


Observaciones:

- La tensión $E1f = V1 - I1f \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 900 min^{-1} y luego crece pronunciadamente
- La tensión $E2f = E1f - I2f \cdot Z2$ crece regularmente, con cambio de pendiente cerca de 1200 min^{-1}

Fig. 3-7-315C . Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-11.5
75	-70.3	-14.0
150	-70.6	-16.8
225	-70.8	-19.8
300	-71.0	-23.1
375	-71.2	-26.7
450	-71.3	-30.8
525	-71.3	-35.2
600	-71.4	-40.0
675	-71.3	-45.1
750	-71.2	-50.5
825	-71.0	-55.9
900	-70.7	-61.3
975	-70.2	-66.3
1050	-69.5	-70.6
1125	-68.4	-73.9
1200	-66.7	-75.5
1275	-63.9	-74.7
1350	-58.4	-69.4
1425	-45.3	-53.4
1500	-0.5	-0.5

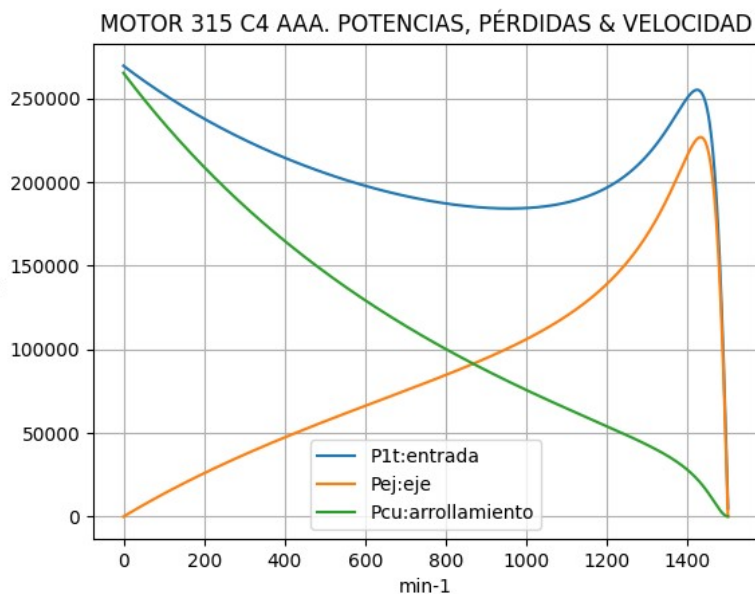


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 1200 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 3-8-315C . Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	269651	0	265329
75	256663	10405	242567
150	245067	19972	221881
225	234703	28830	203015
300	225445	37095	185750
375	217194	44872	169901
450	209876	52261	155308
525	203442	59362	141833
600	197865	66277	129356
675	193147	73121	117771
750	189323	80025	106983
825	186472	87158	96904
900	184733	94741	87453
975	184344	103089	78546
1050	185701	112679	70091
1125	189476	124283	61969
1200	196856	139233	53994
1275	209976	159955	45789
1350	232137	190559	36353
1425	255271	226232	22076
1500	4963	0	127

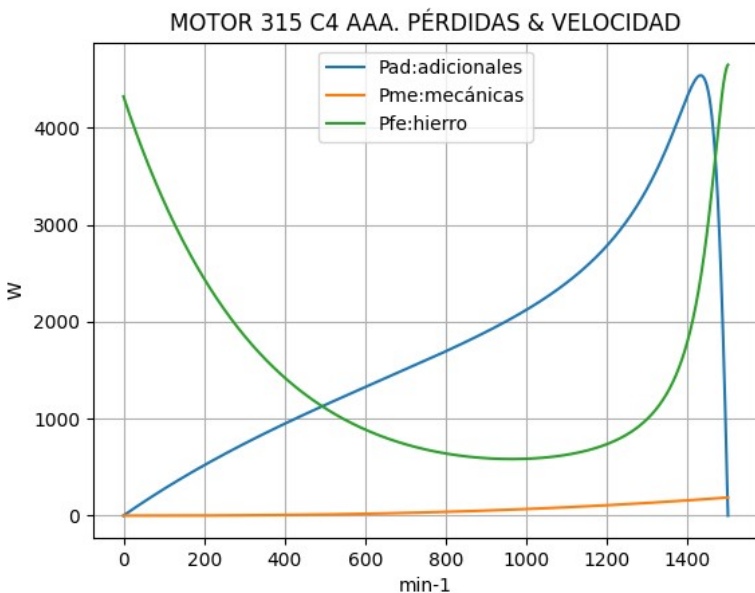


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ presenta una depresión cerca de 975 min^{-1} y luego un máximo cerca de 1425 min^{-1}
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 1425 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 3-9-315C . Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	4322
75	208	0	3483
150	399	1	2814
225	577	2	2280
300	742	3	1855
375	897	6	1518
450	1045	9	1253
525	1187	14	1046
600	1326	19	887
675	1462	25	768
750	1601	33	682
825	1743	42	624
900	1895	52	592
975	2062	64	584
1050	2254	77	600
1125	2486	91	647
1200	2785	107	737
1275	3199	125	908
1350	3811	144	1271
1425	4525	164	2274
1500	0	187	4648

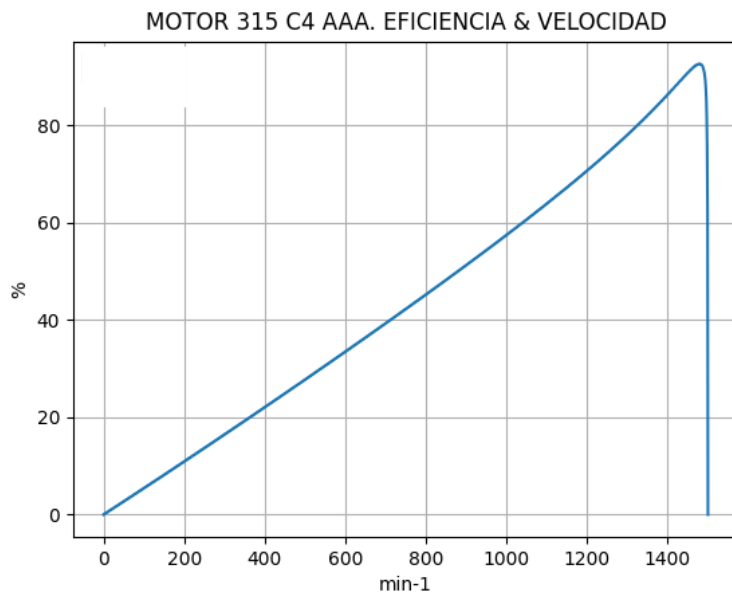


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 1425 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 975 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 3-10-315C . Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff (%)
0	0.0
75	4.1
150	8.1
225	12.3
300	16.5
375	20.7
450	24.9
525	29.2
600	33.5
675	37.9
750	42.3
825	46.7
900	51.3
975	55.9
1050	60.7
1125	65.6
1200	70.7
1275	76.2
1350	82.1
1425	88.6
1500	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 1425 min^{-1} y luego decrece con mayor pendiente

Fig. 3-11-315C . Curva de eficiencia

3-27. Motor asincrónico trifásico 315 M14. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	315 M14	132.0	380	T	50	4	1485	91.9	0.85	261.0	5.34	1.96	2.5	B	44	Motor normal

Tabla 3-1-315M. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.022	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	18.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.029	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	21.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	82.3	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	1500.0	-	-	4400	-	76.3	0.09
Arranque	-	-	380	0.0	1663.7	-	-	-	1393.7	-
Carga 75%	-	-	382	1490.0	636.4	92.2	107640	99249	197.0	0.83
Carga 50%	-	-	388	1495.0	422.8	92.7	71400	66158	142.0	0.75
Temperat. carcasa	-	50.5	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3-2-315M. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.157	0.445	0.023	0.222	inf	inf	0.134	0.222	0.0	0.0	-
Nominal1	1485	2.007	1.522	0.023	0.761	inf	inf	0.020	0.761	0.0	0.0	-
Vacío	1500	0.775	8.581	0.023	0.766	0.723	7.820	0.000	0.766	44.1	76.3	-85.1
Nominal2	1485	2.141	1.327	0.023	0.761	0.723	7.242	0.023	-0.104	45.5	78.6	-101.1

Tabla 3-3-315M. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 5.0, Cad = 3.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	1663.7	0.0	305268	0	0	0	0	305268	0.0	-	209.3	-11.7	805.6	-70.6	805.6	1393.7	-70.6
Nominal1	1485	849.3	96.0	137048	132000	1320	832	0	2896	296.4	-37.2	320.7	-16.2	150.9	-37.2	150.9	261.0	-37.2
Vacío	1500	0.0	0.0	4561	0	0	213	4216	132	346.3	-0.4	346.3	-0.3	0.2	-0.4	44.1	76.3	-84.8
Nominal2	1485	849.3	91.9	143565	132000	3960	208	4481	2916	321.0	-14.3	330.8	-16.8	141.4	-14.3	150.9	261.0	-31.8

Tabla 3-4-315M. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 5.0, Cad = 3.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.146	0.437	0.023	0.222	0.723	4.727	0.134	0.222	42.7	73.8	-92.8
1	75	0.148	0.449	0.023	0.250	0.723	4.882	0.129	0.206	38.4	66.4	-95.5
2	150	0.150	0.461	0.023	0.277	0.723	5.036	0.123	0.189	34.5	59.8	-98.4
3	225	0.152	0.474	0.023	0.304	0.723	5.191	0.117	0.173	31.1	53.8	-101.7
4	300	0.155	0.486	0.023	0.331	0.723	5.346	0.112	0.156	28.1	48.6	-105.2
5	375	0.157	0.497	0.023	0.358	0.723	5.500	0.106	0.140	25.4	44.0	-109.1
6	450	0.160	0.509	0.023	0.386	0.723	5.655	0.100	0.123	23.1	39.9	-113.3
7	525	0.163	0.521	0.023	0.413	0.723	5.810	0.095	0.107	21.1	36.5	-118.0
8	600	0.167	0.532	0.023	0.440	0.723	5.964	0.089	0.091	19.4	33.6	-123.1
9	675	0.171	0.544	0.023	0.467	0.723	6.119	0.084	0.074	18.0	31.2	-128.6
10	750	0.175	0.555	0.023	0.494	0.723	6.274	0.078	0.058	17.0	29.4	-134.3
11	825	0.181	0.566	0.023	0.522	0.723	6.428	0.072	0.041	16.3	28.1	-140.2
12	900	0.188	0.577	0.023	0.549	0.723	6.583	0.067	0.025	15.8	27.4	-146.0
13	975	0.196	0.588	0.023	0.576	0.723	6.738	0.061	0.008	15.7	27.2	-151.3
14	1050	0.207	0.600	0.023	0.603	0.723	6.892	0.056	-0.008	16.0	27.6	-156.0
15	1125	0.223	0.611	0.023	0.630	0.723	7.047	0.050	-0.025	16.6	28.7	-159.6
16	1200	0.246	0.623	0.023	0.658	0.723	7.202	0.044	-0.041	17.7	30.6	-161.6
17	1275	0.283	0.636	0.023	0.685	0.723	7.356	0.039	-0.058	19.6	33.9	-161.0
18	1350	0.358	0.652	0.023	0.712	0.723	7.511	0.033	-0.074	23.0	39.9	-155.9
19	1425	0.578	0.688	0.023	0.739	0.723	7.666	0.027	-0.091	30.6	53.0	-139.9
20	1500	0.775	8.581	0.023	0.766	0.723	7.820	0.022	-0.107	44.1	76.3	-85.1

Tabla 3-5-315M. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	1582.1	0.0	298572	0	0	0	3951	294621	0.0	-	204.1	-11.5	785.6	-70.4	825.2	1427.7	-71.5
1	75	1482.4	4.1	286739	11643	349	0	3195	271552	5.2	-70.6	189.4	-13.9	768.5	-70.6	803.5	1390.0	-71.8
2	150	1433.9	8.2	276093	22523	676	1	2587	250306	10.3	-70.8	175.7	-16.6	752.3	-70.8	783.1	1354.7	-72.0
3	225	1390.1	12.3	266516	32754	983	2	2100	230677	15.3	-71.0	163.1	-19.6	736.9	-71.0	763.8	1321.4	-72.2
4	300	1350.8	16.5	257913	42436	1273	4	1711	212489	20.2	-71.1	151.5	-22.9	722.2	-71.1	745.7	1290.0	-72.3
5	375	1315.7	20.6	250213	51667	1550	7	1400	195590	25.1	-71.2	141.0	-26.5	708.2	-71.2	728.4	1260.2	-72.5
6	450	1284.7	24.9	243369	60540	1816	11	1155	179847	29.9	-71.3	131.6	-30.6	694.8	-71.3	712.1	1231.9	-72.6
7	525	1257.9	29.1	237353	69155	2075	15	964	165145	34.8	-71.3	123.4	-35.1	681.8	-71.3	696.4	1204.8	-72.6
8	600	1235.3	33.4	232162	77614	2328	22	816	151382	39.8	-71.3	116.5	-40.0	669.3	-71.3	681.5	1178.9	-72.6
9	675	1217.2	37.8	227820	86037	2581	29	706	138467	45.0	-71.3	111.1	-45.3	657.1	-71.3	667.1	1154.0	-72.6
10	750	1204.1	42.1	224385	94568	2837	38	626	126316	50.3	-71.1	107.3	-50.9	645.2	-71.1	653.1	1129.8	-72.5
11	825	1196.7	46.6	221965	103391	3102	48	574	114851	56.1	-70.9	105.2	-56.6	633.5	-70.9	639.5	1106.3	-72.3
12	900	1196.4	51.1	220739	112756	3383	60	544	103996	62.3	-70.6	104.9	-62.2	621.9	-70.6	626.0	1083.1	-72.0
13	975	1204.9	55.7	220995	123021	3691	73	538	93673	69.3	-70.1	106.7	-67.5	610.0	-70.1	612.6	1059.8	-71.6
14	1050	1225.4	60.4	223208	134736	4042	87	554	83789	77.4	-69.4	110.8	-72.0	597.7	-69.4	598.8	1036.0	-70.9
15	1125	1263.0	65.2	228180	148795	4464	104	597	74220	87.5	-68.3	117.6	-75.5	584.3	-68.3	584.2	1010.6	-70.0
16	1200	1327.0	70.3	237323	166754	5003	122	680	64765	100.8	-66.7	128.1	-77.3	568.7	-66.7	567.4	981.7	-68.5
17	1275	1434.2	75.6	253217	191495	5745	142	832	55003	120.1	-64.0	144.8	-76.6	547.9	-64.0	545.9	944.4	-66.0
18	1350	1613.5	81.4	280053	228102	6843	164	1152	43792	152.7	-58.7	173.9	-71.4	513.3	-58.7	510.9	883.9	-61.3
19	1425	1827.8	88.0	310073	272761	8183	188	2035	26907	221.0	-45.8	235.8	-55.2	424.0	-45.8	423.0	731.7	-50.0
20	1500	0.0	0.0	4561	0	0	213	4216	132	346.3	-0.3	346.3	-0.3	0.2	-0.4	44.1	76.3	-84.8

Tabla 3-6-315M. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	867	1195.6	49.1	221116	108549	3256	54	554	108702	59.5	-70.7	104.8	-59.8	627.0	-70.7	631.9	1093.3	-72.1
Máximo	1429	1829.4	88.3	309919	273767	8213	189	2119	25631	226.6	-44.7	240.9	-53.8	415.0	-44.7	414.2	716.5	-49.0

Tabla 3-7-315M. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	1475.0	1297.0	92.3	217080.0	200330.0	6010.0	205.0	3564.0	6973.0	310.2	-22.5	316.3	-26.6	222.0	-22.5	226.5	391.8	-32.8
125 %	1481.2	1063.8	92.5	178363.6	164999.6	4950.1	207.0	3790.5	4416.2	322.1	-17.7	326.7	-20.9	176.1	-17.7	182.5	315.7	-31.0
100 %	1485.9	848.4	92.4	142852.3	132000.5	3960.4	208.0	3944.4	2739.1	330.3	-13.8	333.7	-16.3	137.5	-13.8	145.9	252.5	-30.8
75 %	1489.9	634.5	91.8	107791.3	99000.2	2970.2	210.0	4058.8	1552.2	336.3	-10.2	338.9	-12.0	101.3	-10.2	112.5	194.6	-32.8
50 %	1493.5	422.0	90.3	73089.5	65999.9	1980.0	211.0	4139.2	759.3	340.9	-6.8	342.5	-8.0	66.7	-6.8	82.3	142.4	-38.9
25 %	1496.8	210.5	85.2	38688.7	33000.3	990.1	212.0	4190.9	295.5	344.2	-3.6	344.9	-4.1	33.1	-3.6	57.2	99.1	-53.7
Eff máx	1482.0	1029.1	92.5	172627.0	159704.0	4791.0	207.0	3818.0	4106.0	323.6	-17.1	328.0	-20.2	169.7	-17.1	176.4	305.1	-30.8

Tabla 3-8-315M. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	1663.7	0.0	-	0.0	1393.7	-
Valores calculados		0.0	1582.1	0.0	298572.0	0.0	1427.7	-71.5
Diferencias (%)		-	4.9	-	-	-	-2.4	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	2122.1	-	-	-	-	-
Valores calculados		1429.0	1829.4	88.3	309919.0	273767.0	716.5	-49.0
Diferencias (%)		-	13.8	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		1485.0	848.8	91.9	145844.2	132000.0	261.0	-31.8
Valores calculados		1485.9	848.4	92.4	142852.3	132000.5	252.5	-30.8
Diferencias (%)		-0.1	0.0	-0.5	2.1	-0.0	3.3	3.1
75% carga								
Valores ingresados		1490.0	636.4	92.2	107640.0	99249.0	197.0	-33.9
Valores calculados		1489.9	634.5	91.8	107791.3	99000.2	194.6	-32.8
Diferencias (%)		0.0	0.3	0.4	-0.1	0.3	1.2	3.3

Tabla 3-9-315M. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	1495.0	422.8	92.7	71400.0	66158.0	142.0	-41.4
Valores calculados	1493.5	422.0	90.3	73089.5	65999.9	142.4	-38.9
Diferencias (%)	0.1	0.2	2.6	-2.4	0.2	-0.3	6.1
Vacío							
Valores ingresados	1500.0	0.0	0.0	4400.0	0.0	76.3	-84.8
Valores calculados	1500.0	0.0	0.0	4561.0	0.0	76.3	-84.8
Diferencias (%)	-	-	-	-3.7	-	0.0	0.1

Tabla 3-9-315M. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	495.0	Paso de bobinas en ranuras	12/14/16-12/14	Corriente por kW (A/kW)	1.98
Altura corona estator (mm)	52.5	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	3.5
Diámetro interior estator (mm)	310.0	Factor de arrollamiento	0.957	Corriente barra rotor (A)	631.7
Altura corona rotor (mm)	44.2	Espiras por bobina (prom)	14.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	3.4
Diámetro eje rotor (mm)	120.0	Espiras por bobina (real)	14/14/14-14/14	Corriente anillo rotor (A)	2412.9
Longitud paquete de chapas (mm)	390.0	Número de alambres 1	7	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	2.4
Número ranuras estator	60.0	Diámetro alambre 1 (mm)	1.4	Flujo por polo (wb)	0.0449
Sección ranura estator (mm2)	377.5	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.74
Número ranuras rotor	48.0	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.22
Sección ranura rotor (mm2)	184.9	Conexión bobinado (vías)	4	Dens. flujo corona rotor (T)	0.82
Espesor anillo rotor (mm)	20.0	Peso total cobre (kg)	69.5	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.003
Sección anillo rotor(mm2)	1016.0	Relleno ranura(%)	40.0	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	3086157
Longitud entrehierro (mm)	1.0				

Tabla 3-10-315M. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0107	0.1673	0.3377	3.5622	0.0626	0.1673	0.0107	0.5735	0.3377	5.4574	0.0107	-0.0784	0.0107	0.5772	0.3377	5.893	0.0	0.5772

Tabla 3-11-315M. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	34.2	1.8	38.7	25.2
Eff. Máx	37.1	1.6	29.5	31.8

Tabla 3-12-315M. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

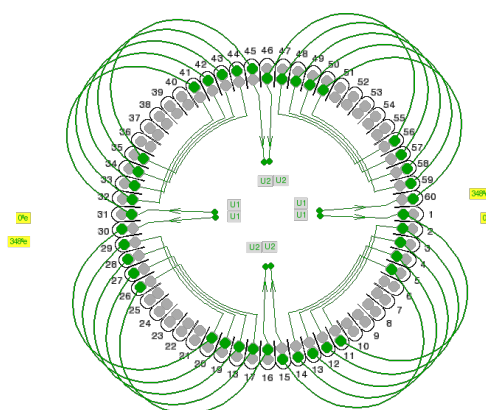
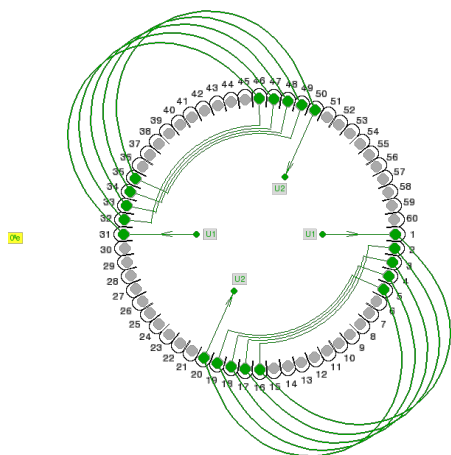
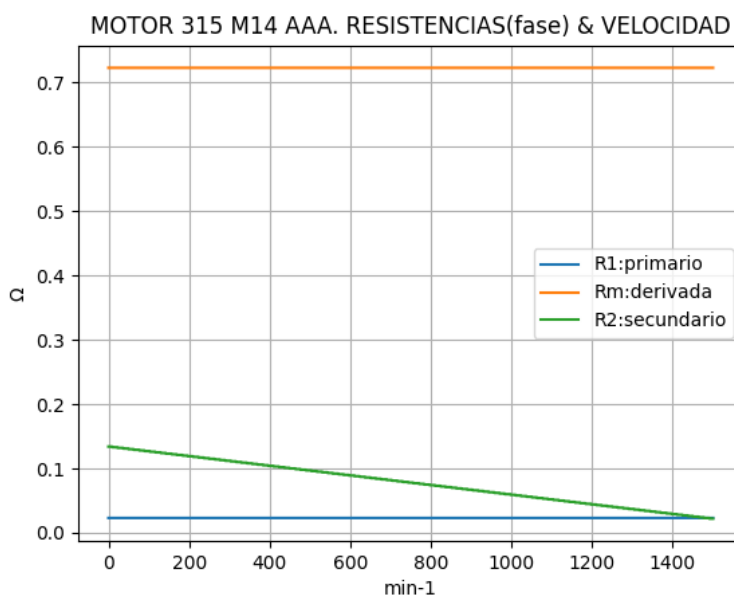


Fig. 3-1-315M. Esquema de arrollamiento de 60 ranuras, 4 polos, paso 1-16, 2 vías, ka = 0.957

Fig. 3-2-315M. Esquema de arrollamiento de 60 ranuras, 4 polos, paso 1-11, 4 vía, ka = 0.829

3-28. Motor asincrónico trifásico 315 M14. Curvas características

$n_x(\text{min-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	0.146	0.023	0.723	0.134
75	0.148	0.023	0.723	0.129
150	0.150	0.023	0.723	0.123
225	0.152	0.023	0.723	0.117
300	0.155	0.023	0.723	0.112
375	0.157	0.023	0.723	0.106
450	0.160	0.023	0.723	0.100
525	0.163	0.023	0.723	0.095
600	0.167	0.023	0.723	0.089
675	0.171	0.023	0.723	0.084
750	0.175	0.023	0.723	0.078
825	0.181	0.023	0.723	0.072
900	0.188	0.023	0.723	0.067
975	0.196	0.023	0.723	0.061
1050	0.207	0.023	0.723	0.056
1125	0.223	0.023	0.723	0.050
1200	0.246	0.023	0.723	0.044
1275	0.283	0.023	0.723	0.039
1350	0.358	0.023	0.723	0.033
1425	0.578	0.023	0.723	0.027
1500	0.775	0.023	0.723	0.022

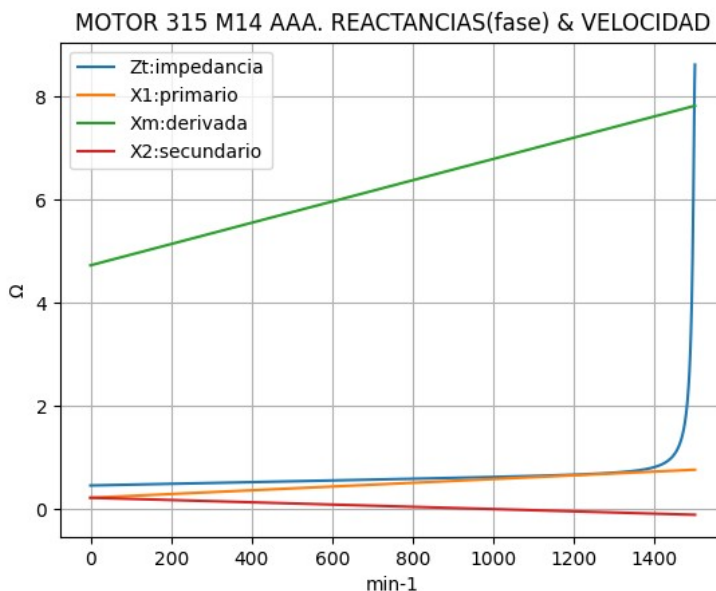


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 3-3-315M. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	0.460	0.437	0.222	4.727	0.222
75	0.473	0.449	0.250	4.882	0.206
150	0.485	0.461	0.277	5.036	0.189
225	0.497	0.474	0.304	5.191	0.173
300	0.510	0.486	0.331	5.346	0.156
375	0.522	0.497	0.358	5.500	0.140
450	0.534	0.509	0.386	5.655	0.123
525	0.546	0.521	0.413	5.810	0.107
600	0.558	0.532	0.440	5.964	0.091
675	0.570	0.544	0.467	6.119	0.074
750	0.582	0.555	0.494	6.274	0.058
825	0.594	0.566	0.522	6.428	0.041
900	0.607	0.577	0.549	6.583	0.025
975	0.620	0.588	0.576	6.738	0.008
1050	0.635	0.600	0.603	6.892	-0.008
1125	0.651	0.611	0.630	7.047	-0.025
1200	0.670	0.623	0.658	7.202	-0.041
1275	0.696	0.636	0.685	7.356	-0.058
1350	0.744	0.652	0.712	7.511	-0.074
1425	0.898	0.688	0.739	7.666	-0.091
1500	8.616	8.581	0.766	7.820	-0.107



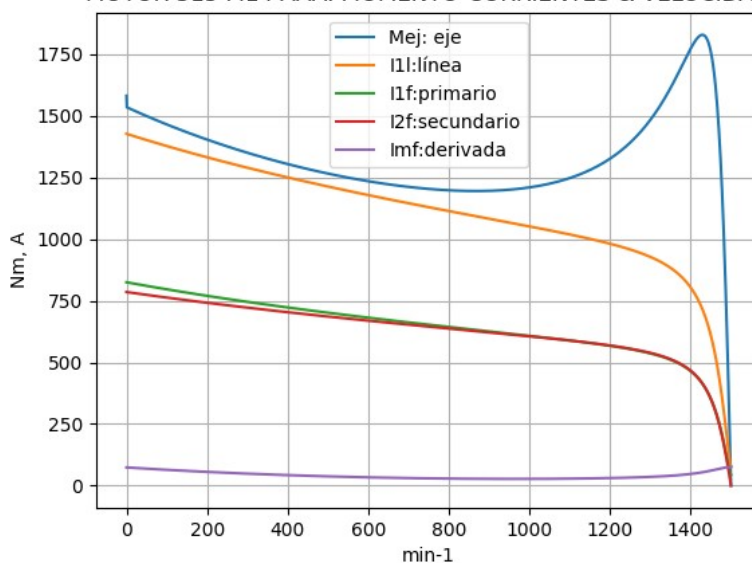
Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ es positiva y decreciente hasta cerca de 1050 min^{-1} y luego es negativa

Fig. 3-4-315M. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	1582.1	785.6	825.2	1427.7	42.7
75	1482.4	768.5	803.5	1390.0	38.4
150	1433.9	752.3	783.1	1354.7	34.5
225	1390.1	736.9	763.8	1321.4	31.1
300	1350.8	722.2	745.7	1290.0	28.1
375	1315.7	708.2	728.4	1260.2	25.4
450	1284.7	694.8	712.1	1231.9	23.1
525	1257.9	681.8	696.4	1204.8	21.1
600	1235.3	669.3	681.5	1178.9	19.4
675	1217.2	657.1	667.1	1154.0	18.0
750	1204.1	645.2	653.1	1129.8	17.0
825	1196.7	633.5	639.5	1106.3	16.3
900	1196.4	621.9	626.0	1083.1	15.8
975	1204.9	610.0	612.6	1059.8	15.7
1050	1225.4	597.7	598.8	1036.0	16.0
1125	1263.0	584.3	584.2	1010.6	16.6
1200	1327.0	568.7	567.4	981.7	17.7
1275	1434.2	547.9	545.9	944.4	19.6
1350	1613.5	513.3	510.9	883.9	23.0
1425	1827.8	424.0	423.0	731.7	30.6
1500	0.0	0.2	44.1	76.3	44.1

MOTOR 315 M14 AAA. MOMENTO-CORRIENTES & VELOCIDAD



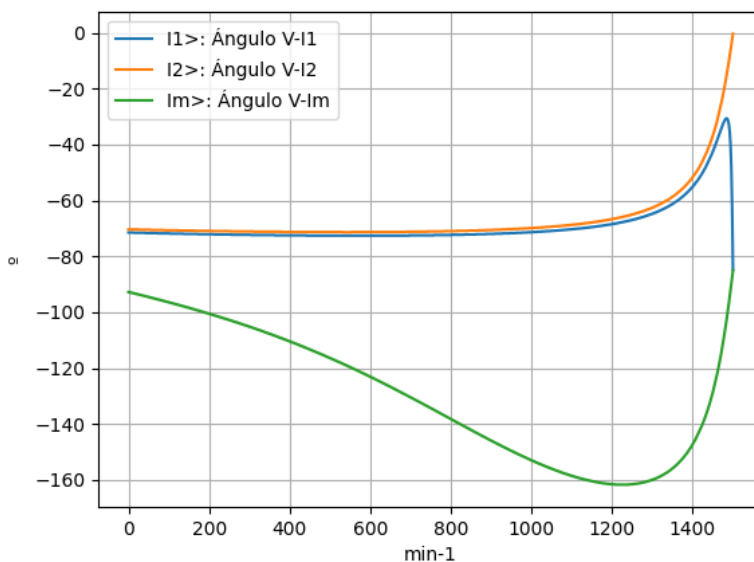
Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 900 min⁻¹ y el máximo cerca de 1425 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera ligeramente a I1 a partir de aproximadamente 1125 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 975 min⁻¹

Fig. 3-5-315M. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-70.4	-71.5	-92.8
75	-70.6	-71.8	-95.5
150	-70.8	-72.0	-98.4
225	-71.0	-72.2	-101.7
300	-71.1	-72.3	-105.2
375	-71.2	-72.5	-109.1
450	-71.3	-72.6	-113.3
525	-71.3	-72.6	-118.0
600	-71.3	-72.6	-123.1
675	-71.3	-72.6	-128.6
750	-71.1	-72.5	-134.3
825	-70.9	-72.3	-140.2
900	-70.6	-72.0	-146.0
975	-70.1	-71.6	-151.3
1050	-69.4	-70.9	-156.0
1125	-68.3	-70.0	-159.6
1200	-66.7	-68.5	-161.6
1275	-64.0	-66.0	-161.0
1350	-58.7	-61.3	-155.9
1425	-45.8	-50.0	-139.9
1500	-0.4	-84.8	-85.1

MOTOR 315 M14 AAA. ÁNGULOS DE CORRIENTES & VELOCIDAD

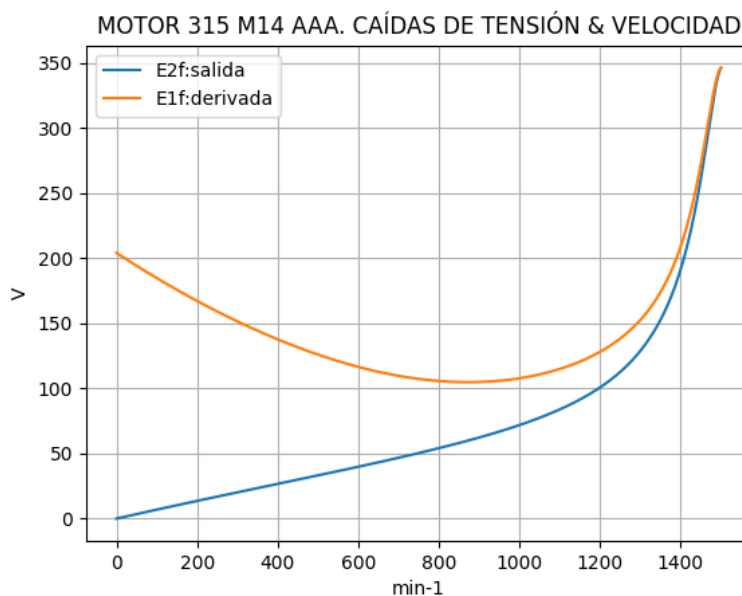


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 1425 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 1200 min⁻¹

Fig. 3-6-315M. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	204.1
75	5.2	189.4
150	10.3	175.7
225	15.3	163.1
300	20.2	151.5
375	25.1	141.0
450	29.9	131.6
525	34.8	123.4
600	39.8	116.5
675	45.0	111.1
750	50.3	107.3
825	56.1	105.2
900	62.3	104.9
975	69.3	106.7
1050	77.4	110.8
1125	87.5	117.6
1200	100.8	128.1
1275	120.1	144.8
1350	152.7	173.9
1425	221.0	235.8
1500	346.3	346.3

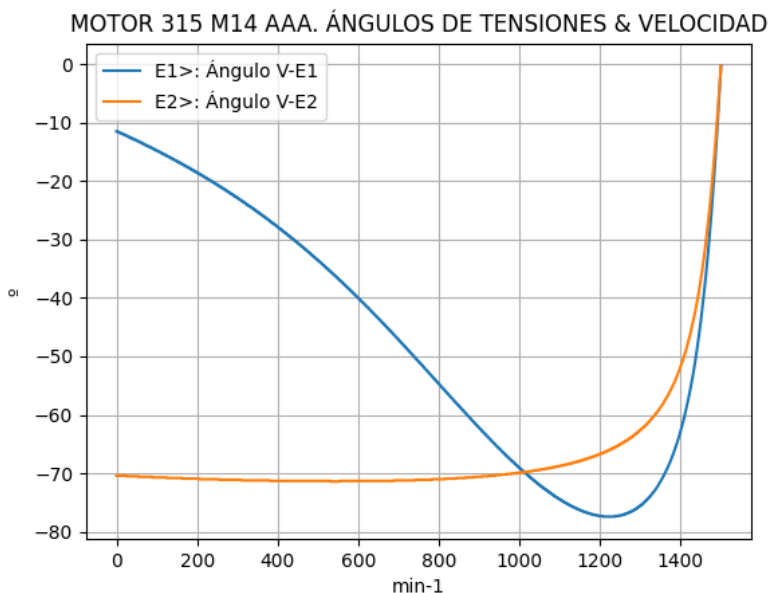


Observaciones:

- La tensión $E1f = V1 - I1f \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 900 min^{-1} y luego crece
- La tensión $E2f = E1f - I2f \cdot Z2$ crece regularmente, con cambio de pendiente

Fig. 3-7-315M. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-11.5
75	-70.6	-13.9
150	-70.8	-16.6
225	-71.0	-19.6
300	-71.1	-22.9
375	-71.2	-26.5
450	-71.3	-30.6
525	-71.3	-35.1
600	-71.3	-40.0
675	-71.3	-45.3
750	-71.1	-50.9
825	-70.9	-56.6
900	-70.6	-62.2
975	-70.1	-67.5
1050	-69.4	-72.0
1125	-68.3	-75.5
1200	-66.7	-77.3
1275	-64.0	-76.6
1350	-58.7	-71.4
1425	-45.8	-55.2
1500	-0.3	-0.3

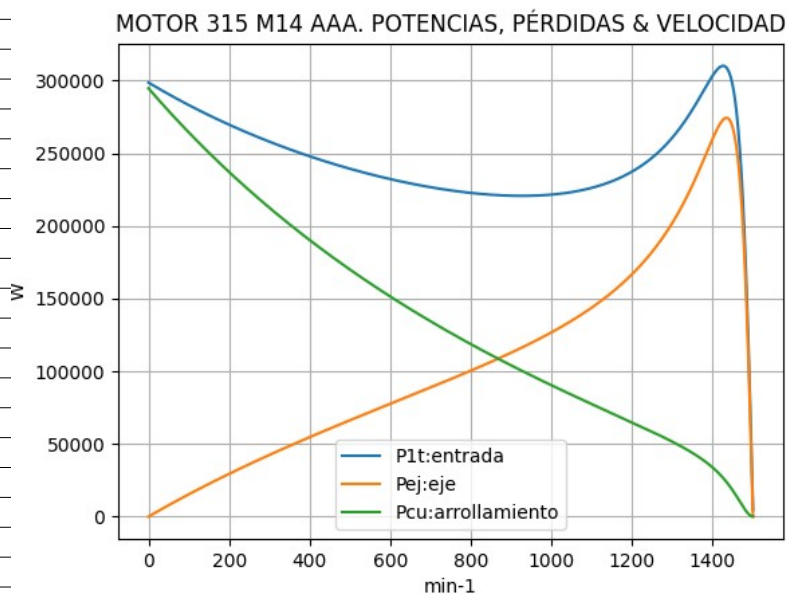


Observaciones:

- El ángulo $V-E1$ es negativo y se maximiza cerca de 1200 min^{-1}
- El ángulo $V-E2$ es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 3-8-315M. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	298572	0	294621
75	286739	11643	271552
150	276093	22523	250306
225	266516	32754	230677
300	257913	42436	212489
375	250213	51667	195590
450	243369	60540	179847
525	237353	69155	165145
600	232162	77614	151382
675	227820	86037	138467
750	224385	94568	126316
825	221965	103391	114851
900	220739	112756	103996
975	220995	123021	93673
1050	223208	134736	83789
1125	228180	148795	74220
1200	237323	166754	64765
1275	253217	191495	55003
1350	280053	228102	43792
1425	310073	272761	26907
1500	4561	0	132

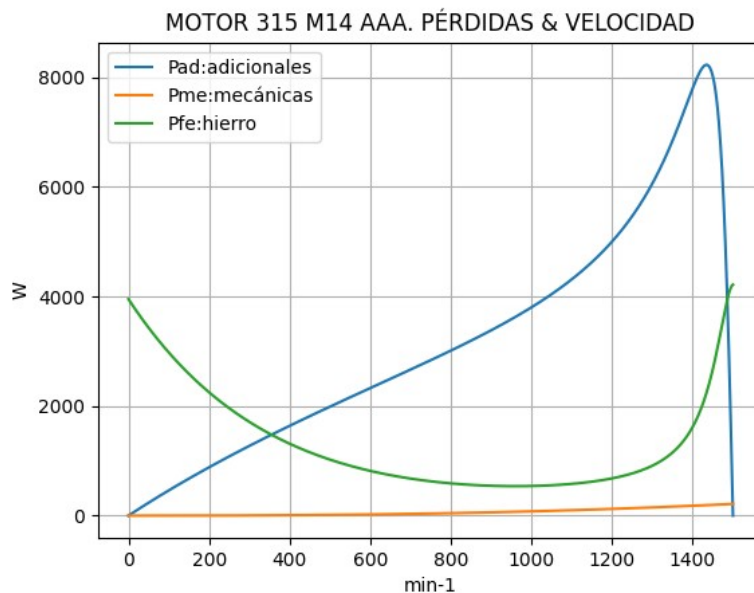


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ desciende hasta cerca de 975 min^{-1} , y llega a un máximo cerca de 1425 min^{-1}
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 1425 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 3-9-315M. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	3951
75	349	0	3195
150	676	1	2587
225	983	2	2100
300	1273	4	1711
375	1550	7	1400
450	1816	11	1155
525	2075	15	964
600	2328	22	816
675	2581	29	706
750	2837	38	626
825	3102	48	574
900	3383	60	544
975	3691	73	538
1050	4042	87	554
1125	4464	104	597
1200	5003	122	680
1275	5745	142	832
1350	6843	164	1152
1425	8183	188	2035
1500	0	213	4216

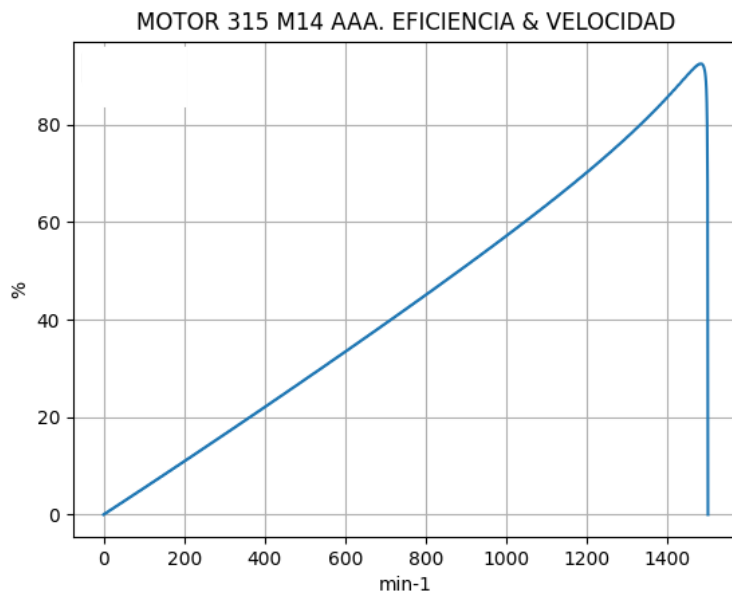


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 1425 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 975 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 3-10-315M. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff (%)
0	0.0
75	4.1
150	8.2
225	12.3
300	16.5
375	20.6
450	24.9
525	29.1
600	33.4
675	37.8
750	42.1
825	46.6
900	51.1
975	55.7
1050	60.4
1125	65.2
1200	70.3
1275	75.6
1350	81.4
1425	88.0
1500	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 1425 min^{-1} y luego decrece, con cambio de pendiente

Fig. 3-11-315M. Curva de eficiencia

3-29. Motores de 4 polos. Valores comparativos

Tipo	Akw (A/KW)	Amm2 (A/mm ²)	Amm2br (A/mm ²)	Amm2ar (A/mm ²)	Flujo (Wb)	Teh (T)	Tce (T)	Tcr (T)	TW (K/W)	Heh (A/m)
71 B4	3.16	9.3	5.3	2.7	0.0011	0.66	1.15	0.72	0.157	438058
80 B4	2.83	8.9	5.8	3.0	0.0019	0.64	1.12	0.70	0.120	406960
90 L4	2.43	7.4	5.2	3.2	0.0029	0.63	1.19	0.70	0.089	263468
100 L24	2.27	7.6	5.8	4.0	0.0042	0.70	1.33	0.79	0.084	395973
112 M4	2.34	7.5	5.9	4.5	0.0046	0.80	1.44	0.90	0.047	477305
132 M24	2.10	6.4	5.3	2.6	0.0103	0.82	1.44	0.83	0.031	399516
160 L4	2.13	5.6	3.8	2.2	0.0145	0.82	1.40	1.02	0.021	801569
180 L14	2.14	4.3	3.1	1.7	0.0148	0.71	1.46	0.95	0.014	1594717
200 L24	1.95	4.9	3.5	2.0	0.0171	0.74	1.43	0.97	0.013	956310
225 M4	1.97	5.4	4.2	2.5	0.0205	0.72	1.24	0.85	0.008	1448804
250 M4	2.00	4.1	3.0	3.0	0.0222	0.82	1.30	0.88	0.008	2866744
280 M34	1.88	4.5	3.0	3.0	0.0361	0.81	1.27	0.87	0.005	2603640
315 C4	1.96	3.4	2.7	1.9	0.0469	0.89	1.46	0.99	0.004	2612719
315 M14	1.98	3.5	3.4	2.4	0.0449	0.74	1.22	0.82	0.003	3086157
Promedio	2.22	...	...	...	...	0.75	1.32	0.86	...	...
Variación	Decrece	Decrece	Decrece	Variable	Crece	Variable	Variable	Variable	Decrece	Variable

Observaciones:

Con el aumento de tamaño y potencia,

- se resaltan los valores máximos y mínimos de cada columna,
- se indica la variación aproximada de las exigencias en cada columna

Tabla 3-1-4P. Exigencias constructivas de motores de 4 polos, 380 V, 50 Hz, 25 °C

Tipo	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
71 B4	0.1828	0.1291	0.2273	0.6918	0.0594	0.1291	0.1828	0.5988	0.2273	1.1561	0.0364	-0.6912	0.1828	0.6201	0.2273	1.1868	0.0263	0.6201
80 B4	0.1351	0.1268	0.1506	0.9601	0.0828	0.1268	0.1351	0.5604	0.1506	1.4861	0.0499	-0.4590	0.1351	0.5832	0.1506	1.5667	0.0381	0.5832
90 L4	0.0939	0.1298	0.2809	1.7674	0.0652	0.1298	0.0939	0.6036	0.2809	2.8922	0.0525	-0.3844	0.0939	0.6303	0.2809	3.2065	0.0356	0.6303
100 L24	0.0806	0.1387	0.1572	1.6753	0.0927	0.1387	0.0806	0.5117	0.1572	2.5451	0.0528	-0.1917	0.0806	0.5300	0.1572	2.7237	0.0393	0.5300
112 M4	0.0688	0.1228	0.1597	1.3942	0.0560	0.1228	0.0688	0.5570	0.1597	2.2034	0.0373	-0.3989	0.0688	0.5736	0.1597	2.3003	0.0356	0.5736
132 M24	0.0424	0.1161	0.3305	2.5842	0.0479	0.1161	0.0424	0.5374	0.3305	4.1746	0.0372	-0.0730	0.0424	0.5519	0.3305	4.5364	0.0000	0.5519
160 L4	0.0289	0.0924	0.1725	1.6880	0.0500	0.0924	0.0289	0.5434	0.1725	2.5380	0.0185	-0.3475	0.0289	0.5510	0.1725	2.5965	0.0000	0.5510
180 L14	0.0234	0.1033	0.2249	1.8694	0.0597	0.1033	0.0234	0.5410	0.2249	2.7179	0.0188	-0.2719	0.0234	0.5483	0.2249	2.8204	0.0000	0.5483
200 L24	0.0234	0.1373	0.5635	3.5264	0.0524	0.1373	0.0234	0.5631	0.5635	5.5800	0.0222	-0.1334	0.0234	0.5717	0.5635	5.9439	0.0000	0.5717
225 M4	0.0203	0.1797	0.4566	3.2809	0.0656	0.1797	0.0203	0.5431	0.4566	5.1646	0.0228	-0.0680	0.0203	0.5505	0.4566	5.5137	0.0000	0.5505
250 M4	0.0174	0.1118	0.2753	2.1704	0.0515	0.1118	0.0174	0.5045	0.2753	3.3542	0.0121	-0.1035	0.0174	0.5084	0.2753	3.4944	0.0000	0.5084
280 M34	0.0136	0.1262	0.2515	2.8238	0.0363	0.1262	0.0136	0.5459	0.2515	4.6590	0.0109	-0.2649	0.0136	0.5501	0.2515	4.7862	0.0000	0.5501
315 C4	0.0106	0.1526	0.3926	3.2108	0.0606	0.1526	0.0106	0.5482	0.3926	4.9394	0.0113	-0.0666	0.0106	0.5524	0.3926	5.2726	0.0000	0.5524
315 M14	0.0107	0.1673	0.3377	3.5622	0.0626	0.1673	0.0107	0.5735	0.3377	5.4574	0.0107	-0.0784	0.0107	0.5772	0.3377	5.8930	0.0000	0.5772

Observaciones:

Con el aumento de tamaño y potencia,

- se resaltan los valores máximos y mínimos de cada columna,
- las relaciones R1a/Rn, R1n/Rn y R10/Rn son decrecientes e iguales,
- los restantes valores de relaciones de resistencias y reactancias son propios de cada motor

Tabla 3-2-4P. Relaciones de resistencias y reactancias de motores de 4 polos, 380 V, 50 Hz, 25 °C

Tipo	Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)	Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
71 B4	Nominal	1.4	3.5	44.2	50.9	Eff. Máx	1.4	3.1	43.2	52.7
80 B4	Nominal	13.7	3.3	26.4	56.6	Eff. Máx	13.7	3.3	24.8	57.9
90 L4	Nominal	12.1	3.1	28.5	56.3	Eff. Máx	13.2	3.9	31.2	51.7
100 L24	Nominal	4.8	2.9	22.5	69.8	Eff. Máx	5.1	4.0	29.5	61.4
112 M4	Nominal	9.1	2.7	31.8	56.4	Eff. Máx	9.5	2.9	32.4	55.3
132 M24	Nominal	12.9	2.3	30.6	54.1	Eff. Máx	13.8	3.0	35.8	47.4
160 L4	Nominal	26.5	2.2	38.1	33.3	Eff. Máx	26.8	1.9	32.5	38.8
180 L14	Nominal	8.4	2.5	52.8	36.3	Eff. Máx	9.0	2.1	41.8	47.2
200 L24	Nominal	15.2	1.8	47.2	35.8	Eff. Máx	16.0	1.7	39.7	42.7
225 M4	Nominal	23.9	1.6	39.9	34.6	Eff. Máx	24.7	1.5	35.3	38.5
250 M4	Nominal	0.6	2.6	61.7	35.1	Eff. Máx	0.7	2.1	45.9	51.3
280 M34	Nominal	23.1	1.8	46.2	28.9	Eff. Máx	24.1	1.5	36.2	38.2
315 C4	Nominal	22.8	1.9	50.2	25.1	Eff. Máx	25.3	1.6	36.1	37.1
315 M14	Nominal	34.2	1.8	38.7	25.2	Eff. Máx	37.1	1.6	29.5	31.8

Observaciones:

Con el aumento de tamaño y potencia y para carga nominal,

- se resaltan los valores máximos y mínimos de cada columna,
- las pérdidas adicionales Pad / PP son variables y propias de cada motor,
- las pérdidas mecánicas Pme / PP en general decrecen, al igual que las calóricas Pcu / PP en los arrollamientos,
- las pérdidas en el hierro Pfe / PP son variables,

Con el aumento de tamaño y potencia y para carga de máxima eficiencia,

- las pérdidas adicionales Pad / PP son variables y propias de cada motor,
- las pérdidas mecánicas Pme / PP decrecen,
- las Pfe / PP y Pcu / PP se mantienen dentro de valores que no superan el 61 % del total de pérdidas

Tabla 3-3-4P. Relaciones de pérdidas de motores de 4 polos, 380 V, 50 Hz, 25 °C

Capítulo 4. Motores AAA de 6 polos

4-1. Motor asincrónico trifásico 71 B6. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	71 B6	0.25	380	E	50	6	945	59.5	0.709	0.9	3.39	1.72	2.5	B 44	Seguridad aumentada	

Tabla 4-1-71. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	35.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	17.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	42.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	20.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	46.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	1000.0	-	-	100	-	0.8	0.2
Arranque	-	-	380	0.0	4.3	-	-	-	3.1	-
Carga 75%	-	-	380	960.0	1.9	56.3	332	187	0.8	0.63
Carga 50%	-	-	380	975.0	1.2	47.0	268	126	0.8	0.54
Temperat. carcasa	-	51.2	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4-2-71. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	52.818	48.922	36.524	24.461	inf	inf	16.294	24.461	0.0	0.0	-
Nominal1	945	149.382	193.002	36.524	96.501	inf	inf	6.207	96.501	0.0	0.0	-
Vacio	1000	58.574	286.954	36.524	100.694	20.415	186.645	6.000	100.694	0.7	1.3	-79.0
Nominal2	945	173.038	172.113	36.524	96.501	20.415	177.319	8.840	-80.148	0.8	0.8	-99.3

Tabla 4-3-71. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 18.0, Cad = 8.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	4.3	0.0	1475	0	0	0	0	1475	0.0	-	89.7	13.5	3.1	-42.8	3.1	3.1	-42.8
Nominal1	945	2.5	69.0	363	250	2	7	0	104	96.0	-52.3	133.6	-11.7	0.9	-52.3	0.9	0.9	-52.3
Vacio	1000	0.0	0.0	103	0	0	7	34	62	140.6	4.5	140.7	4.8	0.0	4.5	0.8	0.8	-78.5
Nominal2	945	2.5	59.7	419	250	20	6	38	105	118.2	10.5	140.4	-15.9	0.8	10.5	0.9	0.9	-44.8

Tabla 4-4-71. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 18.0, Cad = 8.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	48.160	45.410	36.524	24.461	20.415	118.980	16.294	24.461	0.7	0.7	-62.6
1	50	49.202	45.579	36.524	28.273	20.415	122.363	15.900	18.926	0.6	0.6	-69.6
2	100	50.449	45.426	36.524	32.084	20.415	125.747	15.505	13.391	0.5	0.5	-79.0
3	150	51.929	44.948	36.524	35.896	20.415	129.130	15.111	7.856	0.4	0.4	-91.5
4	200	53.678	44.142	36.524	39.708	20.415	132.513	14.717	2.322	0.4	0.4	-106.2
5	250	55.739	43.012	36.524	43.519	20.415	135.896	14.322	-3.213	0.4	0.4	-120.6
6	300	58.166	41.568	36.524	47.331	20.415	139.280	13.928	-8.748	0.5	0.5	-132.1
7	350	61.023	39.829	36.524	51.143	20.415	142.663	13.533	-14.283	0.6	0.6	-139.8
8	400	64.396	37.827	36.524	54.954	20.415	146.046	13.139	-19.818	0.7	0.7	-144.1
9	450	68.392	35.615	36.524	58.766	20.415	149.429	12.745	-25.353	0.7	0.7	-145.7
10	500	73.150	33.282	36.524	62.578	20.415	152.813	12.350	-30.888	0.8	0.8	-145.5
11	550	78.858	30.969	36.524	66.389	20.415	156.196	11.956	-36.422	0.9	0.9	-143.9
12	600	85.769	28.909	36.524	70.201	20.415	159.579	11.561	-41.957	1.0	1.0	-141.3
13	650	94.233	27.495	36.524	74.012	20.415	162.962	11.167	-47.492	1.0	1.0	-138.0
14	700	104.736	27.418	36.524	77.824	20.415	166.346	10.773	-53.027	1.0	1.0	-134.1
15	750	117.940	29.955	36.524	81.636	20.415	169.729	10.378	-58.562	1.0	1.0	-129.8
16	800	134.646	37.622	36.524	85.447	20.415	173.112	9.984	-64.097	1.0	1.0	-124.9
17	850	155.252	55.752	36.524	89.259	20.415	176.495	9.589	-69.632	0.9	0.9	-118.9
18	900	176.471	96.195	36.524	93.071	20.415	179.879	9.195	-75.167	0.8	0.8	-110.8
19	950	173.995	180.932	36.524	96.882	20.415	183.262	8.801	-80.701	0.8	0.8	-98.3
20	1000	58.574	286.954	36.524	100.694	20.415	186.645	8.406	-86.236	0.7	0.7	-79.0

Tabla 4-5-71. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	3.4	0.0	1591	0	0	0	27	1564	0.0	-	79.5	17.6	2.7	-38.7	3.3	3.3	-43.3
1	50	3.4	1.1	1583	18	1	0	20	1544	2.3	-37.6	70.3	11.0	2.8	-37.6	3.3	3.3	-42.8
2	100	3.7	2.5	1584	39	3	0	15	1527	4.9	-36.1	62.4	1.8	2.9	-36.1	3.2	3.2	-42.0
3	150	4.1	4.0	1593	64	5	0	12	1513	7.8	-34.3	57.1	-10.4	2.9	-34.3	3.2	3.2	-40.9
4	200	4.4	5.8	1609	93	7	0	11	1497	11.1	-32.1	56.0	-24.9	3.0	-32.1	3.2	3.2	-39.4
5	250	4.9	7.8	1628	127	10	0	12	1479	14.8	-29.6	60.0	-39.2	3.1	-29.6	3.1	3.1	-37.7
6	300	5.3	10.1	1647	166	13	0	15	1453	18.9	-26.7	68.8	-50.5	3.2	-26.7	3.1	3.1	-35.6
7	350	5.7	12.6	1663	210	17	1	20	1417	23.5	-23.5	81.3	-57.9	3.2	-23.5	3.0	3.0	-33.1
8	400	6.1	15.4	1671	258	21	1	26	1366	28.5	-19.9	96.2	-62.0	3.3	-19.9	2.9	2.9	-30.4
9	450	6.5	18.5	1665	308	25	1	34	1297	34.1	-15.9	112.2	-63.5	3.3	-15.9	2.8	2.8	-27.5
10	500	6.9	21.9	1639	359	29	1	42	1208	40.0	-11.8	128.2	-63.1	3.2	-11.8	2.7	2.7	-24.5
11	550	7.1	25.6	1590	408	33	2	51	1098	46.4	-7.5	143.1	-61.4	3.2	-7.5	2.6	2.6	-21.4
12	600	7.2	29.7	1515	450	36	2	58	970	53.1	-3.2	156.0	-58.6	3.1	-3.2	2.4	2.4	-18.6
13	650	7.1	34.0	1416	482	39	2	62	830	60.1	1.0	165.9	-55.1	2.9	1.0	2.2	2.2	-16.3
14	700	6.8	38.8	1293	501	40	3	65	684	67.5	4.8	172.1	-51.1	2.7	4.8	2.0	2.0	-14.7
15	750	6.4	43.8	1153	505	40	3	64	540	75.5	8.0	174.1	-46.7	2.4	8.0	1.8	1.8	-14.3
16	800	5.9	49.2	997	491	39	4	59	404	84.3	10.5	171.5	-41.6	2.1	10.5	1.6	1.6	-15.6
17	850	5.1	54.7	826	452	36	5	52	281	94.4	11.9	164.3	-35.5	1.7	11.9	1.3	1.3	-19.8
18	900	4.0	59.5	632	377	30	5	44	177	106.6	11.9	153.0	-27.3	1.3	11.9	1.1	1.1	-28.6
19	950	2.4	60.2	400	241	19	6	36	98	121.8	10.0	141.0	-14.7	0.7	10.0	0.9	0.9	-46.1
20	1000	0.0	0.0	103	0	0	7	34	62	140.6	5.0	140.7	4.8	0.0	4.5	0.8	0.8	-78.5

Tabla 4-6-71. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	3.2	0.0	1591	0	0	0	26	1564	0.0	-38.7	79.3	17.5	2.7	-38.7	3.3	3.3	-43.3
Máximo	601	7.2	29.8	1514	450	36	2	58	968	53.2	-3.1	156.2	-58.5	3.1	-3.1	2.4	2.4	-18.6

Tabla 4-7-71. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	901.0	4.0	59.6	628.0	375.0	30.0	5.0	44.0	175.0	106.9	11.9	152.7	-27.1	1.3	11.9	1.1	1.1	-28.8
125 %	927.3	3.2	61.0	511.9	312.2	25.0	6.0	39.0	129.7	114.4	11.2	146.0	-21.2	1.0	11.2	1.0	1.0	-36.7
100 %	947.4	2.5	60.5	413.2	249.9	20.0	6.0	36.0	101.3	120.8	10.1	141.5	-15.5	0.8	10.1	0.9	0.9	-44.9
75 %	963.6	1.8	57.5	326.1	187.7	15.0	6.0	34.0	82.4	126.5	8.9	138.8	-10.1	0.5	8.9	0.8	0.8	-53.2
50 %	977.1	1.2	50.8	246.2	125.3	10.0	7.0	34.0	71.0	131.6	7.7	138.0	-4.8	0.4	7.7	0.8	0.8	-61.7
25 %	988.8	0.6	36.2	172.4	62.2	5.0	7.0	34.0	64.2	136.2	6.4	138.6	0.0	0.2	6.4	0.8	0.8	-69.9
Eff máx	932.0	3.1	61.1	490.0	299.0	24.0	6.0	38.0	123.0	115.9	11.0	144.9	-19.9	0.9	11.0	0.9	0.9	-38.4

Tabla 4-8-71. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	4.3	0.0	-	0.0	3.1	-
Valores calculados		0.0	3.4	0.0	1591.0	0.0	3.3	-43.3
Diferencias (%)		-	20.9	-	-	-	-6.5	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	6.3	-	-	-	-	-
Valores calculados		601.0	7.2	29.8	1514.0	450.0	2.4	-18.6
Diferencias (%)		-	-14.3	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		945.0	2.5	59.5	419.5	250.0	0.9	-44.8
Valores calculados		947.4	2.5	60.5	413.2	249.9	0.9	-44.9
Diferencias (%)		-0.3	1.0	-1.7	1.5	0.0	0.0	-0.1
75% carga								
Valores ingresados		960.0	1.9	56.3	332.0	187.0	0.8	-51.0
Valores calculados		963.6	1.8	57.5	326.1	187.7	0.8	-53.2
Diferencias (%)		-0.4	3.2	-2.1	1.8	-0.4	0.0	-4.4

Tabla 4-9-71. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(w) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	975.0	1.2	47.0	268.0	126.0	0.8	-57.3
Valores calculados	977.1	1.2	50.8	246.2	125.3	0.8	-61.7
Diferencias (%)	-0.2	2.4	-8.1	8.1	0.6	-6.7	-7.6
Vacío							
Valores ingresados	1000.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.8	-78.5
Valores calculados	1000.0	0.0	0.0	103.0	0.0	0.8	-78.5
Diferencias (%)	-	-	-	-3.0	-	-6.7	-0.0

Tabla 4-9-71. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	120.50	Paso de bobinas en ranuras	6/8	Corriente por kW (A/kW)	3.6
Altura corona estator (mm)	7.80	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	7.2
Diámetro interior estator (mm)	74.00	Factor de arrollamiento	0.966	Corriente barra rotor (A)	156.5
Altura corona rotor (mm)	11.80	Espiras por bobina (prom)	165.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	4.7
Diámetro eje rotor (mm)	25.00	Espiras por bobina (real)	165/165	Corriente anillo rotor (A)	274.0
Longitud paquete de chapas (mm)	45.00	Número de alambres 1	1	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	2.1
Número ranuras estator	36.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.4	Flujo por polo (wb)	0.0007
Sección ranura estator (mm2)	63.50	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.63
Número ranuras rotor	33.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.11
Sección ranura rotor (mm2)	33.00	Conexión bobinado (vías)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	0.46
Espesor anillo rotor (mm)	10.00	Peso total cobre (kg)	0.94	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.262
Sección anillo rotor(mm2)	128.00	Relleno ranura(%)	32.7	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	519202
Longitud entrehierro (mm)	0.35				

Tabla 4-10-71. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.2111	0.1421	0.118	0.6913	0.0942	0.1421	0.2111	0.5607	0.118	1.0302	0.0511	-0.4657	0.2111	0.585	0.118	1.0844	0.0347	0.585

Tabla 4-11-71. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	11.9	3.6	22.5	62.1
Eff. Máx	12.6	3.1	19.9	64.4

Tabla 4-12-71. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

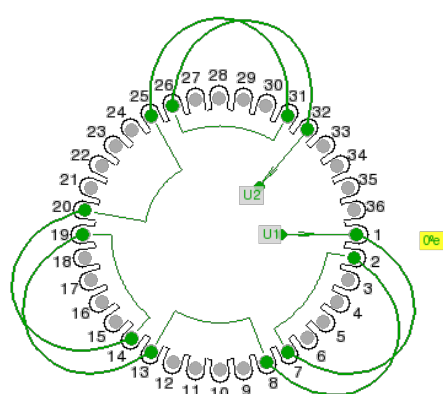


Fig. 4-1-71. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 6 polos, paso 1-7, 1 vía, ka = 0.966

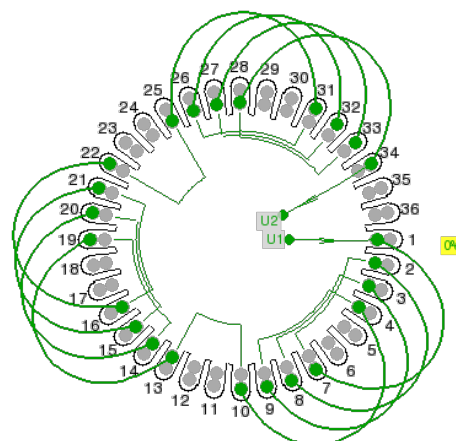
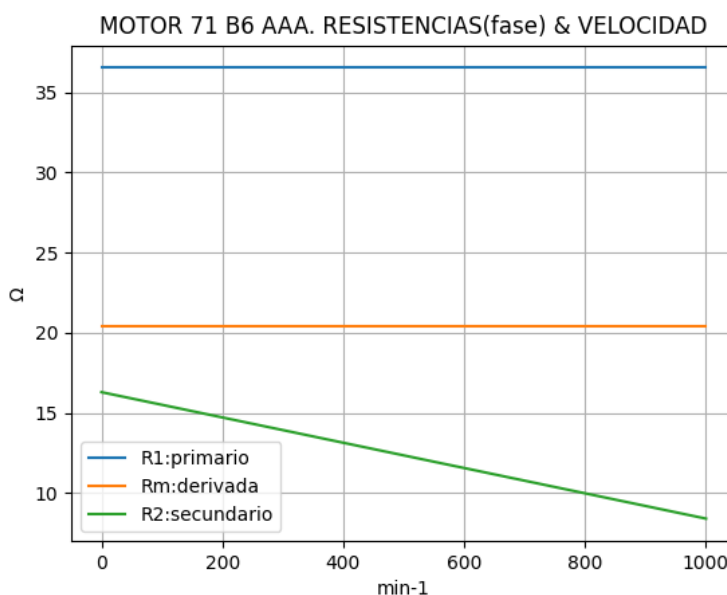


Fig. 4-2-71. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 6 polos, paso 1-7, 1 vía, ka = 0.837

4-2. Motor asincrónico trifásico 71 B6. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	48.160	36.524	20.415	16.294
50	49.202	36.524	20.415	15.900
100	50.449	36.524	20.415	15.505
150	51.929	36.524	20.415	15.111
200	53.678	36.524	20.415	14.717
250	55.739	36.524	20.415	14.322
300	58.166	36.524	20.415	13.928
350	61.023	36.524	20.415	13.533
400	64.396	36.524	20.415	13.139
450	68.392	36.524	20.415	12.745
500	73.150	36.524	20.415	12.350
550	78.858	36.524	20.415	11.956
600	85.769	36.524	20.415	11.561
650	94.233	36.524	20.415	11.167
700	104.736	36.524	20.415	10.773
750	117.940	36.524	20.415	10.378
800	134.646	36.524	20.415	9.984
850	155.252	36.524	20.415	9.589
900	176.471	36.524	20.415	9.195
950	173.995	36.524	20.415	8.801
1000	58.574	36.524	20.415	8.406

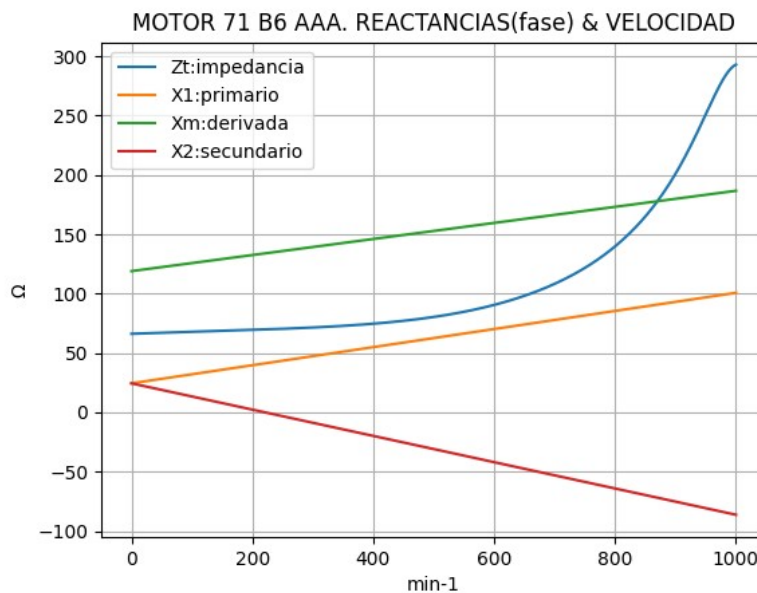


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) decrece con la velocidad

Fig. 4-3-71. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	66.192	45.410	24.461	118.980	24.461
50	67.070	45.579	28.273	122.363	18.926
100	67.887	45.426	32.084	125.747	13.391
150	68.680	44.948	35.896	129.130	7.856
200	69.497	44.142	39.708	132.513	2.322
250	70.405	43.012	43.519	135.896	-3.213
300	71.492	41.568	47.331	139.280	-8.748
350	72.871	39.829	51.143	142.663	-14.283
400	74.684	37.827	54.954	146.046	-19.818
450	77.109	35.615	58.766	149.429	-25.353
500	80.365	33.282	62.578	152.813	-30.888
550	84.721	30.969	66.389	156.196	-36.422
600	90.510	28.909	70.201	159.579	-41.957
650	98.162	27.495	74.012	162.962	-47.492
700	108.265	27.418	77.824	166.346	-53.027
750	121.685	29.955	81.636	169.729	-58.562
800	139.803	37.622	85.447	173.112	-64.097
850	164.959	55.752	89.259	176.495	-69.632
900	200.986	96.195	93.071	179.879	-75.167
950	251.019	180.932	96.882	183.262	-80.701
1000	292.871	286.954	100.694	186.645	-86.236

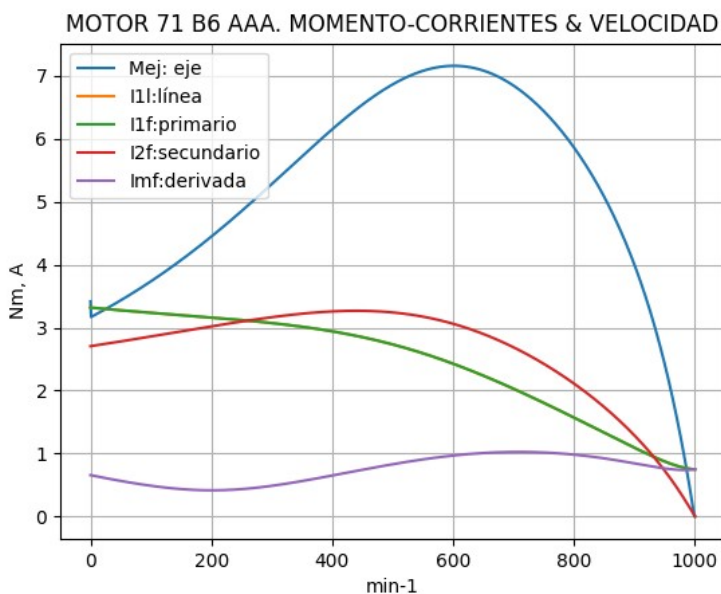


Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) presenta valores positivos, hasta cerca de 250 min⁻¹, y luego negativos

Fig. 4-4-71. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	3.4	2.7	3.3	3.3	0.7
50	3.4	2.8	3.3	3.3	0.6
100	3.7	2.9	3.2	3.2	0.5
150	4.1	2.9	3.2	3.2	0.4
200	4.4	3.0	3.2	3.2	0.4
250	4.9	3.1	3.1	3.1	0.4
300	5.3	3.2	3.1	3.1	0.5
350	5.7	3.2	3.0	3.0	0.6
400	6.1	3.3	2.9	2.9	0.7
450	6.5	3.3	2.8	2.8	0.7
500	6.9	3.2	2.7	2.7	0.8
550	7.1	3.2	2.6	2.6	0.9
600	7.2	3.1	2.4	2.4	1.0
650	7.1	2.9	2.2	2.2	1.0
700	6.8	2.7	2.0	2.0	1.0
750	6.4	2.4	1.8	1.8	1.0
800	5.9	2.1	1.6	1.6	1.0
850	5.1	1.7	1.3	1.3	0.9
900	4.0	1.3	1.1	1.1	0.8
950	2.4	0.7	0.9	0.9	0.8
1000	0.0	0.0	0.8	0.8	0.7

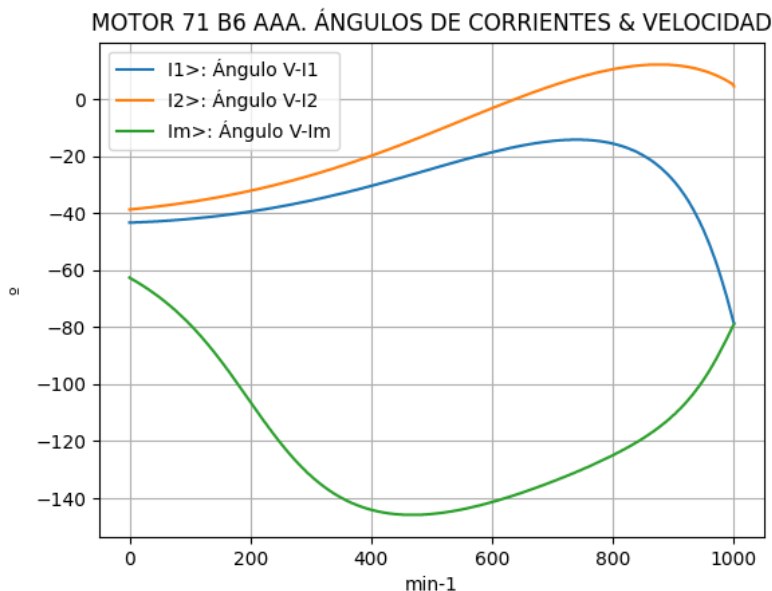


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 600 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1 cerca de 300 min⁻¹ y hasta cerca de 950 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación; muestra una depresión cerca de 150 min⁻¹ y una elevación cerca de 600 min⁻¹

Fig. 4-5-71. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-38.7	-43.3	-62.6
50	-37.6	-42.8	-69.6
100	-36.1	-42.0	-79.0
150	-34.3	-40.9	-91.5
200	-32.1	-39.4	-106.2
250	-29.6	-37.7	-120.6
300	-26.7	-35.6	-132.1
350	-23.5	-33.1	-139.8
400	-19.9	-30.4	-144.1
450	-15.9	-27.5	-145.7
500	-11.8	-24.5	-145.5
550	-7.5	-21.4	-143.9
600	-3.2	-18.6	-141.3
650	1.0	-16.3	-138.0
700	4.8	-14.7	-134.1
750	8.0	-14.3	-129.8
800	10.5	-15.6	-124.9
850	11.9	-19.8	-118.9
900	11.9	-28.6	-110.8
950	10.0	-46.1	-98.3
1000	4.5	-78.5	-79.0

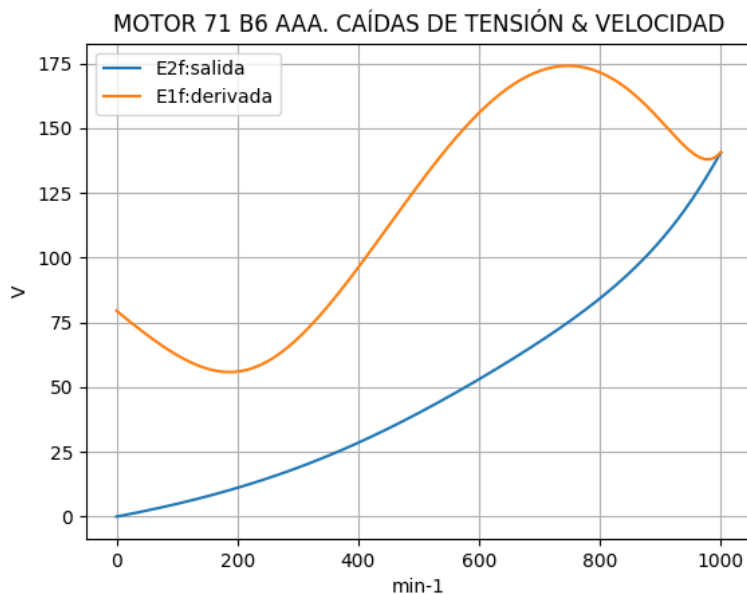


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 750 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo hasta cerca de 650 min⁻¹ y luego es positivo
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 450 min⁻¹

Fig. 4-6-71. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	79.5
50	2.3	70.3
100	4.9	62.4
150	7.8	57.1
200	11.1	56.0
250	14.8	60.0
300	18.9	68.8
350	23.5	81.3
400	28.5	96.2
450	34.1	112.2
500	40.0	128.2
550	46.4	143.1
600	53.1	156.0
650	60.1	165.9
700	67.5	172.1
750	75.5	174.1
800	84.3	171.5
850	94.4	164.3
900	106.6	153.0
950	121.8	141.0
1000	140.6	140.7

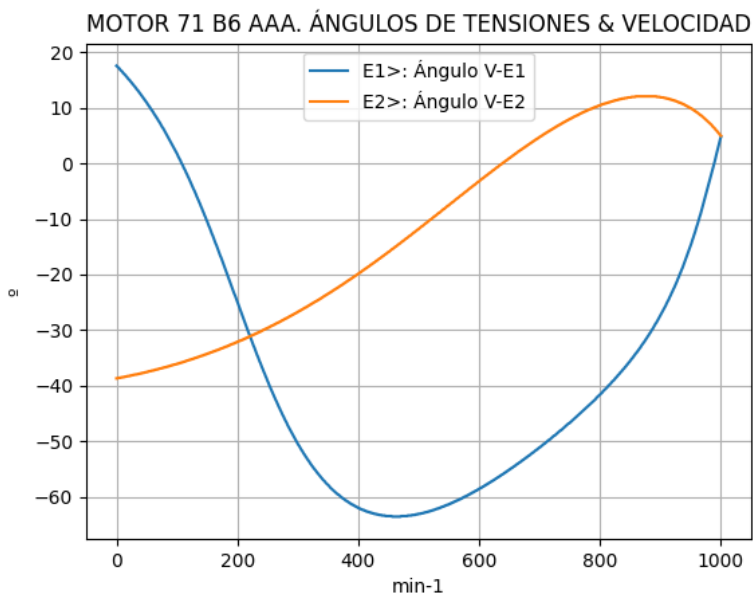


Observaciones:

- La tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 200 min^{-1} y luego crece hasta 750 min^{-1}
- La tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 4-7-71. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	17.6
50	-37.6	11.0
100	-36.1	1.8
150	-34.3	-10.4
200	-32.1	-24.9
250	-29.6	-39.2
300	-26.7	-50.5
350	-23.5	-57.9
400	-19.9	-62.0
450	-15.9	-63.5
500	-11.8	-63.1
550	-7.5	-61.4
600	-3.2	-58.6
650	1.0	-55.1
700	4.8	-51.1
750	8.0	-46.7
800	10.5	-41.6
850	11.9	-35.5
900	11.9	-27.3
950	10.0	-14.7
1000	5.0	4.8

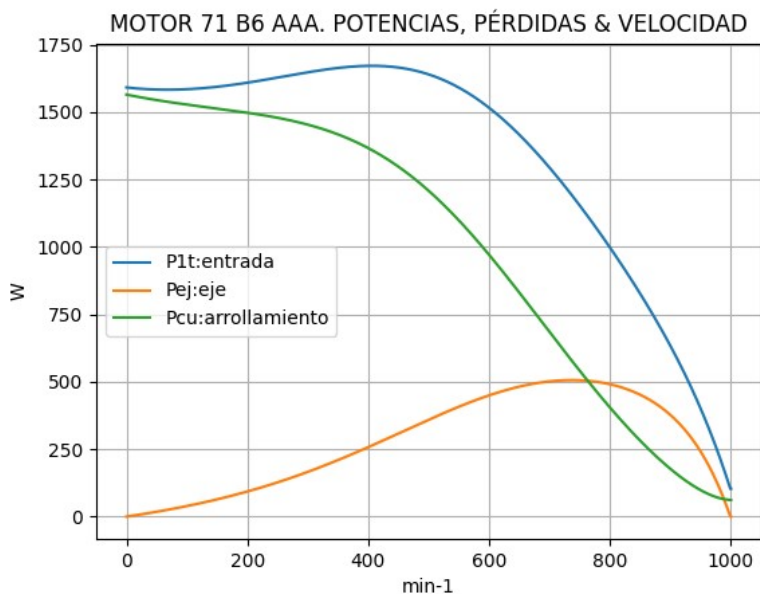


Observaciones:

- El ángulo $V-E1$ es positivo hasta cerca de 100 min^{-1} y se hace máximo negativo cerca de 450 min^{-1}
- El ángulo $V-E2$ es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 4-8-71. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	1591	0	1564
50	1583	1.8	1544
100	1584	3.9	1527
150	1593	6.4	1513
200	1609	9.3	1497
250	1628	12.7	1479
300	1647	16.6	1453
350	1663	21.0	1417
400	1671	25.8	1366
450	1665	30.8	1297
500	1639	35.9	1208
550	1590	40.8	1098
600	1515	45.0	970
650	1416	48.2	830
700	1293	50.1	684
750	1153	50.5	540
800	997	49.1	404
850	826	45.2	281
900	632	37.7	177
950	400	24.1	98
1000	103	0	62

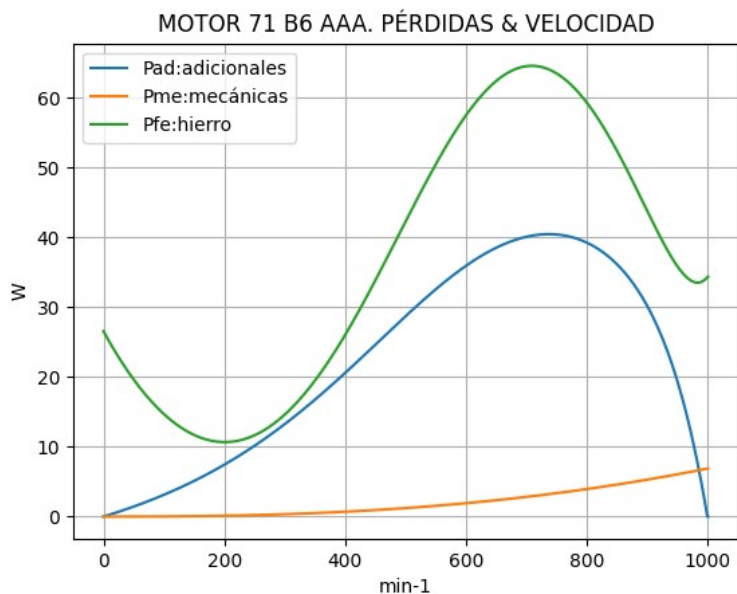


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ asciende hasta cerca de 600 min^{-1} y luego cae con mayor pendiente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 750 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 4-9-71. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	27
50	1	0	20
100	3	0	15
150	5	0	12
200	7	0	11
250	10	0	12
300	13	0	15
350	17	1	20
400	21	1	26
450	25	1	34
500	29	1	42
550	33	2	51
600	36	2	58
650	39	2	62
700	40	3	65
750	40	3	64
800	39	4	59
850	36	5	52
900	30	5	44
950	19	6	36
1000	0	7	34

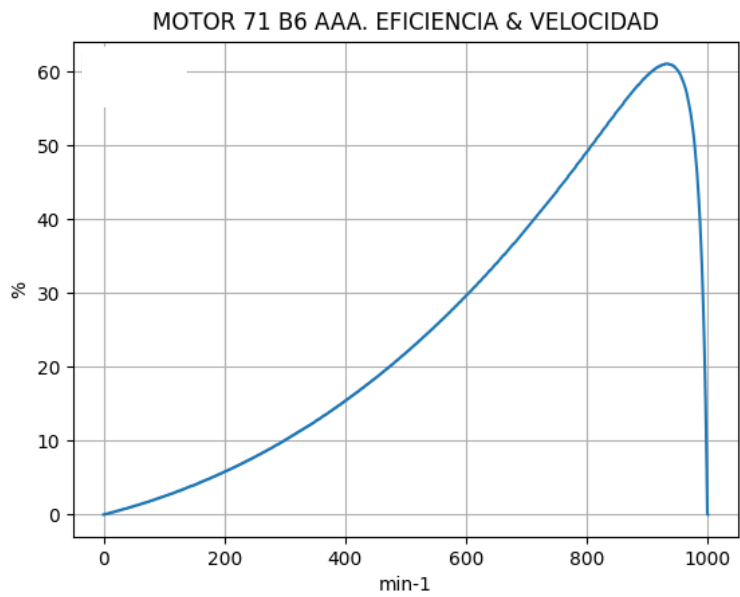


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 700 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im2$ descienden hasta cerca de 200 min^{-1} y se maximizan cerca de 700 min^{-1}

Fig. 4-10-71. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min}^{-1})$	Eff (%)
0	0.0
50	1.1
100	2.5
150	4.0
200	5.8
250	7.8
300	10.1
350	12.6
400	15.4
450	18.5
500	21.9
550	25.6
600	29.7
650	34.0
700	38.8
750	43.8
800	49.2
850	54.7
900	59.5
950	60.2
1000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 950 min^{-1} y luego decrece con mayor pendiente

Fig. 4-11-71. Curva de eficiencia

4-3. Motor asincrónico trifásico 80 B6. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	KW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	80 B6	0.55	380	E	50	6	930	67.0	0.64	1.94	3.24	1.82	2.5	B	44	Motor normal

Tabla 4-1-80. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	13.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	16.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	17.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	19.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	63.9	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	1000.0	-	-	164	-	1.6	0.16
Arranque	-	-	380	0.0	10.3	-	-	-	6.3	-
Carga 75%	-	-	380	950.0	4.2	65.5	632	414	1.8	0.55
Carga 50%	-	-	380	965.0	2.7	56.1	490	275	1.6	0.46
Temperat. carcasa	-	72.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4-2-80. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	23.065	26.252	13.984	13.126	inf	inf	9.081	13.126	0.0	0.0	-
Nominal1	930	67.786	90.690	13.984	45.345	inf	inf	3.766	45.345	0.0	0.0	-
Vacío	1000	21.965	135.515	13.984	47.770	7.503	87.831	3.000	47.770	1.6	2.8	-81.1
Nominal2	930	72.463	86.998	13.984	45.345	7.503	85.047	6.105	-30.074	1.6	1.6	-99.7

Tabla 4-3-80. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 16.0, Cad = 1.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	10.3	0.0	2734	0	0	0	0	2734	0.0	-	100.3	6.6	6.3	-48.7	6.3	6.3	-48.7
Nominal1	930	5.7	72.0	765	550	6	9	0	200	97.1	-53.2	136.5	-13.1	1.9	-53.2	1.9	1.9	-53.2
Vacío	1000	0.0	0.0	174	0	0	9	58	107	140.9	3.8	141.0	4.0	0.0	3.8	1.6	1.6	-80.8
Nominal2	930	5.7	66.8	823	550	6	8	60	200	123.4	4.4	139.3	-14.7	1.5	4.4	1.9	1.9	-50.2

Tabla 4-4-80. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 16.0, Cad = 1.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
0	20.306	24.460	13.984	13.126	7.503	62.508	9.081	13.126	1.4	1.4	-72.6
1	20.869	24.712	13.984	14.858	7.503	63.774	8.921	10.804	1.3	1.3	-78.1
2	21.521	24.867	13.984	16.591	7.503	65.040	8.761	8.481	1.1	1.1	-84.9
3	22.275	24.926	13.984	18.323	7.503	66.306	8.601	6.158	1.0	1.0	-93.2
4	23.148	24.893	13.984	20.055	7.503	67.572	8.441	3.836	1.0	1.0	-102.9
5	24.162	24.773	13.984	21.787	7.503	68.838	8.281	1.513	1.0	1.0	-113.2
6	25.342	24.576	13.984	23.519	7.503	70.105	8.121	-0.809	1.0	1.0	-122.7
7	26.721	24.316	13.984	25.251	7.503	71.371	7.961	-3.132	1.1	1.1	-130.5
8	28.338	24.015	13.984	26.984	7.503	72.637	7.801	-5.454	1.2	1.2	-136.1
9	30.248	23.710	13.984	28.716	7.503	73.903	7.641	-7.777	1.3	1.3	-139.4
10	32.518	23.455	13.984	30.448	7.503	75.169	7.481	-10.100	1.4	1.4	-140.8
11	35.239	23.334	13.984	32.180	7.503	76.436	7.321	-12.422	1.6	1.6	-140.5
12	38.530	23.486	13.984	33.912	7.503	77.702	7.161	-14.745	1.7	1.7	-138.9
13	42.547	24.139	13.984	35.645	7.503	78.968	7.001	-17.067	1.7	1.7	-136.1
14	47.488	25.684	13.984	37.377	7.503	80.234	6.841	-19.390	1.8	1.8	-132.3
15	53.577	28.824	13.984	39.109	7.503	81.500	6.681	-21.712	1.8	1.8	-127.6
16	60.940	34.871	13.984	40.841	7.503	82.767	6.521	-24.035	1.8	1.8	-121.9
17	69.086	46.337	13.984	42.573	7.503	84.033	6.361	-26.358	1.7	1.7	-114.8
18	74.908	67.680	13.984	44.305	7.503	85.299	6.201	-28.680	1.7	1.7	-106.1
19	95.602	102.946	13.984	46.038	7.503	86.565	6.041	-31.003	1.6	1.6	-94.9
20	100.965	135.515	13.984	47.770	7.503	87.831	5.881	-33.325	1.6	1.6	-81.1

Tabla 4-5-80. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	8.2	0.0	2908	0	0	0	46	2863	0.0	-	89.7	10.5	5.6	-44.8	6.9	6.9	-50.3
1	50	8.7	1.6	2887	45	0	0	36	2805	2.7	-43.8	81.6	5.2	5.7	-43.8	6.8	6.8	-49.8
2	100	9.3	3.4	2880	97	1	0	29	2753	5.6	-42.5	74.8	-1.4	5.8	-42.5	6.7	6.7	-49.1
3	150	9.9	5.4	2885	156	2	0	25	2703	8.9	-41.0	69.6	-9.7	5.9	-41.0	6.6	6.6	-48.2
4	200	10.6	7.7	2900	223	2	0	22	2653	12.6	-39.2	67.0	-19.2	6.0	-39.2	6.5	6.5	-47.1
5	250	11.4	10.2	2920	299	3	0	21	2597	16.7	-37.2	67.3	-29.4	6.0	-37.2	6.3	6.3	-45.7
6	300	12.2	13.1	2943	385	4	0	23	2532	21.2	-34.8	71.0	-38.8	6.1	-34.8	6.2	6.2	-44.1
7	350	13.1	16.2	2963	480	5	1	26	2452	26.3	-32.2	77.6	-46.5	6.1	-32.2	6.1	6.1	-42.3
8	400	13.9	19.6	2973	583	6	1	32	2351	32.0	-29.2	86.7	-52.0	6.1	-29.2	5.9	5.9	-40.3
9	450	14.7	23.3	2964	692	7	1	39	2226	38.2	-26.0	97.3	-55.2	6.1	-26.0	5.7	5.7	-38.1
10	500	15.3	27.4	2928	802	8	2	46	2070	45.0	-22.5	108.5	-56.5	6.0	-22.5	5.5	5.5	-35.8
11	550	15.7	31.7	2855	906	9	2	55	1884	52.3	-18.7	119.7	-56.1	5.8	-18.7	5.2	5.2	-33.5
12	600	15.9	36.4	2739	997	10	3	62	1667	60.1	-14.9	129.8	-54.4	5.6	-14.9	4.9	4.9	-31.4
13	650	15.6	41.4	2574	1065	11	3	68	1427	68.4	-11.0	138.3	-51.5	5.3	-11.0	4.5	4.5	-29.6
14	700	15.0	46.6	2358	1099	11	4	72	1172	77.0	-7.3	144.4	-47.6	4.8	-7.3	4.1	4.1	-28.4
15	750	13.9	52.1	2095	1091	11	4	73	916	86.0	-3.7	147.7	-42.8	4.3	-3.7	3.6	3.6	-28.3
16	800	12.3	57.6	1789	1030	10	5	71	672	95.4	-0.6	148.1	-37.0	3.7	-0.6	3.1	3.1	-29.8
17	850	10.2	62.8	1445	907	9	6	67	455	105.3	1.9	145.8	-29.9	2.9	1.9	2.6	2.6	-33.9
18	900	7.5	66.6	1064	709	7	7	62	279	116.0	3.7	142.0	-21.1	2.1	3.7	2.2	2.2	-42.1
19	950	4.2	64.6	641	415	4	8	57	157	127.8	4.5	138.8	-9.9	1.1	4.5	1.8	1.8	-57.1
20	1000	0.0	0.0	174	0	0	9	58	107	140.9	4.1	141.0	4.0	0.0	3.8	1.6	1.6	-80.8

Tabla 4-6-80. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	8.1	0.0	2908	1	0	0	45	2861	0.1	-44.8	89.5	10.5	5.6	-44.8	6.9	6.9	-50.3
Máximo	595	15.9	35.9	2753	989	10	2	62	1690	59.3	-15.3	128.9	-54.6	5.6	-15.3	4.9	4.9	-31.6

Tabla 4-7-80. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	873.0	9.0	64.9	1274.0	827.0	8.0	6.0	65.0	368.0	110.1	2.9	144.2	-26.1	2.5	2.9	2.4	2.4	-37.0
125 %	904.4	7.3	66.8	1028.8	687.0	7.0	7.0	61.0	265.8	117.0	3.8	141.7	-20.2	2.0	3.8	2.1	2.1	-43.1
100 %	929.3	5.7	66.9	821.8	550.4	5.7	8.0	59.0	200.2	122.8	4.3	139.8	-14.8	1.5	4.3	1.9	1.9	-49.9
75 %	950.3	4.2	64.5	638.4	412.7	4.0	8.0	57.0	156.4	127.9	4.5	138.8	-9.8	1.1	4.5	1.8	1.8	-57.2
50 %	968.5	2.7	58.2	472.3	274.8	3.0	8.0	57.0	129.5	132.5	4.5	138.7	-4.9	0.7	4.5	1.7	1.7	-64.9
25 %	984.6	1.3	43.2	318.2	137.2	1.0	9.0	57.0	113.4	136.8	4.4	139.4	-0.4	0.4	4.4	1.6	1.6	-72.8
Eff máx	919.0	6.3	67.1	909.0	610.0	6.0	7.0	60.0	225.0	120.3	4.2	140.5	-17.2	1.7	4.2	2.0	2.0	-46.8

Tabla 4-8-80. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	10.3	0.0	-	0.0	6.3	-
Valores calculados		0.0	8.2	0.0	2908.0	0.0	6.9	-50.3
Diferencias (%)		-	20.4	-	-	-	-9.5	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	14.1	-	-	-	-	-
Valores calculados		595.0	15.9	35.9	2753.0	989.0	4.9	-31.6
Diferencias (%)		-	-12.8	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		930.0	5.6	67.0	816.2	550.0	1.9	-50.2
Valores calculados		929.3	5.7	66.9	821.8	550.4	1.9	-49.9
Diferencias (%)		0.1	-0.9	0.1	-0.7	-0.1	2.1	0.6
75% carga								
Valores ingresados		950.0	4.2	65.5	632.0	414.0	1.8	-56.6
Valores calculados		950.3	4.2	64.5	638.4	412.7	1.8	-57.2
Diferencias (%)		-0.0	-0.9	1.5	-1.0	0.3	-2.9	-1.0

Tabla 4-9-80. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(w) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	965.0	2.7	56.1	490.0	275.0	1.6	-62.6
Valores calculados	968.5	2.7	58.2	472.3	274.8	1.7	-64.9
Diferencias (%)	-0.4	0.7	-3.7	3.6	0.1	-4.9	-3.6
Vacío							
Valores ingresados	1000.0	0.0	0.0	164.0	0.0	1.6	-80.8
Valores calculados	1000.0	0.0	0.0	174.0	0.0	1.6	-80.8
Diferencias (%)	-	-	-	-6.1	-	0.0	-0.0

Tabla 4-9-80. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	120.30	Paso de bobinas en ranuras	6/8	Corriente por kW (A/kW)	3.53
Altura corona estator (mm)	7.60	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	8.2
Diámetro interior estator (mm)	74.00	Factor de arrollamiento	0.966	Corriente barra rotor (A)	194.2
Altura corona rotor (mm)	11.80	Espiras por bobina (prom)	95.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	5.7
Diámetro eje rotor (mm)	25.00	Espiras por bobina (real)	95/95	Corriente anillo rotor (A)	340.0
Longitud paquete de chapas (mm)	80.00	Número de alambres 1	1	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	2.7
Número ranuras estator	36.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.55	Flujo por polo (wb)	0.0011
Sección ranura estator (mm2)	63.50	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.56
Número ranuras rotor	33.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.01
Sección ranura rotor (mm2)	34.00	Conexión bobinado (vías)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	0.41
Espesor anillo rotor (mm)	10.00	Peso total cobre (kg)	1.3	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.164
Sección anillo rotor(mm2)	128.00	Relleno ranura(%)	35.5	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	638080
Longitud entrehierro (mm)	0.35				

Tabla 4-10-80. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.193	0.1509	0.1035	0.7185	0.1253	0.1509	0.193	0.5212	0.1035	0.9776	0.0842	-0.3457	0.193	0.5491	0.1035	1.0096	0.0414	0.5491

Tabla 4-11-80. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	2.0	2.8	21.9	73.3
Eff. Máx	2.0	2.3	20.1	75.3

Tabla 4-12-80. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

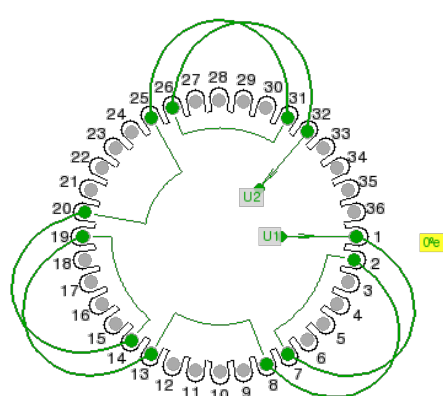


Fig. 4-1-80. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 6 polos, paso 1-7, 1 vía, ka = 0.966

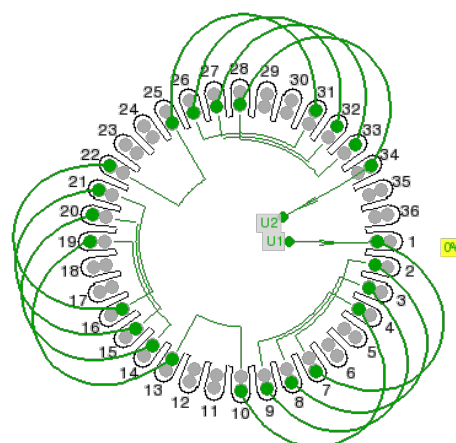
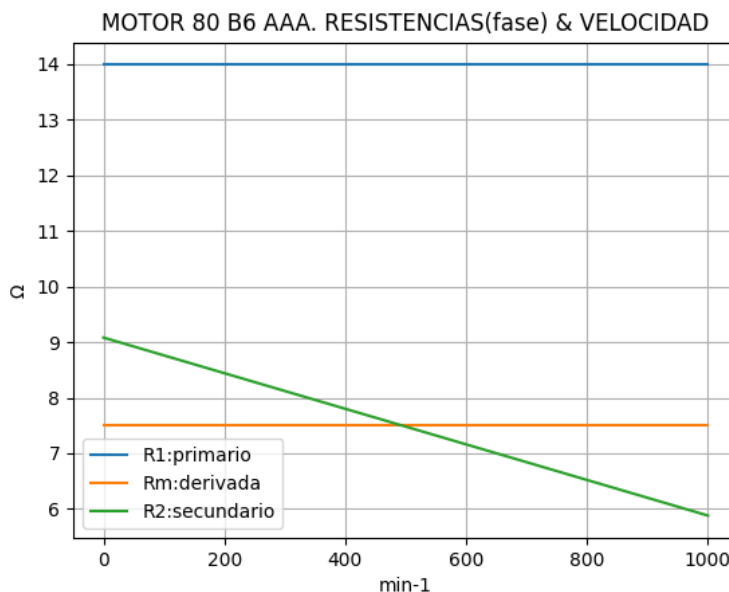


Fig. 4-2-80. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 6 polos, paso 1-7, 1 vía, ka = 0.837

4-4. Motor asincrónico trifásico 80 B6. Curvas características

$n_x(\text{min-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	20.306	13.984	7.503	9.081
50	20.869	13.984	7.503	8.921
100	21.521	13.984	7.503	8.761
150	22.275	13.984	7.503	8.601
200	23.148	13.984	7.503	8.441
250	24.162	13.984	7.503	8.281
300	25.342	13.984	7.503	8.121
350	26.721	13.984	7.503	7.961
400	28.338	13.984	7.503	7.801
450	30.248	13.984	7.503	7.641
500	32.518	13.984	7.503	7.481
550	35.239	13.984	7.503	7.321
600	38.530	13.984	7.503	7.161
650	42.547	13.984	7.503	7.001
700	47.488	13.984	7.503	6.841
750	53.577	13.984	7.503	6.681
800	60.940	13.984	7.503	6.521
850	69.086	13.984	7.503	6.361
900	74.908	13.984	7.503	6.201
950	66.602	13.984	7.503	6.041
1000	21.965	13.984	7.503	5.881

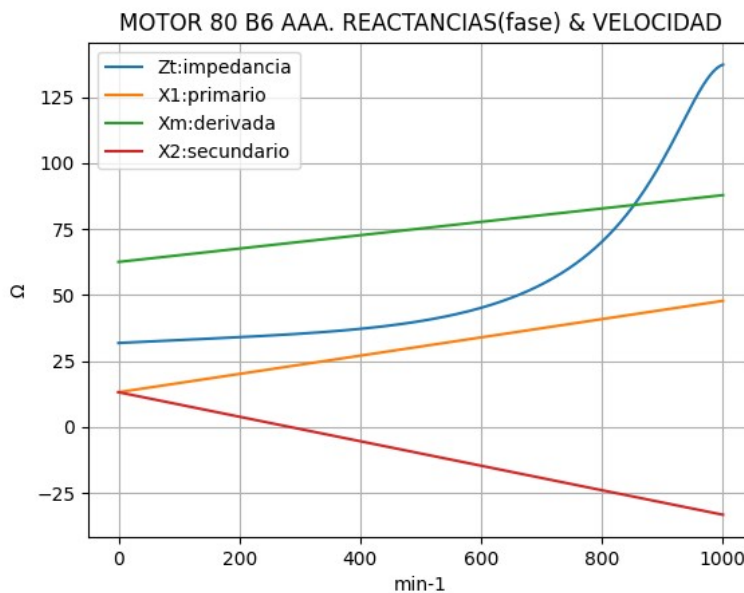


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 4-3-80. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	31.790	24.460	13.126	62.508	13.126
50	32.345	24.712	14.858	63.774	10.804
100	32.886	24.867	16.591	65.040	8.481
150	33.429	24.926	18.323	66.306	6.158
200	33.993	24.893	20.055	67.572	3.836
250	34.605	24.773	21.787	68.838	1.513
300	35.302	24.576	23.519	70.105	-0.809
350	36.128	24.316	25.251	71.371	-3.132
400	37.146	24.015	26.984	72.637	-5.454
450	38.433	23.710	28.716	73.903	-7.777
500	40.095	23.455	30.448	75.169	-10.100
550	42.265	23.334	32.180	76.436	-12.422
600	45.124	23.486	33.912	77.702	-14.745
650	48.917	24.139	35.645	78.968	-17.067
700	53.989	25.684	37.377	80.234	-19.390
750	60.838	28.824	39.109	81.500	-21.712
800	70.211	34.871	40.841	82.767	-24.035
850	83.187	46.337	42.573	84.033	-26.358
900	100.955	67.680	44.305	85.299	-28.680
950	122.612	102.946	46.038	86.565	-31.003
1000	137.283	135.515	47.770	87.831	-33.325

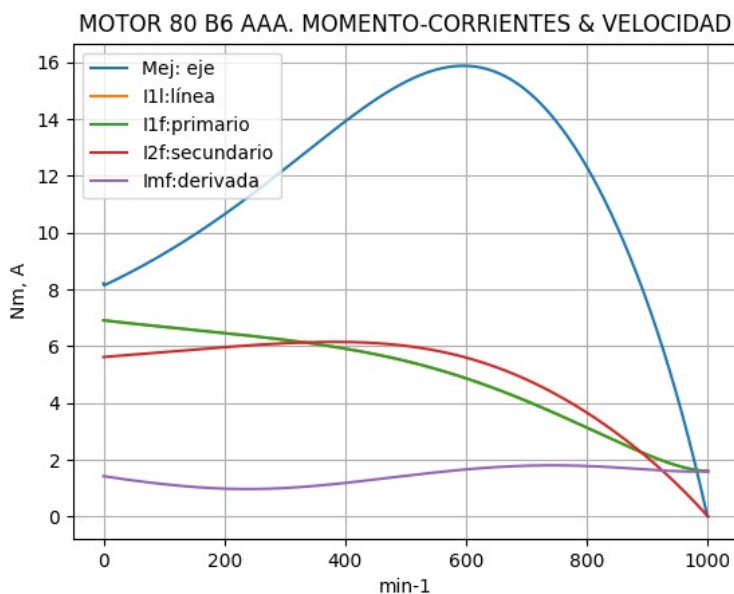


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ presenta valores positivos hasta cerca de 300 min^{-1} y luego es negativa

Fig. 4-4-80. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	8.2	5.6	6.9	6.9	1.4
50	8.7	5.7	6.8	6.8	1.3
100	9.3	5.8	6.7	6.7	1.1
150	9.9	5.9	6.6	6.6	1.0
200	10.6	6.0	6.5	6.5	1.0
250	11.4	6.0	6.3	6.3	1.0
300	12.2	6.1	6.2	6.2	1.0
350	13.1	6.1	6.1	6.1	1.1
400	13.9	6.1	5.9	5.9	1.2
450	14.7	6.1	5.7	5.7	1.3
500	15.3	6.0	5.5	5.5	1.4
550	15.7	5.8	5.2	5.2	1.6
600	15.9	5.6	4.9	4.9	1.7
650	15.6	5.3	4.5	4.5	1.7
700	15.0	4.8	4.1	4.1	1.8
750	13.9	4.3	3.6	3.6	1.8
800	12.3	3.7	3.1	3.1	1.8
850	10.2	2.9	2.6	2.6	1.7
900	7.5	2.1	2.2	2.2	1.7
950	4.2	1.1	1.8	1.8	1.6
1000	0.0	0.0	1.6	1.6	1.6

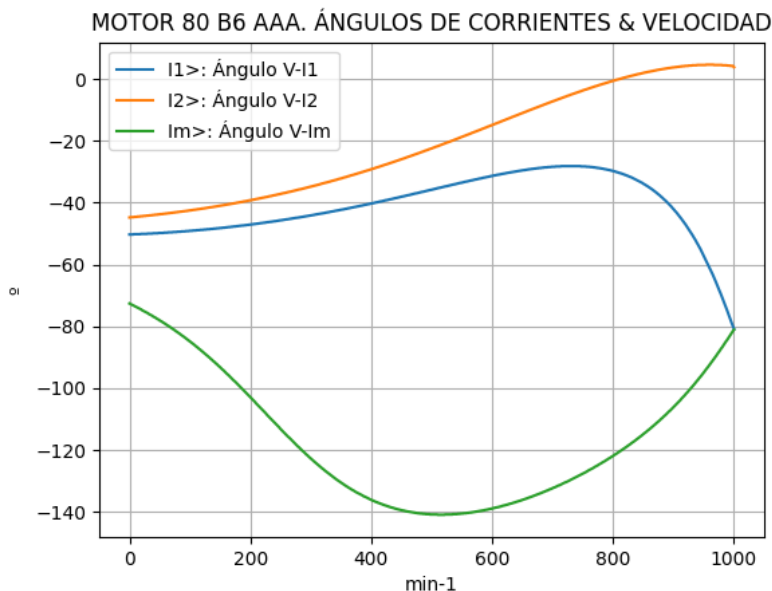


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 600 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf es superior a I1 entre aproximadamente 350 y 900 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión entre aproximadamente 150 y 300 min⁻¹

Fig. 4-5-80. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-44.8	-50.3	-72.6
50	-43.8	-49.8	-78.1
100	-42.5	-49.1	-84.9
150	-41.0	-48.2	-93.2
200	-39.2	-47.1	-102.9
250	-37.2	-45.7	-113.2
300	-34.8	-44.1	-122.7
350	-32.2	-42.3	-130.5
400	-29.2	-40.3	-136.1
450	-26.0	-38.1	-139.4
500	-22.5	-35.8	-140.8
550	-18.7	-33.5	-140.5
600	-14.9	-31.4	-138.9
650	-11.0	-29.6	-136.1
700	-7.3	-28.4	-132.3
750	-3.7	-28.3	-127.6
800	-0.6	-29.8	-121.9
850	1.9	-33.9	-114.8
900	3.7	-42.1	-106.1
950	4.5	-57.1	-94.9
1000	3.8	-80.8	-81.1

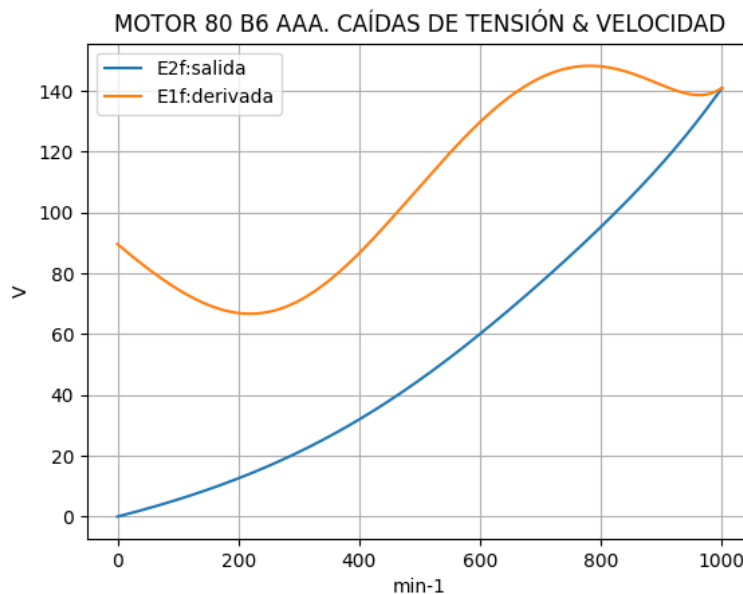


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 750 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo hasta cerca de 850 min⁻¹ y luego es positivo
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 500 min⁻¹

Fig. 4-6-80. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	89.7
50	2.7	81.6
100	5.6	74.8
150	8.9	69.6
200	12.6	67.0
250	16.7	67.3
300	21.2	71.0
350	26.3	77.6
400	32.0	86.7
450	38.2	97.3
500	45.0	108.5
550	52.3	119.7
600	60.1	129.8
650	68.4	138.3
700	77.0	144.4
750	86.0	147.7
800	95.4	148.1
850	105.3	145.8
900	116.0	142.0
950	127.8	138.8
1000	140.9	141.0

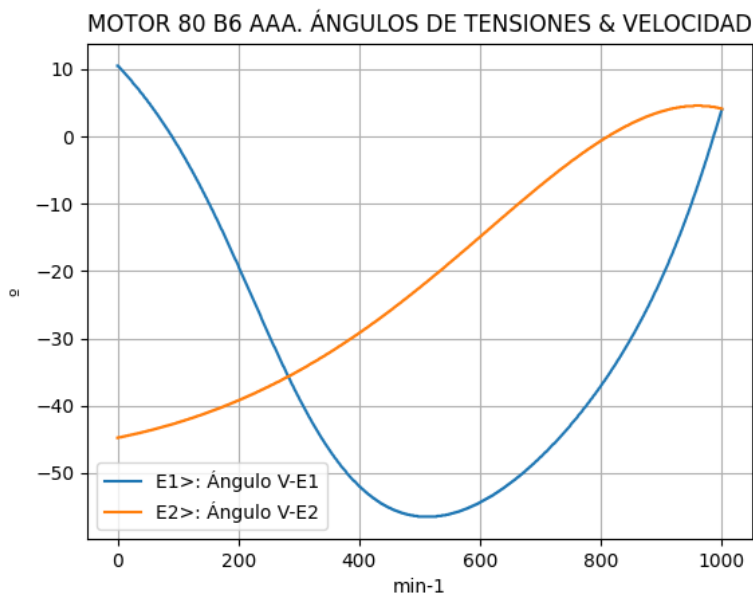


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 200 min^{-1} y luego crece hasta cerca de 800 min^{-1}
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 4-7-80. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	10.5
50	-43.8	5.2
100	-42.5	-1.4
150	-41.0	-9.7
200	-39.2	-19.2
250	-37.2	-29.4
300	-34.8	-38.8
350	-32.2	-46.5
400	-29.2	-52.0
450	-26.0	-55.2
500	-22.5	-56.5
550	-18.7	-56.1
600	-14.9	-54.4
650	-11.0	-51.5
700	-7.3	-47.6
750	-3.7	-42.8
800	-0.6	-37.0
850	1.9	-29.9
900	3.7	-21.1
950	4.5	-9.9
1000	4.1	4.0

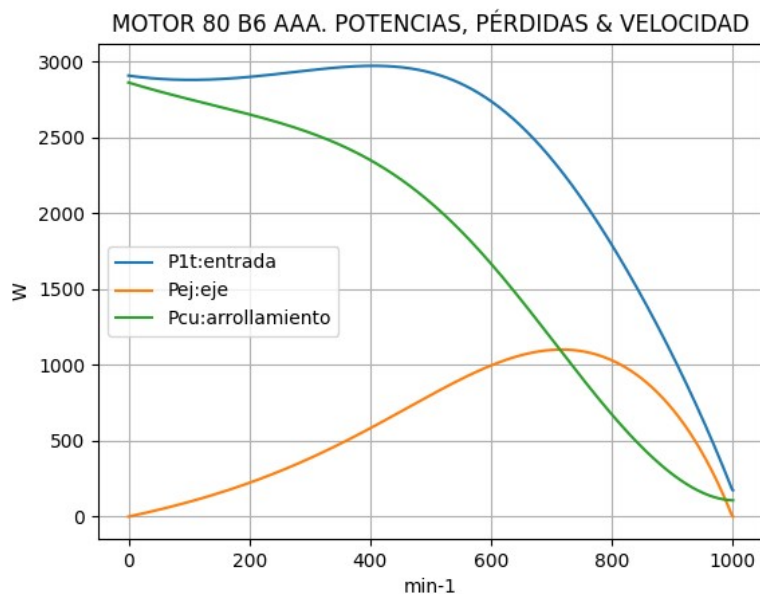


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es inicialmente positivo y se transforma en negativo cerca de 100 min^{-1} , maximizándose cerca de 500 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 4-8-80. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	2908	0	2863
50	2887	45	2805
100	2880	97	2753
150	2885	156	2703
200	2900	223	2653
250	2920	299	2597
300	2943	385	2532
350	2963	480	2452
400	2973	583	2351
450	2964	692	2226
500	2928	802	2070
550	2855	906	1884
600	2739	997	1667
650	2574	1065	1427
700	2358	1099	1172
750	2095	1091	916
800	1789	1030	672
850	1445	907	455
900	1064	709	279
950	641	415	157
1000	174	0	107

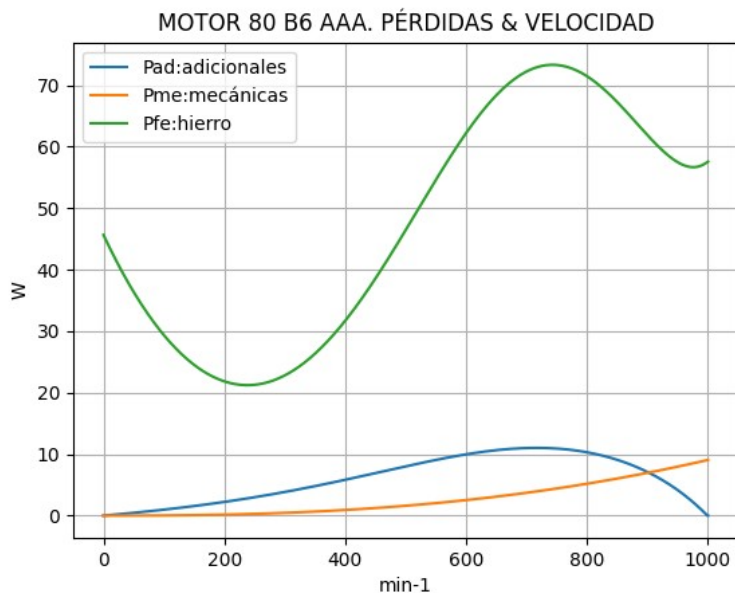


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ crece hasta cerca de 400 min^{-1} y luego cae regularmente con mayor pendiente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 700 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 4-9-80. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	46
50	0	0	36
100	1	0	29
150	2	0	25
200	2	0	22
250	3	0	21
300	4	0	23
350	5	1	26
400	6	1	32
450	7	1	39
500	8	2	46
550	9	2	55
600	10	3	62
650	11	3	68
700	11	4	72
750	11	4	73
800	10	5	71
850	9	6	67
900	7	7	62
950	4	8	57
1000	0	9	58

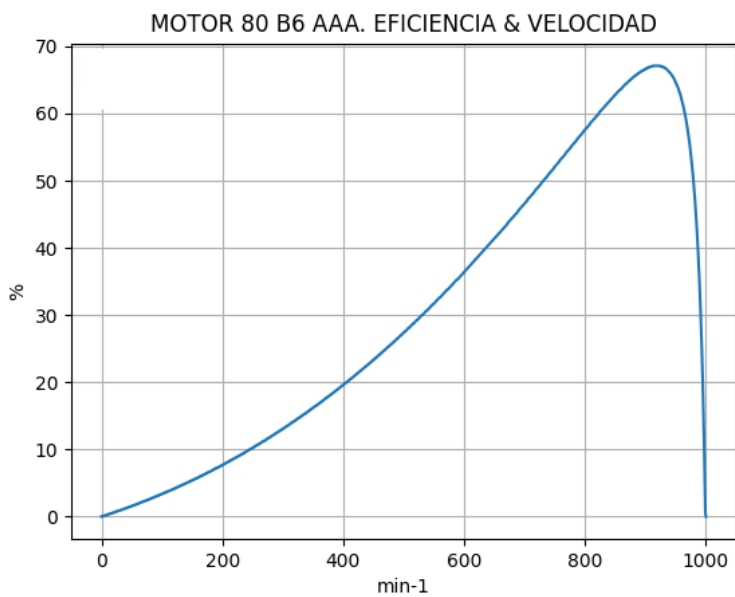


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de 650 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 250 min^{-1} y se maximizan cerca de 750 min^{-1}

Fig. 4-10-80. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min}^{-1})$	Eff (%)
0	0.0
50	1.6
100	3.4
150	5.4
200	7.7
250	10.2
300	13.1
350	16.2
400	19.6
450	23.3
500	27.4
550	31.7
600	36.4
650	41.4
700	46.6
750	52.1
800	57.6
850	62.8
900	66.6
950	64.6
1000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 900 min^{-1} y luego decrece con pendiente abrupta

Fig. 4-11-80. Curva de eficiencia

4-5. Motor asincrónico trifásico 90 L6. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	90 L6	1.1	380	E	50	6	945	75.0	0.64	3.47	4.57	2.77	3.0	B 44	Motor normal	

Tabla 4-1-90. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	4.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	19.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	5.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	24.7	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	62.7	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	1000.0	-	-	160	-	2.3	0.1
Arranque	-	-	380	0.0	30.8	-	-	-	15.9	-
Carga 75%	-	-	380	955.0	11.0	74.4	1482	1102	3.2	0.69
Carga 50%	-	-	380	970.0	7.2	73.4	1000	734	2.6	0.59
Temperat. carcasa	-	72.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4-2-90. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	8.427	10.993	4.153	5.496	inf	inf	4.274	5.496	0.0	0.0	-
Nominal1	945	37.166	51.241	4.153	25.621	inf	inf	1.816	25.621	0.0	0.0	-
Vacio	1000	9.387	93.398	4.153	26.792	4.898	66.659	2.000	26.792	2.3	4.0	-84.6
Nominal2	945	40.512	48.639	4.153	25.621	4.898	61.826	2.892	-10.398	2.4	2.4	-103.3

Tabla 4-3-90. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 12.0, Cad = 5.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	30.8	0.0	6357	0	0	0	0	6357	0.0	-	110.4	-0.4	15.9	-52.5	15.9	15.9	-52.5
Nominal1	945	11.1	82.0	1343	1100	11	16	0	216	108.3	-54.0	145.0	-16.2	3.5	-54.0	3.5	3.5	-54.0
Vacio	1000	0.0	0.0	160	0	0	11	80	68	156.3	1.1	156.3	1.2	0.0	1.1	2.3	2.3	-84.3
Nominal2	945	11.1	75.0	1468	1100	55	10	85	218	138.9	-6.6	149.3	-17.9	2.8	-6.6	3.5	3.5	-50.2

Tabla 4-4-90. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 12.0, Cad = 5.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
0	7.598	10.621	4.153	5.496	4.898	47.076	4.274	5.496	2.2	2.2	-82.4
1	7.824	11.044	4.153	6.561	4.898	48.056	4.201	4.655	1.9	1.9	-88.2
2	8.077	11.444	4.153	7.626	4.898	49.035	4.128	3.814	1.7	1.7	-94.9
3	8.359	11.824	4.153	8.691	4.898	50.014	4.055	2.973	1.6	1.6	-102.5
4	8.675	12.184	4.153	9.756	4.898	50.993	3.981	2.132	1.5	1.5	-110.8
5	9.033	12.527	4.153	10.820	4.898	51.972	3.908	1.291	1.4	1.4	-119.6
6	9.438	12.856	4.153	11.885	4.898	52.951	3.835	0.450	1.4	1.4	-128.0
7	9.902	13.174	4.153	12.950	4.898	53.930	3.762	-0.391	1.4	1.4	-135.7
8	10.438	13.487	4.153	14.015	4.898	54.909	3.689	-1.232	1.5	1.5	-142.0
9	11.064	13.802	4.153	15.079	4.898	55.888	3.616	-2.073	1.6	1.6	-146.8
10	11.804	14.129	4.153	16.144	4.898	56.868	3.543	-2.914	1.7	1.7	-150.0
11	12.693	14.486	4.153	17.209	4.898	57.847	3.469	-3.755	1.8	1.8	-151.6
12	13.781	14.899	4.153	18.274	4.898	58.826	3.396	-4.596	1.9	1.9	-151.8
13	15.147	15.413	4.153	19.338	4.898	59.805	3.323	-5.437	2.0	2.0	-150.5
14	16.909	16.111	4.153	20.403	4.898	60.784	3.250	-6.278	2.1	2.1	-147.6
15	19.268	17.153	4.153	21.468	4.898	61.763	3.177	-7.119	2.2	2.2	-143.1
16	22.571	18.893	4.153	22.533	4.898	62.742	3.104	-7.960	2.2	2.2	-136.7
17	27.437	22.227	4.153	23.597	4.898	63.721	3.031	-8.801	2.3	2.3	-128.0
18	34.783	29.879	4.153	24.662	4.898	64.700	2.958	-9.642	2.3	2.3	-116.7
19	42.506	51.621	4.153	25.727	4.898	65.680	2.884	-10.483	2.3	2.3	-102.2
20	9.387	93.398	4.153	26.792	4.898	66.659	2.811	-11.324	2.3	2.3	-84.6

Tabla 4-5-90. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	27.2	0.0	6449	0	0	0	71	6378	0.0	-	103.9	1.7	14.9	-50.5	16.8	16.8	-54.4
1	50	25.9	2.2	6182	135	7	0	56	5984	3.2	-50.5	94.0	-4.0	14.6	-50.5	16.2	16.2	-54.7
2	100	25.9	4.6	5958	271	14	0	45	5629	6.6	-50.3	85.9	-10.6	14.4	-50.3	15.7	15.7	-54.8
3	150	26.1	7.1	5770	409	20	0	37	5303	10.1	-50.0	79.6	-18.1	14.2	-50.0	15.2	15.2	-54.7
4	200	26.3	9.8	5613	551	28	0	32	5002	13.9	-49.5	75.4	-26.3	13.9	-49.5	14.7	14.7	-54.6
5	250	26.7	12.7	5481	698	35	0	29	4719	17.8	-48.8	73.5	-34.9	13.7	-48.8	14.2	14.2	-54.2
6	300	27.1	15.8	5371	851	43	1	28	4449	22.1	-48.0	74.0	-43.3	13.5	-48.0	13.8	13.8	-53.7
7	350	27.6	19.2	5277	1011	51	1	29	4185	26.8	-47.0	76.7	-50.8	13.2	-47.0	13.3	13.3	-53.1
8	400	28.1	22.7	5194	1178	59	1	32	3924	31.9	-45.7	81.2	-57.1	13.0	-45.7	12.9	12.9	-52.3
9	450	28.7	26.4	5118	1353	68	1	36	3660	37.5	-44.3	87.3	-61.8	12.7	-44.3	12.4	12.4	-51.3
10	500	29.3	30.4	5040	1535	77	2	40	3387	43.6	-42.5	94.4	-64.9	12.3	-42.5	11.9	11.9	-50.1
11	550	29.8	34.7	4953	1719	86	2	46	3099	50.5	-40.5	102.2	-66.5	11.9	-40.5	11.4	11.4	-48.8
12	600	30.3	39.3	4843	1901	95	3	51	2792	58.3	-38.1	110.4	-66.6	11.4	-38.1	10.8	10.8	-47.2
13	650	30.4	44.1	4695	2070	104	4	57	2460	66.9	-35.4	118.7	-65.2	10.8	-35.4	10.2	10.2	-45.5
14	700	30.1	49.3	4487	2210	111	5	63	2098	76.7	-32.1	126.6	-62.2	10.1	-32.1	9.4	9.4	-43.6
15	750	29.2	54.7	4191	2294	115	5	69	1708	87.6	-28.4	133.8	-57.6	9.2	-28.4	8.5	8.5	-41.7
16	800	27.2	60.5	3771	2283	114	6	73	1295	99.7	-24.0	140.1	-51.1	8.0	-24.0	7.5	7.5	-39.9
17	850	23.8	66.6	3185	2120	106	7	76	876	113.1	-18.8	145.1	-42.4	6.6	-18.8	6.2	6.2	-39.0
18	900	18.4	72.4	2394	1733	87	8	77	489	127.4	-12.9	148.8	-31.0	4.8	-12.9	4.8	4.8	-40.7
19	950	10.5	75.8	1376	1043	52	10	78	193	142.1	-6.2	152.0	-16.5	2.6	-6.2	3.3	3.3	-50.5
20	1000	0.0	0.0	160	0	0	11	80	68	156.3	1.3	156.3	1.2	0.0	1.1	2.3	2.3	-84.3

Tabla 4-6-90. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	57	25.9	2.5	6149	154	8	0	54	5933	3.7	-50.5	92.8	-4.9	14.6	-50.5	16.1	16.1	-54.7
Máximo	648	30.4	43.9	4702	2064	103	4	57	2474	66.6	-35.5	118.3	-65.2	10.9	-35.5	10.2	10.2	-45.6

Tabla 4-7-90. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	908.0	17.3	73.2	2247.0	1645.0	82.0	9.0	77.0	434.0	129.7	-11.9	149.4	-28.9	4.5	-11.9	4.5	4.5	-41.4
125 %	929.0	14.1	75.1	1831.0	1375.0	69.0	9.0	78.0	301.0	135.9	-9.1	150.7	-23.0	3.6	-9.1	3.9	3.9	-44.7
100 %	946.7	11.1	75.8	1450.6	1099.6	55.3	10.0	78.0	207.7	141.1	-6.7	151.8	-17.6	2.7	-6.7	3.4	3.4	-49.4
75 %	962.0	8.2	75.1	1098.1	825.1	41.0	10.0	79.0	144.0	145.6	-4.5	152.9	-12.5	2.0	-4.5	3.0	3.0	-55.7
50 %	975.7	5.4	71.6	768.5	550.2	27.3	10.0	79.0	101.7	149.5	-2.4	154.0	-7.7	1.3	-2.4	2.6	2.6	-63.8
25 %	988.1	2.7	60.2	456.6	274.9	13.9	11.0	80.0	77.8	153.0	-0.5	155.1	-3.2	0.7	-0.5	2.4	2.4	-73.5
Eff máx	948.0	10.9	75.8	1421.0	1078.0	54.0	10.0	78.0	202.0	141.5	-6.5	151.9	-17.2	2.7	-6.5	3.3	3.3	-49.8

Tabla 4-8-90. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	30.8	0.0	-	0.0	15.9	-
Valores calculados		0.0	27.2	0.0	6449.0	0.0	16.8	-54.4
Diferencias (%)		-	11.7	-	-	-	-5.7	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	33.3	-	-	-	-	-
Valores calculados		648.0	30.4	43.9	4702.0	2064.0	10.2	-45.6
Diferencias (%)		-	8.7	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		945.0	11.1	75.0	1460.0	1100.0	3.5	-50.2
Valores calculados		946.7	11.1	75.8	1450.6	1099.6	3.4	-49.4
Diferencias (%)		-0.2	0.1	-1.1	0.6	0.0	2.0	1.6
75% carga								
Valores ingresados		955.0	11.0	74.4	1482.0	1102.0	3.2	-46.4
Valores calculados		962.0	8.2	75.1	1098.1	825.1	3.0	-55.7
Diferencias (%)		-0.7	25.6	-0.9	25.9	25.1	7.7	-20.1

Tabla 4-9-90. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	970.0	7.2	73.4	1000.0	734.0	2.6	-53.8
Valores calculados	975.7	5.4	71.6	768.5	550.2	2.6	-63.8
Diferencias (%)	-0.6	25.3	2.5	23.1	25.0	0.0	-18.5
Vacío							
Valores ingresados	1000.0	0.0	0.0	160.0	0.0	2.3	-84.3
Valores calculados	1000.0	0.0	0.0	160.0	0.0	2.3	-84.3
Diferencias (%)	-	-	-	0.0	-	1.7	-0.0

Tabla 4-9-90. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	130.30	Paso de bobinas en ranuras	6/8	Corriente por kW (A/kW)	3.15
Altura corona estator (mm)	8.20	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	6.1
Diámetro interior estator (mm)	84.00	Factor de arrollamiento	0.966	Corriente barra rotor (A)	219.8
Altura corona rotor (mm)	14.90	Espiras por bobina (prom)	51.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	5.7
Diámetro eje rotor (mm)	30.00	Espiras por bobina (real)	51/51	Corriente anillo rotor (A)	326.5
Longitud paquete de chapas (mm)	130.00	Número de alambres 1	2	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	5.4
Número ranuras estator	36.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.6	Flujo por polo (wb)	0.0023
Sección ranura estator (mm2)	69.20	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.63
Número ranuras rotor	28.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.2
Sección ranura rotor (mm2)	38.30	Conexión bobinado (vías)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	0.42
Espesor anillo rotor (mm)	5.00	Peso total cobre (kg)	2.1	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.118
Sección anillo rotor(mm2)	61.00	Relleno ranura(%)	41.7	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	357878
Longitud entrehierro (mm)	0.25				

Tabla 4-10-90. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.1025	0.113	0.1209	0.9679	0.1055	0.113	0.1025	0.5268	0.1209	1.2711	0.0714	-0.2138	0.1025	0.5508	0.1209	1.3705	0.0494	0.5508

Tabla 4-11-90. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	15.0	2.6	23.2	59.3
Eff. Máx	15.7	2.9	22.7	58.9

Tabla 4-12-90. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

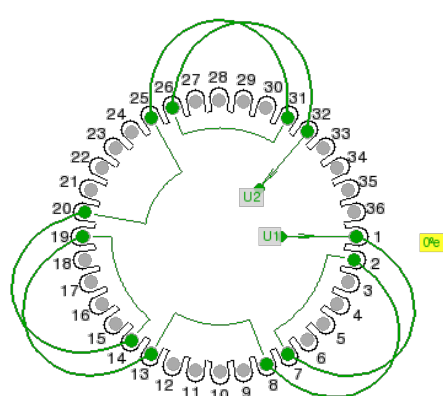


Fig. 4-1-90. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 6 polos, paso 1-7, 1 vía, ka = 0.966

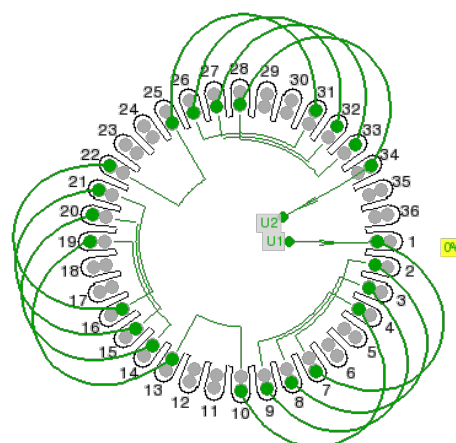
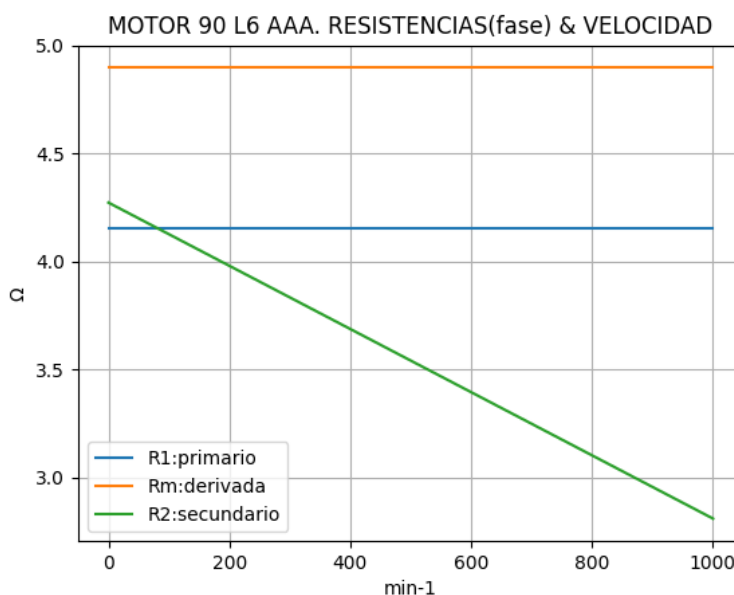


Fig. 4-2-90. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 6 polos, paso 1-7, 1 vía, ka = 0.837

4-6. Motor asincrónico trifásico 90 L6. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	7.598	4.153	4.898	4.274
50	7.824	4.153	4.898	4.201
100	8.077	4.153	4.898	4.128
150	8.359	4.153	4.898	4.055
200	8.675	4.153	4.898	3.981
250	9.033	4.153	4.898	3.908
300	9.438	4.153	4.898	3.835
350	9.902	4.153	4.898	3.762
400	10.438	4.153	4.898	3.689
450	11.064	4.153	4.898	3.616
500	11.804	4.153	4.898	3.543
550	12.693	4.153	4.898	3.469
600	13.781	4.153	4.898	3.396
650	15.147	4.153	4.898	3.323
700	16.909	4.153	4.898	3.250
750	19.268	4.153	4.898	3.177
800	22.571	4.153	4.898	3.104
850	27.437	4.153	4.898	3.031
900	34.783	4.153	4.898	2.958
950	42.506	4.153	4.898	2.884
1000	9.387	4.153	4.898	2.811

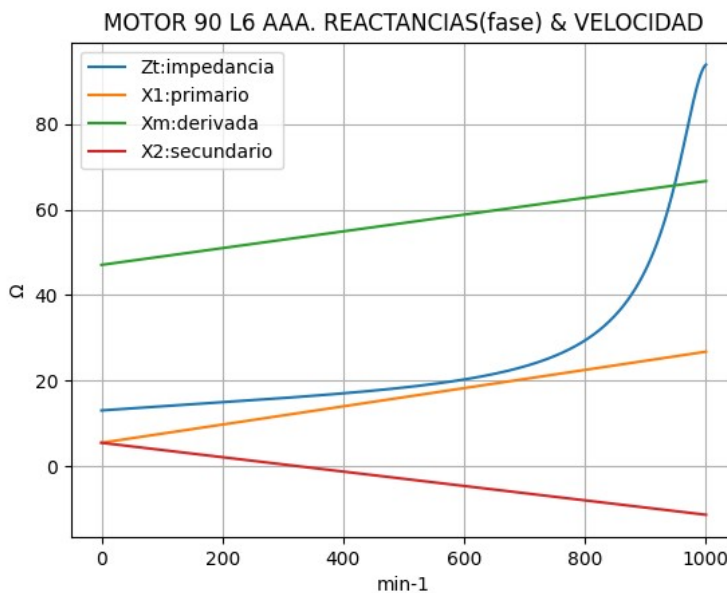


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) decrece con la velocidad

Fig. 4-3-90. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	13.059	10.621	5.496	47.076	5.496
50	13.535	11.044	6.561	48.056	4.655
100	14.007	11.444	7.626	49.035	3.814
150	14.480	11.824	8.691	50.014	2.973
200	14.957	12.184	9.756	50.993	2.132
250	15.444	12.527	10.820	51.972	1.291
300	15.949	12.856	11.885	52.951	0.450
350	16.481	13.174	12.950	53.930	-0.391
400	17.055	13.487	14.015	54.909	-1.232
450	17.689	13.802	15.079	55.888	-2.073
500	18.411	14.129	16.144	56.868	-2.914
550	19.260	14.486	17.209	57.847	-3.755
600	20.296	14.899	18.274	58.826	-4.596
650	21.610	15.413	19.338	59.805	-5.437
700	23.355	16.111	20.403	60.784	-6.278
750	25.797	17.153	21.468	61.763	-7.119
800	29.435	18.893	22.533	62.742	-7.960
850	35.310	22.227	23.597	63.721	-8.801
900	45.854	29.879	24.662	64.700	-9.642
950	66.869	51.621	25.727	65.680	-10.483
1000	93.869	93.398	26.792	66.659	-11.324

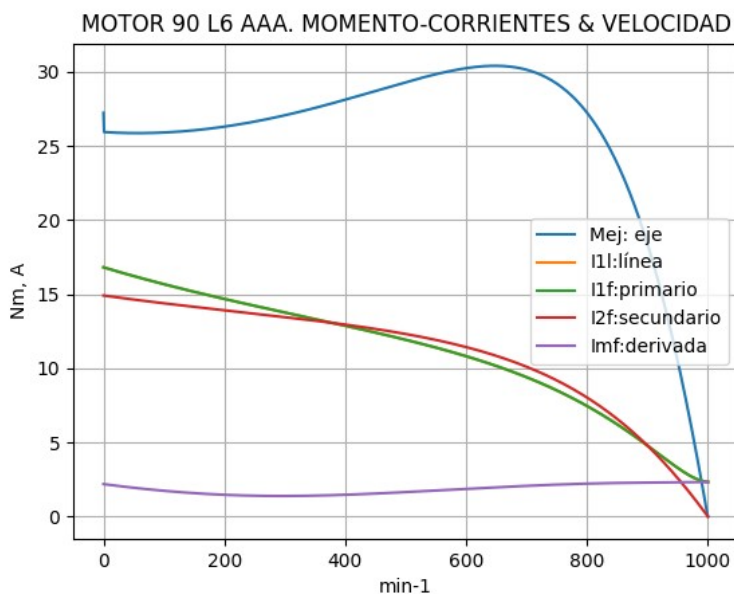


Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) es positiva hasta cerca de 300 min⁻¹ y luego es negativa

Fig. 4-4-90. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	27.2	14.9	16.8	16.8	2.2
50	25.9	14.6	16.2	16.2	1.9
100	25.9	14.4	15.7	15.7	1.7
150	26.1	14.2	15.2	15.2	1.6
200	26.3	13.9	14.7	14.7	1.5
250	26.7	13.7	14.2	14.2	1.4
300	27.1	13.5	13.8	13.8	1.4
350	27.6	13.2	13.3	13.3	1.4
400	28.1	13.0	12.9	12.9	1.5
450	28.7	12.7	12.4	12.4	1.6
500	29.3	12.3	11.9	11.9	1.7
550	29.8	11.9	11.4	11.4	1.8
600	30.3	11.4	10.8	10.8	1.9
650	30.4	10.8	10.2	10.2	2.0
700	30.1	10.1	9.4	9.4	2.1
750	29.2	9.2	8.5	8.5	2.2
800	27.2	8.0	7.5	7.5	2.2
850	23.8	6.6	6.2	6.2	2.3
900	18.4	4.8	4.8	4.8	2.3
950	10.5	2.6	3.3	3.3	2.3
1000	0.0	0.0	2.3	2.3	2.3

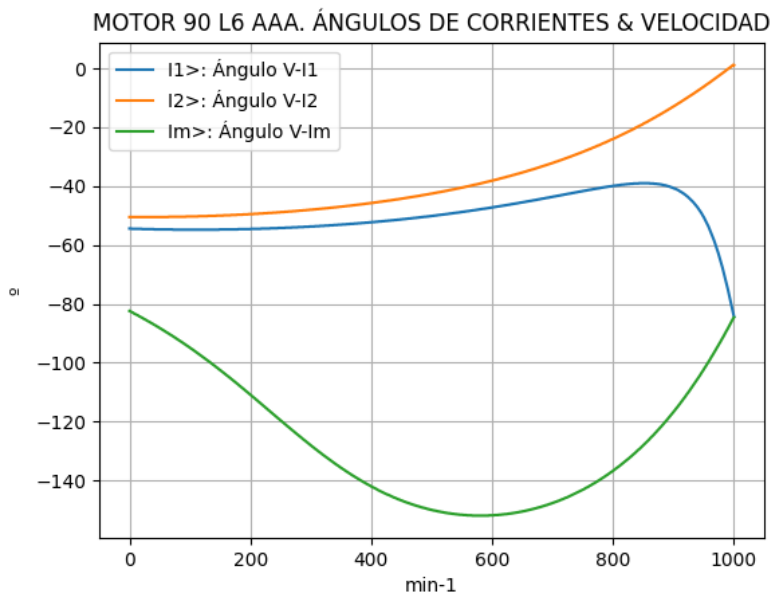


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 650 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf es menor que I1, pero la supera en el intervalo 400 a 900 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 250 min⁻¹

Fig. 4-5-90. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-50.5	-54.4	-82.4
50	-50.5	-54.7	-88.2
100	-50.3	-54.8	-94.9
150	-50.0	-54.7	-102.5
200	-49.5	-54.6	-110.8
250	-48.8	-54.2	-119.6
300	-48.0	-53.7	-128.0
350	-47.0	-53.1	-135.7
400	-45.7	-52.3	-142.0
450	-44.3	-51.3	-146.8
500	-42.5	-50.1	-150.0
550	-40.5	-48.8	-151.6
600	-38.1	-47.2	-151.8
650	-35.4	-45.5	-150.5
700	-32.1	-43.6	-147.6
750	-28.4	-41.7	-143.1
800	-24.0	-39.9	-136.7
850	-18.8	-39.0	-128.0
900	-12.9	-40.7	-116.7
950	-6.2	-50.5	-102.2
1000	1.1	-84.3	-84.6

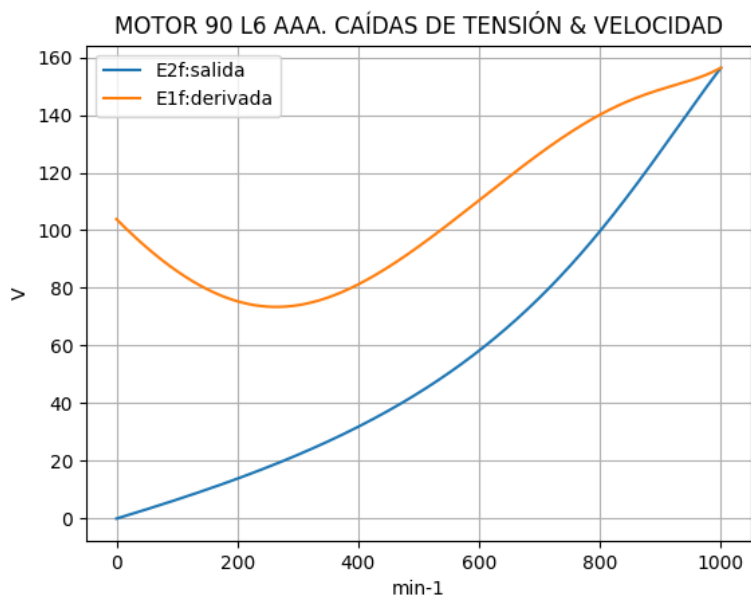


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 850 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 600 min⁻¹

Fig. 4-6-90. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	103.9
50	3.2	94.0
100	6.6	85.9
150	10.1	79.6
200	13.9	75.4
250	17.8	73.5
300	22.1	74.0
350	26.8	76.7
400	31.9	81.2
450	37.5	87.3
500	43.6	94.4
550	50.5	102.2
600	58.3	110.4
650	66.9	118.7
700	76.7	126.6
750	87.6	133.8
800	99.7	140.1
850	113.1	145.1
900	127.4	148.8
950	142.1	152.0
1000	156.3	156.3

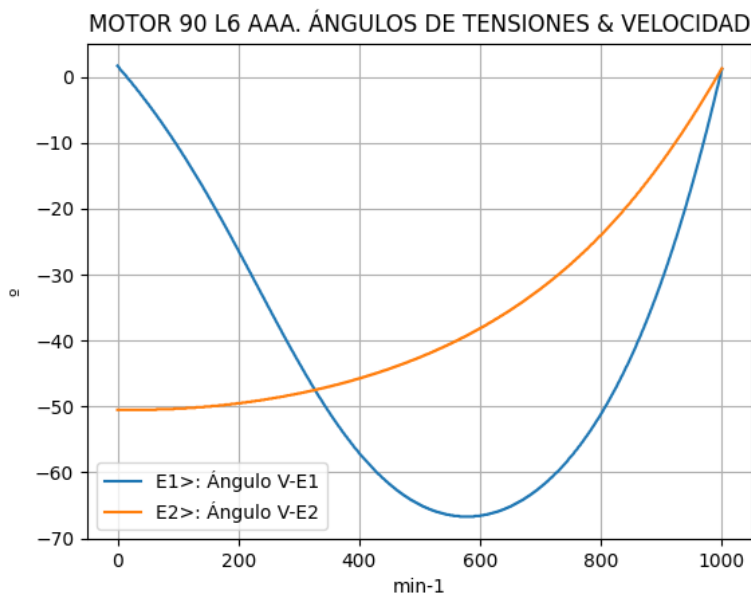


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 250 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 4-7-90. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	1.7
50	-50.5	-4.0
100	-50.3	-10.6
150	-50.0	-18.1
200	-49.5	-26.3
250	-48.8	-34.9
300	-48.0	-43.3
350	-47.0	-50.8
400	-45.7	-57.1
450	-44.3	-61.8
500	-42.5	-64.9
550	-40.5	-66.5
600	-38.1	-66.6
650	-35.4	-65.2
700	-32.1	-62.2
750	-28.4	-57.6
800	-24.0	-51.1
850	-18.8	-42.4
900	-12.9	-31.0
950	-6.2	-16.5
1000	1.3	1.2

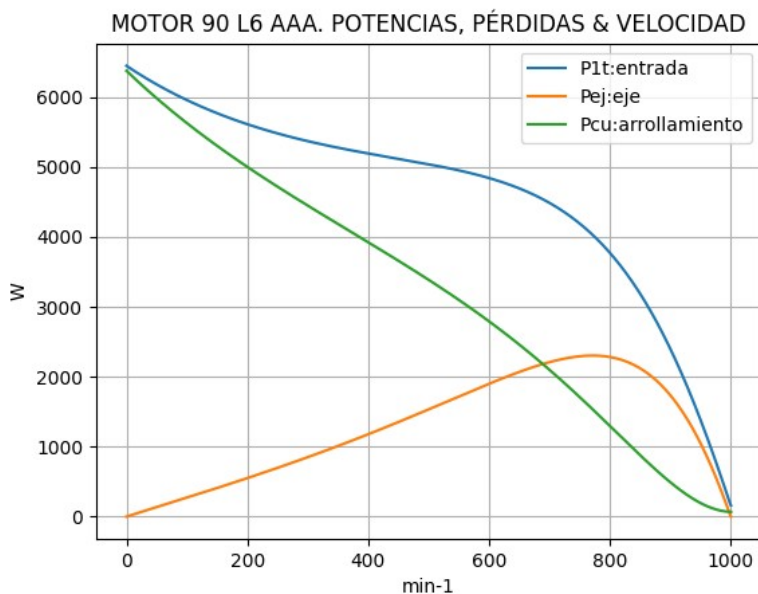


Observaciones:

- El ángulo $V-E1$ es inicialmente positivo; cerca de 50 min^{-1} pasa a ser negativo y se maximiza cerca de 650 min^{-1}
- El ángulo $V-E2$ es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 4-8-90. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	6449	0	6378
50	6182	135	5984
100	5958	271	5629
150	5770	409	5303
200	5613	551	5002
250	5481	698	4719
300	5371	851	4449
350	5277	1011	4185
400	5194	1178	3924
450	5118	1353	3660
500	5040	1535	3387
550	4953	1719	3099
600	4843	1901	2792
650	4695	2070	2460
700	4487	2210	2098
750	4191	2294	1708
800	3771	2283	1295
850	3185	2120	876
900	2394	1733	489
950	1376	1043	193
1000	160	0	68

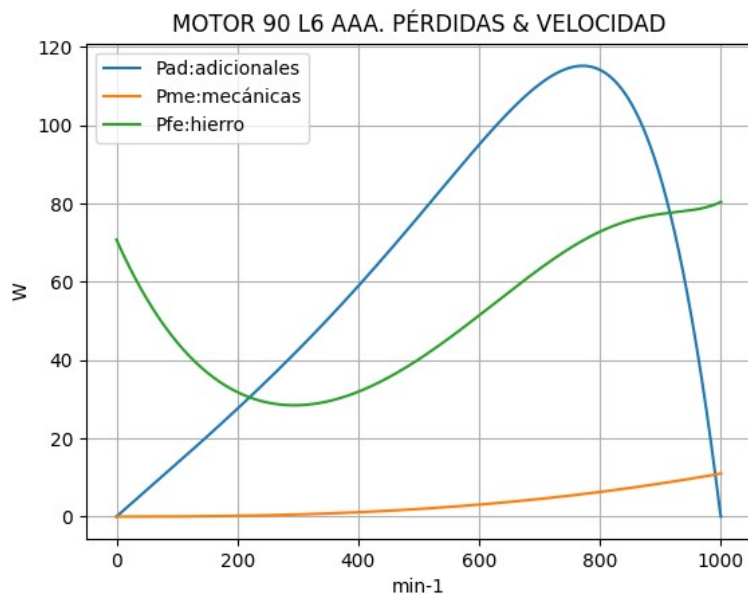


Observaciones:

- La potencia de entrada P1t = (Peje + Pérdidas) desciende regularmente desde un máximo ubicado en el arranque
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 750 min⁻¹
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 4-9-90. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	71
50	7	0	56
100	14	0	45
150	20	0	37
200	28	0	32
250	35	0	29
300	43	1	28
350	51	1	29
400	59	1	32
450	68	1	36
500	77	2	40
550	86	2	46
600	95	3	51
650	104	4	57
700	111	5	63
750	115	5	69
800	114	6	73
850	106	7	76
900	87	8	77
950	52	10	78
1000	0	11	80

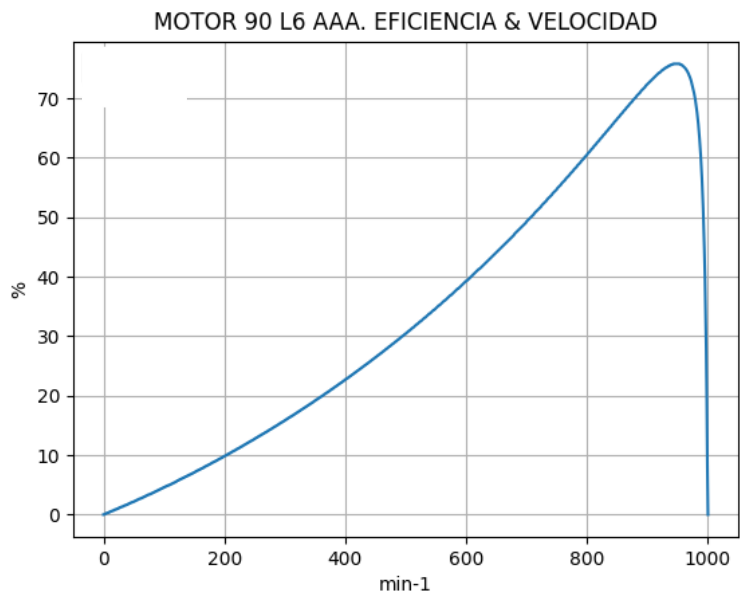


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales Pad = Peje · Cad / 100 son máximas cerca de las 750 min⁻¹
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro Pfe = 3 · Rm · Im² se minimizan cerca de 300 min⁻¹ y se maximizan en vacío

Fig. 4-10-90. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff (%)
0	0.0
50	2.2
100	4.6
150	7.1
200	9.8
250	12.7
300	15.8
350	19.2
400	22.7
450	26.4
500	30.4
550	34.7
600	39.3
650	44.1
700	49.3
750	54.7
800	60.5
850	66.6
900	72.4
950	75.8
1000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot \text{Peje} / (\text{Peje} + \text{Pérdidas})$ crece hasta un máximo cerca de 900 min^{-1} y luego decrece con mayor pendiente

Fig. 4-11-90. Curva de eficiencia

4-7. Motor asincrónico trifásico 100 L6. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	KW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	100 L6	1.5	380	E	50	6	935	74.5	0.75	4.0	3.6	1.42	2.5	B 44	Motor normal	

Tabla 4-1-100. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	4.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	19.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	5.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	19.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	62.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	1000.0	-	-	164	-	2.0	0.12
Arranque	-	-	380	0.0	21.8	-	-	-	14.4	-
Carga 75%	-	-	380	955.0	11.0	74.4	1482	1102	3.2	0.69
Carga 50%	-	-	380	970.0	7.2	73.4	1000	734	2.6	0.59
Temperat. carcasa	-	67.5	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4-2-100. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	8.055	12.953	4.393	6.477	inf	inf	3.662	6.477	0.0	0.0	-
Nominal1	935	38.569	39.089	4.393	19.544	inf	inf	2.221	19.544	0.0	0.0	-
Vacio	1000	13.179	109.033	4.393	20.453	8.008	88.731	2.000	20.453	2.0	3.5	-83.6
Nominal2	935	41.185	36.322	4.393	19.544	8.008	78.488	3.086	-5.156	2.1	2.1	-101.1

Tabla 4-3-100. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 13.0, Cad = 5.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	21.8	0.0	5011	0	0	0	0	5011	0.0	-	107.1	2.4	14.4	-58.1	14.4	14.4	-58.1
Nominal1	935	15.3	81.0	1851	1500	15	19	0	317	127.8	-45.4	157.5	-15.6	4.0	-45.4	4.0	4.0	-45.4
Vacio	1000	0.0	0.0	163	0	0	14	96	53	178.0	1.1	178.0	1.2	0.0	1.1	2.0	2.0	-83.1
Nominal2	935	15.3	74.6	2009	1500	75	12	101	321	153.3	-10.6	161.7	-16.9	3.5	-10.6	4.0	4.0	-41.4

Tabla 4-4-100. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 13.0, Cad = 5.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	7.381	12.346	4.393	6.477	8.008	53.399	3.662	6.477	1.9	1.9	-77.6	
1	7.569	12.583	4.393	7.176	8.008	55.166	3.631	5.855	1.7	1.7	-81.1	
2	7.778	12.805	4.393	7.874	8.008	56.932	3.600	5.233	1.5	1.5	-85.2	
3	8.013	13.015	4.393	8.573	8.008	58.699	3.570	4.610	1.4	1.4	-89.8	
4	8.278	13.213	4.393	9.272	8.008	60.466	3.539	3.988	1.3	1.3	-95.0	
5	8.578	13.403	4.393	9.971	8.008	62.232	3.508	3.366	1.2	1.2	-100.7	
6	8.919	13.585	4.393	10.670	8.008	63.999	3.477	2.744	1.1	1.1	-106.8	
7	9.310	13.763	4.393	11.368	8.008	65.765	3.446	2.122	1.1	1.1	-113.0	
8	9.764	13.940	4.393	12.067	8.008	67.532	3.416	1.500	1.1	1.1	-119.0	
9	10.297	14.122	4.393	12.766	8.008	69.298	3.385	0.878	1.1	1.1	-124.4	
10	10.930	14.315	4.393	13.465	8.008	71.065	3.354	0.256	1.1	1.1	-128.8	
11	11.697	14.531	4.393	14.164	8.008	72.832	3.323	-0.366	1.2	1.2	-132.0	
12	12.644	14.786	4.393	14.862	8.008	74.598	3.292	-0.988	1.2	1.2	-133.9	
13	13.845	15.109	4.393	15.561	8.008	76.365	3.262	-1.610	1.3	1.3	-134.3	
14	15.418	15.553	4.393	16.260	8.008	78.131	3.231	-2.232	1.4	1.4	-133.1	
15	17.568	16.226	4.393	16.959	8.008	79.898	3.200	-2.854	1.5	1.5	-130.2	
16	20.675	17.371	4.393	17.658	8.008	81.664	3.169	-3.477	1.6	1.6	-125.5	
17	25.516	19.637	4.393	18.356	8.008	83.431	3.138	-4.099	1.7	1.7	-118.6	
18	33.812	25.253	4.393	19.055	8.008	85.198	3.108	-4.721	1.8	1.8	-109.5	
19	47.867	45.065	4.393	19.754	8.008	86.964	3.077	-5.343	1.9	1.9	-97.8	
20	1000	13.179	109.033	4.393	20.453	8.008	88.731	3.046	-5.965	2.0	2.0	-83.6

Tabla 4-5-100. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	19.2	0.0	5164	0	0	0	83	5081	0.0	-	100.6	3.9	13.5	-56.6	15.3	15.3	-59.1
1	50	18.8	1.9	5081	98	5	0	68	4910	2.6	-56.3	93.8	0.6	13.4	-56.3	15.0	15.0	-59.0
2	100	19.3	4.0	5016	203	10	0	56	4747	5.3	-55.8	87.7	-3.2	13.3	-55.8	14.7	14.7	-58.7
3	150	20.0	6.3	4965	314	16	0	46	4589	8.3	-55.2	82.4	-7.6	13.2	-55.2	14.4	14.4	-58.4
4	200	20.7	8.8	4928	433	22	0	39	4434	11.6	-54.6	78.0	-12.5	13.1	-54.6	14.1	14.1	-57.9
5	250	21.4	11.4	4903	561	28	0	34	4280	15.2	-53.8	74.7	-18.0	13.0	-53.8	13.8	13.8	-57.4
6	300	22.3	14.3	4888	699	35	1	31	4123	19.1	-52.8	72.8	-23.9	12.8	-52.8	13.5	13.5	-56.7
7	350	23.2	17.4	4881	849	42	1	29	3960	23.5	-51.8	72.3	-30.0	12.7	-51.8	13.2	13.2	-55.9
8	400	24.1	20.7	4879	1010	51	1	28	3789	28.4	-50.5	73.4	-35.8	12.5	-50.5	12.9	12.9	-55.0
9	450	25.1	24.3	4879	1185	59	2	29	3605	33.9	-49.1	76.1	-41.0	12.2	-49.1	12.6	12.6	-53.9
10	500	26.2	28.1	4877	1372	69	3	30	3403	40.2	-47.4	80.4	-45.2	12.0	-47.4	12.2	12.2	-52.6
11	550	27.3	32.3	4866	1571	79	3	33	3180	47.3	-45.5	86.1	-48.3	11.6	-45.5	11.8	11.8	-51.2
12	600	28.3	36.8	4835	1778	89	4	37	2927	55.5	-43.2	93.2	-50.0	11.2	-43.2	11.3	11.3	-49.5
13	650	29.2	41.6	4772	1986	99	5	42	2640	65.0	-40.4	101.4	-50.2	10.7	-40.4	10.7	10.7	-47.5
14	700	29.7	46.9	4653	2181	109	6	48	2310	76.0	-37.2	110.8	-48.9	10.1	-37.2	10.0	10.0	-45.3
15	750	29.7	52.5	4446	2336	117	7	55	1932	88.7	-33.3	121.2	-45.9	9.2	-33.3	9.2	9.2	-42.7
16	800	28.7	58.6	4104	2407	120	8	63	1506	103.5	-28.7	132.5	-41.0	8.2	-28.7	8.1	8.1	-40.0
17	850	26.1	65.1	3563	2321	116	10	71	1045	120.4	-23.0	144.4	-34.1	6.8	-23.0	6.8	6.8	-37.6
18	900	20.9	71.7	2748	1970	98	11	80	588	139.2	-16.2	156.5	-24.9	5.0	-16.2	5.2	5.2	-36.8
19	950	12.3	76.4	1603	1225	61	13	89	215	159.1	-8.1	168.1	-13.1	2.7	-8.1	3.3	3.3	-43.3
20	1000	0.0	0.0	163	0	0	14	96	53	178.0	1.3	178.0	1.2	0.0	1.1	2.0	2.0	-83.1

Tabla 4-6-100. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	18.3	0.0	5162	2	0	0	83	5077	0.0	-56.6	100.4	3.8	13.5	-56.6	15.3	15.3	-59.1
Máximo	726	29.8	49.8	4559	2269	113	6	51	2119	82.4	-35.3	116.1	-47.6	9.7	-35.3	9.6	9.6	-44.0

Tabla 4-7-100. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	865.0	24.8	67.1	3350.0	2249.0	112.0	10.0	74.0	905.0	125.9	-21.1	148.0	-31.6	6.3	-21.1	6.4	6.4	-37.0
125 %	908.5	19.7	72.7	2577.6	1875.0	93.5	11.0	82.0	516.0	142.6	-15.0	158.5	-23.0	4.6	-15.0	4.9	4.9	-37.0
100 %	934.8	15.3	75.5	1986.4	1500.0	75.2	12.0	86.8	313.2	153.0	-10.7	164.7	-16.9	3.4	-10.7	3.9	3.9	-39.7
75 %	954.9	11.2	76.4	1471.6	1125.2	56.1	13.0	90.0	187.3	161.1	-7.2	169.2	-11.7	2.5	-7.2	3.2	3.2	-45.0
50 %	971.7	7.4	74.7	1003.8	750.3	37.3	13.0	92.0	110.9	167.6	-4.2	172.6	-7.1	1.6	-4.2	2.6	2.6	-53.7
25 %	986.3	3.6	65.8	569.9	374.9	18.7	14.0	94.0	68.3	173.1	-1.3	175.6	-2.9	0.8	-1.3	2.2	2.2	-66.6
Eff máx	954.0	11.5	76.4	1497.0	1144.0	57.0	13.0	90.0	193.0	160.7	-7.4	169.0	-12.0	2.5	-7.4	3.2	3.2	-44.6

Tabla 4-8-100. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	21.8	0.0	-	0.0	14.4	-
Valores calculados		0.0	19.2	0.0	5164.0	0.0	15.3	-59.1
Diferencias (%)		-	11.9	-	-	-	-6.3	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	38.3	-	-	-	-	-
Valores calculados		726.0	29.8	49.8	4559.0	2269.0	9.6	-44.0
Diferencias (%)		-	22.2	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		935.0	15.3	74.5	1972.2	1500.0	4.0	-41.4
Valores calculados		934.8	15.3	75.5	1986.4	1500.0	3.9	-39.7
Diferencias (%)		0.0	0.1	-1.3	-0.7	0.0	2.5	4.1
75% carga								
Valores ingresados		955.0	11.0	74.4	1482.0	1102.0	3.2	-46.4
Valores calculados		954.9	11.2	76.4	1471.6	1125.2	3.2	-45.0
Diferencias (%)		0.0	-1.6	-2.7	0.7	-2.1	1.5	3.0

Tabla 4-9-100. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	970.0	7.2	73.4	1000.0	734.0	2.6	-53.8
Valores calculados	971.7	7.4	74.7	1003.8	750.3	2.6	-53.7
Diferencias (%)	-0.2	-2.4	-1.8	-0.4	-2.2	0.0	0.3
Vacío							
Valores ingresados	1000.0	0.0	0.0	164.0	0.0	2.0	-83.1
Valores calculados	1000.0	0.0	0.0	163.0	0.0	2.0	-83.1
Diferencias (%)	-	-	-	0.6	-	0.0	0.0

Tabla 4-9-100. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado Datos bob.	Exigencias Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	145.3	Paso de bobinas en ranuras 6/8	Corriente por kW (A/kW) 2.67
Altura corona estator (mm)	9.3	Capas de bobinas por ranura 1	Densidad corriente bobinado (A/mm2) 6.5
Diámetro interior estator (mm)	95.0	Factor de arrollamiento 0.966	Corriente barra rotor (A) 219.2
Altura corona rotor (mm)	14.8	Espiras por bobina (prom) 52.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2) 3.7
Diámetro eje rotor (mm)	32.0	Espiras por bobina (real) 52/52	Corriente anillo rotor (A) 383.8
Longitud paquete de chapas (mm)	128.0	Número de alambres 1 1	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2) 3.3
Número ranuras estator	36.0	Diámetro alambre 1 (mm) 0.6	Flujo por polo (wb) 0.0025
Sección ranura estator (mm2)	102.6	Número de alambres 2 1	Densidad flujo entrehierro (T) 0.62
Número ranuras rotor	33.0	Diámetro alambre 2 (mm) 0.65	Dens. flujo corona estator (T) 1.17
Sección ranura rotor (mm2)	58.9	Conexión bobinado (vías) 1	Dens. flujo corona rotor (T) 0.46
Espesor anillo rotor (mm)	7.0	Peso total cobre (kg) 2.55	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W) 0.085
Sección anillo rotor(mm2)	117.0	Relleno ranura(%) 31.1	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m) 374079
Longitud entrehierro (mm)	0.3		

Tabla 4-10-100. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.1067	0.1783	0.1944	1.4702	0.0889	0.1783	0.1067	0.5381	0.1944	2.1609	0.0749	-0.142	0.1067	0.5631	0.1944	2.4429	0.0486	0.5631

Tabla 4-11-100. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	14.7	2.4	19.8	63.1
Eff. Máx	16.1	3.7	25.5	54.7

Tabla 4-12-100. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

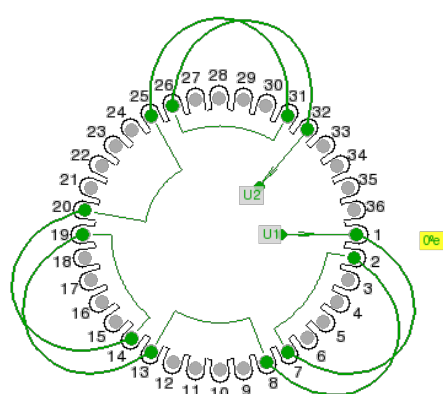


Fig. 4-1-100. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 6 polos, paso 1-7, 1 vía, ka = 0.966

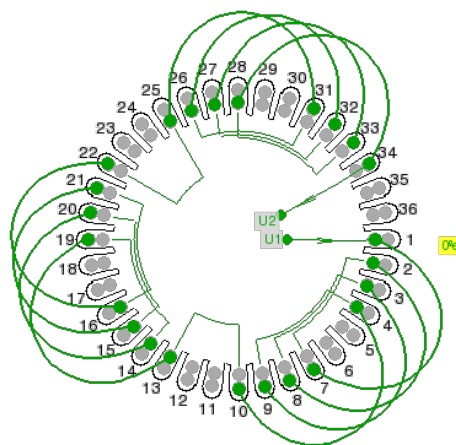
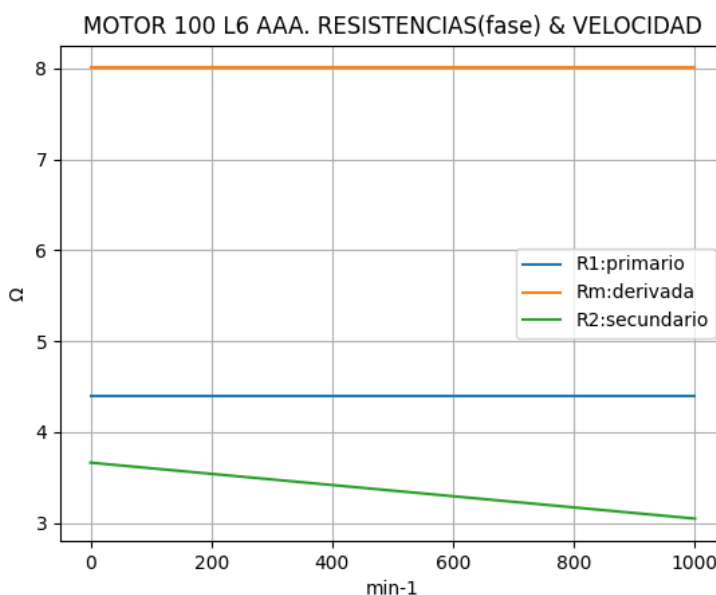


Fig. 4-2-100. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 6 polos, paso 1-7, 1 vía, ka = 0.837

4-8. Motor asincrónico trifásico 100 L6. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	7.381	4.393	8.008	3.662
50	7.569	4.393	8.008	3.631
100	7.778	4.393	8.008	3.600
150	8.013	4.393	8.008	3.570
200	8.278	4.393	8.008	3.539
250	8.578	4.393	8.008	3.508
300	8.919	4.393	8.008	3.477
350	9.310	4.393	8.008	3.446
400	9.764	4.393	8.008	3.416
450	10.297	4.393	8.008	3.385
500	10.930	4.393	8.008	3.354
550	11.697	4.393	8.008	3.323
600	12.644	4.393	8.008	3.292
650	13.845	4.393	8.008	3.262
700	15.418	4.393	8.008	3.231
750	17.568	4.393	8.008	3.200
800	20.675	4.393	8.008	3.169
850	25.516	4.393	8.008	3.138
900	33.812	4.393	8.008	3.108
950	47.867	4.393	8.008	3.077
1000	13.179	4.393	8.008	3.046

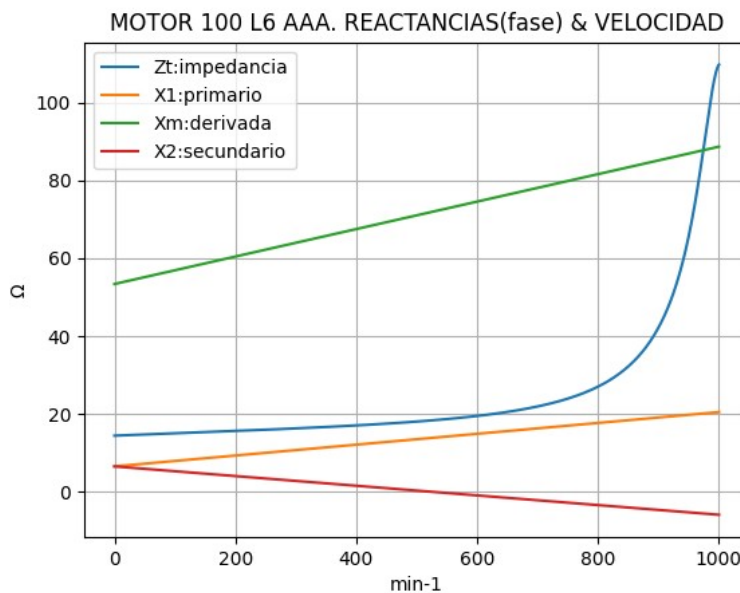


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) decrece con la velocidad

Fig. 4-3-100. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	14.384	12.346	6.477	53.399	6.477
50	14.683	12.583	7.176	55.166	5.855
100	14.982	12.805	7.874	56.932	5.233
150	15.284	13.015	8.573	58.699	4.610
200	15.592	13.213	9.272	60.466	3.988
250	15.912	13.403	9.971	62.232	3.366
300	16.251	13.585	10.670	63.999	2.744
350	16.616	13.763	11.368	65.765	2.122
400	17.020	13.940	12.067	67.532	1.500
450	17.477	14.122	12.766	69.298	0.878
500	18.011	14.315	13.465	71.065	0.256
550	18.654	14.531	14.164	72.832	-0.366
600	19.455	14.786	14.862	74.598	-0.988
650	20.493	15.109	15.561	76.365	-1.610
700	21.900	15.553	16.260	78.131	-2.232
750	23.915	16.226	16.959	79.898	-2.854
800	27.003	17.371	17.658	81.664	-3.477
850	32.197	19.637	18.356	83.431	-4.099
900	42.201	25.253	19.055	85.198	-4.721
950	65.742	45.065	19.754	86.964	-5.343
1000	109.827	109.033	20.453	88.731	-5.965

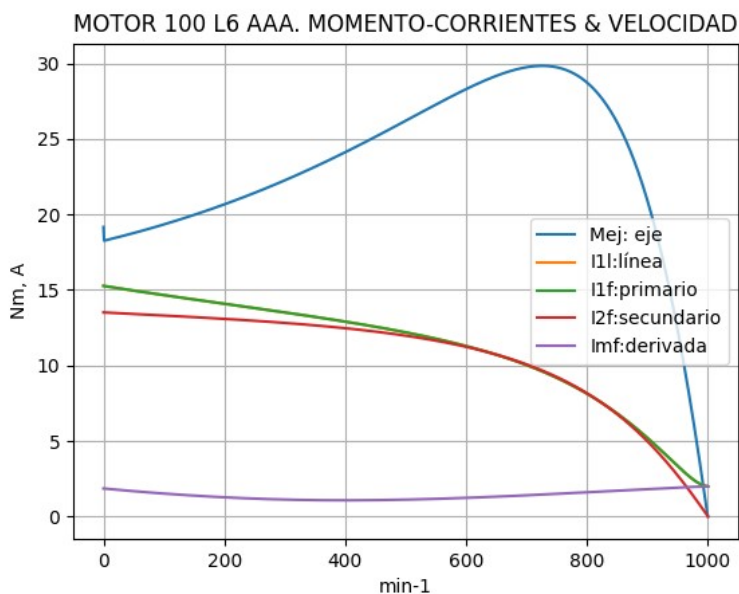


Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) es positiva hasta cerca de 500 min⁻¹ y luego es negativa

Fig. 4-4-100. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	19.2	13.5	15.3	15.3	1.9
50	18.8	13.4	15.0	15.0	1.7
100	19.3	13.3	14.7	14.7	1.5
150	20.0	13.2	14.4	14.4	1.4
200	20.7	13.1	14.1	14.1	1.3
250	21.4	13.0	13.8	13.8	1.2
300	22.3	12.8	13.5	13.5	1.1
350	23.2	12.7	13.2	13.2	1.1
400	24.1	12.5	12.9	12.9	1.1
450	25.1	12.2	12.6	12.6	1.1
500	26.2	12.0	12.2	12.2	1.1
550	27.3	11.6	11.8	11.8	1.2
600	28.3	11.2	11.3	11.3	1.2
650	29.2	10.7	10.7	10.7	1.3
700	29.7	10.1	10.0	10.0	1.4
750	29.7	9.2	9.2	9.2	1.5
800	28.7	8.2	8.1	8.1	1.6
850	26.1	6.8	6.8	6.8	1.7
900	20.9	5.0	5.2	5.2	1.8
950	12.3	2.7	3.3	3.3	1.9
1000	0.0	0.0	2.0	2.0	2.0

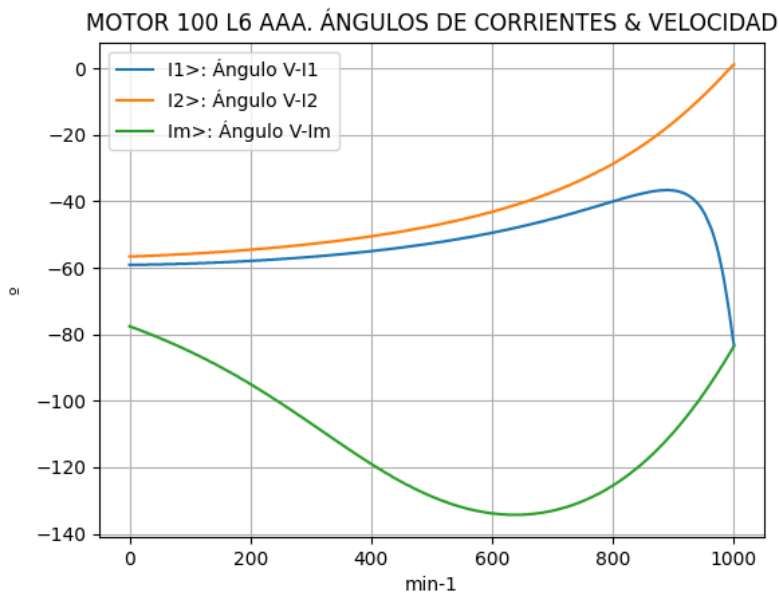


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 700 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf es siempre ligeramente inferior a I1f
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación e inicia una depresión cerca de 250 min⁻¹

Fig. 4-5-100. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-56.6	-59.1	-77.6
50	-56.3	-59.0	-81.1
100	-55.8	-58.7	-85.2
150	-55.2	-58.4	-89.8
200	-54.6	-57.9	-95.0
250	-53.8	-57.4	-100.7
300	-52.8	-56.7	-106.8
350	-51.8	-55.9	-113.0
400	-50.5	-55.0	-119.0
450	-49.1	-53.9	-124.4
500	-47.4	-52.6	-128.8
550	-45.5	-51.2	-132.0
600	-43.2	-49.5	-133.9
650	-40.4	-47.5	-134.3
700	-37.2	-45.3	-133.1
750	-33.3	-42.7	-130.2
800	-28.7	-40.0	-125.5
850	-23.0	-37.6	-118.6
900	-16.2	-36.8	-109.5
950	-8.1	-43.3	-97.8
1000	1.1	-83.1	-83.6

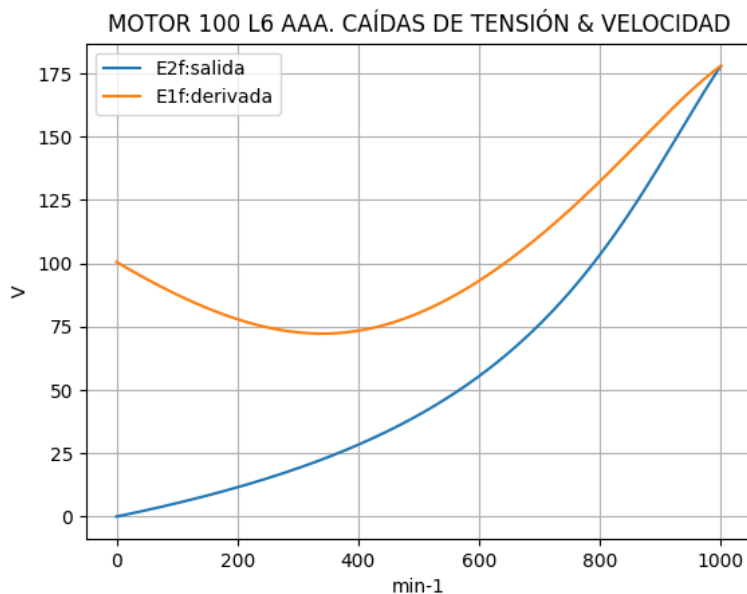


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 900 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, e inicia una depresión cerca de 650 min⁻¹

Fig. 4-6-100. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	100.6
50	2.6	93.8
100	5.3	87.7
150	8.3	82.4
200	11.6	78.0
250	15.2	74.7
300	19.1	72.8
350	23.5	72.3
400	28.4	73.4
450	33.9	76.1
500	40.2	80.4
550	47.3	86.1
600	55.5	93.2
650	65.0	101.4
700	76.0	110.8
750	88.7	121.2
800	103.5	132.5
850	120.4	144.4
900	139.2	156.5
950	159.1	168.1
1000	178.0	178.0

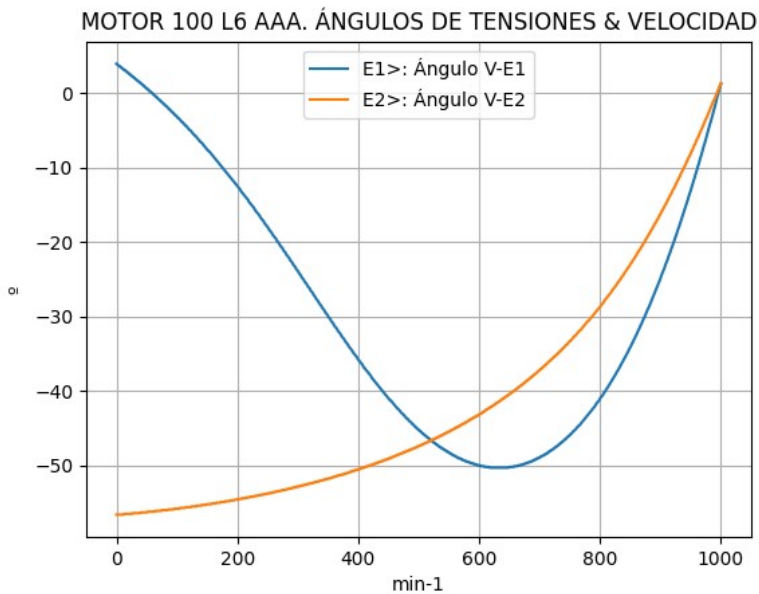


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 350 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 4-7-100. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	3.9
50	-56.3	0.6
100	-55.8	-3.2
150	-55.2	-7.6
200	-54.6	-12.5
250	-53.8	-18.0
300	-52.8	-23.9
350	-51.8	-30.0
400	-50.5	-35.8
450	-49.1	-41.0
500	-47.4	-45.2
550	-45.5	-48.3
600	-43.2	-50.0
650	-40.4	-50.2
700	-37.2	-48.9
750	-33.3	-45.9
800	-28.7	-41.0
850	-23.0	-34.1
900	-16.2	-24.9
950	-8.1	-13.1
1000	1.3	1.2

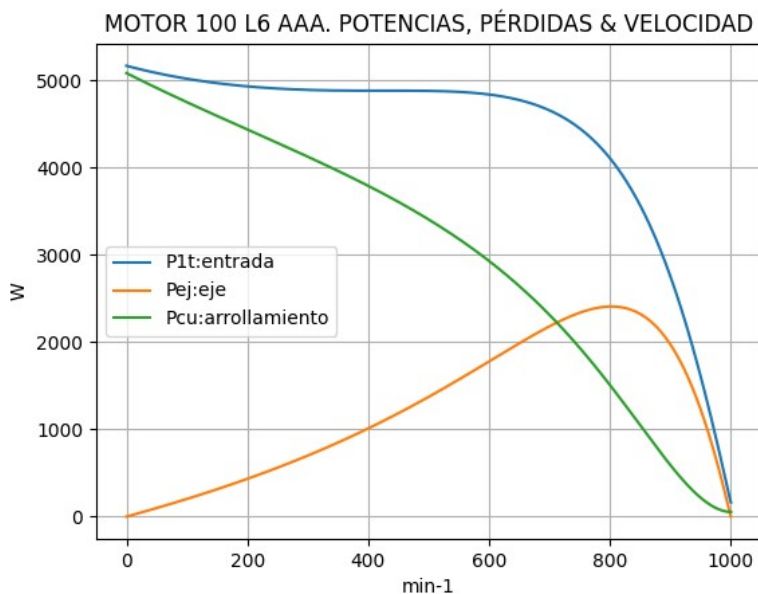


Observaciones:

- El ángulo $V-E1$ es inicialmente positivo, cerca de 100 min^{-1} se hace negativo y se maximiza cerca de 650 min^{-1}
- El ángulo $V-E2$ es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 4-8-100. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	5164	0	5081
50	5081	98	4910
100	5016	203	4747
150	4965	314	4589
200	4928	433	4434
250	4903	561	4280
300	4888	699	4123
350	4881	849	3960
400	4879	1010	3789
450	4879	1185	3605
500	4877	1372	3403
550	4866	1571	3180
600	4835	1778	2927
650	4772	1986	2640
700	4653	2181	2310
750	4446	2336	1932
800	4104	2407	1506
850	3563	2321	1045
900	2748	1970	588
950	1603	1225	215
1000	163	0	53

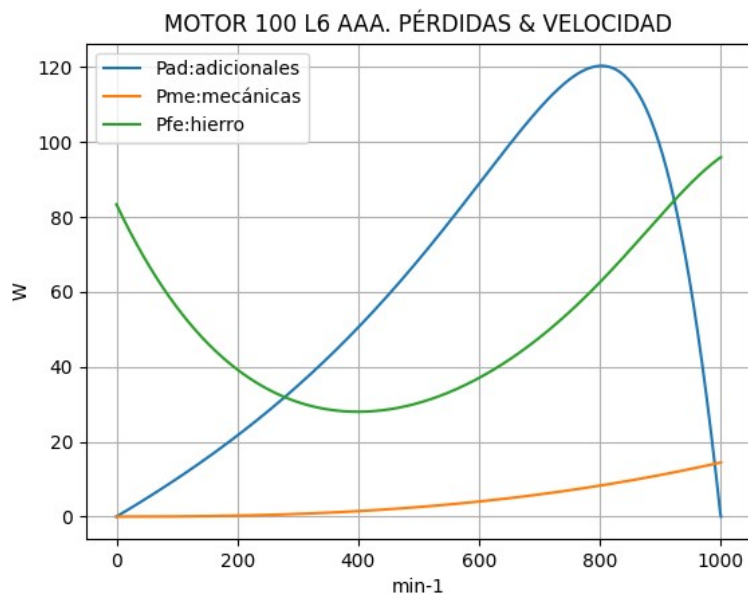


Observaciones:

- La potencia de entrada P1t = (Peje + Pérdidas) presenta una meseta inicial y luego cae con mayor pendiente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 800 min⁻¹
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 4-9-100. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	83
50	5	0	68
100	10	0	56
150	16	0	46
200	22	0	39
250	28	0	34
300	35	1	31
350	42	1	29
400	51	1	28
450	59	2	29
500	69	3	30
550	79	3	33
600	89	4	37
650	99	5	42
700	109	6	48
750	117	7	55
800	120	8	63
850	116	10	71
900	98	11	80
950	61	13	89
1000	0	14	96

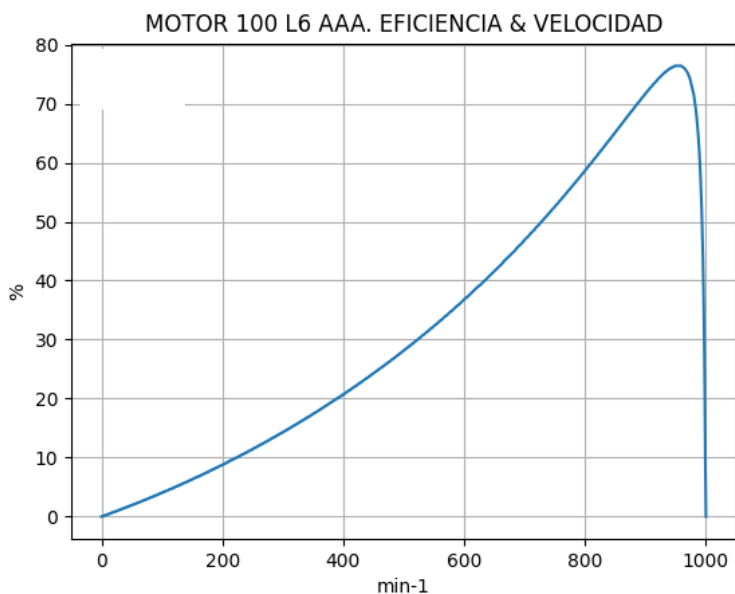


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales Pad = Peje · Cad / 100 son máximas cerca de las 800 min⁻¹
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro Pfe = 3 · Rm · Im² se minimizan cerca de 350 min⁻¹ y se maximizan en vacío

Fig. 4-10-100. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff (%)
0	0.0
50	1.9
100	4.0
150	6.3
200	8.8
250	11.4
300	14.3
350	17.4
400	20.7
450	24.3
500	28.1
550	32.3
600	36.8
650	41.6
700	46.9
750	52.5
800	58.6
850	65.1
900	71.7
950	76.4
1000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 950 min^{-1} y luego decrece con mayor pendiente

Fig. 4-11-100. Curva de eficiencia

4-9. Motor asincrónico trifásico 112 M6. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	112 M6	2.2	380	E	50	6	955	80.0	0.76	5.5	4.82	2.12	2.5	B 44	Motor normal	

Tabla 4-1-112. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	2.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	19.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	2.95	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	22.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	65.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	1000.0	-	-	308	-	2.9	0.16
Arranque	-	-	380	0.0	46.6	-	-	-	26.5	-
Carga 75%	-	-	380	965.0	16.4	82.5	2000	1651	4.6	0.66
Carga 50%	-	-	380	980.0	10.7	81.5	1352	1102	3.6	0.57
Temperat. carcasa	-	64.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4-2-112. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	4.694	6.828	2.378	3.414	inf	inf	2.316	3.414	0.0	0.0	-
Nominal1	955	28.526	27.950	2.378	13.975	inf	inf	1.177	13.975	0.0	0.0	-
Vacío	1000	12.119	74.767	2.378	14.473	9.315	60.433	1.000	14.473	2.9	5.0	-81.2
Nominal2	955	30.352	25.956	2.378	13.975	9.315	55.639	1.624	-5.944	3.0	3.0	-97.9

Tabla 4-3-112. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 7.0, Cad = 0.01

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	46.6	0.0	9896	0	0	0	0	9896	0.0	-	109.4	0.3	26.5	-55.5	26.5	26.5	-55.5
Nominal1	955	22.0	85.0	2589	2200	22	44	0	323	137.3	-44.4	163.1	-16.3	5.5	-44.4	5.5	5.5	-44.4
Vacío	1000	0.0	0.0	312	0	0	17	234	60	177.1	-0.1	177.1	0.0	0.0	-0.1	2.9	2.9	-80.8
Nominal2	955	22.0	79.1	2782	2200	0	15	246	320	159.6	-7.9	167.4	-17.4	4.6	-7.9	5.5	5.5	-40.5

Tabla 4-4-112. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 7.0, Cad = 0.01

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
0	4.376	6.583	2.378	3.414	9.315	37.316	2.316	3.414	2.7	2.7	-74.6
1	4.481	6.740	2.378	3.967	9.315	38.472	2.280	2.924	2.4	2.4	-80.0
2	4.602	6.885	2.378	4.520	9.315	39.628	2.244	2.434	2.1	2.1	-86.3
3	4.738	7.020	2.378	5.073	9.315	40.784	2.208	1.944	1.9	1.9	-93.6
4	4.892	7.145	2.378	5.626	9.315	41.940	2.171	1.454	1.7	1.7	-101.9
5	5.067	7.262	2.378	6.179	9.315	43.096	2.135	0.964	1.6	1.6	-111.0
6	5.267	7.372	2.378	6.732	9.315	44.251	2.099	0.474	1.6	1.6	-120.1
7	5.496	7.475	2.378	7.284	9.315	45.407	2.063	-0.016	1.6	1.6	-128.6
8	5.762	7.576	2.378	7.837	9.315	46.563	2.026	-0.506	1.6	1.6	-135.9
9	6.073	7.675	2.378	8.390	9.315	47.719	1.990	-0.996	1.7	1.7	-141.6
10	6.442	7.777	2.378	8.943	9.315	48.875	1.954	-1.486	1.8	1.8	-145.6
11	6.886	7.887	2.378	9.496	9.315	50.030	1.918	-1.976	2.0	2.0	-148.0
12	7.434	8.014	2.378	10.049	9.315	51.186	1.882	-2.466	2.1	2.1	-148.8
13	8.125	8.173	2.378	10.602	9.315	52.342	1.845	-2.956	2.2	2.2	-148.0
14	9.029	8.389	2.378	11.155	9.315	53.498	1.809	-3.446	2.4	2.4	-145.6
15	10.264	8.716	2.378	11.708	9.315	54.654	1.773	-3.936	2.5	2.5	-141.5
16	12.054	9.270	2.378	12.261	9.315	55.809	1.737	-4.425	2.6	2.6	-135.3
17	14.876	10.364	2.378	12.814	9.315	56.965	1.700	-4.915	2.7	2.7	-126.7
18	19.903	13.096	2.378	13.367	9.315	58.121	1.664	-5.405	2.7	2.7	-115.1
19	30.060	23.406	2.378	13.920	9.315	59.277	1.628	-5.895	2.8	2.8	-100.1
20	12.119	74.767	2.378	14.473	9.315	60.433	1.592	-6.385	2.9	2.9	-81.2

Tabla 4-5-112. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	42.3	0.0	10137	0	0	0	205	9933	0.0	-	104.1	1.4	25.2	-54.5	27.8	27.8	-56.4
1	50	42.9	2.3	9902	224	0	0	159	9519	3.0	-54.2	94.5	-3.6	25.0	-54.2	27.1	27.1	-56.4
2	100	43.6	4.7	9712	457	0	0	125	9130	6.2	-53.8	86.1	-9.5	24.7	-53.8	26.5	26.5	-56.2
3	150	44.5	7.3	9560	699	0	0	101	8761	9.5	-53.3	79.4	-16.5	24.5	-53.3	25.9	25.9	-56.0
4	200	45.5	10.1	9443	953	0	0	84	8405	13.1	-52.6	74.5	-24.5	24.2	-52.6	25.4	25.4	-55.6
5	250	46.7	13.1	9353	1222	0	1	74	8056	17.0	-51.9	71.9	-33.2	23.9	-51.9	24.8	24.8	-55.1
6	300	47.9	16.2	9288	1506	0	1	70	7710	21.3	-51.0	71.7	-42.0	23.6	-51.0	24.2	24.2	-54.5
7	350	49.4	19.6	9241	1809	0	1	71	7359	25.9	-49.9	74.0	-50.2	23.3	-49.9	23.7	23.7	-53.7
8	400	50.9	23.1	9206	2131	0	2	76	6998	31.0	-48.7	78.3	-57.2	22.9	-48.7	23.1	23.1	-52.7
9	450	52.5	26.9	9177	2472	0	2	84	6618	36.7	-47.2	84.5	-62.6	22.5	-47.2	22.4	22.4	-51.7
10	500	54.1	31.0	9143	2833	0	3	95	6211	43.0	-45.6	92.0	-66.4	22.0	-45.6	21.8	21.8	-50.4
11	550	55.7	35.3	9092	3210	0	4	109	5769	50.1	-43.6	100.4	-68.5	21.4	-43.6	21.0	21.0	-48.9
12	600	57.2	39.9	9005	3595	0	5	124	5280	58.2	-41.4	109.5	-69.1	20.6	-41.4	20.1	20.1	-47.2
13	650	58.4	44.9	8855	3974	0	6	140	4734	67.4	-38.8	118.9	-68.1	19.7	-38.8	19.1	19.1	-45.2
14	700	58.9	50.2	8603	4320	0	7	156	4120	78.0	-35.7	128.4	-65.5	18.5	-35.7	17.8	17.8	-42.9
15	750	58.4	55.9	8194	4584	0	8	172	3429	90.2	-32.1	137.6	-61.1	17.0	-32.1	16.3	16.3	-40.3
16	800	55.9	62.1	7546	4686	0	10	187	2662	104.3	-27.7	146.3	-54.7	15.0	-27.7	14.4	14.4	-37.6
17	850	50.5	68.6	6550	4496	0	12	200	1842	120.3	-22.5	154.3	-46.0	12.5	-22.5	12.1	12.1	-34.9
18	900	40.5	75.2	5075	3819	0	13	211	1032	138.3	-16.2	161.6	-34.2	9.2	-16.2	9.2	9.2	-33.3
19	950	24.1	80.0	2998	2397	0	15	221	364	157.7	-8.7	168.7	-19.0	5.1	-8.7	5.8	5.8	-37.9
20	1000	0.0	0.0	312	0	0	17	234	60	177.1	0.1	177.1	0.0	0.0	-0.1	2.9	2.9	-80.8

Tabla 4-6-112. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	0	42.3	0.0	10137	0	0	0	205	9933	0.0	-26.6	104.1	1.4	25.2	-54.5	27.8	27.8	-56.4
Máximo	704	58.9	50.7	8577	4345	0	7	158	4067	78.9	-35.5	129.1	-65.2	18.4	-35.5	17.7	17.7	-42.7

Tabla 4-7-112. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	922.0	34.2	77.9	4240.0	3301.0	0.0	14.0	215.0	710.0	146.7	-13.1	164.7	-28.0	7.5	-13.1	7.8	7.8	-33.9
125 %	940.1	28.0	79.5	3459.7	2750.1	0.0	15.0	219.0	475.6	153.8	-10.3	167.2	-22.3	6.0	-10.3	6.5	6.5	-35.8
100 %	955.1	22.0	80.0	2749.5	2200.3	0.0	15.1	222.0	312.1	159.7	-7.9	169.5	-17.3	4.6	-7.9	5.4	5.4	-39.3
75 %	968.0	16.3	79.0	2089.7	1650.0	0.0	16.0	225.0	198.6	164.8	-5.7	171.5	-12.6	3.4	-5.7	4.5	4.5	-44.9
50 %	979.6	10.7	75.0	1467.4	1100.3	0.0	16.6	228.0	122.6	169.3	-3.7	173.4	-8.2	2.2	-3.7	3.7	3.7	-53.4
25 %	990.0	5.3	62.7	876.2	550.3	0.0	17.0	231.0	77.9	173.4	-1.8	175.3	-4.0	1.1	-1.8	3.2	3.2	-65.4
Eff máx	954.0	22.5	80.0	2803.0	2243.0	0.0	15.0	222.0	323.0	159.3	-8.1	169.3	-17.6	4.7	-8.1	5.5	5.5	-39.0

Tabla 4-8-112. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque							
Valores ingresados	0.0	46.6	0.0	-	0.0	26.5	-
Valores calculados	0.0	42.3	0.0	10137.0	0.0	27.8	-56.4
Diferencias (%)	-	9.2	-	-	-	-4.9	-
Mto Máximo							
Valores ingresados	-	55.0	-	-	-	-	-
Valores calculados	704.0	58.9	50.7	8577.0	4345.0	17.7	-42.7
Diferencias (%)	-	-7.1	-	-	-	-	-
Nominal							
Valores ingresados	955.0	22.0	80.0	2747.9	2200.0	5.5	-40.5
Valores calculados	955.1	22.0	80.0	2749.5	2200.3	5.4	-39.3
Diferencias (%)	-0.0	-0.0	0.0	-0.1	-0.0	1.8	3.1
75% carga							
Valores ingresados	965.0	16.4	82.5	2000.0	1651.0	4.6	-48.7
Valores calculados	968.0	16.3	79.0	2089.7	1650.0	4.5	-44.9
Diferencias (%)	-0.3	0.3	4.2	-4.5	0.1	2.2	7.8

Tabla 4-9-112. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	980.0	10.7	81.5	1352.0	1102.0	3.6	-55.3
Valores calculados	979.6	10.7	75.0	1467.4	1100.3	3.7	-53.4
Diferencias (%)	0.0	0.4	8.0	-8.5	0.2	-2.8	3.4
Vacío							
Valores ingresados	1000.0	0.0	0.0	308.0	0.0	2.9	-80.8
Valores calculados	1000.0	0.0	0.0	312.0	0.0	2.9	-80.8
Diferencias (%)	-	-	-	-1.3	-	0.0	-0.0

Tabla 4-9-112. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	165.30	Paso de bobinas en ranuras	6/8	Corriente por kW (A/kW)	2.5
Altura corona estator (mm)	9.70	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	6.2
Diámetro interior estator (mm)	110.00	Factor de arrollamiento	0.966	Corriente barra rotor (A)	220.2
Altura corona rotor (mm)	17.80	Espiras por bobina (prom)	38.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	4.5
Diámetro eje rotor (mm)	38.00	Espiras por bobina (real)	38/38	Corriente anillo rotor (A)	385.5
Longitud paquete de chapas (mm)	147.00	Número de alambres 1	2	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	3.5
Número ranuras estator	36.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.75	Flujo por polo (wb)	0.0035
Sección ranura estator (mm2)	107.00	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.65
Número ranuras rotor	33.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.36
Sección ranura rotor (mm2)	49.00	Conexión bobinado (vías)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	0.47
Espesor anillo rotor (mm)	6.00	Peso total cobre (kg)	3.5	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.072
Sección anillo rotor(mm2)	110.00	Relleno ranura(%)	31.4	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	330218
Longitud entrehierro (mm)	0.25				

Tabla 4-10-112. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0783	0.1315	0.3069	1.4377	0.0763	0.1315	0.0783	0.5384	0.3069	2.1436	0.0535	-0.229	0.0783	0.5576	0.3069	2.3283	0.0329	0.5576

Tabla 4-11-112. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	0.0	2.7	42.3	55.0
Eff. Máx	0.0	2.7	39.6	57.7

Tabla 4-12-112. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

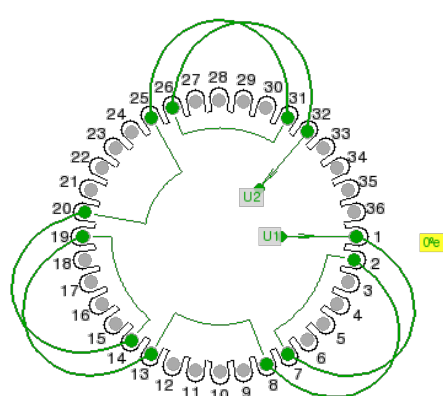


Fig. 4-1-112. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 6 polos, paso 1-7, 1 vía, ka = 0.966

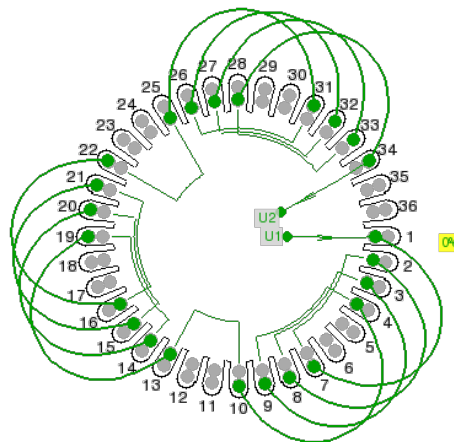
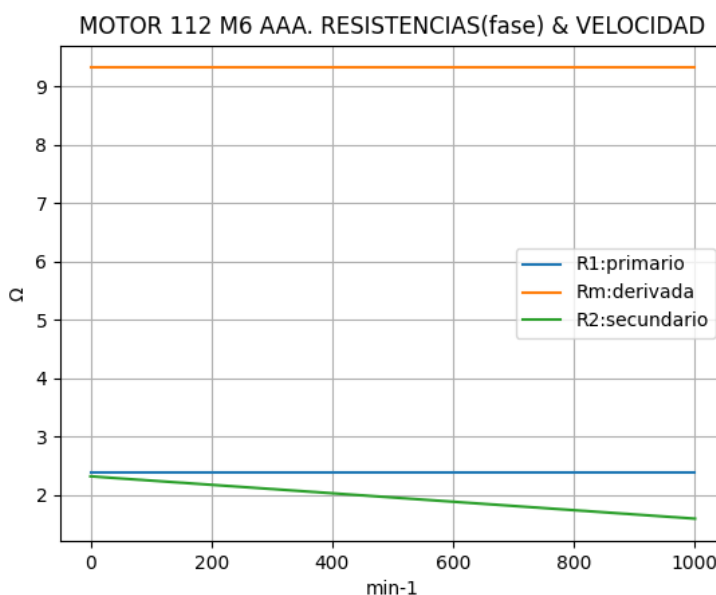


Fig. 4-2-112. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 6 polos, paso 1-7, 1 vía, ka = 0.837

4-10. Motor asincrónico trifásico 112 M6. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	4.376	2.378	9.315	2.316
50	4.481	2.378	9.315	2.280
100	4.602	2.378	9.315	2.244
150	4.738	2.378	9.315	2.208
200	4.892	2.378	9.315	2.171
250	5.067	2.378	9.315	2.135
300	5.267	2.378	9.315	2.099
350	5.496	2.378	9.315	2.063
400	5.762	2.378	9.315	2.026
450	6.073	2.378	9.315	1.990
500	6.442	2.378	9.315	1.954
550	6.886	2.378	9.315	1.918
600	7.434	2.378	9.315	1.882
650	8.125	2.378	9.315	1.845
700	9.029	2.378	9.315	1.809
750	10.264	2.378	9.315	1.773
800	12.054	2.378	9.315	1.737
850	14.876	2.378	9.315	1.700
900	19.903	2.378	9.315	1.664
950	30.060	2.378	9.315	1.628
1000	12.119	2.378	9.315	1.592

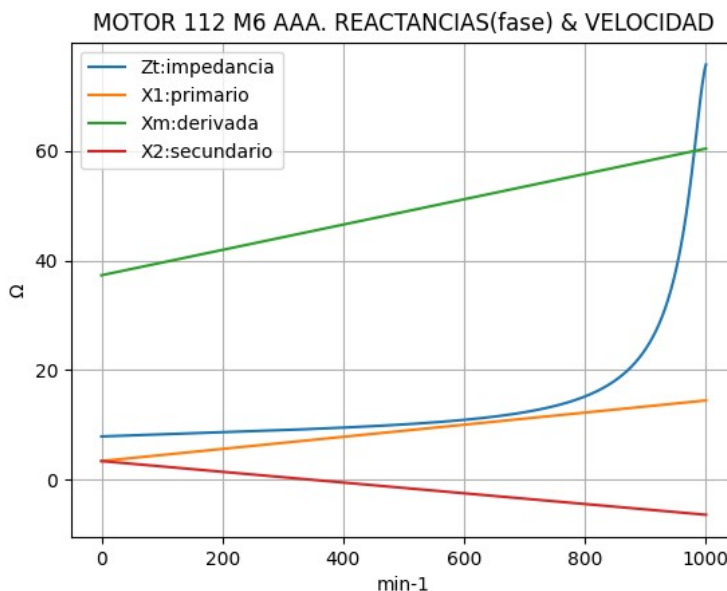


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) decrece con la velocidad

Fig. 4-3-112. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	7.904	6.583	3.414	37.316	3.414
50	8.094	6.740	3.967	38.472	2.924
100	8.281	6.885	4.520	39.628	2.434
150	8.469	7.020	5.073	40.784	1.944
200	8.659	7.145	5.626	41.940	1.454
250	8.855	7.262	6.179	43.096	0.964
300	9.060	7.372	6.732	44.251	0.474
350	9.279	7.475	7.284	45.407	-0.016
400	9.518	7.576	7.837	46.563	-0.506
450	9.787	7.675	8.390	47.719	-0.996
500	10.098	7.777	8.943	48.875	-1.486
550	10.470	7.887	9.496	50.030	-1.976
600	10.931	8.014	10.049	51.186	-2.466
650	11.525	8.173	10.602	52.342	-2.956
700	12.325	8.389	11.155	53.498	-3.446
750	13.465	8.716	11.708	54.654	-3.936
800	15.206	9.270	12.261	55.809	-4.425
850	18.130	10.364	12.814	56.965	-4.915
900	23.825	13.096	13.367	58.121	-5.405
950	38.098	23.406	13.920	59.277	-5.895
1000	75.742	74.767	14.473	60.433	-6.385

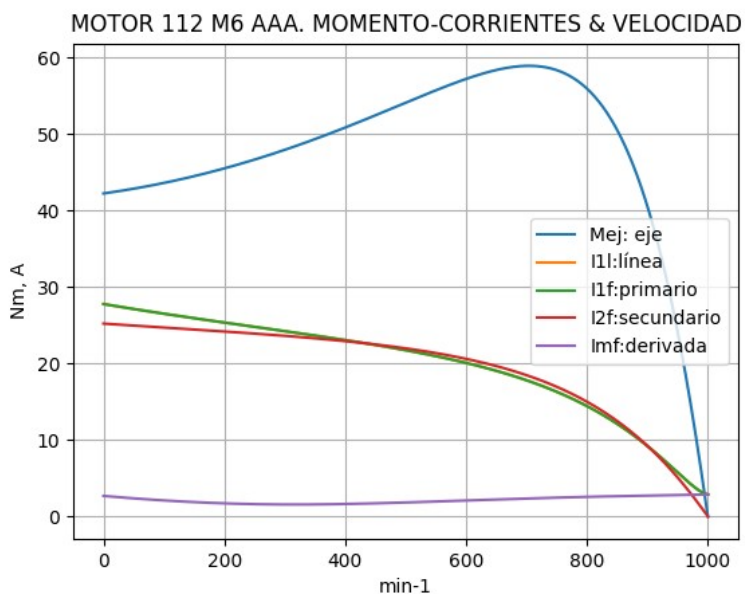


Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) es positiva hasta cerca de 350 min⁻¹ positivos y luego es negativa

Fig. 4-4-112. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	42.3	25.2	27.8	27.8	2.7
50	42.9	25.0	27.1	27.1	2.4
100	43.6	24.7	26.5	26.5	2.1
150	44.5	24.5	25.9	25.9	1.9
200	45.5	24.2	25.4	25.4	1.7
250	46.7	23.9	24.8	24.8	1.6
300	47.9	23.6	24.2	24.2	1.6
350	49.4	23.3	23.7	23.7	1.6
400	50.9	22.9	23.1	23.1	1.6
450	52.5	22.5	22.4	22.4	1.7
500	54.1	22.0	21.8	21.8	1.8
550	55.7	21.4	21.0	21.0	2.0
600	57.2	20.6	20.1	20.1	2.1
650	58.4	19.7	19.1	19.1	2.2
700	58.9	18.5	17.8	17.8	2.4
750	58.4	17.0	16.3	16.3	2.5
800	55.9	15.0	14.4	14.4	2.6
850	50.5	12.5	12.1	12.1	2.7
900	40.5	9.2	9.2	9.2	2.7
950	24.1	5.1	5.8	5.8	2.8
1000	0.0	0.0	2.9	2.9	2.9

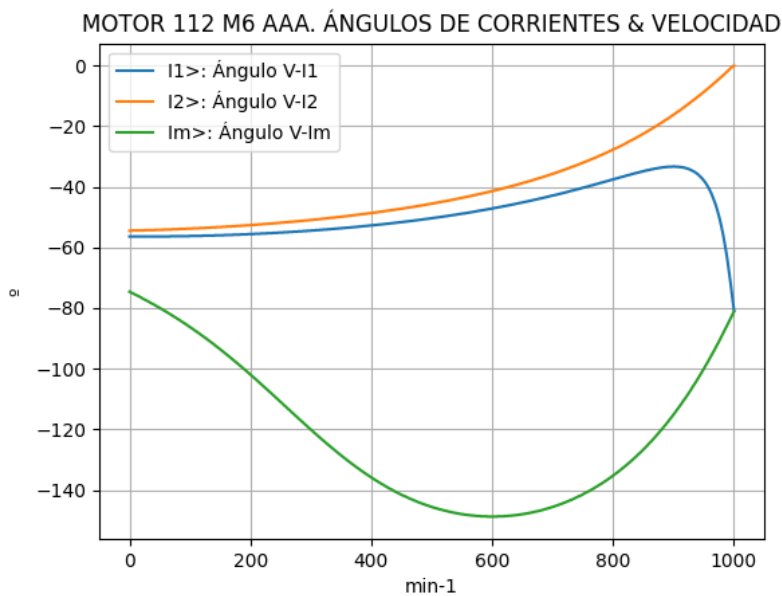


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta en el arranque y el máximo cerca de 700 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f aproximadamente en el intervalo 450 - 900 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación e inicia una depresión cerca de 250 min⁻¹

Fig. 4-5-112. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-54.5	-56.4	-74.6
50	-54.2	-56.4	-80.0
100	-53.8	-56.2	-86.3
150	-53.3	-56.0	-93.6
200	-52.6	-55.6	-101.9
250	-51.9	-55.1	-111.0
300	-51.0	-54.5	-120.1
350	-49.9	-53.7	-128.6
400	-48.7	-52.7	-135.9
450	-47.2	-51.7	-141.6
500	-45.6	-50.4	-145.6
550	-43.6	-48.9	-148.0
600	-41.4	-47.2	-148.8
650	-38.8	-45.2	-148.0
700	-35.7	-42.9	-145.6
750	-32.1	-40.3	-141.5
800	-27.7	-37.6	-135.3
850	-22.5	-34.9	-126.7
900	-16.2	-33.3	-115.1
950	-8.7	-37.9	-100.1
1000	-0.1	-80.8	-81.2

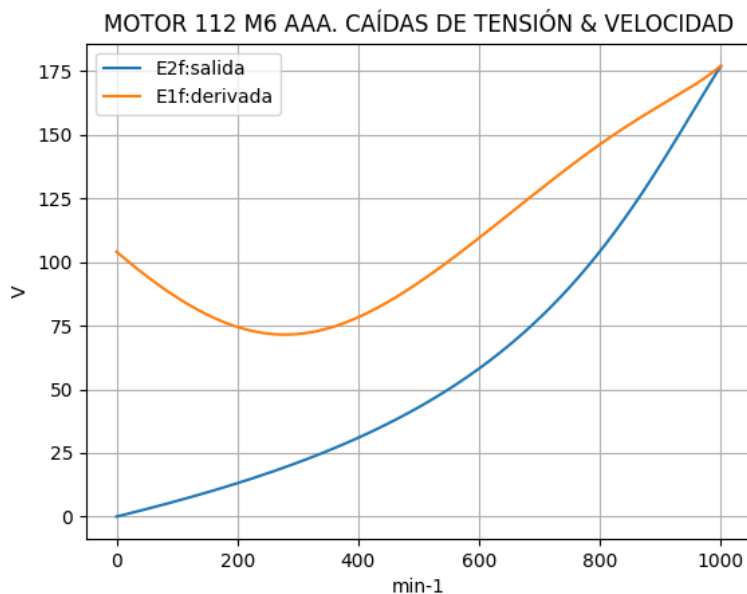


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 900 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 600 min⁻¹

Fig. 4-6-112. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	104.1
50	3.0	94.5
100	6.2	86.1
150	9.5	79.4
200	13.1	74.5
250	17.0	71.9
300	21.3	71.7
350	25.9	74.0
400	31.0	78.3
450	36.7	84.5
500	43.0	92.0
550	50.1	100.4
600	58.2	109.5
650	67.4	118.9
700	78.0	128.4
750	90.2	137.6
800	104.3	146.3
850	120.3	154.3
900	138.3	161.6
950	157.7	168.7
1000	177.1	177.1

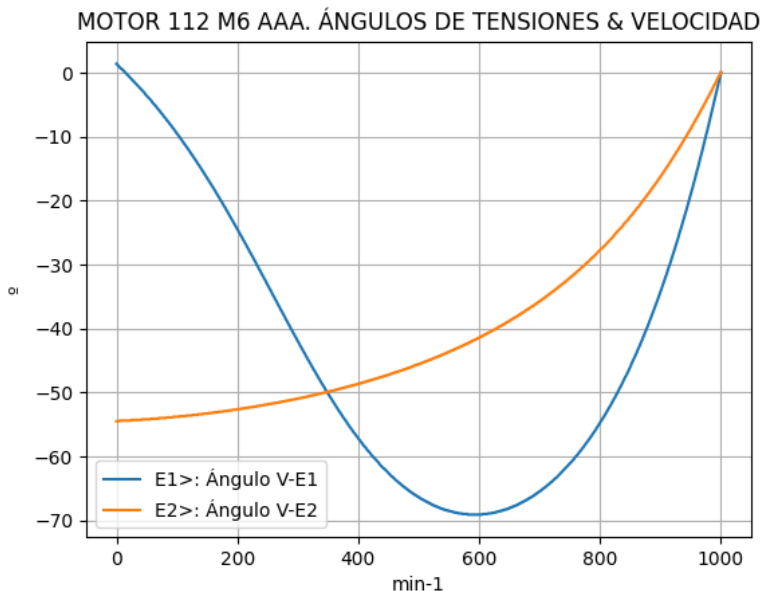


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 300 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 4-7-112. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	1.4
50	-54.2	-3.6
100	-53.8	-9.5
150	-53.3	-16.5
200	-52.6	-24.5
250	-51.9	-33.2
300	-51.0	-42.0
350	-49.9	-50.2
400	-48.7	-57.2
450	-47.2	-62.6
500	-45.6	-66.4
550	-43.6	-68.5
600	-41.4	-69.1
650	-38.8	-68.1
700	-35.7	-65.5
750	-32.1	-61.1
800	-27.7	-54.7
850	-22.5	-46.0
900	-16.2	-34.2
950	-8.7	-19.0
1000	0.1	0.0

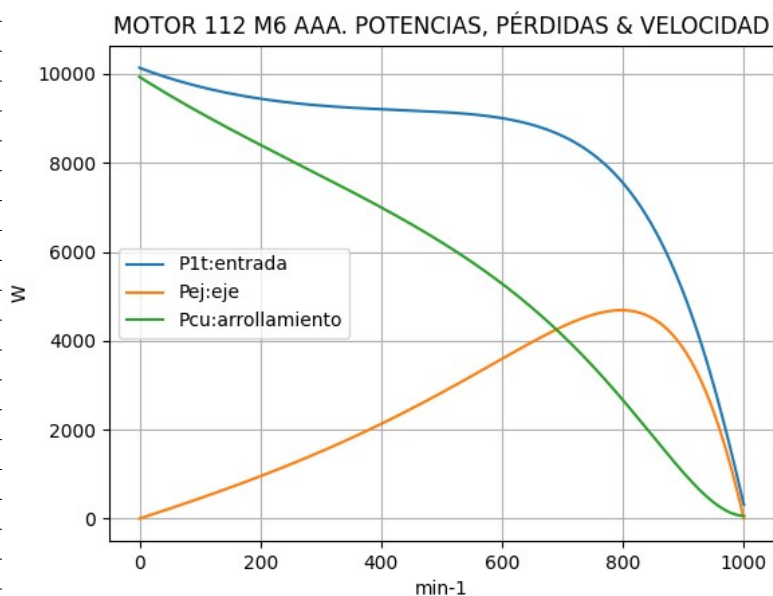


Observaciones:

- El ángulo V-E1 inicia positivo; luego es negativo y se maximiza cerca de 600 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 4-8-112. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	10137	0	9933
50	9902	224	9519
100	9712	457	9130
150	9560	699	8761
200	9443	953	8405
250	9353	1222	8056
300	9288	1506	7710
350	9241	1809	7359
400	9206	2131	6998
450	9177	2472	6618
500	9143	2833	6211
550	9092	3210	5769
600	9005	3595	5280
650	8855	3974	4734
700	8603	4320	4120
750	8194	4584	3429
800	7546	4686	2662
850	6550	4496	1842
900	5075	3819	1032
950	2998	2397	364
1000	312	0	60

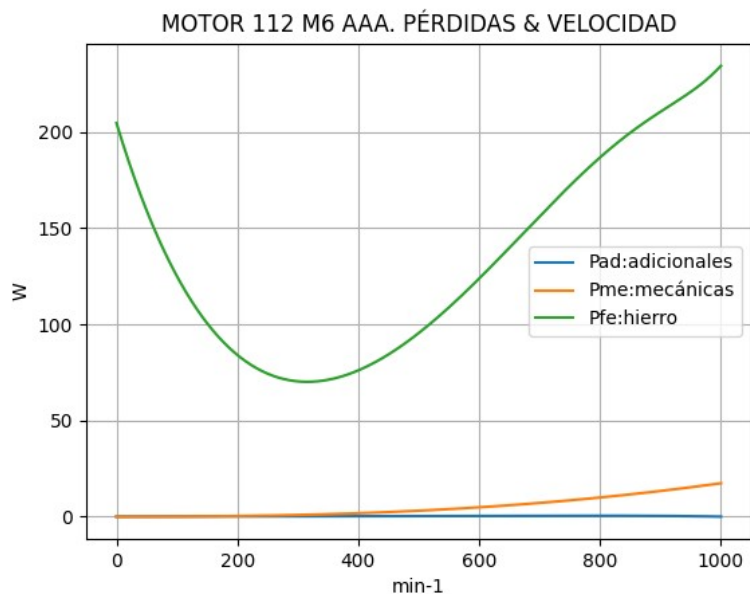


Observaciones:

- La potencia de entrada P1t = (Peje + Pérdidas) presenta descenso suave inicial y luego cae con mayor pendiente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 800 min⁻¹
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 4-9-112. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	205
50	0	0	159
100	0	0	125
150	0	0	101
200	0	0	84
250	0	1	74
300	0	1	70
350	0	1	71
400	0	2	76
450	0	2	84
500	0	3	95
550	0	4	109
600	0	5	124
650	0	6	140
700	0	7	156
750	0	8	172
800	0	10	187
850	0	12	200
900	0	13	211
950	0	15	221
1000	0	17	234

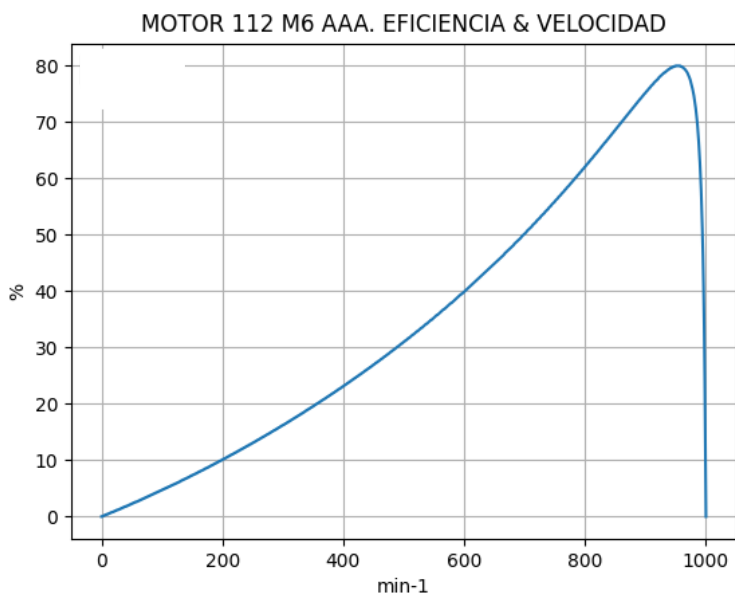


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales Pad = Peje · Cad / 100 son despreciables en todas las velocidades
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro Pfe = 3 · Rm · Im² se minimizan cerca de 300 min⁻¹ y se maximizan en vacío

Fig. 4-10-112. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff (%)
0	0.0
50	2.3
100	4.7
150	7.3
200	10.1
250	13.1
300	16.2
350	19.6
400	23.1
450	26.9
500	31.0
550	35.3
600	39.9
650	44.9
700	50.2
750	55.9
800	62.1
850	68.6
900	75.2
950	80.0
1000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 950 min^{-1} y luego decrece con mayor pendiente

Fig. 4-11-112. Curva de eficiencia

4-11. Motor asincrónico trifásico 132 M2. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	KW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	132 M2-6	5.5	380	T	50	6	965	81.0	0.74	14.0	4.38	1.57	2.5	B	44	Motor normal

Tabla 4-1-132. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	1.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	16.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	2.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	17.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	72.9	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	1000.0	-	-	676	-	6.4	0.16
Arranque	-	-	380	0.0	85.4	-	-	-	61.3	-
Carga 75%	-	-	380	975.0	40.5	81.0	5100	4133	11.0	0.71
Carga 50%	-	-	380	985.0	26.7	79.1	3480	2753	8.8	0.6
Temperat. carcasa	-	76.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4-2-132. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	4.063	9.921	1.688	4.961	inf	inf	2.374	4.961	0.0	0.0	-
Nominal1	965	31.574	34.757	1.688	17.378	inf	inf	1.046	17.378	0.0	0.0	-
Vacio	1000	16.435	101.395	1.688	17.829	14.367	83.703	1.000	17.829	3.7	6.4	-81.1
Nominal2	965	34.748	31.584	1.688	17.378	14.367	74.596	1.501	-3.654	3.8	6.6	-98.1

Tabla 4-3-132. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.0, Cad = 2.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	85.4	0.0	15312	0	0	0	0	15312	0.0	-	194.9	-3.3	35.4	-67.7	35.4	61.3	-67.7
Nominal1	965	54.5	89.0	6203	5500	55	111	0	537	233.4	-47.8	279.8	-17.6	8.1	-47.8	8.1	14.0	-47.8
Vacio	1000	0.0	0.0	682	0	0	24	589	69	313.9	-0.9	313.9	-0.8	0.0	-0.9	3.7	6.4	-80.8
Nominal2	965	54.5	80.9	6801	5500	110	22	633	536	278.8	-14.2	291.2	-19.0	6.7	-14.2	8.1	14.0	-42.3

Tabla 4-4-132. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.0, Cad = 2.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	3.772	9.503	1.688	4.961	14.367	51.975	2.374	4.961	3.4	6.0	-77.5
1	50	3.854	9.788	1.688	5.604	14.367	53.561	2.329	4.514	3.1	5.3	-80.9
2	100	3.949	10.065	1.688	6.247	14.367	55.148	2.284	4.068	2.7	4.7	-84.6
3	150	4.056	10.335	1.688	6.891	14.367	56.734	2.238	3.621	2.4	4.2	-88.9
4	200	4.178	10.598	1.688	7.534	14.367	58.321	2.193	3.175	2.2	3.8	-93.8
5	250	4.317	10.854	1.688	8.178	14.367	59.907	2.148	2.729	2.0	3.4	-99.3
6	300	4.477	11.105	1.688	8.821	14.367	61.494	2.103	2.282	1.8	3.1	-105.6
7	350	4.661	11.351	1.688	9.465	14.367	63.080	2.058	1.836	1.7	2.9	-112.5
8	400	4.875	11.594	1.688	10.108	14.367	64.666	2.012	1.390	1.6	2.8	-119.7
9	450	5.127	11.835	1.688	10.751	14.367	66.253	1.967	0.943	1.6	2.7	-126.9
10	500	5.427	12.076	1.688	11.395	14.367	67.839	1.922	0.497	1.6	2.7	-133.5
11	550	5.791	12.321	1.688	12.038	14.367	69.426	1.877	0.050	1.6	2.8	-139.2
12	600	6.241	12.573	1.688	12.682	14.367	71.012	1.832	-0.396	1.7	2.9	-143.5
13	650	6.815	12.842	1.688	13.325	14.367	72.598	1.786	-0.842	1.8	3.1	-146.2
14	700	7.570	13.140	1.688	13.968	14.367	74.185	1.741	-1.289	2.0	3.4	-147.1
15	750	8.612	13.498	1.688	14.612	14.367	75.771	1.696	-1.735	2.2	3.7	-145.9
16	800	10.148	13.979	1.688	15.255	14.367	77.358	1.651	-2.181	2.4	4.1	-142.1
17	850	12.638	14.763	1.688	15.899	14.367	78.944	1.605	-2.628	2.7	4.6	-135.1
18	900	17.351	16.512	1.688	16.542	14.367	80.531	1.560	-3.074	3.0	5.3	-123.6
19	950	29.090	23.541	1.688	17.185	14.367	82.117	1.515	-3.521	3.4	5.9	-106.0
20	1000	16.435	101.395	1.688	17.829	14.367	83.703	1.470	-3.967	3.7	6.4	-81.1

Tabla 4-5-132. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	77.6	0.0	15632	0	0	0	511	15121	0.0	-	185.7	-3.0	33.8	-67.4	37.2	64.3	-68.4
1	50	75.6	2.6	15088	396	8	0	406	14279	4.1	-67.4	170.2	-5.9	33.1	-67.4	36.1	62.5	-68.5
2	100	75.4	5.4	14632	789	16	0	323	13504	8.3	-67.3	155.9	-9.2	32.5	-67.3	35.1	60.8	-68.6
3	150	75.5	8.3	14254	1185	24	0	257	12787	12.6	-67.1	143.0	-13.1	31.9	-67.1	34.2	59.2	-68.6
4	200	75.8	11.4	13948	1589	32	0	207	12120	17.2	-66.8	131.7	-17.6	31.4	-66.8	33.4	57.7	-68.5
5	250	76.5	14.6	13707	2004	40	1	169	11494	22.1	-66.4	122.0	-22.8	30.9	-66.4	32.5	56.3	-68.3
6	300	77.5	18.0	13529	2436	49	1	141	10902	27.3	-66.0	114.4	-28.7	30.3	-66.0	31.7	54.9	-68.0
7	350	78.9	21.6	13411	2891	58	2	122	10338	33.0	-65.4	109.0	-35.3	29.8	-65.4	31.0	53.6	-67.7
8	400	80.6	25.3	13352	3377	68	2	111	9794	39.3	-64.7	106.2	-42.2	29.3	-64.7	30.2	52.3	-67.2
9	450	82.8	29.2	13352	3901	78	3	106	9264	46.2	-63.9	106.2	-49.1	28.7	-63.9	29.5	51.0	-66.6
10	500	85.4	33.3	13413	4473	89	4	107	8739	54.1	-62.8	109.1	-55.5	28.1	-62.8	28.7	49.7	-65.8
11	550	88.6	37.7	13536	5104	102	5	113	8211	63.1	-61.6	114.8	-60.9	27.5	-61.6	27.9	48.3	-64.8
12	600	92.4	42.3	13722	5808	116	7	125	7666	73.7	-60.0	123.3	-65.0	26.8	-60.0	27.1	46.8	-63.6
13	650	96.9	47.2	13967	6597	132	8	143	7088	86.3	-58.1	134.6	-67.4	26.0	-58.1	26.1	45.2	-62.1
14	700	102.0	52.4	14259	7478	150	10	167	6454	101.7	-55.6	148.8	-68.1	25.0	-55.6	25.1	43.4	-60.1
15	750	107.5	58.0	14553	8444	169	12	201	5728	120.9	-52.3	166.4	-66.6	23.8	-52.3	23.7	41.1	-57.5
16	800	112.5	64.0	14733	9426	189	14	247	4858	145.6	-47.8	188.2	-62.6	22.0	-47.8	22.0	38.1	-54.0
17	850	114.5	70.3	14497	10193	204	16	310	3774	177.7	-41.6	215.3	-55.4	19.5	-41.6	19.6	33.8	-49.4
18	900	106.8	76.8	13102	10066	201	19	398	2418	219.4	-32.5	248.5	-43.7	15.6	-32.5	15.9	27.4	-43.6
19	950	74.4	82.3	8999	7402	148	21	506	921	269.5	-19.3	285.6	-25.9	9.4	-19.3	10.2	17.6	-39.0
20	1000	0.0	0.0	682	0	0	24	589	69	313.9	-0.8	313.9	-0.8	0.0	-0.9	3.7	6.4	-80.8

Tabla 4-6-132. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	109	75.4	5.9	14558	860	17	0	310	13371	9.0	-67.2	153.5	-9.9	32.4	-67.2	35.0	60.5	-68.6
Máximo	843	114.6	69.4	14576	10116	202	16	300	3942	172.7	-42.6	211.1	-56.6	20.0	-42.6	20.0	34.5	-50.2

Tabla 4-7-132. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	940.0	83.9	81.5	10135.0	8257.0	165.0	21.0	484.0	1207.0	259.2	-22.4	278.3	-30.1	10.9	-22.4	11.5	19.9	-39.3
125 %	955.2	68.7	82.5	8331.1	6875.2	137.5	22.0	517.5	779.0	274.9	-17.6	289.4	-23.6	8.6	-17.6	9.5	16.3	-39.1
100 %	966.8	54.3	82.5	6669.2	5500.0	110.4	22.0	540.6	496.0	286.4	-13.7	297.3	-18.3	6.5	-13.7	7.7	13.4	-40.8
75 %	976.5	40.4	81.0	5091.7	4125.0	82.5	23.0	559.0	302.7	295.5	-10.1	303.2	-13.5	4.8	-10.1	6.3	10.9	-44.8
50 %	985.0	26.6	76.9	3575.5	2750.3	55.0	23.0	572.0	174.2	302.9	-6.8	307.8	-9.1	3.1	-6.8	5.1	8.8	-52.0
25 %	992.7	13.2	65.2	2107.8	1374.8	27.2	24.0	581.7	99.4	309.0	-3.8	311.3	-4.9	1.6	-3.8	4.2	7.3	-63.8
Eff máx	961.0	61.9	82.6	7535.0	6227.0	125.0	22.0	529.0	632.0	280.7	-15.7	293.4	-21.0	7.6	-15.7	8.6	14.9	-39.7

Tabla 4-8-132. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque							
Valores ingresados	0.0	85.4	0.0	-	0.0	61.3	-
Valores calculados	0.0	77.6	0.0	15632.0	0.0	64.3	-68.4
Diferencias (%)	-	9.1	-	-	-	-4.9	-
Mto Máximo							
Valores ingresados	-	136.1	-	-	-	-	-
Valores calculados	843.0	114.6	69.4	14576.0	10116.0	34.5	-50.2
Diferencias (%)	-	15.8	-	-	-	-	-
Nominal							
Valores ingresados	965.0	54.4	81.0	6810.7	5500.0	14.0	-42.3
Valores calculados	966.8	54.3	82.5	6669.2	5500.0	13.4	-40.8
Diferencias (%)	-0.2	0.2	-1.9	2.1	0.0	4.3	3.5
75% carga							
Valores ingresados	975.0	40.5	81.0	5100.0	4133.0	11.0	-44.8
Valores calculados	976.5	40.4	81.0	5091.7	4125.0	10.9	-44.8
Diferencias (%)	-0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.9	-0.1

Tabla 4-9-132. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	985.0	26.7	79.1	3480.0	2753.0	8.8	-53.1
Valores calculados	985.0	26.6	76.9	3575.5	2750.3	8.8	-52.0
Diferencias (%)	0.0	0.4	2.8	-2.7	0.1	0.0	2.1
Vacío							
Valores ingresados	1000.0	0.0	0.0	676.0	0.0	6.4	-80.8
Valores calculados	1000.0	0.0	0.0	682.0	0.0	6.4	-80.8
Diferencias (%)	-	-	-	-0.9	-	0.0	-0.0

Tabla 4-9-132. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	195.30	Paso de bobinas en ranuras	6/8	Corriente por kW (A/kW)	2.55
Altura corona estator (mm)	13.00	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	5.3
Diámetro interior estator (mm)	132.00	Factor de arrollamiento	0.966	Corriente barra rotor (A)	328.3
Altura corona rotor (mm)	30.30	Espiras por bobina (prom)	35.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	5.1
Diámetro eje rotor (mm)	48.00	Espiras por bobina (real)	35/35	Corriente anillo rotor (A)	522.5
Longitud paquete de chapas (mm)	215.00	Número de alambres 1	4	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	7.5
Número ranuras estator	36.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.7	Flujo por polo (wb)	0.0066
Sección ranura estator (mm2)	123.40	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.7
Número ranuras rotor	30.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.31
Sección ranura rotor (mm2)	64.90	Conexión bobinado (vías)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	0.39
Espesor anillo rotor (mm)	6.00	Peso total cobre (kg)	6.3	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.046
Sección anillo rotor(mm2)	70.00	Relleno ranura(%)	43.7	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	434695
Longitud entrehierro (mm)	0.28				

Tabla 4-10-132. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0486	0.1571	0.4135	1.6456	0.0683	0.1571	0.0486	0.5502	0.4135	2.3618	0.0432	-0.1157	0.0486	0.5645	0.4135	2.6502	0.0288	0.5645

Tabla 4-11-132. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	8.5	1.7	48.7	41.2
Eff. Máx	9.6	1.7	40.4	48.3

Tabla 4-12-132. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

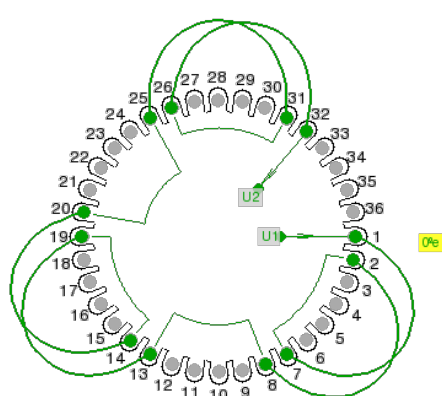


Fig. 4-1-132. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 6 polos, paso 1-7, 1 vía, ka = 0.966

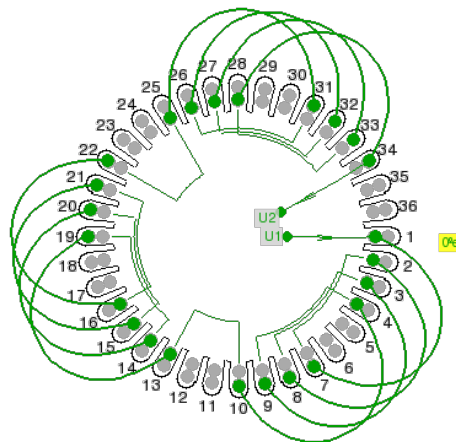
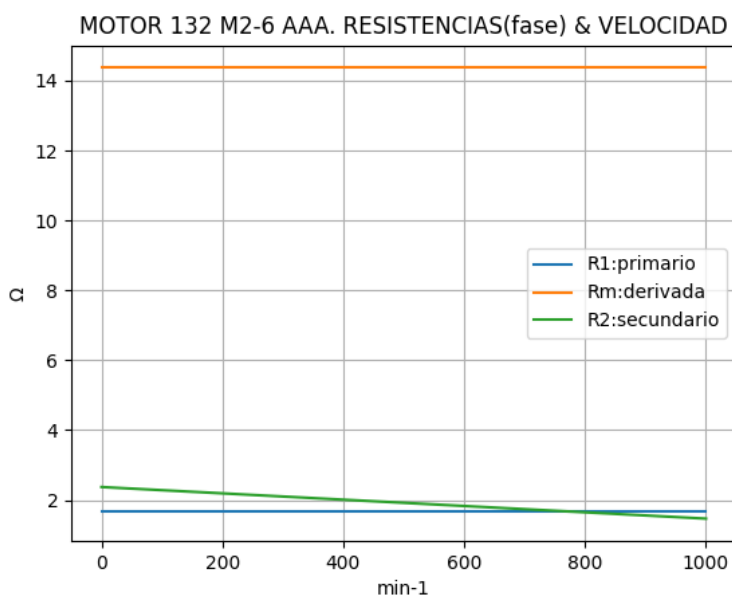


Fig. 4-2-132. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 6 polos, paso 1-7, 1 vía, ka = 0.837

4-12. Motor asincrónico trifásico 132 M2. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	3.772	1.688	14.367	2.374
50	3.854	1.688	14.367	2.329
100	3.949	1.688	14.367	2.284
150	4.056	1.688	14.367	2.238
200	4.178	1.688	14.367	2.193
250	4.317	1.688	14.367	2.148
300	4.477	1.688	14.367	2.103
350	4.661	1.688	14.367	2.058
400	4.875	1.688	14.367	2.012
450	5.127	1.688	14.367	1.967
500	5.427	1.688	14.367	1.922
550	5.791	1.688	14.367	1.877
600	6.241	1.688	14.367	1.832
650	6.815	1.688	14.367	1.786
700	7.570	1.688	14.367	1.741
750	8.612	1.688	14.367	1.696
800	10.148	1.688	14.367	1.651
850	12.638	1.688	14.367	1.605
900	17.351	1.688	14.367	1.560
950	29.090	1.688	14.367	1.515
1000	16.435	1.688	14.367	1.470

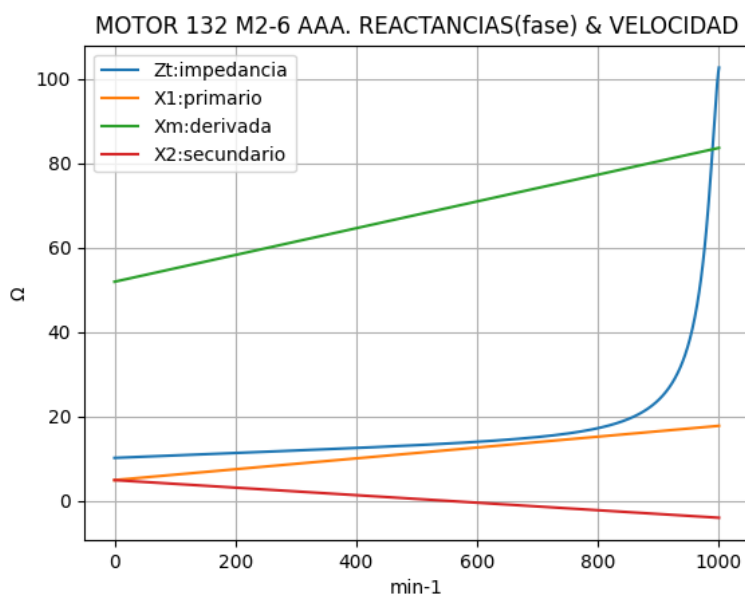


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) decrece con la velocidad

Fig. 4-3-132. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	10.224	9.503	4.961	51.975	4.961
50	10.520	9.788	5.604	53.561	4.514
100	10.812	10.065	6.247	55.148	4.068
150	11.102	10.335	6.891	56.734	3.621
200	11.391	10.598	7.534	58.321	3.175
250	11.681	10.854	8.178	59.907	2.729
300	11.973	11.105	8.821	61.494	2.282
350	12.271	11.351	9.465	63.080	1.836
400	12.577	11.594	10.108	64.666	1.390
450	12.898	11.835	10.751	66.253	0.943
500	13.240	12.076	11.395	67.839	0.497
550	13.614	12.321	12.038	69.426	0.050
600	14.037	12.573	12.682	71.012	-0.396
650	14.538	12.842	13.325	72.598	-0.842
700	15.165	13.140	13.968	74.185	-1.289
750	16.011	13.498	14.612	75.771	-1.735
800	17.274	13.979	15.255	77.358	-2.181
850	19.433	14.763	15.899	78.944	-2.628
900	23.952	16.512	16.542	80.531	-3.074
950	37.422	23.541	17.185	82.117	-3.521
1000	102.719	101.395	17.829	83.703	-3.967

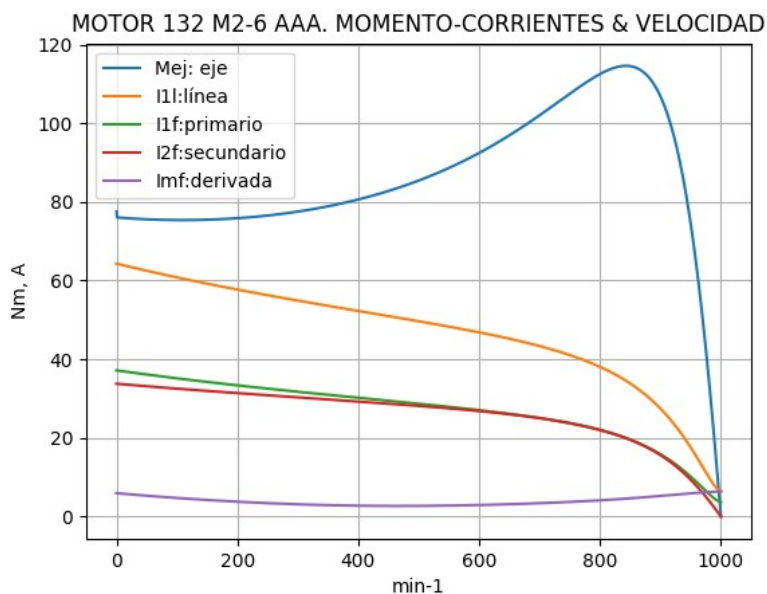


Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) es positiva hasta cerca de 550 min⁻¹ y luego negativa

Fig. 4-4-132. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	77.6	33.8	37.2	64.3	3.4
50	75.6	33.1	36.1	62.5	3.1
100	75.4	32.5	35.1	60.8	2.7
150	75.5	31.9	34.2	59.2	2.4
200	75.8	31.4	33.4	57.7	2.2
250	76.5	30.9	32.5	56.3	2.0
300	77.5	30.3	31.7	54.9	1.8
350	78.9	29.8	31.0	53.6	1.7
400	80.6	29.3	30.2	52.3	1.6
450	82.8	28.7	29.5	51.0	1.6
500	85.4	28.1	28.7	49.7	1.6
550	88.6	27.5	27.9	48.3	1.6
600	92.4	26.8	27.1	46.8	1.7
650	96.9	26.0	26.1	45.2	1.8
700	102.0	25.0	25.1	43.4	2.0
750	107.5	23.8	23.7	41.1	2.2
800	112.5	22.0	22.0	38.1	2.4
850	114.5	19.5	19.6	33.8	2.7
900	106.8	15.6	15.9	27.4	3.0
950	74.4	9.4	10.2	17.6	3.4
1000	0.0	0.0	3.7	6.4	3.7

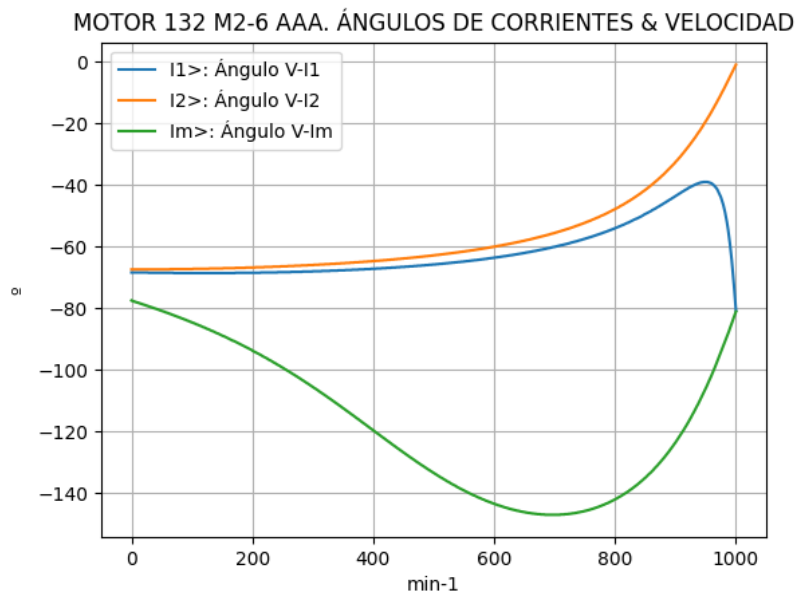


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 850 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f cerca de 750 min⁻¹ y en un corto tramo
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y decrece ligeramente hasta cerca de 600 min⁻¹

Fig. 4-5-132. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-67.4	-68.4	-77.5
50	-67.4	-68.5	-80.9
100	-67.3	-68.6	-84.6
150	-67.1	-68.6	-88.9
200	-66.8	-68.5	-93.8
250	-66.4	-68.3	-99.3
300	-66.0	-68.0	-105.6
350	-65.4	-67.7	-112.5
400	-64.7	-67.2	-119.7
450	-63.9	-66.6	-126.9
500	-62.8	-65.8	-133.5
550	-61.6	-64.8	-139.2
600	-60.0	-63.6	-143.5
650	-58.1	-62.1	-146.2
700	-55.6	-60.1	-147.1
750	-52.3	-57.5	-145.9
800	-47.8	-54.0	-142.1
850	-41.6	-49.4	-135.1
900	-32.5	-43.6	-123.6
950	-19.3	-39.0	-106.0
1000	-0.9	-80.8	-81.1

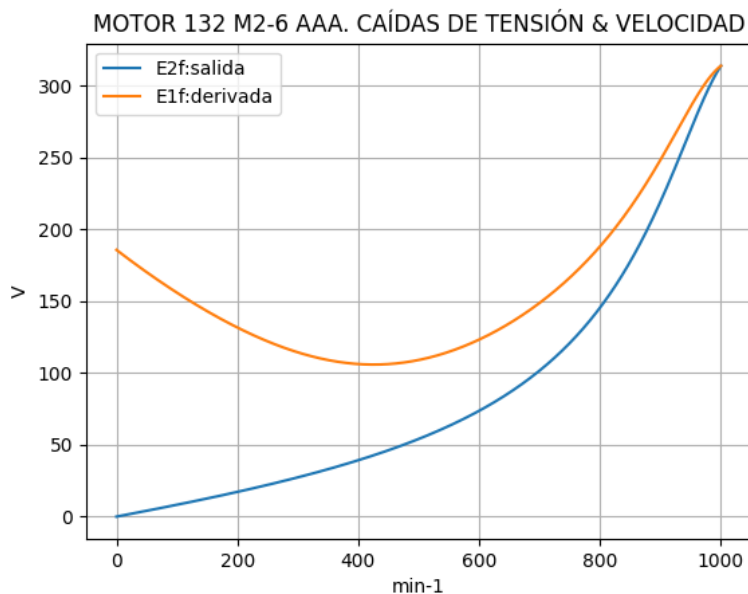


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 950 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 700 min⁻¹

Fig. 4-6-132. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	185.7
50	4.1	170.2
100	8.3	155.9
150	12.6	143.0
200	17.2	131.7
250	22.1	122.0
300	27.3	114.4
350	33.0	109.0
400	39.3	106.2
450	46.2	106.2
500	54.1	109.1
550	63.1	114.8
600	73.7	123.3
650	86.3	134.6
700	101.7	148.8
750	120.9	166.4
800	145.6	188.2
850	177.7	215.3
900	219.4	248.5
950	269.5	285.6
1000	313.9	313.9

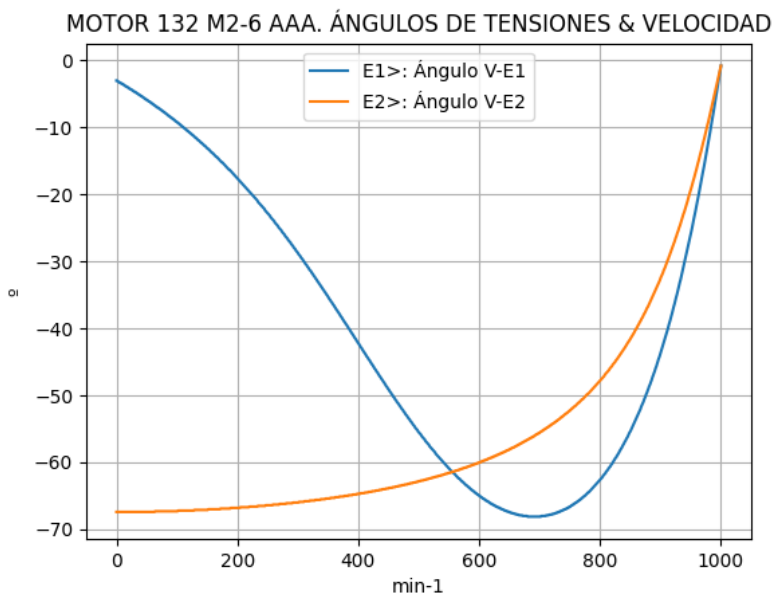


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 400 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 4-7-132. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-3.0
50	-67.4	-5.9
100	-67.3	-9.2
150	-67.1	-13.1
200	-66.8	-17.6
250	-66.4	-22.8
300	-66.0	-28.7
350	-65.4	-35.3
400	-64.7	-42.2
450	-63.9	-49.1
500	-62.8	-55.5
550	-61.6	-60.9
600	-60.0	-65.0
650	-58.1	-67.4
700	-55.6	-68.1
750	-52.3	-66.6
800	-47.8	-62.6
850	-41.6	-55.4
900	-32.5	-43.7
950	-19.3	-25.9
1000	-0.8	-0.8

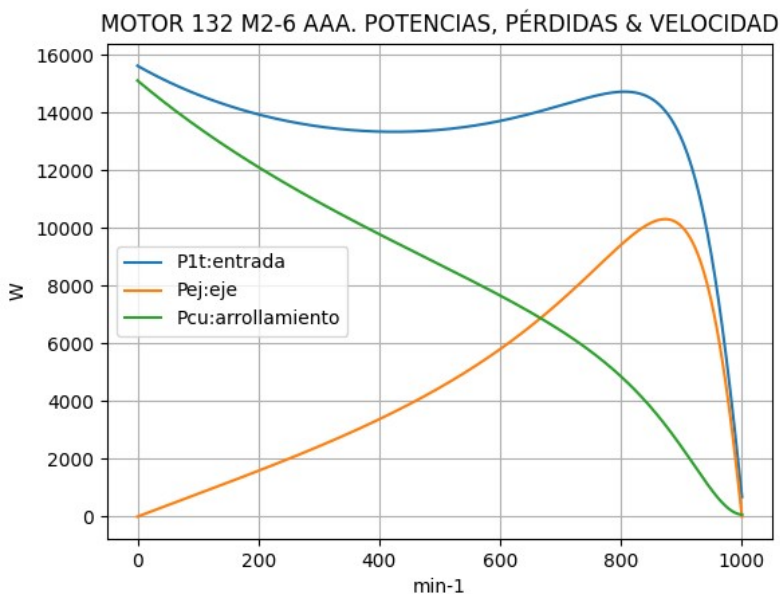


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 700 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 4-8-132. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	15632	0	15121
50	15088	396	14279
100	14632	789	13504
150	14254	1185	12787
200	13948	1589	12120
250	13707	2004	11494
300	13529	2436	10902
350	13411	2891	10338
400	13352	3377	9794
450	13352	3901	9264
500	13413	4473	8739
550	13536	5104	8211
600	13722	5808	7666
650	13967	6597	7088
700	14259	7478	6454
750	14553	8444	5728
800	14733	9426	4858
850	14497	10193	3774
900	13102	10066	2418
950	8999	7402	921
1000	682	0	69

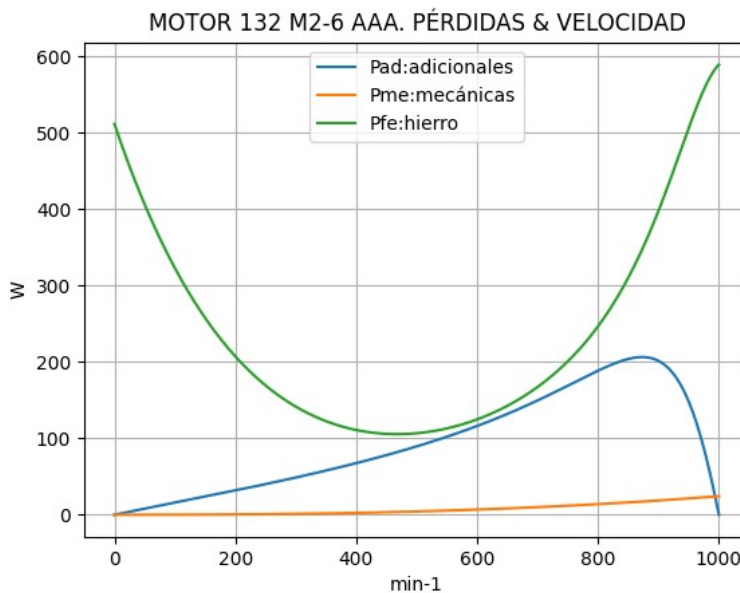


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ decrece hasta cerca de 400 min^{-1} y luego crece hasta cerca de 800 min^{-1}
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 850 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 4-9-132. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	511
50	8	0	406
100	16	0	323
150	24	0	257
200	32	0	207
250	40	1	169
300	49	1	141
350	58	2	122
400	68	2	111
450	78	3	106
500	89	4	107
550	102	5	113
600	116	7	125
650	132	8	143
700	150	10	167
750	169	12	201
800	189	14	247
850	204	16	310
900	201	19	398
950	148	21	506
1000	0	24	589

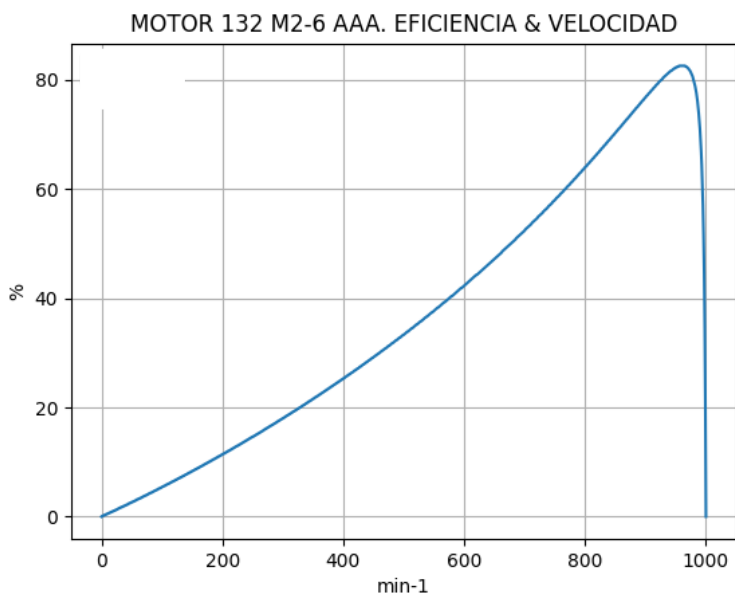


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 850 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 450 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 4-10-132. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff (%)
0	0.0
50	2.6
100	5.4
150	8.3
200	11.4
250	14.6
300	18.0
350	21.6
400	25.3
450	29.2
500	33.3
550	37.7
600	42.3
650	47.2
700	52.4
750	58.0
800	64.0
850	70.3
900	76.8
950	82.3
1000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 950 min^{-1} y luego decrece con mayor pendiente

Fig. 4-11-132. Curva de eficiencia

4-13. Motor asincrónico trifásico 160 L26. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	160 L2-6	11.0	380	T	50	6	970	84.8	0.84	23.5	5.85	1.99	2.5	B 44	Motor normal	

Tabla 4-1-160. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	1.023	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	14.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	1.342	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	18.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	73.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	1000.0	-	-	730	-	10.2	0.11
Arranque	-	-	380	0.0	215.5	-	-	-	137.5	-
Carga 75%	-	-	380	975.0	81.0	84.8	9750	8267	19.0	0.78
Carga 50%	-	-	380	985.0	53.5	82.6	6670	5511	14.5	0.7
Temperat. carcasa	-	73.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4-2-160. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	2.259	4.215	1.068	2.107	inf	inf	1.191	2.107	0.0	0.0	-
Nominal1	970	21.973	17.314	1.068	8.657	inf	inf	0.627	8.657	0.0	0.0	-
Vacio	1000	7.090	64.060	1.068	8.860	5.763	55.256	1.000	8.860	5.9	10.2	-84.0
Nominal2	970	23.499	15.179	1.068	8.657	5.763	51.874	0.748	-4.515	6.1	10.5	-100.3

Tabla 4-3-160. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 6.0, Cad = 4.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)	
Arranque	0	215.5	0.0	42803	0	0	0	0	42803	0.0	-	192.4	-1.3	79.5	-61.8	79.5	137.5	-61.8	
Nominal1	970	108.3	90.0	12163	11000	110	115	0	938	275.4	-38.2	307.3	-15.7	13.6	-38.2	13.6	23.5	-38.2	
Vacio	1000	0.0	0.0	749	0	0	0	37	600	111	327.4	0.0	327.4	0.1	0.0	0.0	5.9	10.2	-83.7
Nominal2	970	108.3	84.2	13060	11000	440	34	639	946	304.2	-6.3	317.3	-16.6	12.6	-6.3	13.6	23.5	-32.9	

Tabla 4-4-160. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 6.0, Cad = 4.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
0	2.137	4.102	1.068	2.107	5.763	32.466	1.191	2.107	5.6	9.8	-80.6
1	2.189	4.144	1.068	2.445	5.763	33.605	1.168	1.766	4.8	8.4	-85.8
2	2.247	4.177	1.068	2.782	5.763	34.745	1.146	1.425	4.2	7.2	-92.5
3	2.311	4.204	1.068	3.120	5.763	35.884	1.123	1.083	3.6	6.2	-101.0
4	2.384	4.224	1.068	3.458	5.763	37.024	1.100	0.742	3.2	5.5	-111.5
5	2.466	4.238	1.068	3.795	5.763	38.164	1.077	0.401	2.9	5.1	-123.6
6	2.559	4.247	1.068	4.133	5.763	39.303	1.054	0.059	2.9	5.0	-136.2
7	2.666	4.251	1.068	4.471	5.763	40.443	1.031	-0.282	3.0	5.2	-147.6
8	2.788	4.251	1.068	4.808	5.763	41.582	1.008	-0.623	3.2	5.6	-156.8
9	2.931	4.249	1.068	5.146	5.763	42.722	0.986	-0.965	3.5	6.1	-163.5
10	3.100	4.244	1.068	5.483	5.763	43.861	0.963	-1.306	3.9	6.7	-167.8
11	3.304	4.238	1.068	5.821	5.763	45.001	0.940	-1.647	4.3	7.4	-170.1
12	3.556	4.235	1.068	6.159	5.763	46.140	0.917	-1.989	4.6	8.0	-170.6
13	3.875	4.237	1.068	6.496	5.763	47.280	0.894	-2.330	5.0	8.7	-169.4
14	4.295	4.252	1.068	6.834	5.763	48.419	0.871	-2.671	5.3	9.2	-166.6
15	4.875	4.293	1.068	7.172	5.763	49.559	0.849	-3.013	5.6	9.7	-161.8
16	5.733	4.390	1.068	7.509	5.763	50.698	0.826	-3.354	5.8	10.0	-154.7
17	7.132	4.627	1.068	7.847	5.763	51.838	0.803	-3.695	5.9	10.2	-144.6
18	9.829	5.324	1.068	8.184	5.763	52.977	0.780	-4.037	5.9	10.2	-130.3
19	16.968	8.687	1.068	8.522	5.763	54.117	0.757	-4.378	5.8	10.1	-110.4
20	7.090	64.060	1.068	8.860	5.763	55.256	0.734	-4.719	5.9	10.2	-84.0

Tabla 4-5-160. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	201.4	0.0	43263	0	0	0	550	42713	0.0	-	185.9	-0.7	76.8	-61.2	82.2	142.1	-62.5
1	50	199.2	2.4	43172	1043	42	0	405	41682	4.7	-60.7	165.0	-5.6	76.7	-60.7	81.1	140.3	-62.2
2	100	205.6	5.0	43258	2153	86	0	298	40721	9.7	-60.1	146.3	-11.9	76.6	-60.1	80.1	138.6	-61.7
3	150	212.8	7.7	43505	3343	134	0	223	39805	15.2	-59.5	130.6	-20.1	76.5	-59.5	79.2	137.0	-61.2
4	200	220.9	10.5	43902	4626	185	1	175	38915	21.0	-58.7	119.3	-30.3	76.4	-58.7	78.3	135.5	-60.6
5	250	229.9	13.5	44435	6018	241	1	150	38025	27.4	-57.8	113.7	-42.2	76.2	-57.8	77.5	134.1	-59.8
6	300	239.9	16.7	45093	7536	301	2	144	37110	34.4	-56.8	114.6	-54.6	76.1	-56.8	76.6	132.6	-58.9
7	350	250.9	20.0	45863	9195	368	3	154	36143	42.1	-55.7	122.1	-65.7	75.8	-55.7	75.7	131.0	-57.9
8	400	262.9	23.6	46727	11014	441	4	179	35090	50.7	-54.3	135.1	-74.7	75.4	-54.3	74.7	129.3	-56.7
9	450	276.0	27.3	47660	13008	520	5	216	33911	60.3	-52.8	152.2	-81.1	74.8	-52.8	73.6	127.4	-55.4
10	500	290.1	31.2	48624	15190	608	7	262	32559	71.2	-51.1	172.1	-85.2	74.0	-51.1	72.3	125.1	-53.9
11	550	304.9	35.4	49560	17561	702	8	315	30973	83.6	-49.1	193.7	-87.4	72.8	-49.1	70.7	122.3	-52.1
12	600	320.0	39.9	50374	20105	804	10	373	29080	97.9	-46.8	216.1	-87.7	71.2	-46.8	68.7	118.9	-50.0
13	650	334.5	44.7	50914	22766	911	13	433	26791	114.5	-44.0	238.4	-86.4	69.0	-44.0	66.2	114.5	-47.6
14	700	346.7	49.9	50938	25413	1017	15	491	24002	133.9	-40.8	259.8	-83.4	65.8	-40.8	62.9	108.8	-44.7
15	750	353.7	55.5	50053	27779	1111	18	542	20602	156.6	-36.9	279.2	-78.5	61.5	-36.9	58.5	101.2	-41.4
16	800	350.3	61.6	47637	29350	1174	21	579	16513	183.4	-32.1	295.3	-71.2	55.5	-32.1	52.6	91.0	-37.4
17	850	327.9	68.3	42746	29191	1168	25	599	11764	214.7	-26.3	306.9	-60.9	47.2	-26.3	44.7	77.3	-33.0
18	900	273.1	75.5	34075	25739	1030	29	598	6681	250.4	-19.2	313.3	-46.5	35.7	-19.2	34.0	58.8	-28.4
19	950	168.3	82.8	20228	16747	670	33	586	2192	289.3	-10.4	317.0	-26.5	20.1	-10.4	19.9	34.5	-27.1
20	1000	0.0	0.0	749	0	0	37	600	111	327.4	0.1	327.4	0.1	0.0	0.0	5.9	10.2	-83.7

Tabla 4-6-160. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	193.7	0.0	43259	20	1	0	546	42692	0.1	-61.2	185.5	-0.7	76.8	-61.2	82.1	142.1	-62.5
Máximo	763	354.1	57.0	49604	28293	1132	19	553	19607	163.2	-35.7	283.8	-76.8	60.1	-35.7	57.1	98.8	-40.4

Tabla 4-7-160. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	951.0	165.6	82.9	19892.0	16494.0	660.0	33.0	586.0	2119.0	290.1	-10.2	317.1	-26.1	19.8	-10.2	19.6	33.9	-27.2
125 %	961.1	136.6	84.0	16359.6	13749.7	549.8	34.0	586.0	1440.2	298.0	-8.2	318.2	-21.1	16.1	-8.2	16.4	28.3	-28.8
100 %	970.2	108.3	84.7	12991.7	11000.0	439.7	34.0	586.0	931.1	305.0	-6.4	319.5	-16.6	12.5	-6.4	13.4	23.2	-32.0
75 %	978.4	80.5	84.5	9765.1	8249.9	329.8	35.0	588.0	562.3	311.5	-4.6	321.1	-12.2	9.2	-4.6	10.8	18.6	-37.4
50 %	986.1	53.2	82.6	6658.7	5499.6	219.9	36.0	591.0	312.1	317.3	-3.0	322.9	-8.0	6.1	-3.0	8.5	14.7	-46.5
25 %	993.2	26.4	75.1	3657.5	2750.3	109.8	36.2	595.2	166.2	322.5	-1.4	325.0	-3.9	3.0	-1.4	6.8	11.6	-61.6
Eff máx	973.0	99.0	84.7	11906.0	10087.0	403.0	35.0	586.0	794.0	307.3	-5.8	320.0	-15.1	11.4	-5.8	12.5	21.7	-33.4

Tabla 4-8-160. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	215.5	0.0	-	0.0	137.5	-
Valores calculados		0.0	201.4	0.0	43263.0	0.0	142.1	-62.5
Diferencias (%)		-	6.5	-	-	-	-3.3	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	270.7	-	-	-	-	-
Valores calculados		763.0	354.1	57.0	49604.0	28293.0	98.8	-40.4
Diferencias (%)		-	-30.8	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		970.0	108.3	84.8	12977.1	11000.0	23.5	-32.9
Valores calculados		970.2	108.3	84.7	12991.7	11000.0	23.2	-32.0
Diferencias (%)		-0.0	-0.0	0.1	-0.1	0.0	1.3	2.6
75% carga								
Valores ingresados		975.0	81.0	84.8	9750.0	8267.0	19.0	-38.7
Valores calculados		978.4	80.5	84.5	9765.1	8249.9	18.6	-37.4
Diferencias (%)		-0.3	0.6	0.4	-0.2	0.2	2.1	3.5

Tabla 4-9-160. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	985.0	53.5	82.6	6670.0	5511.0	14.5	-45.6
Valores calculados	986.1	53.2	82.6	6658.7	5499.6	14.7	-46.5
Diferencias (%)	-0.1	0.5	0.0	0.2	0.2	-1.4	-2.0
Vacío							
Valores ingresados	1000.0	0.0	0.0	730.0	0.0	10.2	-83.7
Valores calculados	1000.0	0.0	0.0	749.0	0.0	10.2	-83.7
Diferencias (%)	-	-	-	-2.6	-	0.0	-0.0

Tabla 4-9-160. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	240.30	Paso de bobinas en ranuras	8/10/12	Corriente por kW (A/kW)	2.14
Altura corona estator (mm)	18.60	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	6.8
Diámetro interior estator (mm)	165.00	Factor de arrollamiento	0.96	Corriente barra rotor (A)	316.9
Altura corona rotor (mm)	30.60	Espiras por bobina (prom)	18.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	4.7
Diámetro eje rotor (mm)	60.00	Espiras por bobina (real)	18/18/18	Corriente anillo rotor (A)	672.5
Longitud paquete de chapas (mm)	225.00	Número de alambres 1	4	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	3.1
Número ranuras estator	54.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.8	Flujo por polo (wb)	0.0093
Sección ranura estator (mm2)	90.50	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.75
Número ranuras rotor	40.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.23
Sección ranura rotor (mm2)	67.70	Conexión bobinado (vías)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	0.49
Espesor anillo rotor (mm)	10.00	Peso total cobre (kg)	7.0	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.024
Sección anillo rotor(mm2)	219.00	Relleno ranura(%)	40.0	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	668261
Longitud entrehierro (mm)	0.35				

Tabla 4-10-160. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Rn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0454	0.1388	0.2452	2.1389	0.0507	0.1388	0.0454	0.5703	0.2452	3.4175	0.0318	-0.2975	0.0454	0.5837	0.2452	3.6403	0.0426	0.5837

Tabla 4-11-160. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	21.4	1.7	31.0	45.9
Eff. Máx	22.2	1.9	32.2	43.7

Tabla 4-12-160. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

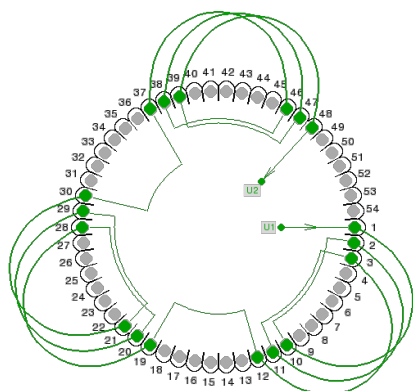


Fig. 4-1-160. Esquema de arrollamiento de 54 ranuras, 6 polos, paso 1-10, 1 vía, ka = 0.96

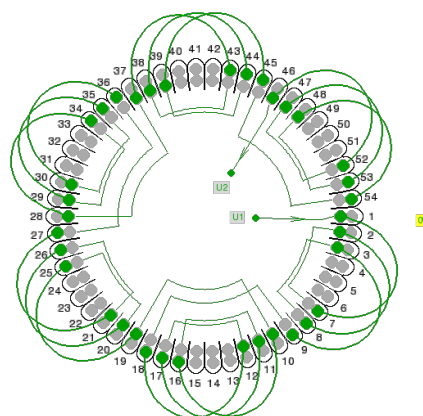
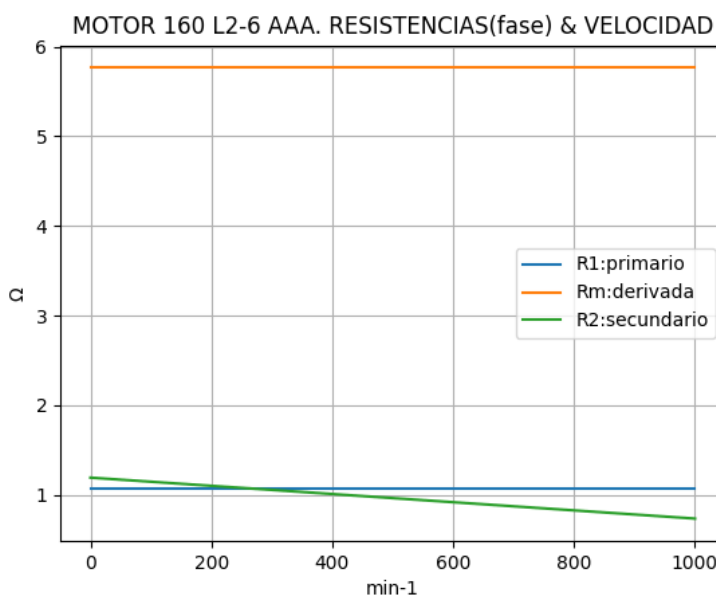


Fig. 4-2-160. Esquema de arrollamiento de 54 ranuras, 6 polos, paso 1-7, 1 vía, ka = 0.831

4-14. Motor asincrónico trifásico 160 L26. Curvas características

$n_x(\text{min}^{-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	2.137	1.068	5.763	1.191
50	2.189	1.068	5.763	1.168
100	2.247	1.068	5.763	1.146
150	2.311	1.068	5.763	1.123
200	2.384	1.068	5.763	1.100
250	2.466	1.068	5.763	1.077
300	2.559	1.068	5.763	1.054
350	2.666	1.068	5.763	1.031
400	2.788	1.068	5.763	1.008
450	2.931	1.068	5.763	0.986
500	3.100	1.068	5.763	0.963
550	3.304	1.068	5.763	0.940
600	3.556	1.068	5.763	0.917
650	3.875	1.068	5.763	0.894
700	4.295	1.068	5.763	0.871
750	4.875	1.068	5.763	0.849
800	5.733	1.068	5.763	0.826
850	7.132	1.068	5.763	0.803
900	9.829	1.068	5.763	0.780
950	16.968	1.068	5.763	0.757
1000	7.090	1.068	5.763	0.734

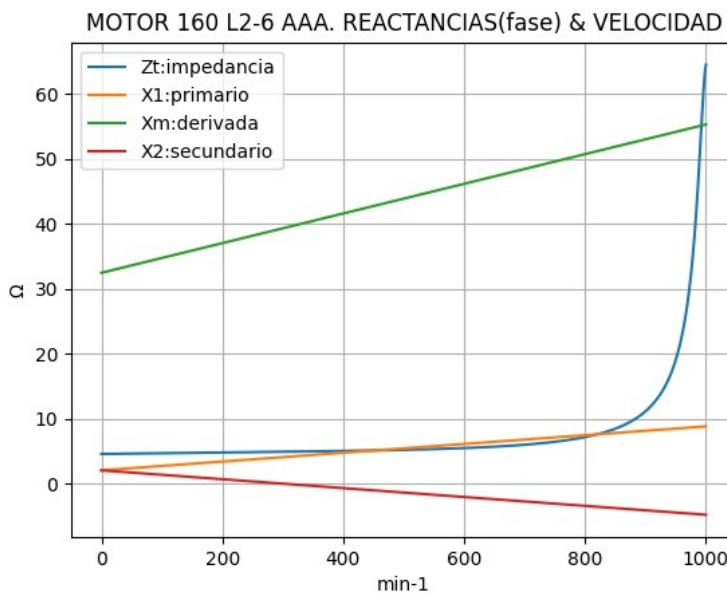


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 4-3-160. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min}^{-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	4.626	4.102	2.107	32.466	2.107
50	4.686	4.144	2.445	33.605	1.766
100	4.743	4.177	2.782	34.745	1.425
150	4.798	4.204	3.120	35.884	1.083
200	4.851	4.224	3.458	37.024	0.742
250	4.904	4.238	3.795	38.164	0.401
300	4.959	4.247	4.133	39.303	0.059
350	5.018	4.251	4.471	40.443	-0.282
400	5.084	4.251	4.808	41.582	-0.623
450	5.161	4.249	5.146	42.722	-0.965
500	5.255	4.244	5.483	43.861	-1.306
550	5.374	4.238	5.821	45.001	-1.647
600	5.530	4.235	6.159	46.140	-1.989
650	5.742	4.237	6.496	47.280	-2.330
700	6.044	4.252	6.834	48.419	-2.671
750	6.496	4.293	7.172	49.559	-3.013
800	7.220	4.390	7.509	50.698	-3.354
850	8.502	4.627	7.847	51.838	-3.695
900	11.178	5.324	8.184	52.977	-4.037
950	19.062	8.687	8.522	54.117	-4.378
1000	64.451	64.060	8.860	55.256	-4.719

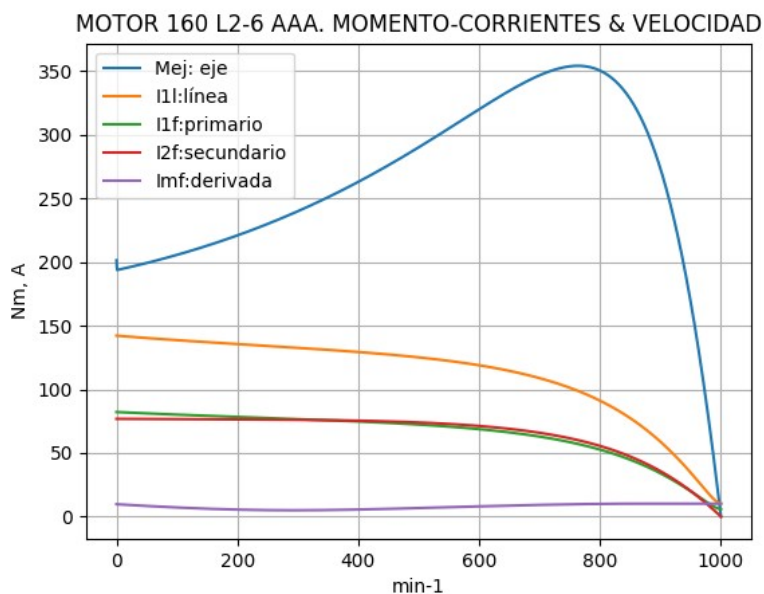


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ es positiva hasta cerca de 300 min^{-1} y luego negativa

Fig. 4-4-160. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	201.4	76.8	82.2	142.1	5.6
50	199.2	76.7	81.1	140.3	4.8
100	205.6	76.6	80.1	138.6	4.2
150	212.8	76.5	79.2	137.0	3.6
200	220.9	76.4	78.3	135.5	3.2
250	229.9	76.2	77.5	134.1	2.9
300	239.9	76.1	76.6	132.6	2.9
350	250.9	75.8	75.7	131.0	3.0
400	262.9	75.4	74.7	129.3	3.2
450	276.0	74.8	73.6	127.4	3.5
500	290.1	74.0	72.3	125.1	3.9
550	304.9	72.8	70.7	122.3	4.3
600	320.0	71.2	68.7	118.9	4.6
650	334.5	69.0	66.2	114.5	5.0
700	346.7	65.8	62.9	108.8	5.3
750	353.7	61.5	58.5	101.2	5.6
800	350.3	55.5	52.6	91.0	5.8
850	327.9	47.2	44.7	77.3	5.9
900	273.1	35.7	34.0	58.8	5.9
950	168.3	20.1	19.9	34.5	5.8
1000	0.0	0.0	5.9	10.2	5.9

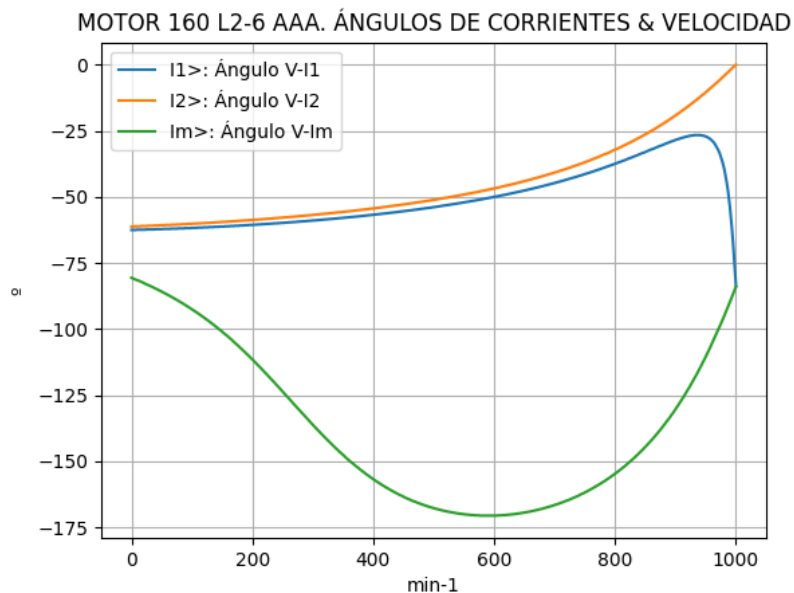


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 750 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera ligeramente a I1 desde cerca de 350 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 250 min⁻¹

Fig. 4-5-160. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-61.2	-62.5	-80.6
50	-60.7	-62.2	-85.8
100	-60.1	-61.7	-92.5
150	-59.5	-61.2	-101.0
200	-58.7	-60.6	-111.5
250	-57.8	-59.8	-123.6
300	-56.8	-58.9	-136.2
350	-55.7	-57.9	-147.6
400	-54.3	-56.7	-156.8
450	-52.8	-55.4	-163.5
500	-51.1	-53.9	-167.8
550	-49.1	-52.1	-170.1
600	-46.8	-50.0	-170.6
650	-44.0	-47.6	-169.4
700	-40.8	-44.7	-166.6
750	-36.9	-41.4	-161.8
800	-32.1	-37.4	-154.7
850	-26.3	-33.0	-144.6
900	-19.2	-28.4	-130.3
950	-10.4	-27.1	-110.4
1000	0.0	-83.7	-84.0

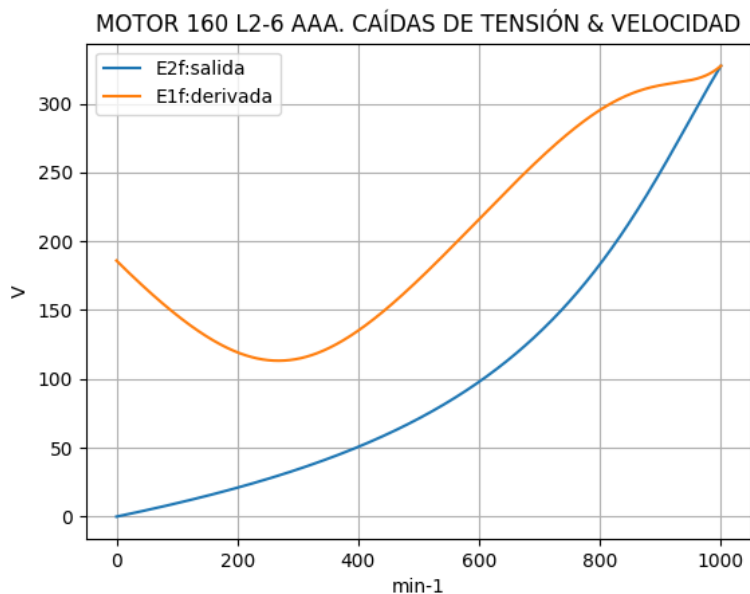


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 950 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 600 min⁻¹

Fig. 4-6-160. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	185.9
50	4.7	165.0
100	9.7	146.3
150	15.2	130.6
200	21.0	119.3
250	27.4	113.7
300	34.4	114.6
350	42.1	122.1
400	50.7	135.1
450	60.3	152.2
500	71.2	172.1
550	83.6	193.7
600	97.9	216.1
650	114.5	238.4
700	133.9	259.8
750	156.6	279.2
800	183.4	295.3
850	214.7	306.9
900	250.4	313.3
950	289.3	317.0
1000	327.4	327.4

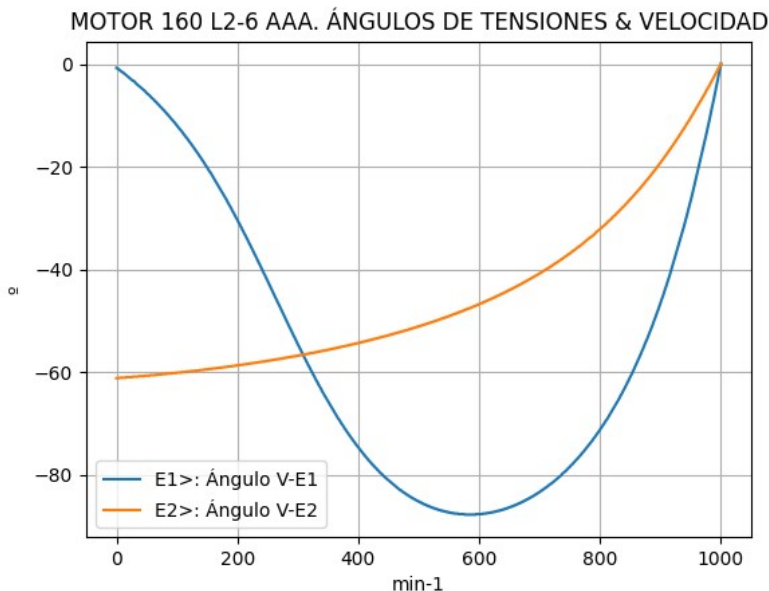


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 250 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 4-7-160. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-0.7
50	-60.7	-5.6
100	-60.1	-11.9
150	-59.5	-20.1
200	-58.7	-30.3
250	-57.8	-42.2
300	-56.8	-54.6
350	-55.7	-65.7
400	-54.3	-74.7
450	-52.8	-81.1
500	-51.1	-85.2
550	-49.1	-87.4
600	-46.8	-87.7
650	-44.0	-86.4
700	-40.8	-83.4
750	-36.9	-78.5
800	-32.1	-71.2
850	-26.3	-60.9
900	-19.2	-46.5
950	-10.4	-26.5
1000	0.1	0.1

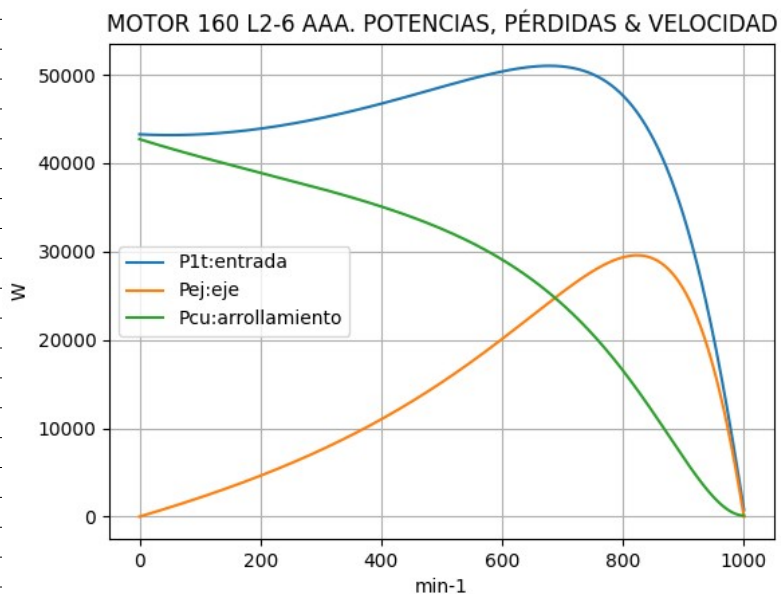


Observaciones:

- El ángulo $V-E1$ es negativo y se maximiza cerca de 600 min^{-1}
- El ángulo $V-E2$ es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 4-8-160. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	43263	0	42713
50	43172	1043	41682
100	43258	2153	40721
150	43505	3343	39805
200	43902	4626	38915
250	44435	6018	38025
300	45093	7536	37110
350	45863	9195	36143
400	46727	11014	35090
450	47660	13008	33911
500	48624	15190	32559
550	49560	17561	30973
600	50374	20105	29080
650	50914	22766	26791
700	50938	25413	24002
750	50053	27779	20602
800	47637	29350	16513
850	42746	29191	11764
900	34075	25739	6681
950	20228	16747	2192
1000	749	0	111

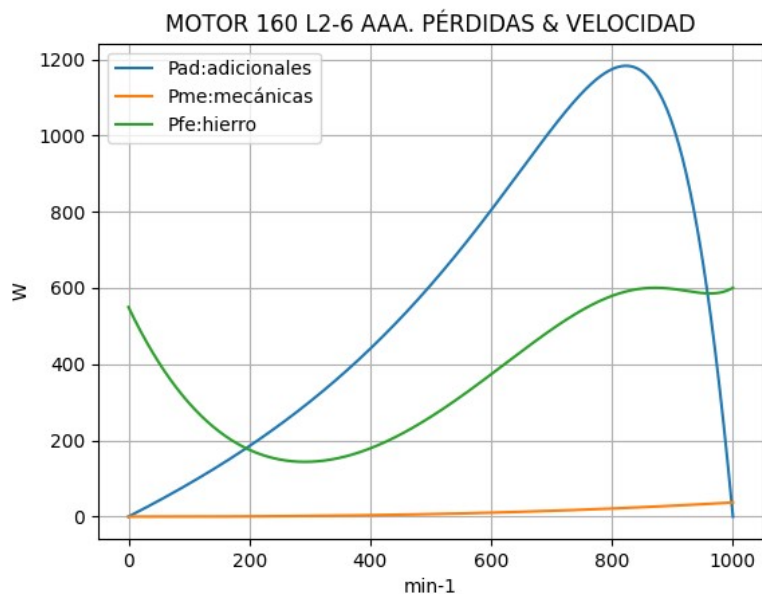


Observaciones:

- La potencia de entrada P1t = (Peje + Pérdidas) crece hasta cerca de 650 min⁻¹ y luego cae regularmente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 800 min⁻¹
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 4-9-160. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	550
50	42	0	405
100	86	0	298
150	134	0	223
200	185	1	175
250	241	1	150
300	301	2	144
350	368	3	154
400	441	4	179
450	520	5	216
500	608	7	262
550	702	8	315
600	804	10	373
650	911	13	433
700	1017	15	491
750	1111	18	542
800	1174	21	579
850	1168	25	599
900	1030	29	598
950	670	33	586
1000	0	37	600

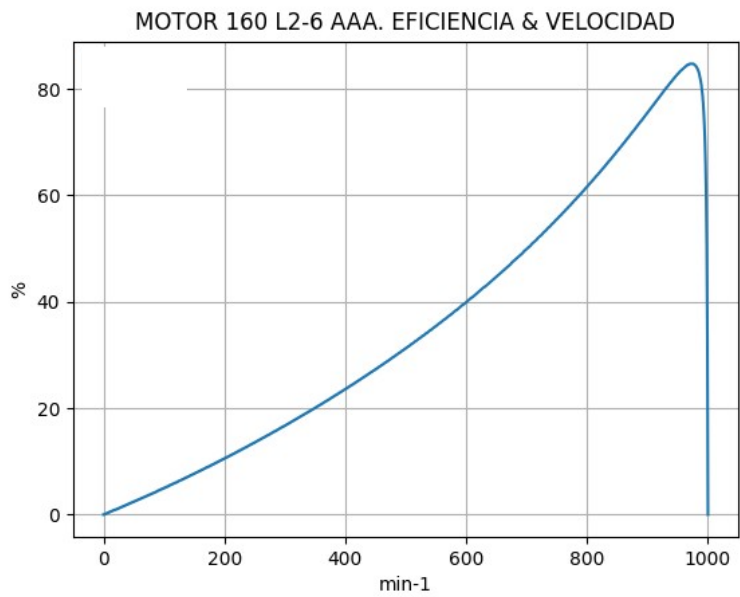


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales Pad = Peje · Cad / 100 son máximas cerca de las 800 min⁻¹
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro Pfe = 3 · Rm · Im² decrecen hasta cerca de 300 min⁻¹ y se maximizan en vacío

Fig. 4-10-160. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff(%)
0	0.0
50	2.4
100	5.0
150	7.7
200	10.5
250	13.5
300	16.7
350	20.0
400	23.6
450	27.3
500	31.2
550	35.4
600	39.9
650	44.7
700	49.9
750	55.5
800	61.6
850	68.3
900	75.5
950	82.8
1000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 950 min^{-1} y luego decrece con mayor pendiente

Fig. 4-11-160. Curva de eficiencia

4-15. Motor asincrónico trifásico 180 L6. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	180 L6	15.0	380	T	50	6	975	84.5	0.82	32.4	4.98	1.19	2.5	B 44	Motor normal	

Tabla 4-1-180. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.541	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	16.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.705	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	25.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	67.7	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	1000.0	-	-	1180	-	14.2	0.13
Arranque	-	-	380	0.0	174.8	-	-	-	161.4	-
Carga 75%	-	-	380	985.0	106.9	83.5	13200	11021	26.0	0.77
Carga 50%	-	-	380	990.0	70.9	82.7	8880	7347	20.3	0.67
Temperat. carcasa	-	80.3	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4-2-180. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	1.261	3.874	0.559	1.937	inf	inf	0.702	1.937	0.0	0.0	-
Nominal1	975	15.521	13.068	0.559	6.534	inf	inf	0.374	6.534	0.0	0.0	-
Vacio	1000	6.018	45.903	0.559	6.652	5.31	39.293	0.000	6.652	8.2	14.2	-82.8
Nominal2	975	16.638	11.613	0.559	6.534	5.31	36.936	0.469	-3.032	8.5	14.6	-99.2

Tabla 4-3-180. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.0, Cad = 4.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	174.8	0.0	32903	0	0	0	0	32903	0.0	-	192.2	-1.9	93.3	-72.0	93.3	161.4	-72.0
Nominal1	975	147.0	92.0	16332	15000	150	200	0	982	273.2	-40.1	305.8	-16.5	18.7	-40.1	18.7	32.4	-40.1
Vacio	1000	0.0	0.0	1228	0	0	43	1072	113	325.3	-0.5	325.3	-0.4	0.0	-0.5	8.2	14.2	-82.5
Nominal2	975	147.0	84.4	17770	15000	600	40	1141	990	308.9	-8.1	315.8	-17.4	16.9	-8.1	18.7	32.4	-34.9

Tabla 4-4-180. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.0, Cad = 4.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
0	1.188	3.727	0.559	1.937	5.31	23.212	0.702	1.937	7.7	13.4	-78.8
1	1.215	3.749	0.559	2.173	5.31	24.016	0.690	1.682	6.7	11.6	-82.2
2	1.247	3.765	0.559	2.409	5.31	24.820	0.678	1.427	5.7	9.9	-86.5
3	1.284	3.775	0.559	2.644	5.31	25.624	0.666	1.173	4.9	8.5	-92.2
4	1.326	3.780	0.559	2.880	5.31	26.428	0.654	0.918	4.2	7.2	-99.7
5	1.374	3.780	0.559	3.116	5.31	27.232	0.642	0.663	3.6	6.2	-109.8
6	1.430	3.776	0.559	3.352	5.31	28.036	0.630	0.408	3.2	5.5	-122.6
7	1.494	3.768	0.559	3.587	5.31	28.840	0.618	0.153	3.0	5.3	-137.0
8	1.569	3.756	0.559	3.823	5.31	29.644	0.606	-0.102	3.1	5.4	-151.0
9	1.657	3.741	0.559	4.059	5.31	30.448	0.594	-0.356	3.4	5.9	-162.4
10	1.762	3.723	0.559	4.295	5.31	31.252	0.582	-0.611	3.9	6.7	-170.4
11	1.889	3.705	0.559	4.530	5.31	32.056	0.571	-0.866	4.4	7.6	-175.4
12	2.046	3.686	0.559	4.766	5.31	32.860	0.559	-1.121	5.0	8.6	-177.8
13	2.245	3.669	0.559	5.002	5.31	33.665	0.547	-1.376	5.6	9.6	-177.9
14	2.508	3.659	0.559	5.237	5.31	34.469	0.535	-1.631	6.2	10.7	-175.8
15	2.871	3.661	0.559	5.473	5.31	35.273	0.523	-1.885	6.7	11.6	-171.4
16	3.407	3.694	0.559	5.709	5.31	36.077	0.511	-2.140	7.2	12.5	-164.2
17	4.285	3.804	0.559	5.945	5.31	36.881	0.499	-2.395	7.6	13.2	-153.3
18	5.983	4.168	0.559	6.180	5.31	37.685	0.487	-2.650	7.9	13.7	-137.2
19	9.570	6.024	0.559	6.416	5.31	38.489	0.475	-2.905	8.1	13.9	-114.1
20	10.018	45.903	0.559	6.652	5.31	39.293	0.463	-3.160	8.2	14.2	-82.8

Tabla 4-5-180. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	160.8	0.0	33626	0	0	0	954	32672	0.0	-	184.3	-1.7	89.5	-71.8	97.1	168.0	-72.3
1	50	161.4	2.5	33889	845	34	0	713	32297	3.3	-71.3	164.6	-4.6	89.8	-71.3	96.4	166.8	-72.0
2	100	169.0	5.2	34339	1770	71	0	525	31973	6.8	-70.8	145.7	-8.6	90.3	-70.8	95.8	165.8	-71.7
3	150	177.7	8.0	34972	2791	112	0	381	31688	10.7	-70.1	128.0	-13.9	90.7	-70.1	95.3	164.9	-71.2
4	200	187.4	11.0	35790	3925	157	1	276	31431	14.9	-69.4	112.1	-21.1	91.2	-69.4	94.9	164.1	-70.7
5	250	198.4	14.1	36797	5195	208	1	204	31188	19.6	-68.6	99.3	-30.8	91.7	-68.6	94.5	163.4	-70.0
6	300	210.9	17.4	37999	6625	265	2	163	30944	24.9	-67.7	91.2	-43.3	92.2	-67.7	94.1	162.8	-69.3
7	350	225.0	20.9	39408	8246	330	3	148	30681	30.9	-66.6	89.3	-57.5	92.7	-66.6	93.8	162.2	-68.4
8	400	241.0	24.6	41034	10093	404	4	157	30376	37.6	-65.4	94.5	-71.1	93.1	-65.4	93.4	161.5	-67.3
9	450	259.1	28.5	42891	12209	488	6	188	29999	45.4	-64.0	106.2	-82.3	93.3	-64.0	92.9	160.7	-66.1
10	500	279.6	32.5	44986	14641	586	8	239	29512	54.4	-62.4	122.8	-90.1	93.4	-62.4	92.2	159.6	-64.7
11	550	302.9	36.9	47319	17443	698	10	309	28860	65.0	-60.5	143.0	-94.8	93.1	-60.5	91.4	158.1	-63.0
12	600	328.9	41.4	49868	20666	827	12	394	27969	77.5	-58.2	165.6	-97.0	92.5	-58.2	90.1	155.9	-61.0
13	650	357.6	46.3	52560	24344	974	15	494	26733	92.6	-55.5	189.8	-96.9	91.2	-55.5	88.3	152.8	-58.5
14	700	388.2	51.5	55219	28454	1138	17	605	25005	111.0	-52.1	214.9	-94.6	88.9	-52.1	85.7	148.2	-55.6
15	750	417.9	57.1	57455	32822	1313	21	721	22578	133.6	-48.0	239.9	-90.0	85.2	-48.0	81.7	141.3	-51.9
16	800	440.6	63.2	58444	36913	1477	24	834	19196	161.8	-42.6	263.8	-82.6	79.2	-42.6	75.6	130.8	-47.3
17	850	442.5	69.7	56538	39389	1576	28	932	14614	196.6	-35.7	285.0	-71.5	69.5	-35.7	66.3	114.7	-41.6
18	900	396.3	76.6	48750	37347	1494	33	1000	8877	238.4	-26.7	301.5	-55.2	54.4	-26.7	52.1	90.2	-34.9
19	950	259.2	83.3	30936	25784	1031	38	1033	3050	284.3	-14.9	312.9	-31.9	31.5	-14.9	31.2	54.0	-29.7
20	1000	0.0	0.0	1228	0	0	43	1072	113	325.3	-0.4	325.3	-0.4	0.0	-0.5	8.2	14.2	-82.5

Tabla 4-6-180. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	154.8	0.0	33630	16	1	0	949	32664	0.1	-71.8	183.9	-1.7	89.5	-71.8	97.1	168.0	-72.3
Máximo	830	445.6	67.0	57804	38733	1549	27	895	16600	181.8	-38.7	276.9	-76.5	73.9	-38.7	70.5	122.0	-44.0

Tabla 4-7-180. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	958.0	226.0	84.2	26933.0	22670.0	907.0	38.0	1037.0	2281.0	291.5	-12.8	314.5	-27.4	27.0	-12.8	27.2	47.1	-29.9
125 %	966.9	185.1	84.8	22112.9	18750.0	750.2	39.0	1041.9	1530.9	299.4	-10.3	316.4	-22.2	21.8	-10.3	22.7	39.2	-31.2
100 %	974.5	147.0	84.8	17681.0	15000.0	599.9	40.0	1046.5	994.2	305.9	-8.1	318.1	-17.5	17.0	-8.1	18.6	32.3	-33.9
75 %	981.5	109.5	84.0	13395.2	11250.0	450.2	41.0	1051.5	602.0	311.6	-6.1	319.7	-13.0	12.6	-6.1	15.1	26.1	-38.7
50 %	988.0	72.4	81.2	9233.0	7499.5	300.2	41.0	1058.0	333.3	316.7	-4.1	321.5	-8.7	8.2	-4.1	11.9	20.6	-47.2
25 %	994.1	36.0	72.3	5181.0	3749.7	150.1	42.0	1064.1	174.1	321.2	-2.3	323.3	-4.5	4.1	-2.3	9.5	16.4	-61.4
Eff máx	971.0	164.9	84.9	19753.0	16770.0	671.0	40.0	1044.0	1228.0	302.9	-9.1	317.3	-19.7	19.2	-9.1	20.5	35.5	-32.4

Tabla 4-8-180. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque							
Valores ingresados	0.0	174.8	0.0	-	0.0	161.4	-
Valores calculados	0.0	160.8	0.0	33626.0	0.0	168.0	-72.3
Diferencias (%)	-	8.0	-	-	-	-4.1	-
Mto Máximo							
Valores ingresados	-	367.3	-	-	-	-	-
Valores calculados	830.0	445.6	67.0	57804.0	38733.0	122.0	-44.0
Diferencias (%)	-	-21.3	-	-	-	-	-
Nominal							
Valores ingresados	975.0	146.9	84.5	17465.8	15000.0	32.4	-34.9
Valores calculados	974.5	147.0	84.8	17681.0	15000.0	32.3	-33.9
Diferencias (%)	0.1	-0.1	-0.4	-1.2	0.0	0.3	2.9
75% carga							
Valores ingresados	985.0	106.9	83.5	13200.0	11021.0	26.0	-39.6
Valores calculados	981.5	109.5	84.0	13395.2	11250.0	26.1	-38.7
Diferencias (%)	0.4	-2.4	-0.6	-1.5	-2.1	-0.4	2.4

Tabla 4-9-180. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	990.0	70.9	82.7	8880.0	7347.0	20.3	-47.9
Valores calculados	988.0	72.4	81.2	9233.0	7499.5	20.6	-47.2
Diferencias (%)	0.2	-2.1	1.8	-4.0	-2.1	-1.5	1.5
Vacío							
Valores ingresados	1000.0	0.0	0.0	1180.0	0.0	14.2	-82.5
Valores calculados	1000.0	0.0	0.0	1228.0	0.0	14.2	-82.5
Diferencias (%)	-	-	-	-4.1	-	0.0	0.0

Tabla 4-9-180. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	260.30	Paso de bobinas en ranuras	8/10/12	Corriente por kW (A/kW)	2.16
Altura corona estator (mm)	17.30	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	4.7
Diámetro interior estator (mm)	160.00	Factor de arrollamiento	0.96	Corriente barra rotor (A)	393.0
Altura corona rotor (mm)	21.90	Espiras por bobina (prom)	51.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	4.1
Diámetro eje rotor (mm)	65.00	Espiras por bobina (real)	51/51/51	Corriente anillo rotor (A)	875.7
Longitud paquete de chapas (mm)	230.00	Número de alambres 1	3	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	3.4
Número ranuras estator	54.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.75	Flujo por polo (wb)	0.0098
Sección ranura estator (mm2)	168.00	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.8
Número ranuras rotor	42.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.37
Sección ranura rotor (mm2)	97.00	Conexión bobinado (vías)	3	Dens. flujo corona rotor (T)	0.59
Espesor anillo rotor (mm)	10.00	Peso total cobre (kg)	13.4	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.021
Sección anillo rotor(mm2)	256.00	Relleno ranura(%)	40.2	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	878618
Longitud entrehierro (mm)	0.35				

Tabla 4-10-180. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Rn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Rn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0336	0.1668	0.3191	1.9988	0.0422	0.1668	0.0336	0.5626	0.3191	3.1806	0.0282	-0.2611	0.0336	0.5728	0.3191	3.3835	0.0	0.5728

Tabla 4-11-180. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	21.7	1.4	41.2	35.7
Eff. Máx	22.5	1.3	35.0	41.2

Tabla 4-12-180. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

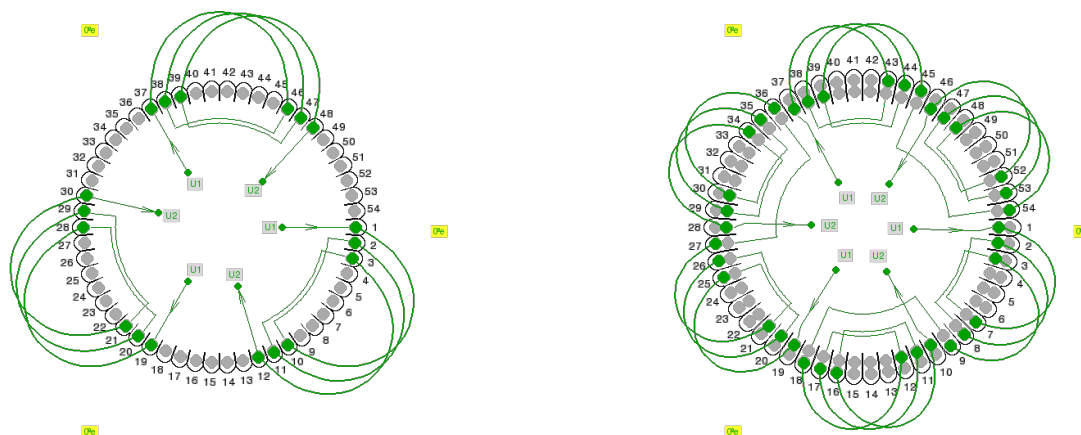
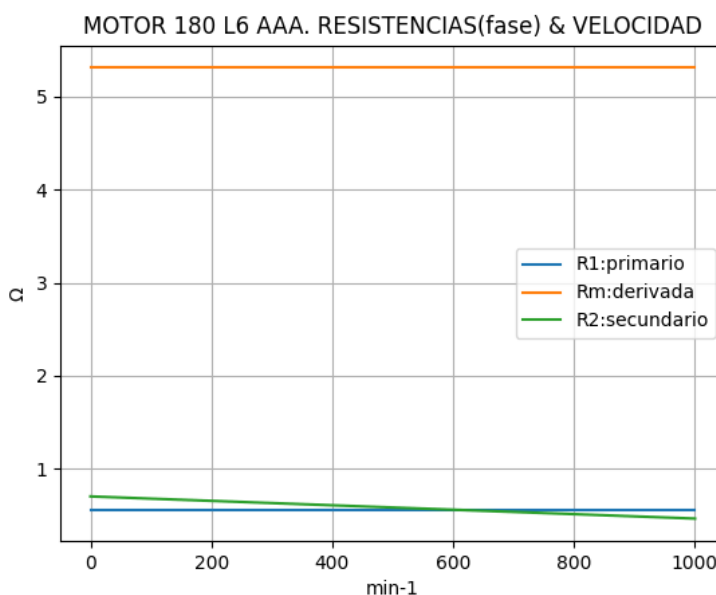


Fig. 4-1-180. Esquema de arrollamiento de 54 ranuras, 6 polos, paso 1-10, 3 vías, ka = 0.96

Fig. 4-2-180. Esquema de arrollamiento de 54 ranuras, 6 polos, paso 1-7, 3 vías, ka = 0.831

4-16. Motor asincrónico trifásico 180 L6. Curvas características

$n_x(\text{min}^{-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	1.188	0.559	5.31	0.702
50	1.215	0.559	5.31	0.690
100	1.247	0.559	5.31	0.678
150	1.284	0.559	5.31	0.666
200	1.326	0.559	5.31	0.654
250	1.374	0.559	5.31	0.642
300	1.430	0.559	5.31	0.630
350	1.494	0.559	5.31	0.618
400	1.569	0.559	5.31	0.606
450	1.657	0.559	5.31	0.594
500	1.762	0.559	5.31	0.582
550	1.889	0.559	5.31	0.571
600	2.046	0.559	5.31	0.559
650	2.245	0.559	5.31	0.547
700	2.508	0.559	5.31	0.535
750	2.871	0.559	5.31	0.523
800	3.407	0.559	5.31	0.511
850	4.285	0.559	5.31	0.499
900	5.983	0.559	5.31	0.487
950	10.570	0.559	5.31	0.475
1000	6.018	0.559	5.31	0.463

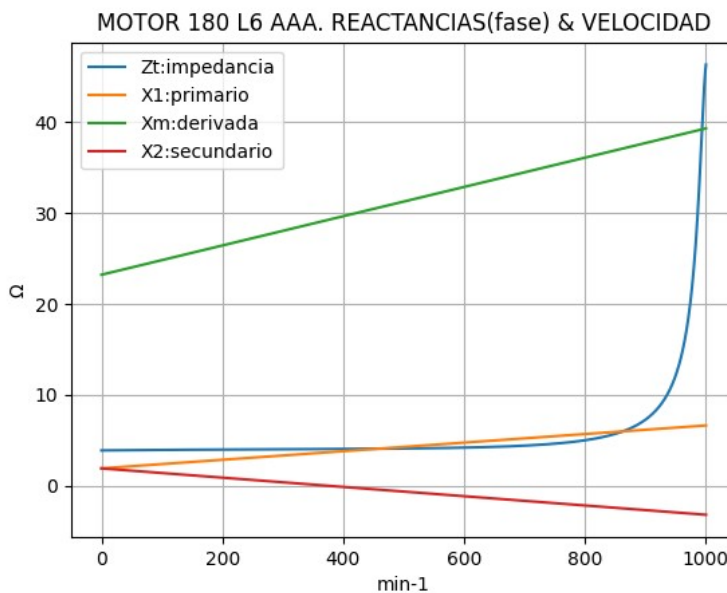


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 4-3-180. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min}^{-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	3.912	3.727	1.937	23.212	1.937
50	3.941	3.749	2.173	24.016	1.682
100	3.966	3.765	2.409	24.820	1.427
150	3.987	3.775	2.644	25.624	1.173
200	4.006	3.780	2.880	26.428	0.918
250	4.022	3.780	3.116	27.232	0.663
300	4.038	3.776	3.352	28.036	0.408
350	4.053	3.768	3.587	28.840	0.153
400	4.070	3.756	3.823	29.644	-0.102
450	4.091	3.741	4.059	30.448	-0.356
500	4.119	3.723	4.295	31.252	-0.611
550	4.159	3.705	4.530	32.056	-0.866
600	4.216	3.686	4.766	32.860	-1.121
650	4.302	3.669	5.002	33.665	-1.376
700	4.436	3.659	5.237	34.469	-1.631
750	4.652	3.661	5.473	35.273	-1.885
800	5.026	3.694	5.709	36.077	-2.140
850	5.730	3.804	5.945	36.881	-2.395
900	7.291	4.168	6.180	37.685	-2.650
950	12.166	6.024	6.416	38.489	-2.905
1000	46.296	45.903	6.652	39.293	-3.160

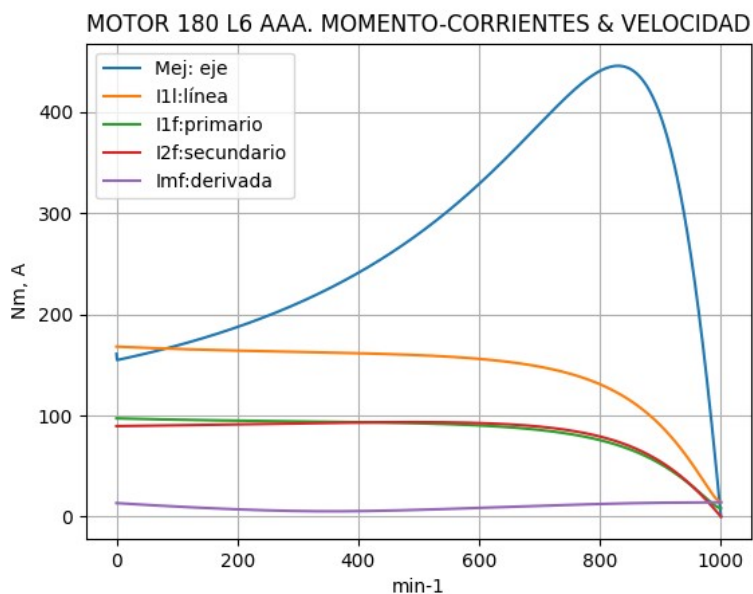


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ es positiva hasta cerca de 350 min^{-1} y luego negativa

Fig. 4-4-180. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	160.8	89.5	97.1	168.0	7.7
50	161.4	89.8	96.4	166.8	6.7
100	169.0	90.3	95.8	165.8	5.7
150	177.7	90.7	95.3	164.9	4.9
200	187.4	91.2	94.9	164.1	4.2
250	198.4	91.7	94.5	163.4	3.6
300	210.9	92.2	94.1	162.8	3.2
350	225.0	92.7	93.8	162.2	3.0
400	241.0	93.1	93.4	161.5	3.1
450	259.1	93.3	92.9	160.7	3.4
500	279.6	93.4	92.2	159.6	3.9
550	302.9	93.1	91.4	158.1	4.4
600	328.9	92.5	90.1	155.9	5.0
650	357.6	91.2	88.3	152.8	5.6
700	388.2	88.9	85.7	148.2	6.2
750	417.9	85.2	81.7	141.3	6.7
800	440.6	79.2	75.6	130.8	7.2
850	442.5	69.5	66.3	114.7	7.6
900	396.3	54.4	52.1	90.2	7.9
950	259.2	31.5	31.2	54.0	8.1
1000	0.0	0.0	8.2	14.2	8.2

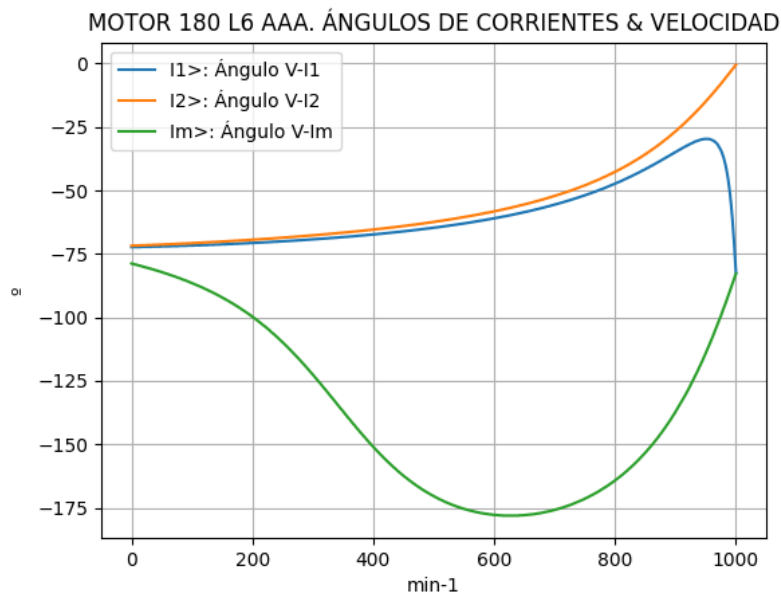


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 850 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f aproximadamente entre 450 y 950 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 350 min⁻¹

Fig. 4-5-180. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-71.8	-72.3	-78.8
50	-71.3	-72.0	-82.2
100	-70.8	-71.7	-86.5
150	-70.1	-71.2	-92.2
200	-69.4	-70.7	-99.7
250	-68.6	-70.0	-109.8
300	-67.7	-69.3	-122.6
350	-66.6	-68.4	-137.0
400	-65.4	-67.3	-151.0
450	-64.0	-66.1	-162.4
500	-62.4	-64.7	-170.4
550	-60.5	-63.0	-175.4
600	-58.2	-61.0	-177.8
650	-55.5	-58.5	-177.9
700	-52.1	-55.6	-175.8
750	-48.0	-51.9	-171.4
800	-42.6	-47.3	-164.2
850	-35.7	-41.6	-153.3
900	-26.7	-34.9	-137.2
950	-14.9	-29.7	-114.1
1000	-0.5	-82.5	-82.8

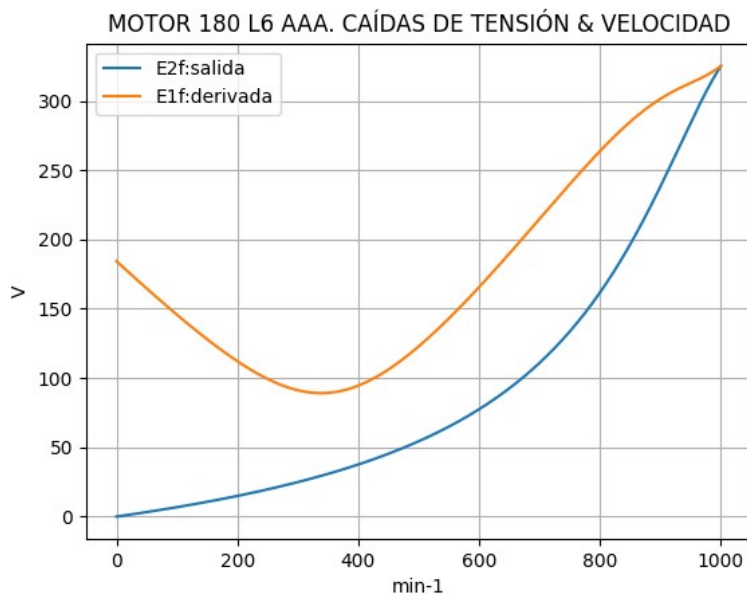


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 950 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 650 min⁻¹

Fig. 4-6-180. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	184.3
50	3.3	164.6
100	6.8	145.7
150	10.7	128.0
200	14.9	112.1
250	19.6	99.3
300	24.9	91.2
350	30.9	89.3
400	37.6	94.5
450	45.4	106.2
500	54.4	122.8
550	65.0	143.0
600	77.5	165.6
650	92.6	189.8
700	111.0	214.9
750	133.6	239.9
800	161.8	263.8
850	196.6	285.0
900	238.4	301.5
950	284.3	312.9
1000	325.3	325.3

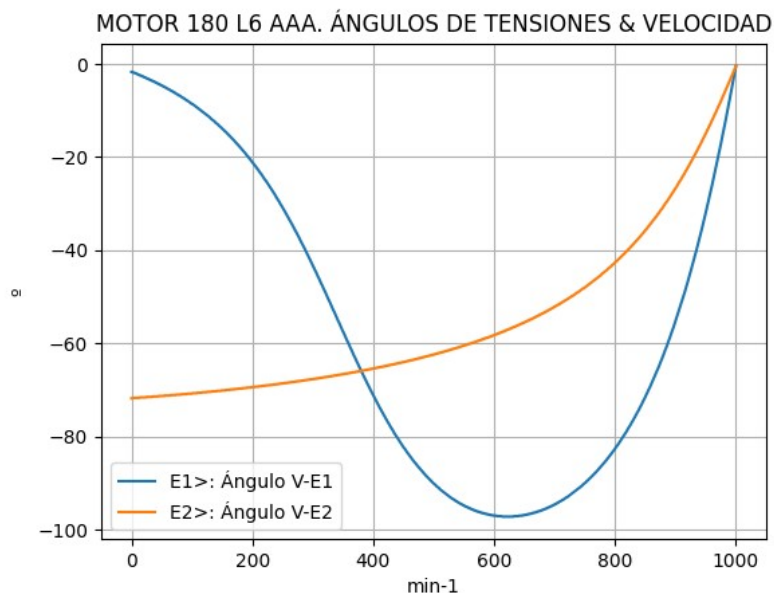


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 350 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente con leve cambio de pendiente

Fig. 4-7-180. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-1.7
50	-71.3	-4.6
100	-70.8	-8.6
150	-70.1	-13.9
200	-69.4	-21.1
250	-68.6	-30.8
300	-67.7	-43.3
350	-66.6	-57.5
400	-65.4	-71.1
450	-64.0	-82.3
500	-62.4	-90.1
550	-60.5	-94.8
600	-58.2	-97.0
650	-55.5	-96.9
700	-52.1	-94.6
750	-48.0	-90.0
800	-42.6	-82.6
850	-35.7	-71.5
900	-26.7	-55.2
950	-14.9	-31.9
1000	-0.4	-0.4

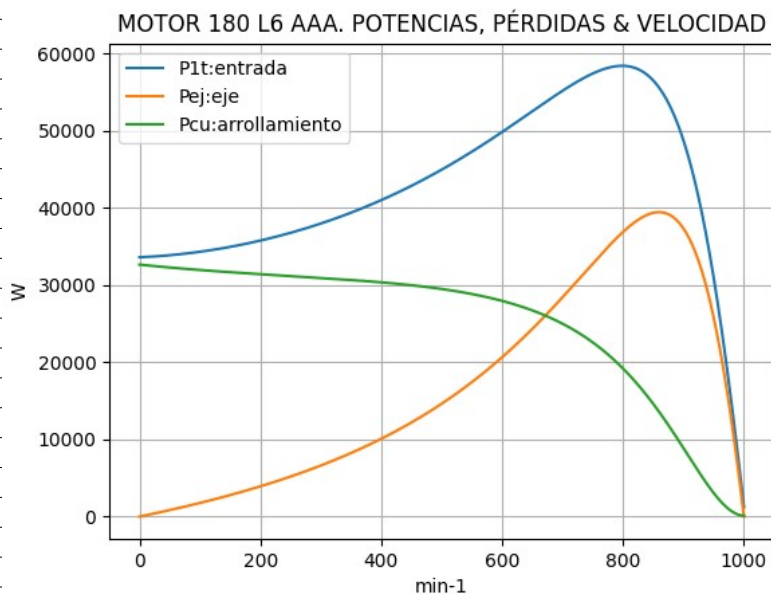


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 600 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 4-8-180. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	33626	0	32672
50	33889	845	32297
100	34339	1770	31973
150	34972	2791	31688
200	35790	3925	31431
250	36797	5195	31188
300	37999	6625	30944
350	39408	8246	30681
400	41034	10093	30376
450	42891	12209	29999
500	44986	14641	29512
550	47319	17443	28860
600	49868	20666	27969
650	52560	24344	26733
700	55219	28454	25005
750	57455	32822	22578
800	58444	36913	19196
850	56538	39389	14614
900	48750	37347	8877
950	30936	25784	3050
1000	1228	0	113

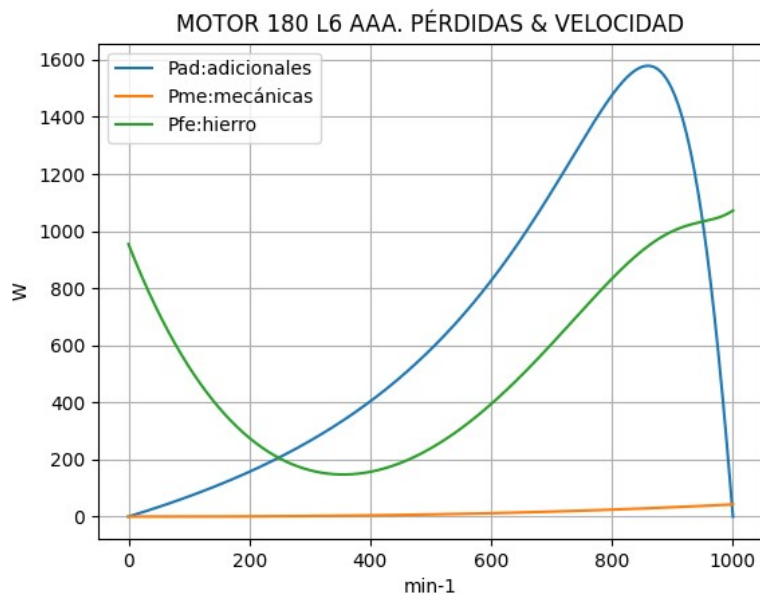


Observaciones:

- La potencia de entrada P1t = (Peje + Pérdidas) crece hasta cerca de 800 min⁻¹ y luego cae con mayor pendiente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 850 min⁻¹
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular, con cambio de pendiente

Fig. 4-9-180. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	954
50	34	0	713
100	71	0	525
150	112	0	381
200	157	1	276
250	208	1	204
300	265	2	163
350	330	3	148
400	404	4	157
450	488	6	188
500	586	8	239
550	698	10	309
600	827	12	394
650	974	15	494
700	1138	17	605
750	1313	21	721
800	1477	24	834
850	1576	28	932
900	1494	33	1000
950	1031	38	1033
1000	0	43	1072

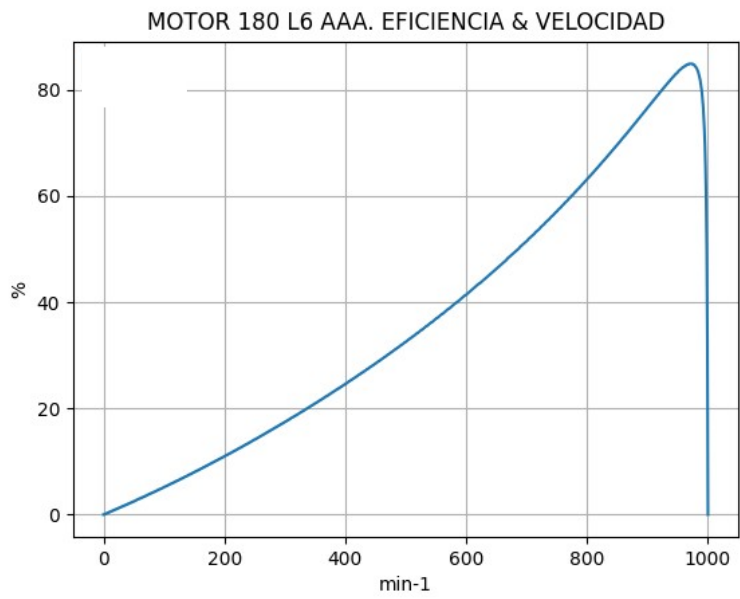


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales Pad = Pejex · Cad / 100 son máximas cerca de las 850 min⁻¹
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro Pfe = 3 · Rm · Im² se minimizan cerca de 350 min⁻¹ y se maximizan en vacío

Fig. 4-10-180. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min}^{-1})$	Eff(%)
0	0.0
50	2.5
100	5.2
150	8.0
200	11.0
250	14.1
300	17.4
350	20.9
400	24.6
450	28.5
500	32.5
550	36.9
600	41.4
650	46.3
700	51.5
750	57.1
800	63.2
850	69.7
900	76.6
950	83.3
1000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 950 min^{-1} y luego decrece con mayor pendiente

Fig. 4-11-180. Curva de eficiencia

4-17. Motor asincrónico trifásico 200 L2-6. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	200 L2-6	22.0	380	T	50	6	975	86.0	0.78	50.0	4.92	2.24	2.5	B 44	Motor normal	

Tabla 4-1-200. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.293	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	18.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	22.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	71.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	1000.0	-	-	1480	-	20.6	0.11
Arranque	-	-	380	0.0	482.7	-	-	-	246.0	-
Carga 75%	-	-	380	985.0	160.3	84.7	19520	16526	39.4	0.75
Carga 50%	-	-	380	990.0	106.4	84.8	13000	11025	30.6	0.65
Temperat. carcasa	-	81.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4-2-200. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)				
Arranque	0	1.134	2.420	0.301	1.210	inf	inf	0.833	1.210	0.0	0.0	-				
Nominal1	975	9.499	9.091	0.301	4.545	inf	inf	0.230	4.545	0.0	0.0	-				
				Vacio	1000	3.510	31.719	0.301	4.631	3.119	27.109	0.000	4.631	11.9	20.6	-83.9
Nominal2	975	10.255	8.228	0.301	4.545	3.119	24.750	0.296	-1.013	12.3	21.3	-101.3				

Tabla 4-3-200. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.0, Cad = 3.5

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)		
Arranque	0	482.7	0.0	68773	0	0	0	0	68773	0.0	-	208.9	-9.5	142.2	-64.9	142.2	246.0	-64.9		
Nominal1	975	215.6	92.0	23803	22000	220	254	0	1329	259.2	-43.7	296.5	-17.4	28.9	-43.7	28.9	50.0	-43.7		
		Vacio	1000	0.0	0.0	1508	0	0	54	1326	128	324.8	-0.5	324.8	-0.4	0.0	-0.5	11.9	20.6	-83.7
Nominal2	975	215.6	86.0	25574	22000	770	51	1415	1338	296.4	-13.6	306.8	-18.4	25.7	-13.6	28.9	50.0	-38.7		

Tabla 4-4-200. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.0, Cad = 3.5

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	1.039	2.358	0.301	1.210	3.119	17.436	0.833	1.210	11.4	19.7	-88.8
1	50	1.060	2.433	0.301	1.381	3.119	17.919	0.806	1.096	10.2	17.7	-92.4
2	100	1.083	2.506	0.301	1.552	3.119	18.403	0.778	0.982	9.2	15.9	-96.4
3	150	1.109	2.577	0.301	1.723	3.119	18.887	0.751	0.868	8.3	14.4	-100.8
4	200	1.137	2.647	0.301	1.894	3.119	19.370	0.723	0.754	7.6	13.1	-105.6
5	250	1.168	2.715	0.301	2.065	3.119	19.854	0.696	0.640	6.9	12.0	-111.0
6	300	1.203	2.782	0.301	2.236	3.119	20.338	0.668	0.526	6.4	11.1	-116.7
7	350	1.242	2.849	0.301	2.407	3.119	20.822	0.640	0.412	6.0	10.4	-122.8
8	400	1.287	2.914	0.301	2.578	3.119	21.305	0.613	0.298	5.8	10.0	-129.1
9	450	1.338	2.978	0.301	2.749	3.119	21.789	0.585	0.184	5.6	9.7	-135.2
10	500	1.399	3.043	0.301	2.920	3.119	22.273	0.558	0.070	5.6	9.6	-141.0
11	550	1.472	3.107	0.301	3.092	3.119	22.756	0.530	-0.044	5.6	9.8	-146.1
12	600	1.562	3.173	0.301	3.263	3.119	23.240	0.503	-0.158	5.8	10.0	-150.2
13	650	1.675	3.240	0.301	3.434	3.119	23.724	0.475	-0.272	6.0	10.5	-153.2
14	700	1.823	3.312	0.301	3.605	3.119	24.207	0.448	-0.386	6.4	11.0	-154.7
15	750	2.028	3.391	0.301	3.776	3.119	24.691	0.420	-0.500	6.8	11.8	-154.5
16	800	2.330	3.488	0.301	3.947	3.119	25.175	0.393	-0.614	7.4	12.9	-152.0
17	850	2.824	3.626	0.301	4.118	3.119	25.658	0.365	-0.728	8.2	14.2	-146.2
18	900	3.785	3.897	0.301	4.289	3.119	26.142	0.338	-0.842	9.3	16.1	-135.5
19	950	6.439	4.944	0.301	4.460	3.119	26.626	0.310	-0.956	10.8	18.6	-116.3
20	1000	3.510	31.719	0.301	4.631	3.119	27.109	0.282	-1.070	11.9	20.6	-83.9

Tabla 4-5-200. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	448.2	0.0	67749	0	0	0	1209	66540	0.0	-	201.3	-9.0	137.0	-64.4	147.5	255.1	-66.2
1	50	421.9	3.4	65190	2209	77	0	976	61927	5.7	-64.6	185.8	-12.3	134.1	-64.6	143.2	247.7	-66.5
2	100	412.4	6.9	62958	4319	151	0	792	57696	11.4	-64.6	171.8	-16.0	131.3	-64.6	139.2	240.8	-66.6
3	150	404.4	10.4	61018	6352	222	0	648	53796	17.0	-64.7	159.3	-20.1	128.6	-64.7	135.4	234.3	-66.7
4	200	397.8	14.0	59342	8331	292	1	536	50182	22.8	-64.6	148.4	-24.8	126.1	-64.6	131.9	228.2	-66.8
5	250	392.6	17.7	57908	10278	360	2	450	46818	28.7	-64.5	139.4	-29.9	123.7	-64.5	128.6	222.4	-66.7
6	300	388.8	21.5	56702	12214	427	3	386	43671	34.7	-64.3	132.2	-35.4	121.3	-64.3	125.4	216.9	-66.6
7	350	386.4	25.4	55713	14162	496	4	341	40710	41.1	-64.0	127.1	-41.3	119.0	-64.0	122.3	211.6	-66.4
8	400	385.5	29.4	54938	16147	565	5	312	37908	47.7	-63.7	124.3	-47.4	116.8	-63.7	119.3	206.4	-66.2
9	450	386.2	33.5	54379	18199	637	7	296	35240	54.8	-63.2	123.7	-53.4	114.5	-63.2	116.4	201.3	-65.8
10	500	388.7	37.7	54042	20351	712	10	291	32679	62.6	-62.5	125.4	-59.0	112.2	-62.5	113.5	196.3	-65.3
11	550	393.2	42.0	53942	22644	793	12	297	30196	71.2	-61.7	129.5	-63.9	109.8	-61.7	110.5	191.2	-64.7
12	600	400.0	46.5	54098	25130	880	15	314	27760	80.9	-60.7	135.9	-67.9	107.3	-60.7	107.5	185.9	-63.8
13	650	409.4	51.1	54532	27870	975	18	342	25327	92.1	-59.4	144.6	-70.7	104.4	-59.4	104.2	180.2	-62.7
14	700	422.0	56.0	55260	30934	1083	22	382	22840	105.6	-57.6	155.9	-72.1	101.1	-57.6	100.5	173.9	-61.2
15	750	437.8	61.1	56258	34382	1203	26	437	20209	122.3	-55.1	170.2	-71.7	97.0	-55.1	96.2	166.4	-59.1
16	800	455.8	66.6	57360	38188	1337	31	517	17289	143.9	-51.6	188.5	-69.0	91.6	-51.6	90.6	156.7	-56.3
17	850	471.2	72.4	57912	41944	1468	36	633	13831	173.1	-46.5	212.5	-63.1	83.7	-46.5	82.7	143.0	-52.1
18	900	464.0	78.7	55555	43726	1530	42	812	9444	214.2	-38.2	245.3	-52.3	70.5	-38.2	69.9	121.0	-45.8
19	950	361.9	85.0	42328	35999	1260	48	1082	3939	270.6	-24.2	288.2	-33.0	46.0	-24.2	46.8	81.0	-37.5
20	1000	0.0	0.0	1508	0	0	54	1326	128	324.8	-0.4	324.8	-0.4	0.0	-0.5	11.9	20.6	-83.7

Tabla 4-6-200. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	404	385.5	29.7	54885	16309	571	6	310	37690	48.3	-63.6	124.1	-47.9	116.6	-63.6	119.1	206.0	-66.2
Máximo	869	473.2	74.8	57600	43065	1507	38	692	12298	187.0	-43.8	223.8	-59.7	79.5	-43.8	78.6	136.0	-50.0

Tabla 4-7-200. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	957.0	330.9	85.8	38651.0	33164.0	1161.0	48.0	1125.0	3153.0	279.4	-21.6	294.7	-29.4	41.0	-21.6	42.2	73.1	-36.6
125 %	967.8	271.3	86.7	31722.6	27500.0	962.5	50.0	1189.7	2020.3	292.7	-17.1	304.2	-23.1	32.5	-17.1	34.5	59.6	-36.2
100 %	976.0	215.3	86.9	25324.3	21999.7	769.6	51.0	1236.1	1267.9	302.5	-13.3	311.0	-18.0	25.2	-13.3	28.0	48.5	-37.5
75 %	983.0	160.3	86.2	19146.0	16499.6	577.7	52.0	1270.9	745.7	310.2	-9.8	316.1	-13.2	18.4	-9.8	22.3	38.6	-41.2
50 %	989.1	106.2	83.7	13135.3	11000.3	384.9	53.0	1296.5	401.5	316.2	-6.5	320.0	-8.8	12.1	-6.5	17.5	30.2	-48.7
25 %	994.7	52.8	75.6	7262.3	5500.0	192.6	53.0	1314.4	201.9	321.1	-3.5	322.8	-4.6	6.0	-3.5	13.8	23.8	-62.4
Eff máx	974.0	229.9	86.9	26982.0	23446.0	821.0	51.0	1225.0	1440.0	300.2	-14.2	309.4	-19.3	27.0	-14.2	29.6	51.2	-36.9

Tabla 4-8-200. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	482.7	0.0	-	0.0	246.0	-
Valores calculados		0.0	448.2	0.0	67749.0	0.0	255.1	-66.2
Diferencias (%)		-	7.1	-	-	-	-3.7	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	538.7	-	-	-	-	-
Valores calculados		869.0	473.2	74.8	57600.0	43065.0	136.0	-50.0
Diferencias (%)		-	12.2	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		975.0	215.5	86.0	25638.6	22000.0	50.0	-38.7
Valores calculados		976.0	215.3	86.9	25324.3	21999.7	48.5	-37.5
Diferencias (%)		-0.1	0.1	-1.0	1.2	0.0	3.0	3.2
75% carga								
Valores ingresados		985.0	160.3	84.7	19520.0	16526.0	39.4	-41.4
Valores calculados		983.0	160.3	86.2	19146.0	16499.6	38.6	-41.2
Diferencias (%)		0.2	0.0	-1.8	1.9	0.2	2.0	0.5

Tabla 4-9-200. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	990.0	106.4	84.8	13000.0	11025.0	30.6	-49.5
Valores calculados	989.1	106.2	83.7	13135.3	11000.3	30.2	-48.7
Diferencias (%)	0.1	0.2	1.3	-1.0	0.2	1.3	1.5
Vacío							
Valores ingresados	1000.0	0.0	0.0	1480.0	0.0	20.6	-83.7
Valores calculados	1000.0	0.0	0.0	1508.0	0.0	20.6	-83.7
Diferencias (%)	-	-	-	-1.9	-	0.0	-0.0

Tabla 4-9-200. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	295.00	Paso de bobinas en ranuras	8/10/12	Corriente por kW (A/kW)	2.27
Altura corona estator (mm)	20.50	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	4.9
Diámetro interior estator (mm)	195.00	Factor de arrollamiento	0.96	Corriente barra rotor (A)	416.2
Altura corona rotor (mm)	26.10	Espiras por bobina (prom)	35.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	4.2
Diámetro eje rotor (mm)	75.00	Espiras por bobina (real)	35/35/35	Corriente anillo rotor (A)	927.4
Longitud paquete de chapas (mm)	270.00	Número de alambres 1	1	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	2.7
Número ranuras estator	54.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.75	Flujo por polo (wb)	0.0139
Sección ranura estator (mm2)	165.30	Número de alambres 2	3	Densidad flujo entrehierro (T)	0.79
Número ranuras rotor	42.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.8	Dens. flujo corona estator (T)	1.4
Sección ranura rotor (mm2)	99.80	Conexión bobinado (vías)	3	Dens. flujo corona rotor (T)	0.61
Espesor anillo rotor (mm)	10.30	Peso total cobre (kg)	15.5	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.017
Sección anillo rotor(mm2)	349.00	Relleno ranura(%)	41.3	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	1124813
Longitud entrehierro (mm)	0.45				

Tabla 4-10-200. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Rn	R2/Rn	X2/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0294	0.1471	0.3041	2.1191	0.0812	0.1471	0.0294	0.5524	0.3041	3.008	0.0289	-0.1231	0.0294	0.5628	0.3041	3.2947			0.0	0.5628

Tabla 4-11-200. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	21.5	1.4	39.6	37.4
Eff. Máx	23.2	1.4	34.6	40.7

Tabla 4-12-200. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

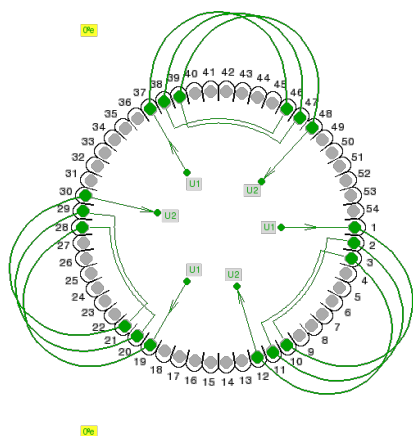


Fig. 4-1-200. Esquema de arrollamiento de 54 ranuras, 6 polos, paso 1-10, 3 vías, ka = 0.96

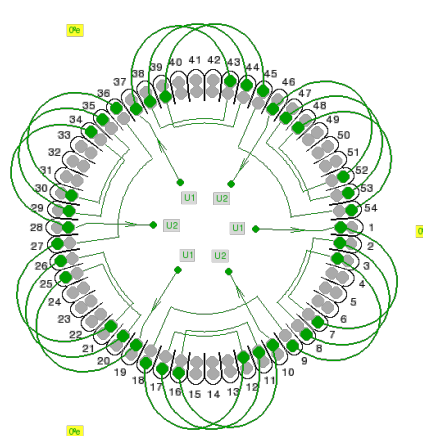
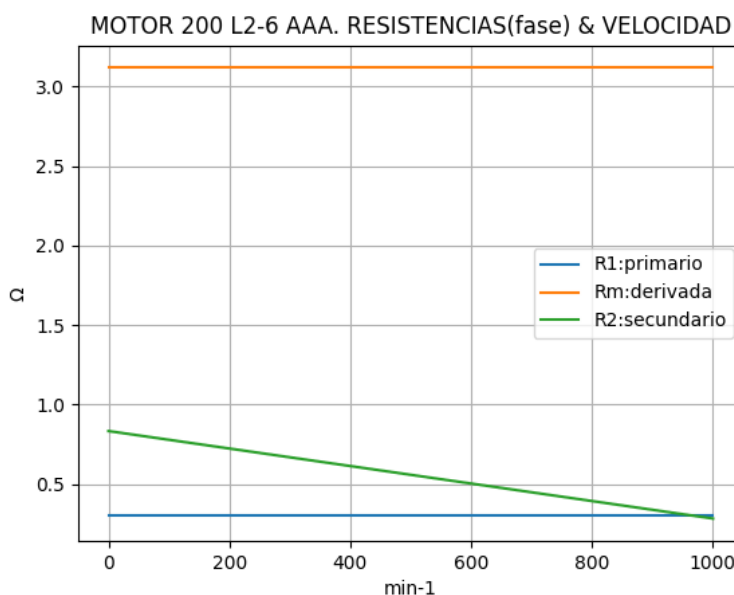


Fig. 4-2-200. Esquema de arrollamiento de 54 ranuras, 6 polos, paso 1-7, 3 vías, ka = 0.831

4-18. Motor asincrónico trifásico 200 L2-6. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	1.039	0.301	3.119	0.833
50	1.060	0.301	3.119	0.806
100	1.083	0.301	3.119	0.778
150	1.109	0.301	3.119	0.751
200	1.137	0.301	3.119	0.723
250	1.168	0.301	3.119	0.696
300	1.203	0.301	3.119	0.668
350	1.242	0.301	3.119	0.640
400	1.287	0.301	3.119	0.613
450	1.338	0.301	3.119	0.585
500	1.399	0.301	3.119	0.558
550	1.472	0.301	3.119	0.530
600	1.562	0.301	3.119	0.503
650	1.675	0.301	3.119	0.475
700	1.823	0.301	3.119	0.448
750	2.028	0.301	3.119	0.420
800	2.330	0.301	3.119	0.393
850	2.824	0.301	3.119	0.365
900	3.785	0.301	3.119	0.338
950	6.439	0.301	3.119	0.310
1000	3.510	0.301	3.119	0.282

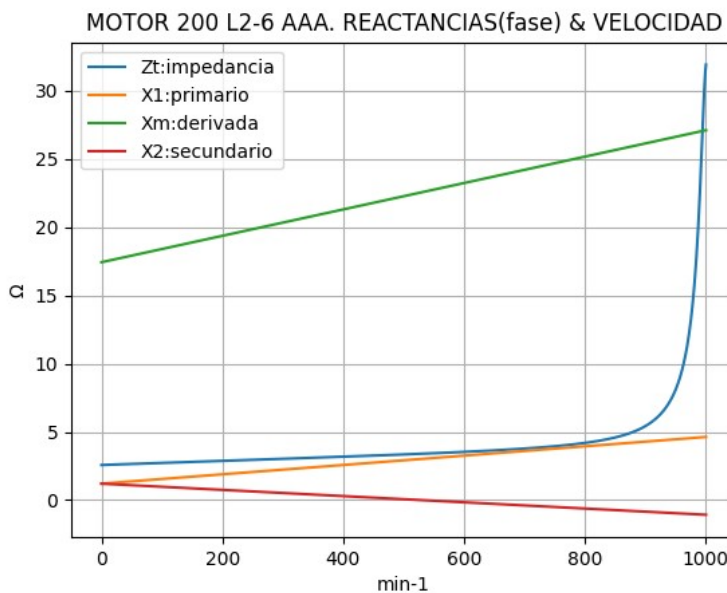


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) decrece con la velocidad

Fig. 4-3-200. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	2.577	2.358	1.210	17.436	1.210
50	2.654	2.433	1.381	17.919	1.096
100	2.730	2.506	1.552	18.403	0.982
150	2.806	2.577	1.723	18.887	0.868
200	2.881	2.647	1.894	19.370	0.754
250	2.956	2.715	2.065	19.854	0.640
300	3.031	2.782	2.236	20.338	0.526
350	3.108	2.849	2.407	20.822	0.412
400	3.185	2.914	2.578	21.305	0.298
450	3.265	2.978	2.749	21.789	0.184
500	3.349	3.043	2.920	22.273	0.070
550	3.438	3.107	3.092	22.756	-0.044
600	3.536	3.173	3.263	23.240	-0.158
650	3.647	3.240	3.434	23.724	-0.272
700	3.780	3.312	3.605	24.207	-0.386
750	3.951	3.391	3.776	24.691	-0.500
800	4.194	3.488	3.947	25.175	-0.614
850	4.596	3.626	4.118	25.658	-0.728
900	5.432	3.897	4.289	26.142	-0.842
950	8.118	4.944	4.460	26.626	-0.956
1000	31.913	31.719	4.631	27.109	-1.070



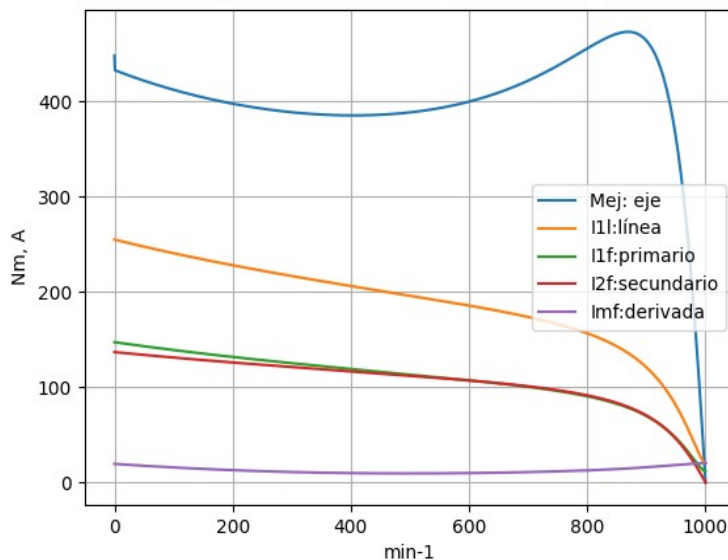
Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) es positiva hasta cerca de 500 min⁻¹ y luego negativa

Fig. 4-4-200. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	448.2	137.0	147.5	255.1	11.4
50	421.9	134.1	143.2	247.7	10.2
100	412.4	131.3	139.2	240.8	9.2
150	404.4	128.6	135.4	234.3	8.3
200	397.8	126.1	131.9	228.2	7.6
250	392.6	123.7	128.6	222.4	6.9
300	388.8	121.3	125.4	216.9	6.4
350	386.4	119.0	122.3	211.6	6.0
400	385.5	116.8	119.3	206.4	5.8
450	386.2	114.5	116.4	201.3	5.6
500	388.7	112.2	113.5	196.3	5.6
550	393.2	109.8	110.5	191.2	5.6
600	400.0	107.3	107.5	185.9	5.8
650	409.4	104.4	104.2	180.2	6.0
700	422.0	101.1	100.5	173.9	6.4
750	437.8	97.0	96.2	166.4	6.8
800	455.8	91.6	90.6	156.7	7.4
850	471.2	83.7	82.7	143.0	8.2
900	464.0	70.5	69.9	121.0	9.3
950	361.9	46.0	46.8	81.0	10.8
1000	0.0	0.0	11.9	20.6	11.9

MOTOR 200 L2-6 AAA. MOMENTO-CORRIENTES & VELOCIDAD



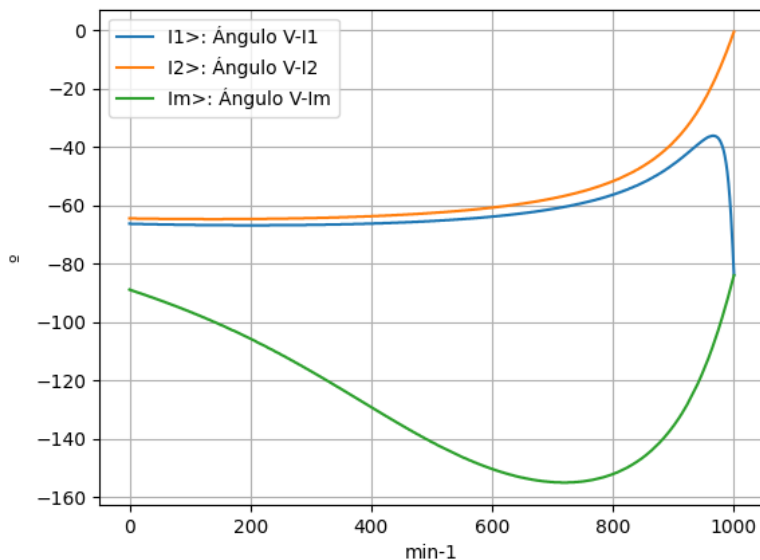
Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 400 min⁻¹ y el máximo cerca de 850 min⁻¹
- La corriente I1l de línea descende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f aproximadamente entre 650 y 950 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación e inicia una depresión cerca de 450 min⁻¹

Fig. 4-5-200. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-64.4	-66.2	-88.8
50	-64.6	-66.5	-92.4
100	-64.6	-66.6	-96.4
150	-64.7	-66.7	-100.8
200	-64.6	-66.8	-105.6
250	-64.5	-66.7	-111.0
300	-64.3	-66.6	-116.7
350	-64.0	-66.4	-122.8
400	-63.7	-66.2	-129.1
450	-63.2	-65.8	-135.2
500	-62.5	-65.3	-141.0
550	-61.7	-64.7	-146.1
600	-60.7	-63.8	-150.2
650	-59.4	-62.7	-153.2
700	-57.6	-61.2	-154.7
750	-55.1	-59.1	-154.5
800	-51.6	-56.3	-152.0
850	-46.5	-52.1	-146.2
900	-38.2	-45.8	-135.5
950	-24.2	-37.5	-116.3
1000	-0.5	-83.7	-83.9

MOTOR 200 L2-6 AAA. ÁNGULOS DE CORRIENTES & VELOCIDAD

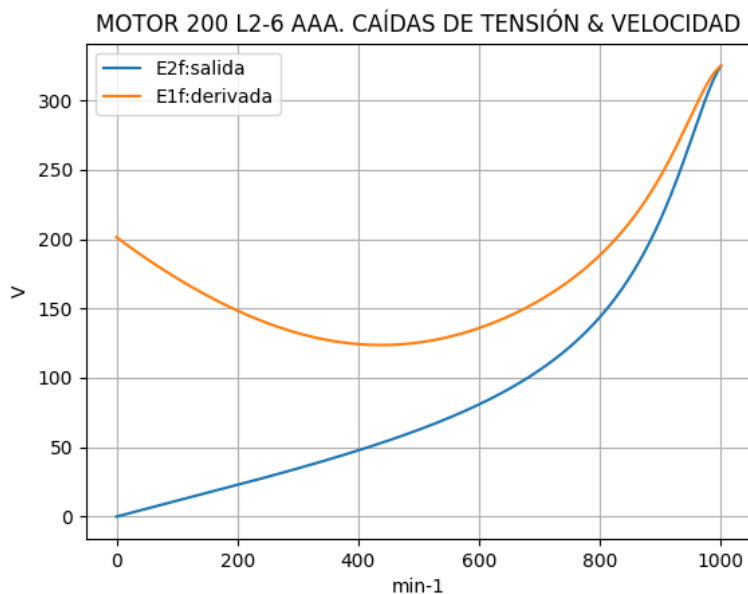


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 950 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente, con un cambio de pendiente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 700 min⁻¹

Fig. 4-6-200. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	201.3
50	5.7	185.8
100	11.4	171.8
150	17.0	159.3
200	22.8	148.4
250	28.7	139.4
300	34.7	132.2
350	41.1	127.1
400	47.7	124.3
450	54.8	123.7
500	62.6	125.4
550	71.2	129.5
600	80.9	135.9
650	92.1	144.6
700	105.6	155.9
750	122.3	170.2
800	143.9	188.5
850	173.1	212.5
900	214.2	245.3
950	270.6	288.2
1000	324.8	324.8

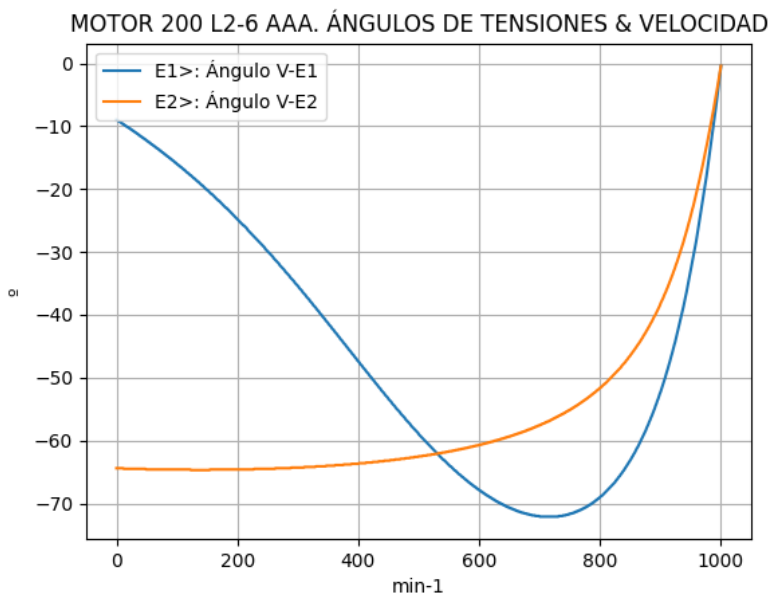


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 450 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente, con cambio de pendiente

Fig. 4-7-200. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-9.0
50	-64.6	-12.3
100	-64.6	-16.0
150	-64.7	-20.1
200	-64.6	-24.8
250	-64.5	-29.9
300	-64.3	-35.4
350	-64.0	-41.3
400	-63.7	-47.4
450	-63.2	-53.4
500	-62.5	-59.0
550	-61.7	-63.9
600	-60.7	-67.9
650	-59.4	-70.7
700	-57.6	-72.1
750	-55.1	-71.7
800	-51.6	-69.0
850	-46.5	-63.1
900	-38.2	-52.3
950	-24.2	-33.0
1000	-0.4	-0.4

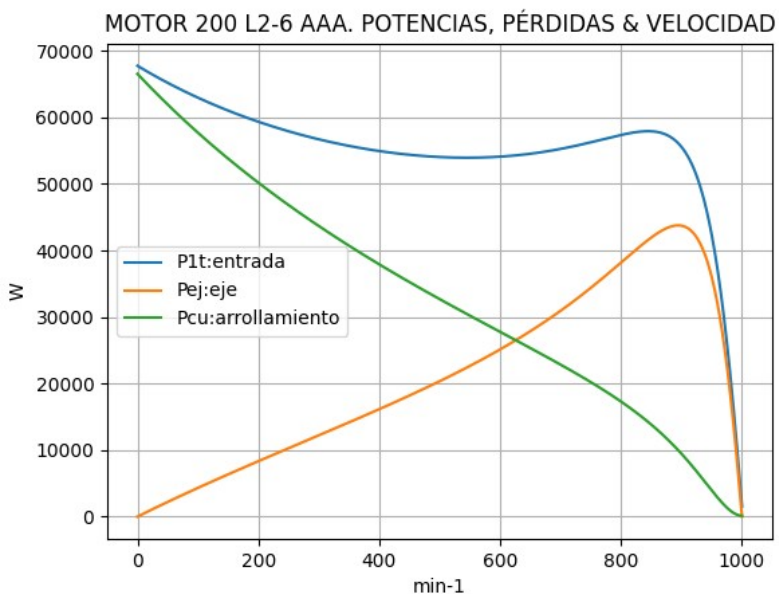


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 700 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 4-8-200. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	67749	0	66540
50	65190	2209	61927
100	62958	4319	57696
150	61018	6352	53796
200	59342	8331	50182
250	57908	10278	46818
300	56702	12214	43671
350	55713	14162	40710
400	54938	16147	37908
450	54379	18199	35240
500	54042	20351	32679
550	53942	22644	30196
600	54098	25130	27760
650	54532	27870	25327
700	55260	30934	22840
750	56258	34382	20209
800	57360	38188	17289
850	57912	41944	13831
900	55555	43726	9444
950	42328	35999	3939
1000	1508	0	128

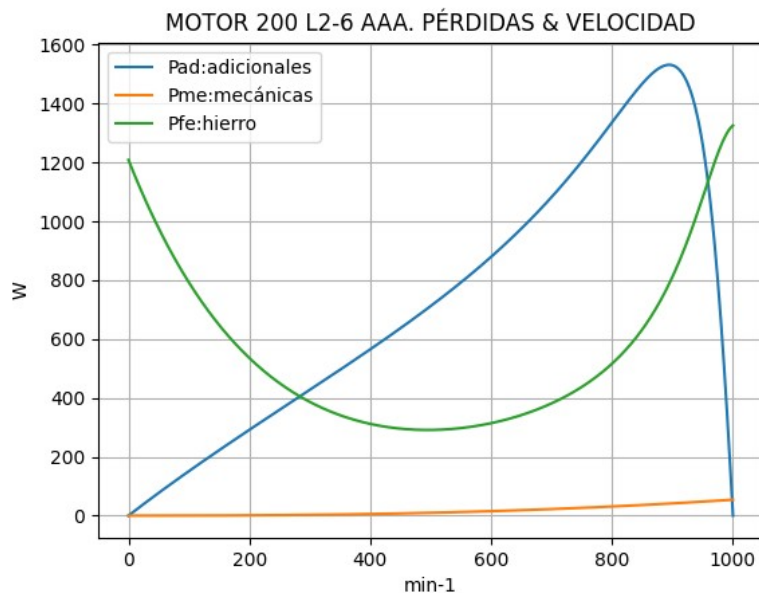


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ decrece hasta cerca de 550 min^{-1} y luego crece hasta cerca de 850 min^{-1}
- La potencia en el eje Pej presenta un maximo cerca de 900 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 4-9-200. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	1209
50	77	0	976
100	151	0	792
150	222	0	648
200	292	1	536
250	360	2	450
300	427	3	386
350	496	4	341
400	565	5	312
450	637	7	296
500	712	10	291
550	793	12	297
600	880	15	314
650	975	18	342
700	1083	22	382
750	1203	26	437
800	1337	31	517
850	1468	36	633
900	1530	42	812
950	1260	48	1082
1000	0	54	1326

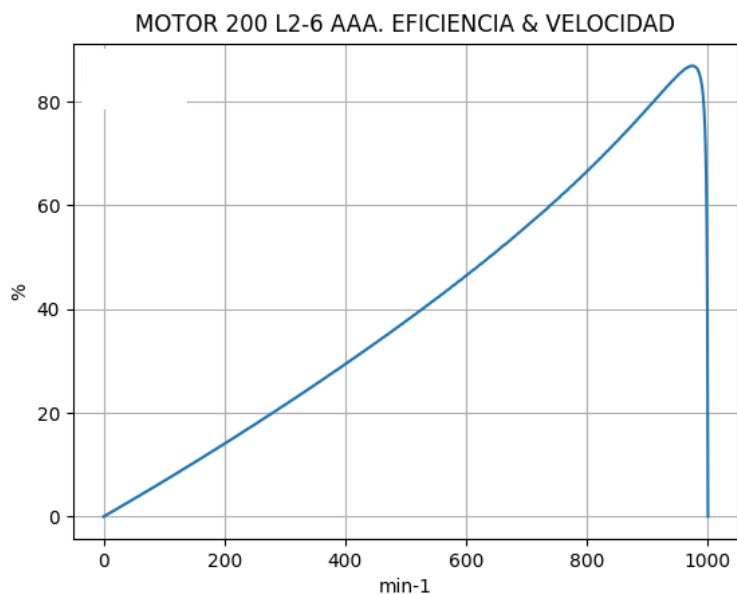


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 900 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 500 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 4-10-200. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff(%)
0	0.0
50	3.4
100	6.9
150	10.4
200	14.0
250	17.7
300	21.5
350	25.4
400	29.4
450	33.5
500	37.7
550	42.0
600	46.5
650	51.1
700	56.0
750	61.1
800	66.6
850	72.4
900	78.7
950	85.0
1000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 950 min^{-1} y luego decrece, con mayor pendiente

Fig. 4-11-200. Curva de eficiencia

4-19. Motor asincrónico trifásico 225 M6. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	225 M6	30.0	380	T	50	6	975	88.0	0.8	63.3	5.34	2.36	2.5	B 44	Motor normal

Tabla 4-1-225. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.197	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	15.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.255	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	20.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	68.6	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	1000.0	-	-	1640	-	24.5	0.1
Arranque	-	-	380	0.0	693.4	-	-	-	338.0	-
Carga 75%	-	-	380	980.0	214.9	87.5	25200	22043	49.7	0.77
Carga 50%	-	-	380	990.0	141.8	87.5	16800	14693	37.8	0.68
Temperat. carcasa	-	74.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4-2-225. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.839	1.755	0.205	0.877	inf	inf	0.634	0.877	0.0	0.0	-
Nominal1	975	8.015	6.604	0.205	3.302	inf	inf	0.195	3.302	0.0	0.0	-
Vacío	1000	2.683	26.698	0.205	3.364	2.384	23.354	0.000	3.364	14.2	24.5	-84.5
Nominal2	975	8.308	6.231	0.205	3.302	2.384	21.805	0.245	-0.539	14.4	24.9	-100.8

Tabla 4-3-225. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 5.0, Cad = 3.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	693.4	0.0	96080	0	0	0	0	96080	0.0	-	211.5	-10.3	195.4	-64.5	195.4	338.0	-64.5
Nominal1	975	294.0	93.0	32192	30000	300	285	0	1607	278.6	-39.5	310.3	-16.6	36.6	-39.5	36.6	63.3	-39.5
Vacío	1000	0.0	0.0	1632	0	0	76	1433	123	332.3	-0.4	332.3	-0.3	0.1	-0.4	14.2	24.5	-84.3
Nominal2	975	294.0	88.1	34066	30000	900	71	1478	1617	313.8	-13.8	315.3	-17.0	32.9	-13.8	36.6	63.3	-36.9

Tabla 4-4-225. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 5.0, Cad = 3.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.775	1.719	0.205	0.877	2.384	14.863	0.634	0.877	13.6	23.5	-90.7
1	50	0.791	1.781	0.205	1.002	2.384	15.288	0.614	0.805	12.3	21.3	-94.2
2	100	0.809	1.842	0.205	1.126	2.384	15.712	0.594	0.732	11.1	19.3	-97.8
3	150	0.829	1.902	0.205	1.250	2.384	16.137	0.574	0.659	10.1	17.5	-101.8
4	200	0.850	1.961	0.205	1.375	2.384	16.561	0.554	0.587	9.3	16.0	-106.1
5	250	0.874	2.020	0.205	1.499	2.384	16.986	0.534	0.514	8.5	14.8	-110.7
6	300	0.901	2.078	0.205	1.623	2.384	17.410	0.514	0.442	7.9	13.7	-115.6
7	350	0.931	2.135	0.205	1.748	2.384	17.835	0.494	0.369	7.5	12.9	-120.8
8	400	0.966	2.192	0.205	1.872	2.384	18.259	0.474	0.296	7.1	12.3	-126.0
9	450	1.006	2.249	0.205	1.996	2.384	18.684	0.454	0.224	6.9	11.9	-131.1
10	500	1.054	2.307	0.205	2.121	2.384	19.109	0.434	0.151	6.8	11.7	-136.0
11	550	1.111	2.364	0.205	2.245	2.384	19.533	0.414	0.078	6.8	11.7	-140.4
12	600	1.182	2.423	0.205	2.369	2.384	19.958	0.394	0.006	6.9	11.9	-144.1
13	650	1.272	2.483	0.205	2.494	2.384	20.382	0.374	-0.067	7.1	12.3	-146.8
14	700	1.391	2.546	0.205	2.618	2.384	20.807	0.354	-0.139	7.4	12.9	-148.3
15	750	1.555	2.616	0.205	2.743	2.384	21.231	0.334	-0.212	7.9	13.7	-148.3
16	800	1.798	2.698	0.205	2.867	2.384	21.656	0.314	-0.285	8.6	14.9	-146.1
17	850	2.197	2.811	0.205	2.991	2.384	22.080	0.294	-0.357	9.6	16.6	-141.0
18	900	2.978	3.025	0.205	3.116	2.384	22.505	0.275	-0.430	11.0	19.0	-131.3
19	950	5.158	3.836	0.205	3.240	2.384	22.929	0.255	-0.503	12.8	22.1	-113.9
20	1000	2.683	26.698	0.205	3.364	2.384	23.354	0.235	-0.575	14.2	24.5	-84.5

Tabla 4-5-225. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	650.7	0.0	94427	0	0	0	1325	93103	0.0	-	204.9	-9.8	189.3	-64.0	201.5	348.6	-65.7
1	50	610.3	3.5	90280	3196	96	0	1080	85908	6.0	-64.2	190.2	-13.0	184.2	-64.2	195.0	337.3	-66.0
2	100	591.6	7.2	86633	6195	186	0	887	79365	11.8	-64.4	176.9	-16.5	179.5	-64.4	188.9	326.8	-66.3
3	150	575.4	10.8	83431	9039	271	1	734	73386	17.7	-64.5	165.2	-20.2	175.0	-64.5	183.2	316.9	-66.5
4	200	561.7	14.6	80630	11763	353	1	614	67899	23.7	-64.6	155.0	-24.3	170.8	-64.6	177.8	307.6	-66.6
5	250	550.1	18.4	78198	14403	432	2	521	62840	29.7	-64.6	146.4	-28.7	166.7	-64.6	172.7	298.7	-66.6
6	300	540.9	22.3	76110	16992	510	4	450	58154	35.9	-64.4	139.5	-33.4	162.7	-64.4	167.8	290.3	-66.6
7	350	533.8	26.3	74350	19565	587	5	398	53794	42.3	-64.3	134.3	-38.4	158.9	-64.3	163.1	282.2	-66.4
8	400	529.1	30.4	72909	22161	665	8	362	49714	49.1	-64.0	131.0	-43.4	155.2	-64.0	158.6	274.4	-66.2
9	450	526.7	34.6	71789	24821	745	10	339	45875	56.3	-63.5	129.6	-48.4	151.5	-63.5	154.2	266.8	-65.9
10	500	527.0	38.9	70998	27594	828	13	327	42236	64.2	-63.0	130.2	-53.1	147.7	-63.0	149.8	259.2	-65.4
11	550	530.2	43.3	70553	30538	916	17	327	38755	72.9	-62.2	133.0	-57.4	143.9	-62.2	145.5	251.7	-64.8
12	600	536.7	47.8	70481	33725	1012	21	337	35386	82.8	-61.2	138.0	-60.9	140.0	-61.2	141.0	243.9	-64.0
13	650	547.1	52.6	70813	37239	1117	26	359	32072	94.3	-59.9	145.4	-63.5	135.7	-59.9	136.2	235.7	-62.9
14	700	561.7	57.5	71575	41178	1235	31	395	28736	108.2	-58.1	155.6	-64.8	130.8	-58.1	131.0	226.6	-61.4
15	750	580.9	62.7	72741	45623	1369	37	449	25263	125.4	-55.6	169.3	-64.7	125.0	-55.6	124.9	216.1	-59.3
16	800	603.2	68.2	74095	50536	1516	43	531	21469	147.8	-52.1	187.7	-62.4	117.5	-52.1	117.2	202.8	-56.3
17	850	621.9	74.0	74764	55353	1661	51	658	17042	178.2	-46.8	213.0	-57.2	106.8	-46.8	106.5	184.2	-52.0
18	900	609.5	80.2	71591	57442	1723	58	862	11506	220.8	-38.4	248.4	-47.3	89.4	-38.4	89.5	154.9	-45.5
19	950	470.0	86.5	54080	46754	1403	67	1171	4686	278.8	-24.1	294.9	-29.8	57.7	-24.1	59.1	102.3	-36.6
20	1000	0.0	0.0	1632	0	0	76	1433	123	332.3	-0.3	332.3	-0.3	0.1	-0.4	14.2	24.5	-84.3

Tabla 4-6-225. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	470	526.5	36.3	71432	25913	777	11	333	44398	59.4	-63.3	129.6	-50.3	150.0	-63.3	152.5	263.8	-65.7
Máximo	866	623.8	76.0	74447	56567	1697	53	713	15417	190.2	-44.6	223.1	-54.6	102.2	-44.6	102.0	176.4	-50.2

Tabla 4-7-225. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	953.0	453.1	86.8	52111.0	45223.0	1357.0	67.0	1191.0	4272.0	282.6	-23.0	297.9	-28.4	55.0	-23.0	56.6	98.0	-36.2
125 %	965.1	371.0	87.9	42649.9	37499.7	1125.1	69.1	1274.8	2681.4	297.9	-18.0	309.4	-22.2	43.3	-18.0	45.7	79.1	-35.0
100 %	974.1	294.1	88.4	33953.0	29999.8	900.0	71.0	1331.8	1650.4	308.7	-13.9	317.3	-17.2	33.4	-13.9	36.7	63.5	-35.7
75 %	981.7	218.9	88.0	25565.6	22499.6	675.3	72.0	1373.4	945.4	316.9	-10.3	323.1	-12.6	24.5	-10.3	28.8	49.9	-39.0
50 %	988.3	145.0	86.1	17408.9	15000.2	450.1	74.0	1402.9	483.1	323.4	-6.8	327.4	-8.4	16.0	-6.8	22.0	38.1	-46.2
25 %	994.3	72.0	79.4	9440.2	7499.6	225.4	75.0	1422.6	218.3	328.5	-3.5	330.4	-4.3	7.9	-3.5	16.8	29.0	-60.5
Eff máx	975.0	286.0	88.4	33049.0	29204.0	876.0	71.0	1337.0	1562.0	309.6	-13.6	318.0	-16.7	32.5	-13.6	35.8	62.0	-36.0

Tabla 4-8-225. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	693.4	0.0	-	0.0	338.0	-
Valores calculados		0.0	650.7	0.0	94427.0	0.0	348.6	-65.7
Diferencias (%)		-	6.2	-	-	-	-3.1	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	734.6	-	-	-	-	-
Valores calculados		866.0	623.8	76.0	74447.0	56567.0	176.4	-50.2
Diferencias (%)		-	15.1	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		975.0	293.8	88.0	33290.7	30000.0	63.3	-36.9
Valores calculados		974.1	294.1	88.4	33953.0	29999.8	63.5	-35.7
Diferencias (%)		0.1	-0.1	-0.5	-2.0	0.0	-0.3	3.2
75% carga								
Valores ingresados		980.0	214.9	87.5	25200.0	22043.0	49.7	-39.6
Valores calculados		981.7	218.9	88.0	25565.6	22499.6	49.9	-39.0
Diferencias (%)		-0.2	-1.9	-0.6	-1.5	-2.1	-0.4	1.6

Tabla 4-9-225. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	990.0	141.8	87.5	16800.0	14693.0	37.8	-47.2
Valores calculados	988.3	145.0	86.1	17408.9	15000.2	38.1	-46.2
Diferencias (%)	0.2	-2.3	1.6	-3.6	-2.1	-0.8	2.0
Vacío							
Valores ingresados	1000.0	0.0	0.0	1640.0	0.0	24.5	-84.3
Valores calculados	1000.0	0.0	0.0	1632.0	0.0	24.5	-84.3
Diferencias (%)	-	-	-	0.5	-	0.0	-0.0

Tabla 4-9-225. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	330.30	Paso de bobinas en ranuras	8/10/12	Corriente por kW (A/kW)	2.11
Altura corona estator (mm)	25.70	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	4.8
Diámetro interior estator (mm)	220.00	Factor de arrollamiento	0.96	Corriente barra rotor (A)	451.6
Altura corona rotor (mm)	43.00	Espiras por bobina (prom)	30.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	4.1
Diámetro eje rotor (mm)	75.00	Espiras por bobina (real)	30/30/30	Corriente anillo rotor (A)	1006.2
Longitud paquete de chapas (mm)	280.00	Número de alambres 1	4	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	2.6
Número ranuras estator	54.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.9	Flujo por polo (wb)	0.0165
Sección ranura estator (mm2)	197.60	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.8
Número ranuras rotor	42.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.27
Sección ranura rotor (mm2)	110.00	Conexión bobinado (vías)	3	Dens. flujo corona rotor (T)	0.51
Espesor anillo rotor (mm)	13.00	Peso total cobre (kg)	19.5	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.014
Sección anillo rotor(mm2)	383.00	Relleno ranura(%)	38.6	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	1146619
Longitud entrehierro (mm)	0.45				

Tabla 4-10-225. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0247	0.1407	0.287	2.3853	0.0763	0.1407	0.0247	0.5299	0.287	3.4994	0.0295	-0.0865	0.0247	0.5399	0.287	3.748	0.0	0.5399

Tabla 4-11-225. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	22.1	1.8	36.3	39.8
Eff. Máx	22.8	1.8	34.8	40.6

Tabla 4-12-225. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

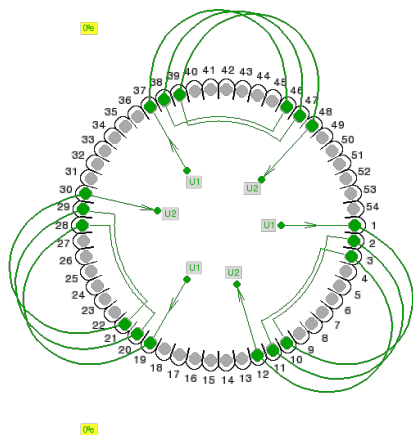


Fig. 4-1-225. Esquema de arrollamiento de 54 ranuras, 6 polos, paso 1-10, 3 vías, ka = 0.96

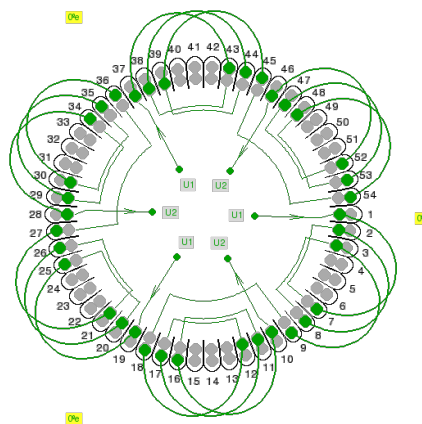
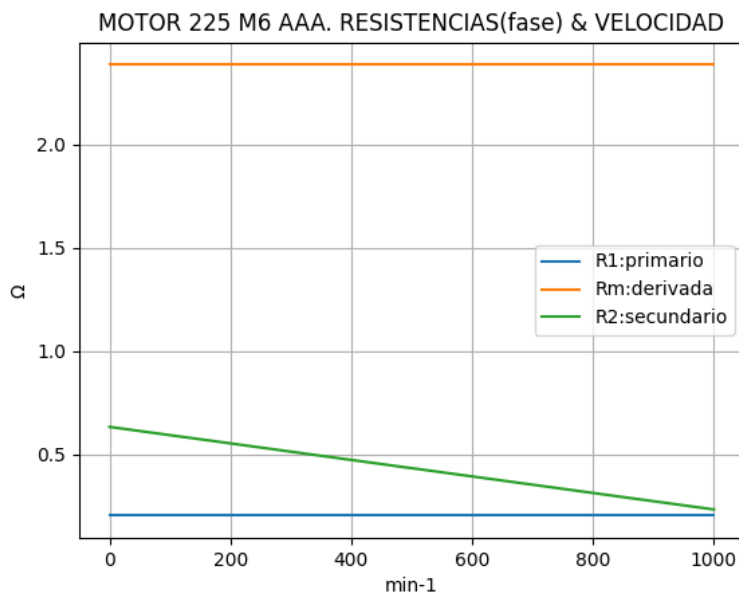


Fig. 4-2-225. Esquema de arrollamiento de 54 ranuras, 6 polos, paso 1-7, 3 vías, ka = 0.831

4-20. Motor asincrónico trifásico 225 M6. Curvas características

$n_x(\text{min}^{-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	0.775	0.205	2.384	0.634
50	0.791	0.205	2.384	0.614
100	0.809	0.205	2.384	0.594
150	0.829	0.205	2.384	0.574
200	0.850	0.205	2.384	0.554
250	0.874	0.205	2.384	0.534
300	0.901	0.205	2.384	0.514
350	0.931	0.205	2.384	0.494
400	0.966	0.205	2.384	0.474
450	1.006	0.205	2.384	0.454
500	1.054	0.205	2.384	0.434
550	1.111	0.205	2.384	0.414
600	1.182	0.205	2.384	0.394
650	1.272	0.205	2.384	0.374
700	1.391	0.205	2.384	0.354
750	1.555	0.205	2.384	0.334
800	1.798	0.205	2.384	0.314
850	2.197	0.205	2.384	0.294
900	2.978	0.205	2.384	0.275
950	5.158	0.205	2.384	0.255
1000	2.683	0.205	2.384	0.235

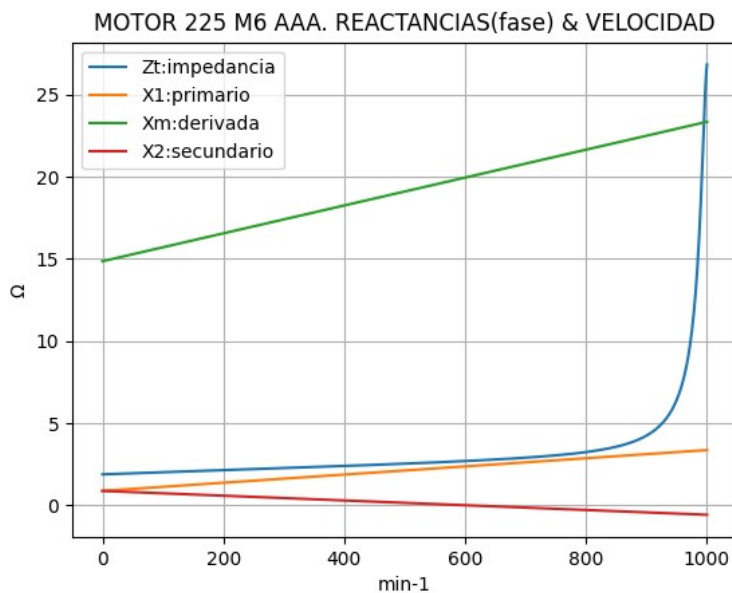


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 4-3-225. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min}^{-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	1.886	1.719	0.877	14.863	0.877
50	1.949	1.781	1.002	15.288	0.805
100	2.012	1.842	1.126	15.712	0.732
150	2.074	1.902	1.250	16.137	0.659
200	2.137	1.961	1.375	16.561	0.587
250	2.201	2.020	1.499	16.986	0.514
300	2.264	2.078	1.623	17.410	0.442
350	2.329	2.135	1.748	17.835	0.369
400	2.396	2.192	1.872	18.259	0.296
450	2.464	2.249	1.996	18.684	0.224
500	2.536	2.307	2.121	19.109	0.151
550	2.612	2.364	2.245	19.533	0.078
600	2.696	2.423	2.369	19.958	0.006
650	2.790	2.483	2.494	20.382	-0.067
700	2.901	2.546	2.618	20.807	-0.139
750	3.043	2.616	2.743	21.231	-0.212
800	3.242	2.698	2.867	21.656	-0.285
850	3.568	2.811	2.991	22.080	-0.357
900	4.245	3.025	3.116	22.505	-0.430
950	6.428	3.836	3.240	22.929	-0.503
1000	26.833	26.698	3.364	23.354	-0.575

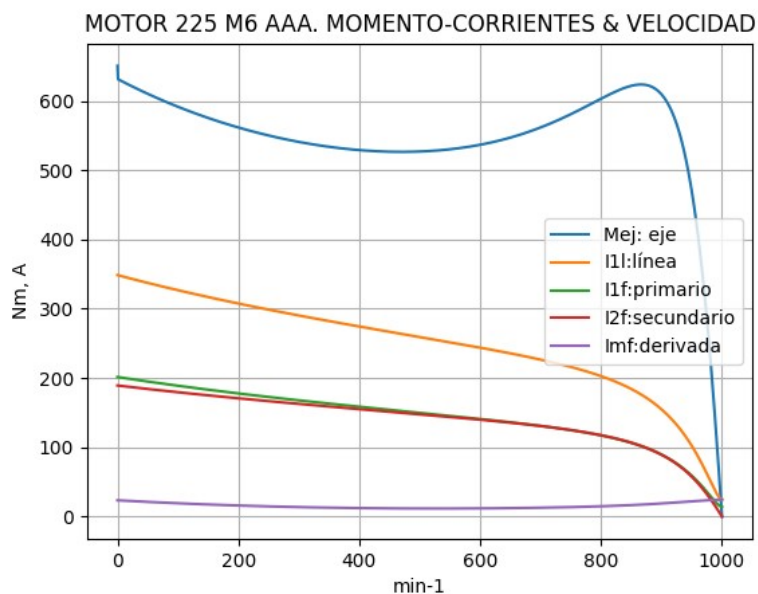


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ es positiva hasta cerca de 600 min^{-1} y luego negativa

Fig. 4-4-225. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	650.7	189.3	201.5	348.6	13.6
50	610.3	184.2	195.0	337.3	12.3
100	591.6	179.5	188.9	326.8	11.1
150	575.4	175.0	183.2	316.9	10.1
200	561.7	170.8	177.8	307.6	9.3
250	550.1	166.7	172.7	298.7	8.5
300	540.9	162.7	167.8	290.3	7.9
350	533.8	158.9	163.1	282.2	7.5
400	529.1	155.2	158.6	274.4	7.1
450	526.7	151.5	154.2	266.8	6.9
500	527.0	147.7	149.8	259.2	6.8
550	530.2	143.9	145.5	251.7	6.8
600	536.7	140.0	141.0	243.9	6.9
650	547.1	135.7	136.2	235.7	7.1
700	561.7	130.8	131.0	226.6	7.4
750	580.9	125.0	124.9	216.1	7.9
800	603.2	117.5	117.2	202.8	8.6
850	621.9	106.8	106.5	184.2	9.6
900	609.5	89.4	89.5	154.9	11.0
950	470.0	57.7	59.1	102.3	12.8
1000	0.0	0.1	14.2	24.5	14.2

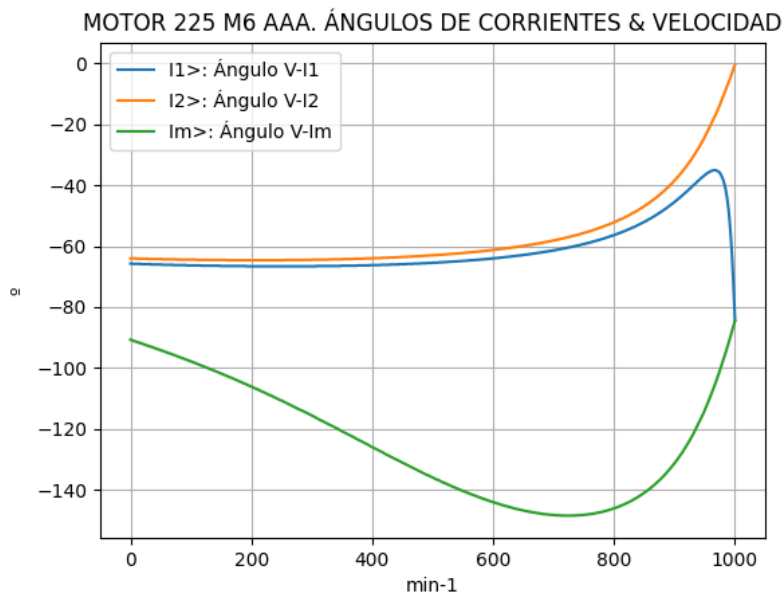


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 450 min⁻¹ y el máximo cerca de 850 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera ligeramente a I1 aproximadamente entre 750 y 850 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación e inicia una depresión cerca de 500 min⁻¹

Fig. 4-5-225. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-64.0	-65.7	-90.7
50	-64.2	-66.0	-94.2
100	-64.4	-66.3	-97.8
150	-64.5	-66.5	-101.8
200	-64.6	-66.6	-106.1
250	-64.6	-66.6	-110.7
300	-64.4	-66.6	-115.6
350	-64.3	-66.4	-120.8
400	-64.0	-66.2	-126.0
450	-63.5	-65.9	-131.1
500	-63.0	-65.4	-136.0
550	-62.2	-64.8	-140.4
600	-61.2	-64.0	-144.1
650	-59.9	-62.9	-146.8
700	-58.1	-61.4	-148.3
750	-55.6	-59.3	-148.3
800	-52.1	-56.3	-146.1
850	-46.8	-52.0	-141.0
900	-38.4	-45.5	-131.3
950	-24.1	-36.6	-113.9
1000	-0.4	-84.3	-84.5

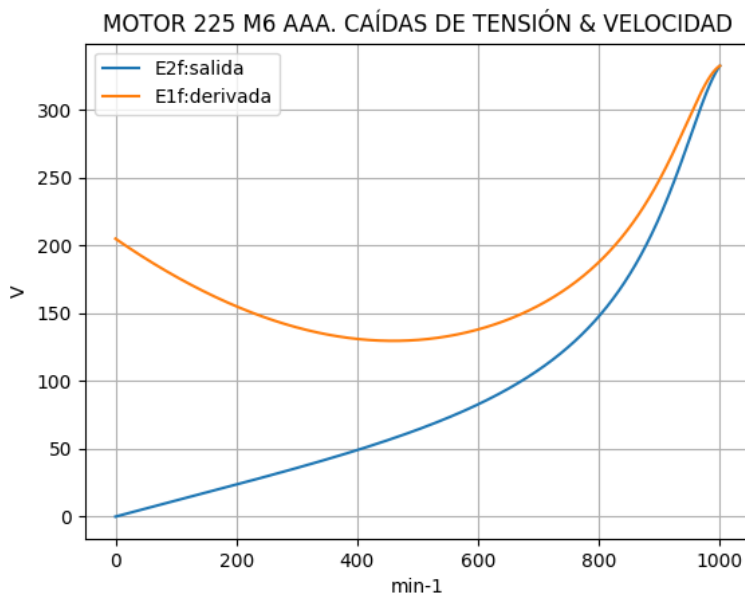


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 950 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente, con cambio de pendiente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza aproximadamente entre 700 y 750 min⁻¹

Fig. 4-6-225. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	204.9
50	6.0	190.2
100	11.8	176.9
150	17.7	165.2
200	23.7	155.0
250	29.7	146.4
300	35.9	139.5
350	42.3	134.3
400	49.1	131.0
450	56.3	129.6
500	64.2	130.2
550	72.9	133.0
600	82.8	138.0
650	94.3	145.4
700	108.2	155.6
750	125.4	169.3
800	147.8	187.7
850	178.2	213.0
900	220.8	248.4
950	278.8	294.9
1000	332.3	332.3

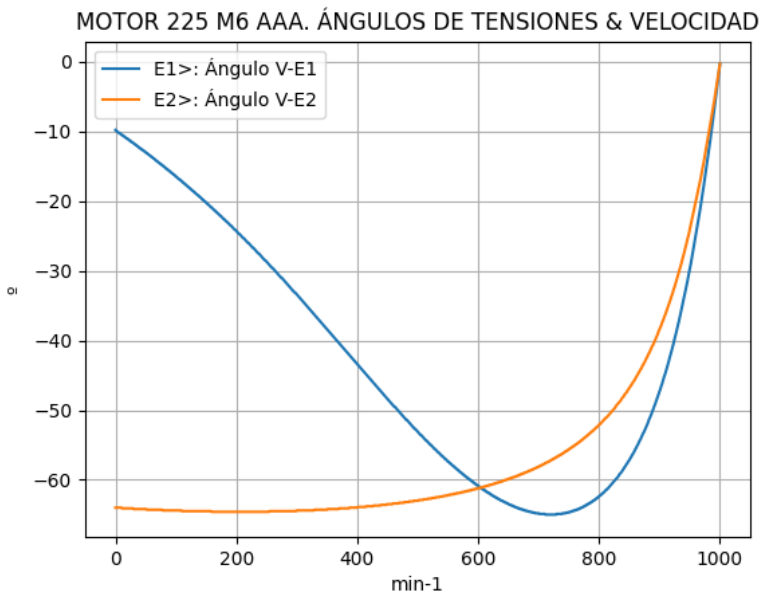


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 450 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente, con cambio de tensión

Fig. 4-7-225. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-9.8
50	-64.2	-13.0
100	-64.4	-16.5
150	-64.5	-20.2
200	-64.6	-24.3
250	-64.6	-28.7
300	-64.4	-33.4
350	-64.3	-38.4
400	-64.0	-43.4
450	-63.5	-48.4
500	-63.0	-53.1
550	-62.2	-57.4
600	-61.2	-60.9
650	-59.9	-63.5
700	-58.1	-64.8
750	-55.6	-64.7
800	-52.1	-62.4
850	-46.8	-57.2
900	-38.4	-47.3
950	-24.1	-29.8
1000	-0.3	-0.3

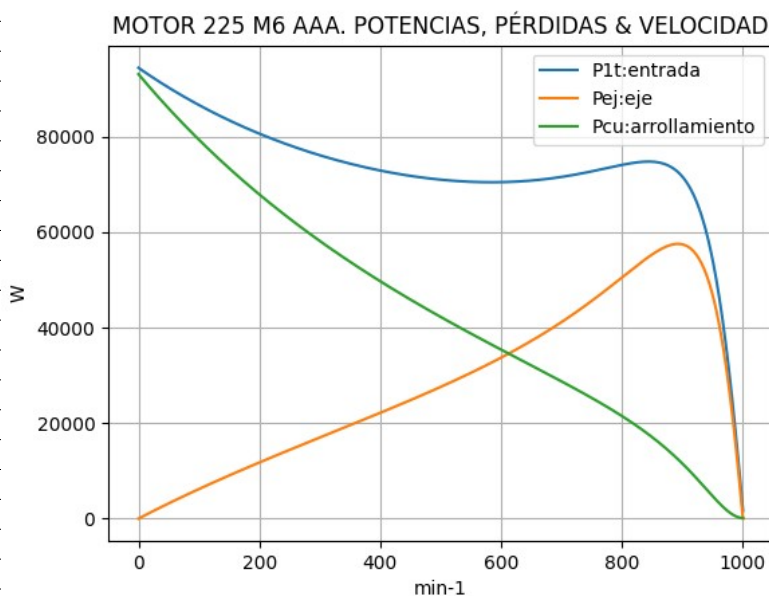


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 700 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 4-8-225. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	94427	0	93103
50	90280	3196	85908
100	86633	6195	79365
150	83431	9039	73386
200	80630	11763	67899
250	78198	14403	62840
300	76110	16992	58154
350	74350	19565	53794
400	72909	22161	49714
450	71789	24821	45875
500	70998	27594	42236
550	70553	30538	38755
600	70481	33725	35386
650	70813	37239	32072
700	71575	41178	28736
750	72741	45623	25263
800	74095	50536	21469
850	74764	55353	17042
900	71591	57442	11506
950	54080	46754	4686
1000	1632	0	123

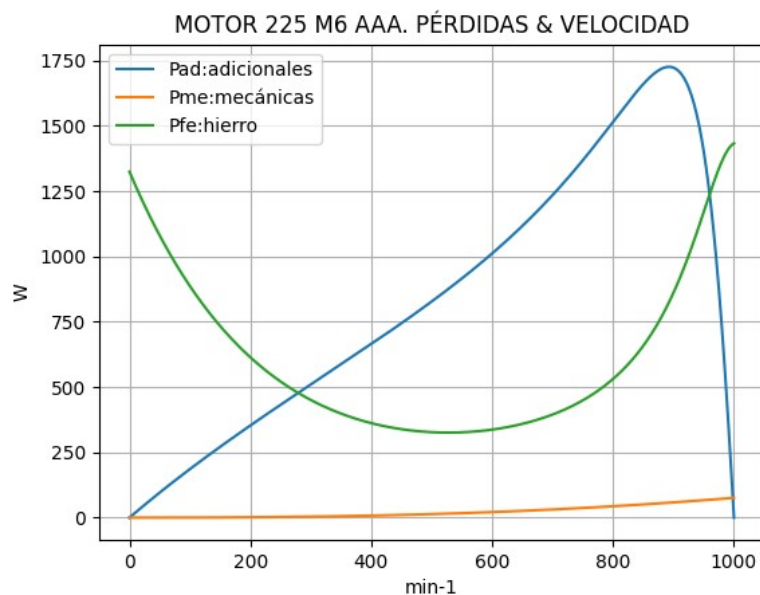


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ decrece hasta cerca de 600 min^{-1} y luego crece hasta 850 min^{-1}
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 900 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 4-9-225. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	1325
50	96	0	1080
100	186	0	887
150	271	1	734
200	353	1	614
250	432	2	521
300	510	4	450
350	587	5	398
400	665	8	362
450	745	10	339
500	828	13	327
550	916	17	327
600	1012	21	337
650	1117	26	359
700	1235	31	395
750	1369	37	449
800	1516	43	531
850	1661	51	658
900	1723	58	862
950	1403	67	1171
1000	0	76	1433

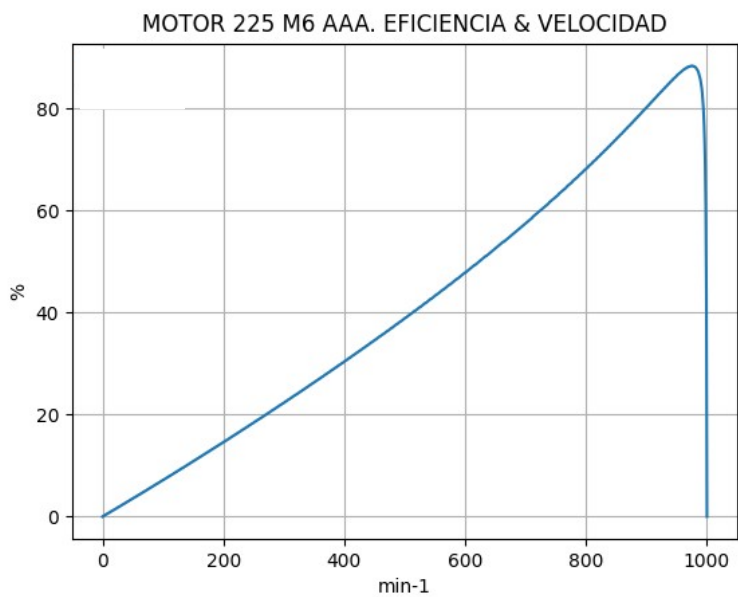


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 850 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan entre 500 y 550 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 4-10-225. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min}^{-1})$	Eff (%)
0	0.0
50	3.5
100	7.2
150	10.8
200	14.6
250	18.4
300	22.3
350	26.3
400	30.4
450	34.6
500	38.9
550	43.3
600	47.8
650	52.6
700	57.5
750	62.7
800	68.2
850	74.0
900	80.2
950	86.5
1000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 950 min^{-1} y luego decrece con mayor pendiente

Fig. 4-11-225. Curva de eficiencia

4-21. Motor asincrónico trifásico 250 M6. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kw	V Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	250 M6	37.0	380	T	50	6	985	91.0	0.78	79.0	6.95	2.45	3.0	B 44	Motor normal

Tabla 4-1-250. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.141	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	20.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.178	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	24.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	62.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	1000.0	-	-	1700	-	35.0	0.07
Arranque	-	-	380	0.0	878.8	-	-	-	549.1	-
Carga 75%	-	-	380	990.0	265.9	89.7	30720	27553	62.0	0.75
Carga 50%	-	-	380	990.0	177.3	89.9	20440	18372	49.0	0.63
Temperat. carcasa	-	57.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4-2-250. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.449	1.110	0.144	0.555	inf	inf	0.305	0.555	0.0	0.0	-
Nominal1	985	6.256	5.487	0.144	2.744	inf	inf	0.092	2.744	0.0	0.0	-
Vacío	1000	1.315	18.737	0.144	2.777	1.117	15.968	0.000	2.777	20.2	35.0	-86.2
Nominal2	985	6.491	5.207	0.144	2.744	1.117	15.089	0.113	-0.725	20.5	35.5	-103.3

Tabla 4-3-250. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 6.0, Cad = 2.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	878.8	0.0	135541	0	0	0	0	135541	0.0	-	200.9	-6.8	317.4	-68.0	317.4	549.1	-68.0
Nominal1	985	358.9	95.0	39138	37000	370	293	0	1474	274.9	-41.3	305.9	-17.1	45.7	-41.3	45.7	79.0	-41.3
Vacío	1000	0.0	0.0	1640	0	0	91	1371	177	323.8	-0.2	323.8	-0.2	0.1	-0.2	20.2	35.0	-86.0
Nominal2	985	358.9	90.9	40720	37000	740	88	1415	1477	305.7	-12.0	310.9	-17.5	41.2	-12.0	45.7	79.0	-38.7

Tabla 4-4-250. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 6.0, Cad = 2.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.420	1.086	0.144	0.555	1.117	9.910	0.305	0.555	19.6	33.9	-89.9
1	50	0.428	1.139	0.144	0.666	1.117	10.213	0.295	0.490	16.8	29.0	-94.2
2	100	0.438	1.192	0.144	0.777	1.117	10.516	0.285	0.425	14.4	24.9	-99.1
3	150	0.448	1.244	0.144	0.888	1.117	10.819	0.275	0.360	12.4	21.4	-104.8
4	200	0.459	1.294	0.144	0.999	1.117	11.122	0.266	0.295	10.7	18.5	-111.6
5	250	0.471	1.344	0.144	1.111	1.117	11.425	0.256	0.230	9.3	16.2	-119.6
6	300	0.485	1.394	0.144	1.222	1.117	11.728	0.246	0.165	8.4	14.4	-128.6
7	350	0.501	1.442	0.144	1.333	1.117	12.030	0.236	0.100	7.7	13.3	-138.5
8	400	0.518	1.490	0.144	1.444	1.117	12.333	0.227	0.035	7.3	12.7	-148.6
9	450	0.539	1.538	0.144	1.555	1.117	12.636	0.217	-0.030	7.3	12.6	-158.2
10	500	0.563	1.585	0.144	1.666	1.117	12.939	0.207	-0.095	7.4	12.9	-166.5
11	550	0.592	1.631	0.144	1.777	1.117	13.242	0.198	-0.160	7.8	13.4	-173.3
12	600	0.628	1.678	0.144	1.888	1.117	13.545	0.188	-0.225	8.2	14.2	-178.3
13	650	0.673	1.725	0.144	1.999	1.117	13.848	0.178	-0.290	8.8	15.2	-181.5
14	700	0.732	1.773	0.144	2.110	1.117	14.150	0.168	-0.355	9.5	16.4	-182.9
15	750	0.814	1.822	0.144	2.221	1.117	14.453	0.159	-0.419	10.2	17.7	-182.3
16	800	0.935	1.877	0.144	2.332	1.117	14.756	0.149	-0.484	11.2	19.3	-179.1
17	850	1.135	1.942	0.144	2.444	1.117	15.059	0.139	-0.549	12.4	21.5	-172.3
18	900	1.529	2.043	0.144	2.555	1.117	15.362	0.129	-0.614	14.3	24.7	-159.3
19	950	2.666	2.368	0.144	2.666	1.117	15.665	0.120	-0.679	17.2	29.8	-134.3
20	1000	1.315	18.737	0.144	2.777	1.117	15.968	0.110	-0.744	20.2	35.0	-86.2

Tabla 4-5-250. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	829.3	0.0	134177	0	0	0	1284	132893	0.0	-	195.2	-6.3	308.3	-67.6	326.5	564.8	-68.9
1	50	769.2	3.2	125210	4027	81	0	943	120159	4.6	-68.1	172.3	-10.4	297.1	-68.1	312.2	540.1	-69.4
2	100	731.9	6.5	117558	7664	153	0	693	109048	9.1	-68.4	152.1	-15.1	286.8	-68.4	299.3	517.7	-69.8
3	150	700.2	9.9	111007	10998	220	1	512	99277	13.5	-68.8	134.4	-20.7	277.4	-68.8	287.5	497.4	-70.2
4	200	673.4	13.4	105393	14104	282	2	382	90622	17.8	-69.0	119.4	-27.3	268.7	-69.0	276.7	478.7	-70.5
5	250	651.1	16.9	100589	17047	341	3	293	82906	22.2	-69.1	107.3	-35.1	260.7	-69.1	266.7	461.5	-70.7
6	300	632.9	20.6	96501	19884	398	5	234	75981	26.7	-69.2	98.4	-44.0	253.2	-69.2	257.5	445.5	-70.8
7	350	618.6	24.4	93059	22673	453	7	198	69727	31.3	-69.2	92.9	-53.8	246.1	-69.2	248.9	430.6	-70.9
8	400	608.1	28.2	90217	25472	509	9	180	64046	36.2	-69.1	90.9	-63.8	239.4	-69.1	240.9	416.7	-70.8
9	450	601.5	32.2	87950	28344	567	12	177	58850	41.4	-68.9	92.2	-73.2	233.0	-68.9	233.2	403.5	-70.7
10	500	599.0	36.4	86256	31363	627	16	185	54065	47.0	-68.6	96.5	-81.4	226.9	-68.6	226.0	390.9	-70.4
11	550	601.1	40.7	85158	34621	692	21	202	49622	53.3	-68.1	103.2	-88.1	220.9	-68.1	219.0	378.8	-70.1
12	600	608.6	45.1	84710	38239	765	25	227	45454	60.5	-67.4	111.8	-93.0	214.9	-67.4	212.1	366.9	-69.5
13	650	622.6	49.9	85007	42379	848	31	260	41489	69.1	-66.5	122.2	-96.1	208.8	-66.5	205.2	355.1	-68.7
14	700	644.9	54.8	86198	47275	945	37	300	37640	79.5	-65.1	134.3	-97.4	202.4	-65.1	198.1	342.8	-67.6
15	750	678.1	60.2	88498	53257	1065	45	351	33780	92.9	-63.2	148.4	-96.7	195.1	-63.2	190.4	329.4	-65.9
16	800	725.5	65.9	92163	60776	1216	52	419	29700	111.0	-60.4	165.5	-93.5	186.3	-60.4	181.2	313.5	-63.5
17	850	789.2	72.3	97219	70249	1405	61	518	24986	137.3	-55.9	187.7	-86.5	174.1	-55.9	169.0	292.3	-59.7
18	900	855.5	79.3	101716	80627	1613	70	683	18723	178.8	-48.1	219.9	-73.5	153.5	-48.1	148.9	257.6	-53.2
19	950	794.4	87.0	90835	79025	1581	80	995	9153	247.3	-32.5	270.6	-48.4	108.7	-32.5	106.6	184.4	-41.6
20	1000	0.0	0.0	1640	0	0	91	1371	177	323.7	-0.2	323.8	-0.2	0.1	-0.2	20.2	35.0	-86.0

Tabla 4-6-250. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	503	599.0	36.6	86173	31551	631	16	186	53789	47.4	-68.6	96.8	-81.9	226.5	-68.6	225.5	390.2	-70.4
Máximo	917	864.7	81.8	101470	83031	1661	74	767	15937	198.4	-44.0	234.6	-66.7	142.4	-44.0	138.3	239.3	-50.0

Tabla 4-7-250. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	975.0	544.2	90.6	61323.0	55561.0	1111.0	86.0	1217.0	3348.0	291.1	-19.0	302.1	-27.8	65.0	-19.0	66.2	114.5	-35.6
125 %	980.5	450.5	91.1	50773.7	46250.1	924.7	87.0	1263.0	2248.0	300.2	-15.3	308.4	-22.3	52.5	-15.3	55.0	95.2	-35.9
100 %	985.2	358.7	91.2	40575.5	37000.2	740.4	88.0	1299.1	1448.6	307.3	-12.0	313.4	-17.4	41.0	-12.0	45.1	77.9	-37.8
75 %	989.3	267.9	90.7	30595.4	27750.4	555.2	89.0	1326.7	874.8	313.0	-8.9	317.1	-12.9	30.2	-8.9	36.2	62.7	-42.2
50 %	993.1	177.9	88.9	20792.9	18499.7	370.4	90.0	1347.3	485.5	317.5	-5.8	320.0	-8.5	19.9	-5.8	28.6	49.5	-50.4
25 %	996.6	88.7	82.8	11147.5	9249.7	185.1	90.6	1361.8	259.9	321.0	-3.0	322.3	-4.3	9.9	-3.0	22.9	39.6	-64.8
Eff máx	984.0	382.5	91.2	43209.0	39410.0	788.0	88.0	1291.0	1632.0	305.6	-12.8	312.2	-18.6	43.9	-12.8	47.6	82.3	-37.2

Tabla 4-8-250. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	878.8	0.0	-	0.0	549.1	-
Valores calculados		0.0	829.3	0.0	134177.0	0.0	564.8	-68.9
Diferencias (%)		-	5.6	-	-	-	-2.9	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	1076.1	-	-	-	-	-
Valores calculados		917.0	864.7	81.8	101470.0	83031.0	239.3	-50.0
Diferencias (%)		-	19.6	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		985.0	358.7	91.0	40509.0	37000.0	79.0	-38.7
Valores calculados		985.2	358.7	91.2	40575.5	37000.2	77.9	-37.8
Diferencias (%)		-0.0	0.0	-0.2	-0.2	-0.0	1.4	2.4
75% carga								
Valores ingresados		990.0	265.9	89.7	30720.0	27553.0	62.0	-41.4
Valores calculados		989.3	267.9	90.7	30595.4	27750.4	62.7	-42.2
Diferencias (%)		0.1	-0.8	-1.1	0.4	-0.7	-1.1	-1.9

Tabla 4-9-250. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(w) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	990.0	177.3	89.9	20440.0	18372.0	49.0	-51.0
Valores calculados	993.1	177.9	88.9	20792.9	18499.7	49.5	-50.4
Diferencias (%)	-0.3	-0.3	1.1	-1.7	-0.7	-1.0	1.1
Vacío							
Valores ingresados	1000.0	0.0	0.0	1700.0	0.0	35.0	-86.0
Valores calculados	1000.0	0.0	0.0	1640.0	0.0	35.0	-86.0
Diferencias (%)	-	-	-	3.5	-	0.0	-0.0

Tabla 4-9-250. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	430.00	Paso de bobinas en ranuras	8/10/12	Corriente por kW (A/kW)	2.14
Altura corona estator (mm)	34.40	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	4.3
Diámetro interior estator (mm)	290.00	Factor de arrollamiento	0.96	Corriente barra rotor (A)	507.3
Altura corona rotor (mm)	65.80	Espiras por bobina (prom)	27.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	3.7
Diámetro eje rotor (mm)	95.00	Espiras por bobina (real)	27/27/27	Corriente anillo rotor (A)	1130.3
Longitud paquete de chapas (mm)	240.00	Número de alambres 1	5	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	2.4
Número ranuras estator	54.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.95	Flujo por polo (wb)	0.0182
Sección ranura estator (mm2)	295.00	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.78
Número ranuras rotor	42.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.22
Sección ranura rotor (mm2)	136.50	Conexión bobinado (vías)	3	Dens. flujo corona rotor (T)	0.46
Espesor anillo rotor (mm)	15.00	Peso total cobre (kg)	24.3	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.009
Sección anillo rotor(mm2)	475.00	Relleno ranura(%)	32.4	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	2129829
Longitud entrehierro (mm)	0.65				

Tabla 4-10-250. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Rn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0222	0.1066	0.1721	1.9032	0.047	0.1066	0.0222	0.527	0.1721	2.8978	0.0174	-0.1392	0.0222	0.5333	0.1721	3.0666	0.0	0.5333

Tabla 4-11-250. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	19.9	2.4	38.0	39.7
Eff. Máx	20.7	2.3	34.0	43.0

Tabla 4-12-250. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

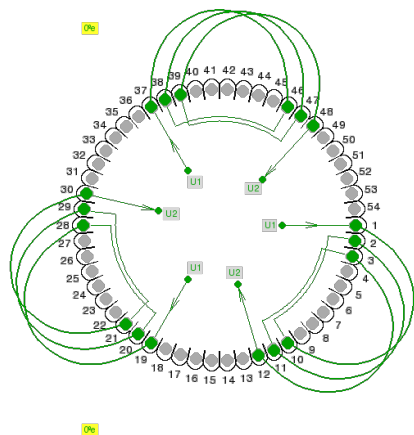


Fig. 4-1-250. Esquema de arrollamiento de 54 ranuras, 6 polos, paso 1-10, 3 vías, ka = 0.96

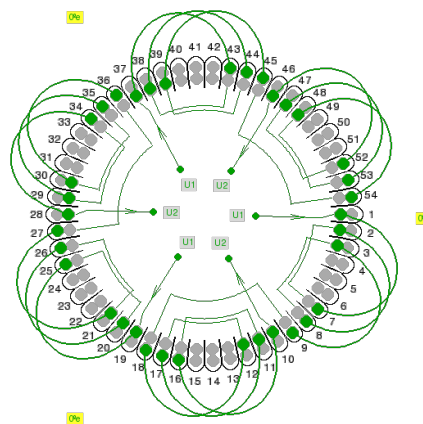
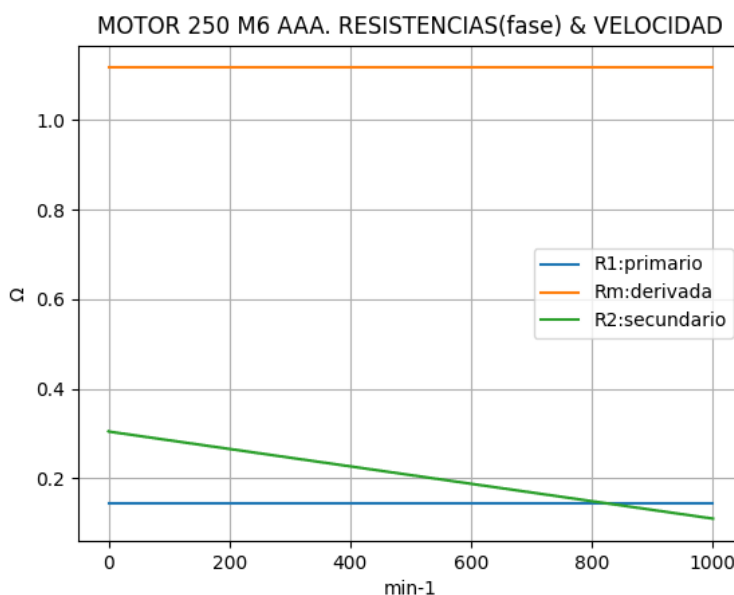


Fig. 4-2-250. Esquema de arrollamiento de 54 ranuras, 6 polos, paso 1-7, 3 vías, ka = 0.831

4-22. Motor asincrónico trifásico 250 M6. Curvas características

$n_x(\text{min-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	0.420	0.144	1.117	0.305
50	0.428	0.144	1.117	0.295
100	0.438	0.144	1.117	0.285
150	0.448	0.144	1.117	0.275
200	0.459	0.144	1.117	0.266
250	0.471	0.144	1.117	0.256
300	0.485	0.144	1.117	0.246
350	0.501	0.144	1.117	0.236
400	0.518	0.144	1.117	0.227
450	0.539	0.144	1.117	0.217
500	0.563	0.144	1.117	0.207
550	0.592	0.144	1.117	0.198
600	0.628	0.144	1.117	0.188
650	0.673	0.144	1.117	0.178
700	0.732	0.144	1.117	0.168
750	0.814	0.144	1.117	0.159
800	0.935	0.144	1.117	0.149
850	1.135	0.144	1.117	0.139
900	1.529	0.144	1.117	0.129
950	2.666	0.144	1.117	0.120
1000	1.315	0.144	1.117	0.110

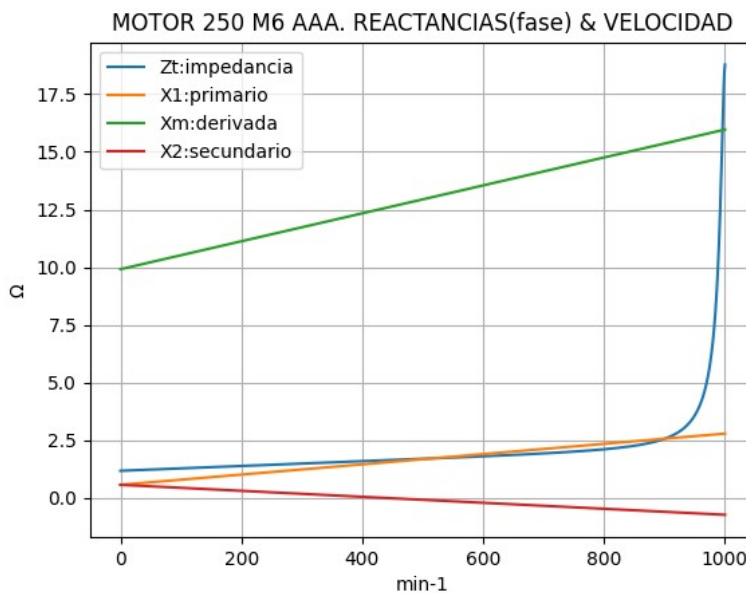


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) decrece con la velocidad

Fig. 4-3-250. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	1.164	1.086	0.555	9.910	0.555
50	1.217	1.139	0.666	10.213	0.490
100	1.270	1.192	0.777	10.516	0.425
150	1.322	1.244	0.888	10.819	0.360
200	1.373	1.294	0.999	11.122	0.295
250	1.425	1.344	1.111	11.425	0.230
300	1.476	1.394	1.222	11.728	0.165
350	1.527	1.442	1.333	12.030	0.100
400	1.578	1.490	1.444	12.333	0.035
450	1.629	1.538	1.555	12.636	-0.030
500	1.682	1.585	1.666	12.939	-0.095
550	1.735	1.631	1.777	13.242	-0.160
600	1.792	1.678	1.888	13.545	-0.225
650	1.851	1.725	1.999	13.848	-0.290
700	1.918	1.773	2.110	14.150	-0.355
750	1.996	1.822	2.221	14.453	-0.419
800	2.097	1.877	2.332	14.756	-0.484
850	2.249	1.942	2.444	15.059	-0.549
900	2.552	2.043	2.555	15.362	-0.614
950	3.565	2.368	2.666	15.665	-0.679
1000	18.783	18.737	2.777	15.968	-0.744

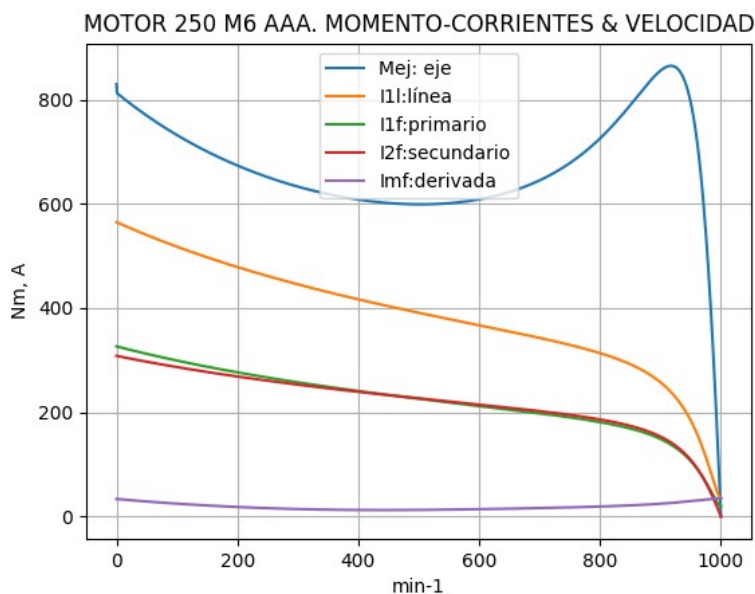


Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) es positiva hasta cerca de 400 min⁻¹ y luego negativa

Fig. 4-4-250. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	829.3	308.3	326.5	564.8	19.6
50	769.2	297.1	312.2	540.1	16.8
100	731.9	286.8	299.3	517.7	14.4
150	700.2	277.4	287.5	497.4	12.4
200	673.4	268.7	276.7	478.7	10.7
250	651.1	260.7	266.7	461.5	9.3
300	632.9	253.2	257.5	445.5	8.4
350	618.6	246.1	248.9	430.6	7.7
400	608.1	239.4	240.9	416.7	7.3
450	601.5	233.0	233.2	403.5	7.3
500	599.0	226.9	226.0	390.9	7.4
550	601.1	220.9	219.0	378.8	7.8
600	608.6	214.9	212.1	366.9	8.2
650	622.6	208.8	205.2	355.1	8.8
700	644.9	202.4	198.1	342.8	9.5
750	678.1	195.1	190.4	329.4	10.2
800	725.5	186.3	181.2	313.5	11.2
850	789.2	174.1	169.0	292.3	12.4
900	855.5	153.5	148.9	257.6	14.3
950	794.4	108.7	106.6	184.4	17.2
1000	0.0	0.1	20.2	35.0	20.2

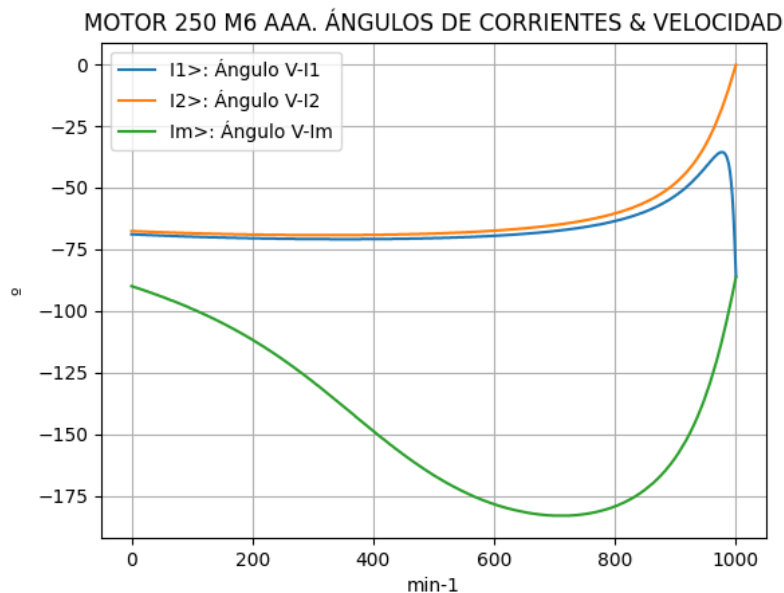


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 500 min⁻¹ y el máximo cerca de 900 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f aproximadamente entre 500 y 950 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación e inicia una depresión cerca de 400 min⁻¹

Fig. 4-5-250. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-67.6	-68.9	-89.9
50	-68.1	-69.4	-94.2
100	-68.4	-69.8	-99.1
150	-68.8	-70.2	-104.8
200	-69.0	-70.5	-111.6
250	-69.1	-70.7	-119.6
300	-69.2	-70.8	-128.6
350	-69.2	-70.9	-138.5
400	-69.1	-70.8	-148.6
450	-68.9	-70.7	-158.2
500	-68.6	-70.4	-166.5
550	-68.1	-70.1	-173.3
600	-67.4	-69.5	-178.3
650	-66.5	-68.7	-181.5
700	-65.1	-67.6	-182.9
750	-63.2	-65.9	-182.3
800	-60.4	-63.5	-179.1
850	-55.9	-59.7	-172.3
900	-48.1	-53.2	-159.3
950	-32.5	-41.6	-134.3
1000	-0.2	-86.0	-86.2

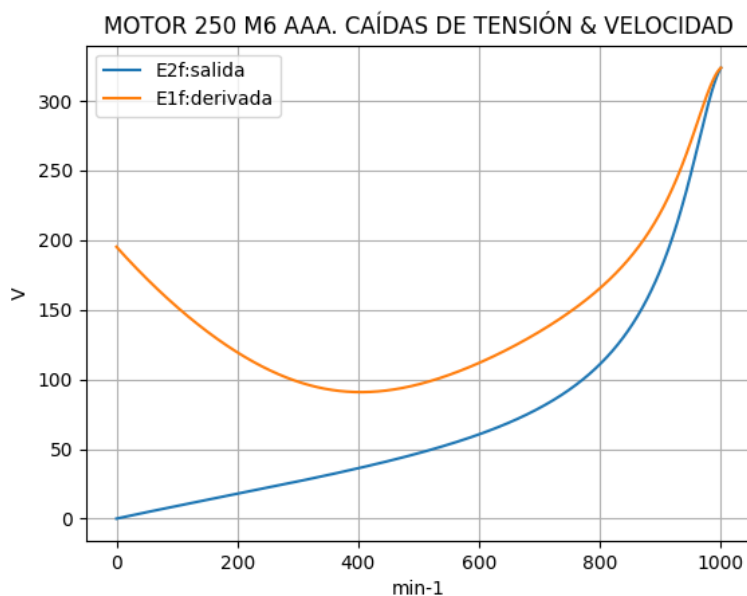


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 950 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente, con cambio de pendiente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 700 min⁻¹

Fig. 4-6-250. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	195.2
50	4.6	172.3
100	9.1	152.1
150	13.5	134.4
200	17.8	119.4
250	22.2	107.3
300	26.7	98.4
350	31.3	92.9
400	36.2	90.9
450	41.4	92.2
500	47.0	96.5
550	53.3	103.2
600	60.5	111.8
650	69.1	122.2
700	79.5	134.3
750	92.9	148.4
800	111.0	165.5
850	137.3	187.7
900	178.8	219.9
950	247.3	270.6
1000	323.7	323.8

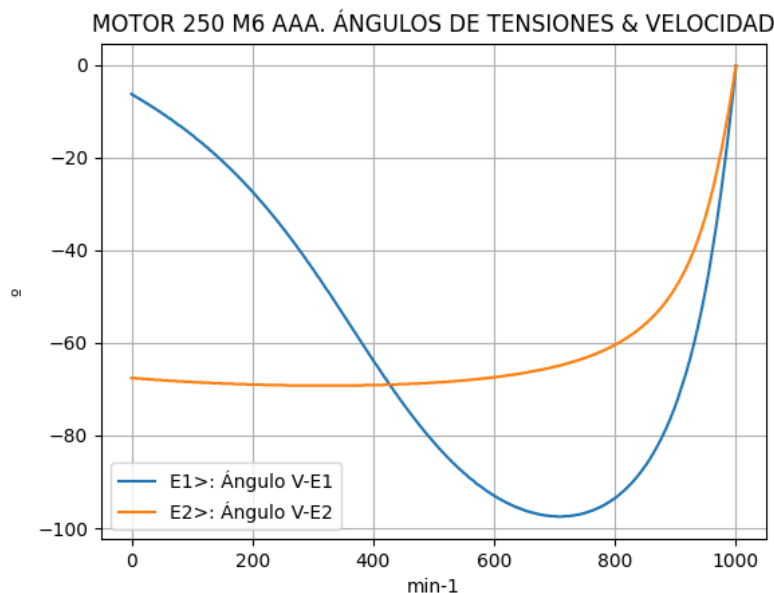


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 400 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente, con cambio de pendiente

Fig. 4-7-250. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-6.3
50	-68.1	-10.4
100	-68.4	-15.1
150	-68.8	-20.7
200	-69.0	-27.3
250	-69.1	-35.1
300	-69.2	-44.0
350	-69.2	-53.8
400	-69.1	-63.8
450	-68.9	-73.2
500	-68.6	-81.4
550	-68.1	-88.1
600	-67.4	-93.0
650	-66.5	-96.1
700	-65.1	-97.4
750	-63.2	-96.7
800	-60.4	-93.5
850	-55.9	-86.5
900	-48.1	-73.5
950	-32.5	-48.4
1000	-0.2	-0.2

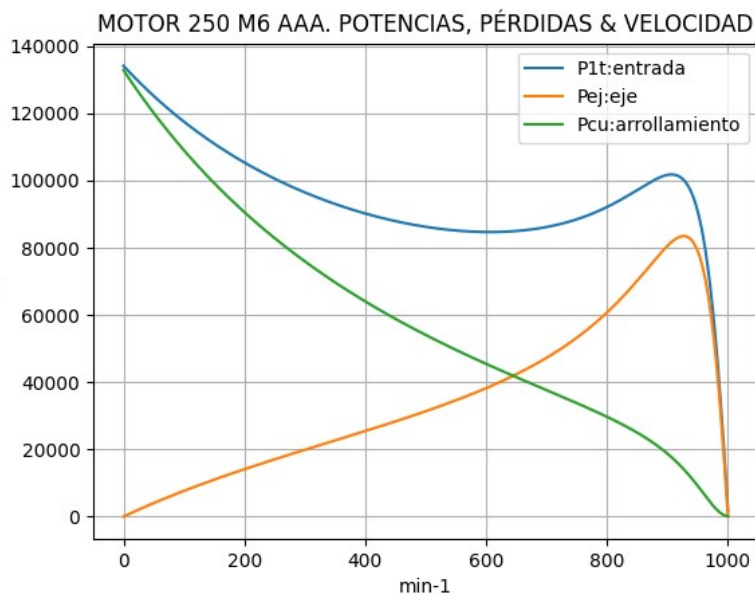


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 700 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 4-8-250. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	134177	0	132893
50	125210	4027	120159
100	117558	7664	109048
150	111007	10998	99277
200	105393	14104	90622
250	100589	17047	82906
300	96501	19884	75981
350	93059	22673	69727
400	90217	25472	64046
450	87950	28344	58850
500	86256	31363	54065
550	85158	34621	49622
600	84710	38239	45454
650	85007	42379	41489
700	86198	47275	37640
750	88498	53257	33780
800	92163	60776	29700
850	97219	70249	24986
900	101716	80627	18723
950	90835	79025	9153
1000	1640	0	177

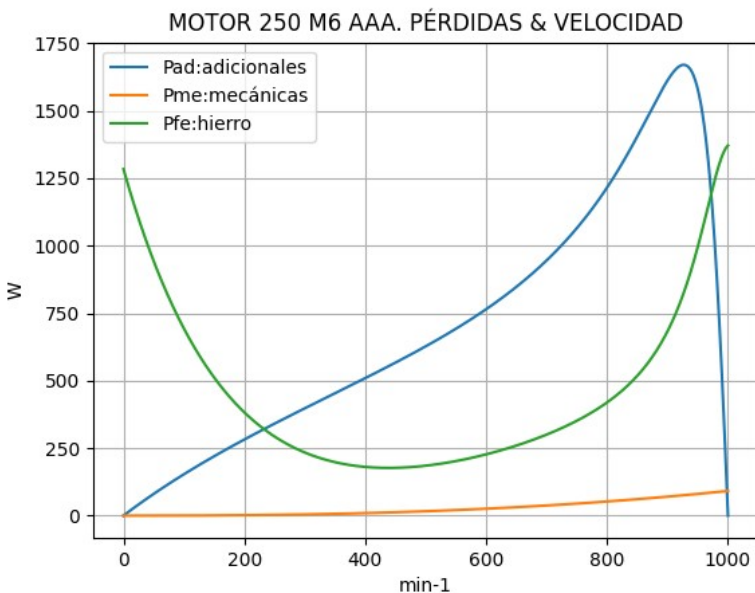


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ desciende hasta cerca de 600 min^{-1} y luego asciende hasta cerca de 900 min^{-1}
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 900 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 4-9-250. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	1284
50	81	0	943
100	153	0	693
150	220	1	512
200	282	2	382
250	341	3	293
300	398	5	234
350	453	7	198
400	509	9	180
450	567	12	177
500	627	16	185
550	692	21	202
600	765	25	227
650	848	31	260
700	945	37	300
750	1065	45	351
800	1216	52	419
850	1405	61	518
900	1613	70	683
950	1581	80	995
1000	0	91	1371

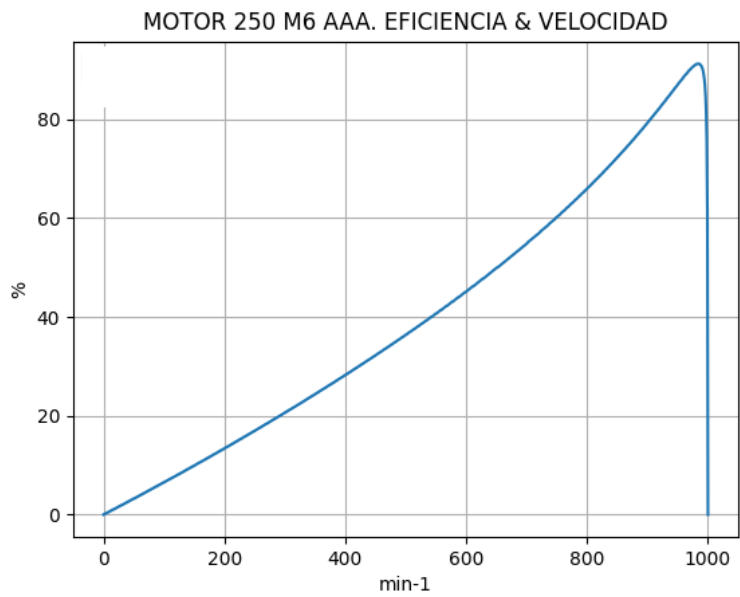


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 900 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 450 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 4-10-250. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min}^{-1})$	Eff (%)
0	0.0
50	3.2
100	6.5
150	9.9
200	13.4
250	16.9
300	20.6
350	24.4
400	28.2
450	32.2
500	36.4
550	40.7
600	45.1
650	49.9
700	54.8
750	60.2
800	65.9
850	72.3
900	79.3
950	87.0
1000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 950 min^{-1} y luego decrece con mayor pendiente

Fig. 4-11-250. Curva de eficiencia

4-23. Motor asincrónico trifásico 280 M2. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	280 M2-6	55.0	380	T	50	6	985	90.6	0.79	117.0	5.91	2.33	3.0	B 44	Motor normal	

Tabla 4-1-280. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.078	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	30.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.098	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	31.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	65.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	1000.0	-	-	2640	-	50.0	0.08
Arranque	-	-	380	0.0	1242.4	-	-	-	691.5	-
Carga 75%	-	-	380	990.0	398.9	91.3	45280	41334	91.2	0.76
Carga 50%	-	-	382	995.0	264.6	90.6	30400	27556	72.0	0.64
Temperat. carcasa	-	66.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4-2-280. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.348	0.885	0.077	0.442	inf	inf	0.271	0.442	0.0	0.0	-
Nominal1	985	4.222	3.708	0.077	1.854	inf	inf	0.062	1.854	0.0	0.0	-
Vacio	1000	1.052	13.106	0.077	1.875	0.943	11.236	0.000	1.875	28.9	50.0	-85.6
Nominal2	985	4.439	3.445	0.077	1.854	0.943	10.590	0.076	-0.523	29.5	51.1	-102.7

Tabla 4-3-280. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.5, Cad = 2.5

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	1242.4	0.0	166967	0	0	0	0	166967	0.0	-	207.4	-10.0	399.7	-68.5	399.7	691.5	-68.5
Nominal1	985	533.5	95.0	57930	55000	550	471	0	1909	276.1	-41.3	307.1	-17.2	67.6	-41.3	67.6	117.0	-41.3
Vacio	1000	0.0	0.0	2665	0	0	110	2362	193	325.8	-0.4	325.8	-0.4	0.1	-0.4	28.9	50.0	-85.4
Nominal2	985	533.5	90.4	60864	55000	1375	106	2468	1916	307.5	-11.9	314.0	-17.8	61.2	-11.9	67.6	117.0	-37.8

Tabla 4-4-280. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.5, Cad = 2.5

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.320	0.864	0.077	0.442	0.943	7.154	0.271	0.442	27.8	48.1	-92.1
1	50	0.327	0.893	0.077	0.514	0.943	7.358	0.262	0.393	24.5	42.3	-96.0
2	100	0.334	0.921	0.077	0.586	0.943	7.562	0.252	0.344	21.5	37.2	-100.4
3	150	0.341	0.949	0.077	0.657	0.943	7.766	0.242	0.295	19.0	32.8	-105.5
4	200	0.349	0.975	0.077	0.729	0.943	7.970	0.232	0.246	16.8	29.0	-111.4
5	250	0.358	1.002	0.077	0.801	0.943	8.174	0.222	0.197	15.0	26.0	-118.2
6	300	0.368	1.027	0.077	0.872	0.943	8.378	0.212	0.148	13.6	23.6	-125.9
7	350	0.380	1.052	0.077	0.944	0.943	8.582	0.202	0.099	12.6	21.9	-134.2
8	400	0.392	1.077	0.077	1.016	0.943	8.787	0.192	0.050	12.1	20.9	-142.9
9	450	0.407	1.101	0.077	1.087	0.943	8.991	0.182	0.001	11.8	20.5	-151.4
10	500	0.424	1.124	0.077	1.159	0.943	9.195	0.172	-0.048	11.9	20.6	-159.2
11	550	0.444	1.148	0.077	1.230	0.943	9.399	0.163	-0.097	12.3	21.3	-165.9
12	600	0.468	1.171	0.077	1.302	0.943	9.603	0.153	-0.146	12.9	22.3	-171.1
13	650	0.499	1.195	0.077	1.374	0.943	9.807	0.143	-0.195	13.7	23.6	-174.8
14	700	0.540	1.219	0.077	1.445	0.943	10.011	0.133	-0.243	14.6	25.3	-176.9
15	750	0.595	1.244	0.077	1.517	0.943	10.215	0.123	-0.292	15.7	27.2	-177.0
16	800	0.677	1.273	0.077	1.589	0.943	10.420	0.113	-0.341	17.1	29.6	-174.6
17	850	0.811	1.309	0.077	1.660	0.943	10.624	0.103	-0.390	18.8	32.6	-168.7
18	900	1.075	1.370	0.077	1.732	0.943	10.828	0.093	-0.439	21.3	36.9	-156.9
19	950	1.834	1.579	0.077	1.804	0.943	11.032	0.083	-0.488	25.1	43.5	-133.1
20	1000	1.052	13.106	0.077	1.875	0.943	11.236	0.073	-0.537	28.9	50.0	-85.6

Tabla 4-5-280. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	1163.8	0.0	163316	0	0	0	2190	161126	0.0	-	200.8	-9.6	386.9	-68.1	412.4	713.5	-69.7
1	50	1098.4	3.7	156452	5751	144	0	1692	148865	5.2	-68.3	181.4	-13.3	377.8	-68.3	399.6	691.4	-69.9
2	100	1066.6	7.4	150510	11169	279	0	1308	137752	10.3	-68.4	163.9	-17.5	369.4	-68.4	387.8	671.0	-70.1
3	150	1039.4	11.2	145374	16327	408	1	1016	127622	15.4	-68.5	148.3	-22.4	361.6	-68.5	376.9	652.1	-70.2
4	200	1016.5	15.1	140957	21290	532	2	798	118335	20.5	-68.5	134.8	-28.1	354.3	-68.5	366.7	634.5	-70.3
5	250	997.7	19.0	137192	26120	653	3	638	109777	25.7	-68.5	123.6	-34.8	347.3	-68.5	357.2	618.0	-70.3
6	300	982.9	23.0	134031	30878	772	5	526	101850	31.0	-68.4	114.9	-42.3	340.7	-68.4	348.3	602.5	-70.3
7	350	972.0	27.1	131447	35626	891	8	453	94470	36.4	-68.2	109.2	-50.5	334.4	-68.2	339.8	587.8	-70.2
8	400	965.2	31.2	129427	40431	1011	11	411	87563	42.1	-68.0	106.5	-59.0	328.3	-68.0	331.7	573.8	-70.0
9	450	962.8	35.5	127980	45371	1134	15	396	81063	48.1	-67.6	106.9	-67.4	322.4	-67.6	323.9	560.3	-69.7
10	500	965.3	39.8	127136	50542	1264	19	402	74910	54.6	-67.2	110.2	-75.0	316.5	-67.2	316.3	547.2	-69.4
11	550	973.3	44.2	126954	56060	1402	25	428	69040	61.7	-66.6	116.1	-81.6	310.5	-66.6	308.8	534.2	-68.9
12	600	988.1	48.7	127528	62085	1552	31	470	63391	69.7	-65.8	124.4	-86.7	304.4	-65.8	301.3	521.2	-68.2
13	650	1011.2	53.4	129000	68828	1721	38	528	57885	79.0	-64.8	134.6	-90.3	297.9	-64.8	293.5	507.7	-67.3
14	700	1044.8	58.2	131574	76589	1915	45	604	52421	90.1	-63.4	146.9	-92.2	290.6	-63.4	285.1	493.2	-66.1
15	750	1092.2	63.3	135526	85781	2145	54	700	46846	104.0	-61.5	161.4	-92.2	281.9	-61.5	275.5	476.7	-64.4
16	800	1157.0	68.7	141132	96928	2423	63	826	40892	122.4	-58.7	178.8	-89.8	270.7	-58.7	263.6	456.1	-62.0
17	850	1239.9	74.5	148231	110362	2759	73	1004	34032	148.5	-54.2	200.9	-83.8	254.0	-54.2	246.8	427.0	-58.2
18	900	1315.9	80.7	153625	124025	3101	85	1286	25129	188.7	-46.6	231.7	-71.8	224.7	-46.6	218.3	377.6	-51.9
19	950	1193.5	87.5	135683	118731	2968	97	1786	12101	253.6	-31.7	278.2	-48.0	160.1	-31.7	157.0	271.7	-40.7
20	1000	0.0	0.0	2665	0	0	110	2362	193	325.8	-0.4	325.8	-0.4	0.1	-0.4	28.9	50.0	-85.4

Tabla 4-6-280. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	451	962.8	35.5	127957	45472	1137	15	396	80937	48.2	-67.6	106.9	-67.6	322.3	-67.6	323.7	560.0	-69.7
Máximo	911	1320.8	82.2	153310	126005	3150	87	1372	22695	200.4	-44.2	240.4	-67.9	214.9	-44.2	208.9	361.4	-49.9

Tabla 4-7-280. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	975.0	813.6	90.5	91781.0	83065.0	2077.0	103.0	2127.0	4408.0	294.8	-18.7	306.4	-28.0	96.4	-18.7	98.1	169.8	-34.9
125 %	980.7	669.4	90.8	75687.7	68749.9	1718.9	105.0	2200.5	2913.5	303.7	-15.0	312.3	-22.4	77.5	-15.0	81.2	140.4	-35.1
100 %	985.3	533.1	90.8	60600.3	55000.1	1375.3	106.0	2254.1	1865.5	310.4	-11.8	316.6	-17.6	60.7	-11.8	66.5	115.0	-36.9
75 %	989.4	398.1	90.1	45795.7	41250.4	1031.2	107.0	2295.6	1111.5	315.7	-8.8	320.0	-13.0	44.8	-8.8	53.3	92.2	-41.1
50 %	993.2	264.4	88.0	31222.5	27499.8	687.5	108.0	2327.1	600.0	320.0	-5.9	322.6	-8.7	29.5	-5.9	41.9	72.5	-49.2
25 %	996.7	131.8	81.4	16853.7	13750.2	343.9	109.0	2348.3	302.3	323.3	-3.1	324.5	-4.5	14.6	-3.1	33.1	57.3	-63.5
Eff máx	982.0	631.6	90.9	71487.0	64953.0	1624.0	105.0	2217.0	2589.0	305.7	-14.1	313.6	-21.0	72.7	-14.1	77.0	133.1	-35.4

Tabla 4-8-280. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	1242.4	0.0	-	0.0	691.5	-
Valores calculados		0.0	1163.8	0.0	163316.0	0.0	713.5	-69.7
Diferencias (%)		-	6.3	-	-	-	-3.2	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	1599.6	-	-	-	-	-
Valores calculados		911.0	1320.8	82.2	153310.0	126005.0	361.4	-49.9
Diferencias (%)		-	17.4	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		985.0	533.2	90.6	60763.5	55000.0	117.0	-37.8
Valores calculados		985.3	533.1	90.8	60600.3	55000.1	115.0	-36.9
Diferencias (%)		-0.0	0.0	-0.2	0.3	-0.0	1.7	2.4
75% carga								
Valores ingresados		990.0	398.9	91.3	45280.0	41334.0	91.2	-40.5
Valores calculados		989.4	398.1	90.1	45795.7	41250.4	92.2	-41.1
Diferencias (%)		0.1	0.2	1.3	-1.1	0.2	-1.1	-1.4

Tabla 4-9-280. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	995.0	264.6	90.6	30400.0	27556.0	72.0	-50.2
Valores calculados	993.2	264.4	88.0	31222.5	27499.8	72.5	-49.2
Diferencias (%)	0.2	0.1	2.9	-2.7	0.2	-0.7	2.0
Vacío							
Valores ingresados	1000.0	0.0	0.0	2640.0	0.0	50.0	-85.4
Valores calculados	1000.0	0.0	0.0	2665.0	0.0	50.0	-85.4
Diferencias (%)	-	-	-	-0.9	-	0.0	0.0

Tabla 4-9-280. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado Datos bob.	Exigencias Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	430.50	Paso de bobinas en ranuras 8/10/12	Corriente por kW (A/kW) 2.13
Altura corona estator (mm)	34.70	Capas de bobinas por ranura 1	Densidad corriente bobinado (A/mm2) 3.9
Diámetro interior estator (mm)	290.00	Factor de arrollamiento 0.96	Corriente barra rotor (A) 556.8
Altura corona rotor (mm)	61.50	Espiras por bobina (prom) 6.67	Densidad corr. barra rotor(A/mm2) 4.7
Diámetro eje rotor (mm)	95.00	Espiras por bobina (real) 7/6/7	Corriente anillo rotor (A) 1240.6
Longitud paquete de chapas (mm)	330.00	Número de alambres 1 4	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2) 1.4
Número ranuras estator	54.00	Diámetro alambre 1 (mm) 1.6	Flujo por polo (wb) 0.0247
Sección ranura estator (mm2)	295.00	Número de alambres 2 4	Densidad flujo entrehierro (T) 0.77
Número ranuras rotor	42.00	Diámetro alambre 2 (mm) 1.7	Dens. flujo corona estator (T) 1.2
Sección ranura rotor (mm2)	117.40	Conexión bobinado (vías) 1	Dens. flujo corona rotor (T) 0.47
Espesor anillo rotor (mm)	25.00	Peso total cobre (kg) 35.1	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W) 0.006
Sección anillo rotor(mm2)	900.00	Relleno ranura(%) 38.7	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m) 2254910
Longitud entrehierro (mm)	0.65		

Tabla 4-10-280. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0173	0.1283	0.2124	2.0766	0.061	0.1283	0.0173	0.5382	0.2124	3.074	0.0171	-0.1518	0.0173	0.5443	0.2124	3.2615	0.0	0.5443

Tabla 4-11-280. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	23.4	1.8	42.1	32.7
Eff. Máx	24.9	1.6	33.9	39.6

Tabla 4-12-280. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

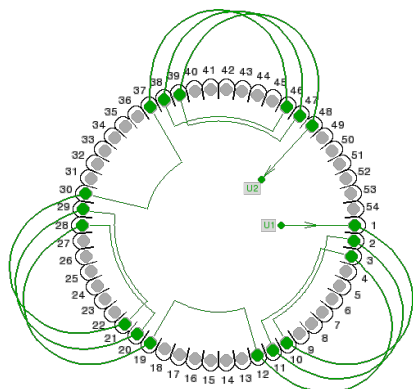


Fig. 4-1-280. Esquema de arrollamiento de 54 ranuras, 6 polos, paso 1-10, 1 vía, ka = 0.96

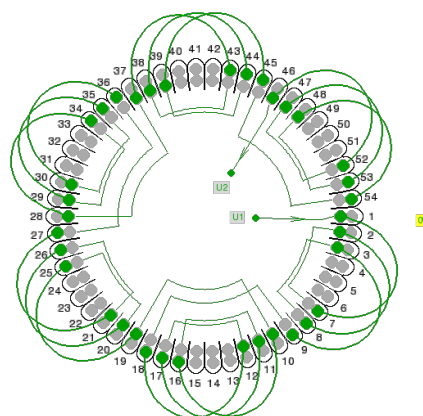
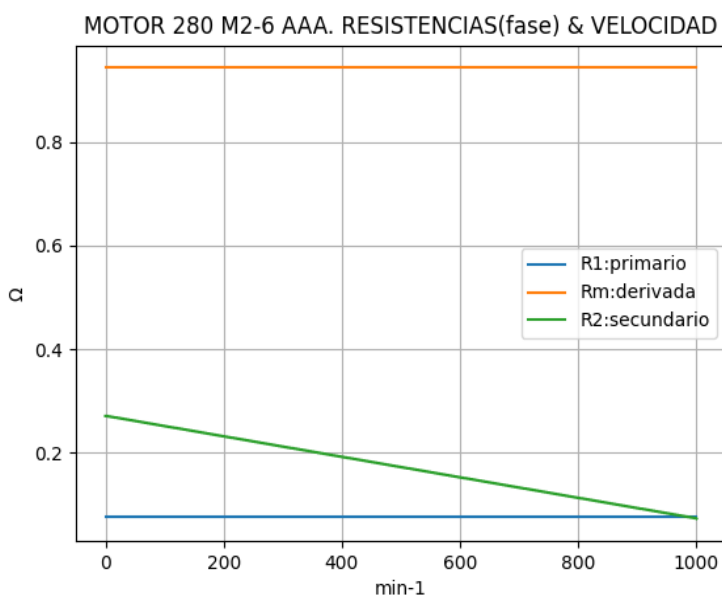


Fig. 4-2-280. Esquema de arrollamiento de 54 ranuras, 6 polos, paso 1-7, 1 vía, ka = 0.831

4-24. Motor asincrónico trifásico 280 M2-6. Curvas características

$n_x(\text{min-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	0.320	0.077	0.943	0.271
50	0.327	0.077	0.943	0.262
100	0.334	0.077	0.943	0.252
150	0.341	0.077	0.943	0.242
200	0.349	0.077	0.943	0.232
250	0.358	0.077	0.943	0.222
300	0.368	0.077	0.943	0.212
350	0.380	0.077	0.943	0.202
400	0.392	0.077	0.943	0.192
450	0.407	0.077	0.943	0.182
500	0.424	0.077	0.943	0.172
550	0.444	0.077	0.943	0.163
600	0.468	0.077	0.943	0.153
650	0.499	0.077	0.943	0.143
700	0.540	0.077	0.943	0.133
750	0.595	0.077	0.943	0.123
800	0.677	0.077	0.943	0.113
850	0.811	0.077	0.943	0.103
900	1.075	0.077	0.943	0.093
950	1.834	0.077	0.943	0.083
1000	1.052	0.077	0.943	0.073

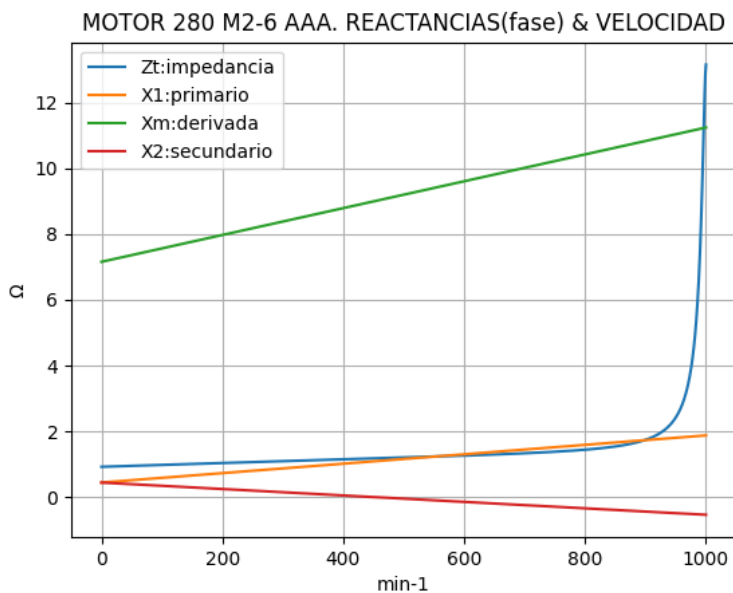


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 4-3-280. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	0.921	0.864	0.442	7.154	0.442
50	0.951	0.893	0.514	7.358	0.393
100	0.980	0.921	0.586	7.562	0.344
150	1.008	0.949	0.657	7.766	0.295
200	1.036	0.975	0.729	7.970	0.246
250	1.064	1.002	0.801	8.174	0.197
300	1.091	1.027	0.872	8.378	0.148
350	1.118	1.052	0.944	8.582	0.099
400	1.146	1.077	1.016	8.787	0.050
450	1.173	1.101	1.087	8.991	0.001
500	1.201	1.124	1.159	9.195	-0.048
550	1.231	1.148	1.230	9.399	-0.097
600	1.261	1.171	1.302	9.603	-0.146
650	1.295	1.195	1.374	9.807	-0.195
700	1.333	1.219	1.445	10.011	-0.243
750	1.379	1.244	1.517	10.215	-0.292
800	1.441	1.273	1.589	10.420	-0.341
850	1.540	1.309	1.660	10.624	-0.390
900	1.741	1.370	1.732	10.828	-0.439
950	2.420	1.579	1.804	11.032	-0.488
1000	13.148	13.106	1.875	11.236	-0.537

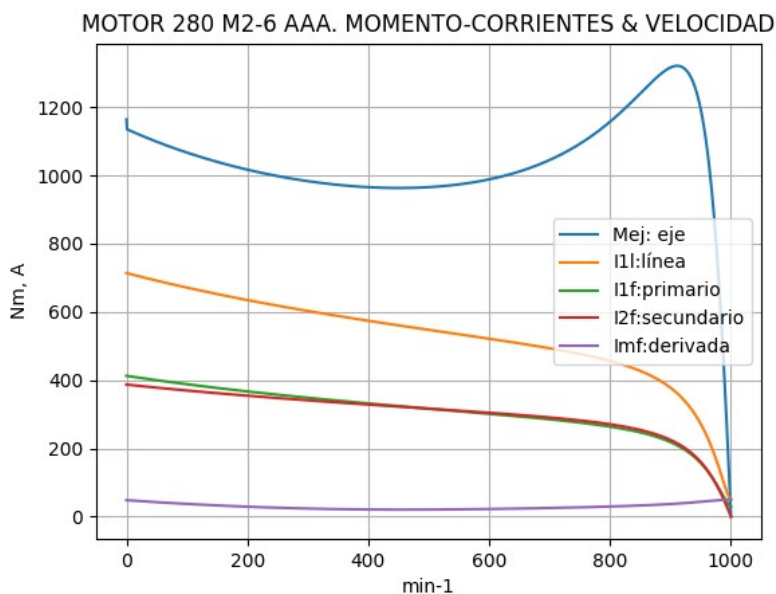


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ es positiva hasta 450 min-1 y luego negativa

Fig. 4-4-280. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	1163.8	386.9	412.4	713.5	27.8
50	1098.4	377.8	399.6	691.4	24.5
100	1066.6	369.4	387.8	671.0	21.5
150	1039.4	361.6	376.9	652.1	19.0
200	1016.5	354.3	366.7	634.5	16.8
250	997.7	347.3	357.2	618.0	15.0
300	982.9	340.7	348.3	602.5	13.6
350	972.0	334.4	339.8	587.8	12.6
400	965.2	328.3	331.7	573.8	12.1
450	962.8	322.4	323.9	560.3	11.8
500	965.3	316.5	316.3	547.2	11.9
550	973.3	310.5	308.8	534.2	12.3
600	988.1	304.4	301.3	521.2	12.9
650	1011.2	297.9	293.5	507.7	13.7
700	1044.8	290.6	285.1	493.2	14.6
750	1092.2	281.9	275.5	476.7	15.7
800	1157.0	270.7	263.6	456.1	17.1
850	1239.9	254.0	246.8	427.0	18.8
900	1315.9	224.7	218.3	377.6	21.3
950	1193.5	160.1	157.0	271.7	25.1
1000	0.0	0.1	28.9	50.0	28.9

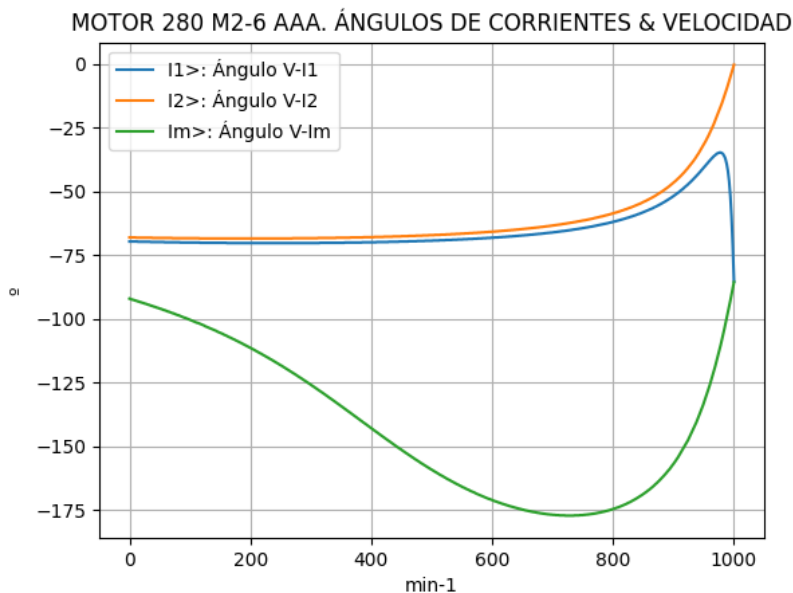


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 450 min⁻¹ y el máximo cerca de 900 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf crece - supera a I1 aproximadamente entre 500 y 950 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación e inicia una depresión cerca de 350 min⁻¹

Fig. 4-5-280. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-68.1	-69.7	-92.1
50	-68.3	-69.9	-96.0
100	-68.4	-70.1	-100.4
150	-68.5	-70.2	-105.5
200	-68.5	-70.3	-111.4
250	-68.5	-70.3	-118.2
300	-68.4	-70.3	-125.9
350	-68.2	-70.2	-134.2
400	-68.0	-70.0	-142.9
450	-67.6	-69.7	-151.4
500	-67.2	-69.4	-159.2
550	-66.6	-68.9	-165.9
600	-65.8	-68.2	-171.1
650	-64.8	-67.3	-174.8
700	-63.4	-66.1	-176.9
750	-61.5	-64.4	-177.0
800	-58.7	-62.0	-174.6
850	-54.2	-58.2	-168.7
900	-46.6	-51.9	-156.9
950	-31.7	-40.7	-133.1
1000	-0.4	-85.4	-85.6

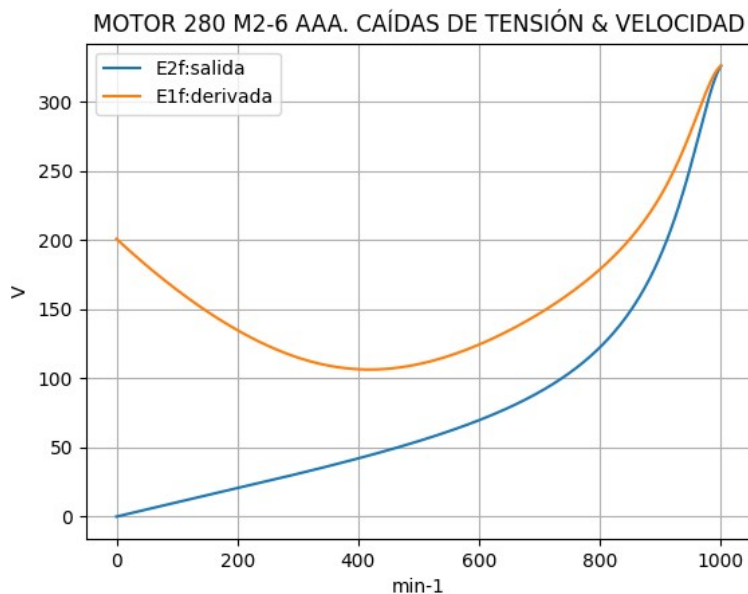


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 900 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente con cambio de pendiente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 750 min⁻¹

Fig. 4-6-280. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	200.8
50	5.2	181.4
100	10.3	163.9
150	15.4	148.3
200	20.5	134.8
250	25.7	123.6
300	31.0	114.9
350	36.4	109.2
400	42.1	106.5
450	48.1	106.9
500	54.6	110.2
550	61.7	116.1
600	69.7	124.4
650	79.0	134.6
700	90.1	146.9
750	104.0	161.4
800	122.4	178.8
850	148.5	200.9
900	188.7	231.7
950	253.6	278.2
1000	325.8	325.8

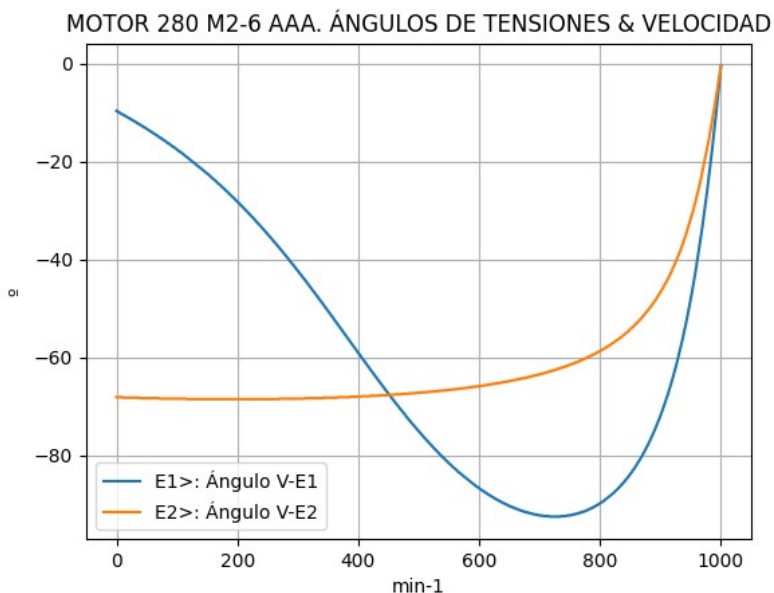


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 400 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente, con cambio de pendiente

Fig. 4-7-280. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-9.6
50	-68.3	-13.3
100	-68.4	-17.5
150	-68.5	-22.4
200	-68.5	-28.1
250	-68.5	-34.8
300	-68.4	-42.3
350	-68.2	-50.5
400	-68.0	-59.0
450	-67.6	-67.4
500	-67.2	-75.0
550	-66.6	-81.6
600	-65.8	-86.7
650	-64.8	-90.3
700	-63.4	-92.2
750	-61.5	-92.2
800	-58.7	-89.8
850	-54.2	-83.8
900	-46.6	-71.8
950	-31.7	-48.0
1000	-0.4	-0.4

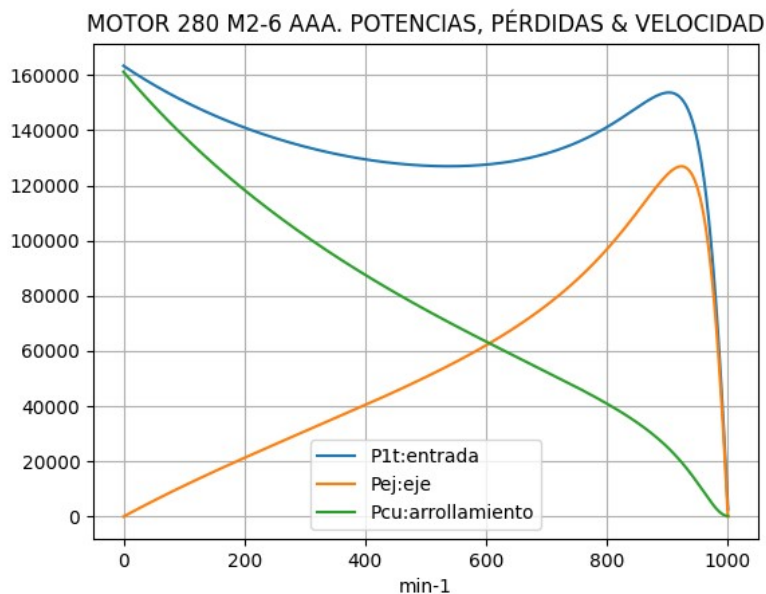


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 700 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 4-8-280. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	163316	0	161126
50	156452	5751	148865
100	150510	11169	137752
150	145374	16327	127622
200	140957	21290	118335
250	137192	26120	109777
300	134031	30878	101850
350	131447	35626	94470
400	129427	40431	87563
450	127980	45371	81063
500	127136	50542	74910
550	126954	56060	69040
600	127528	62085	63391
650	129000	68828	57885
700	131574	76589	52421
750	135526	85781	46846
800	141132	96928	40892
850	148231	110362	34032
900	153625	124025	25129
950	135683	118731	12101
1000	2665	0	193

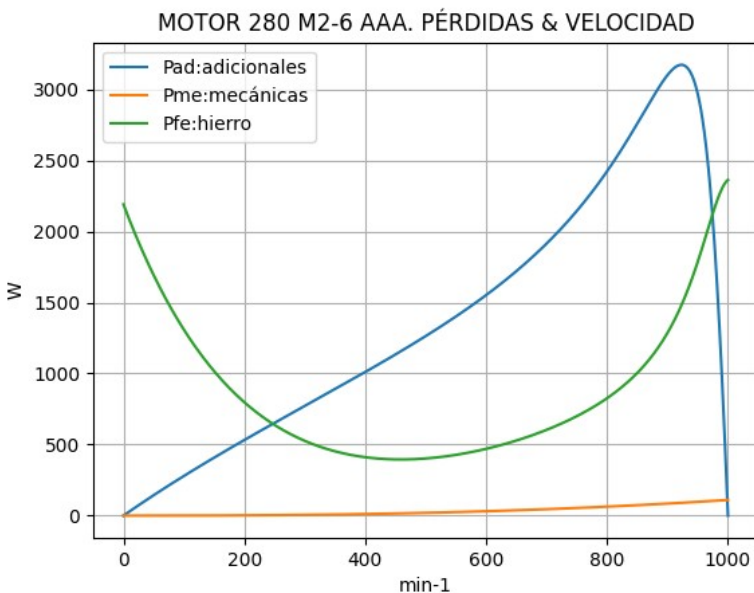


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ desciende hasta cerca de 550 min^{-1} y luego asciende hasta cerca de 950 min^{-1}
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 900 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 4-9-280. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	2190
50	144	0	1692
100	279	0	1308
150	408	1	1016
200	532	2	798
250	653	3	638
300	772	5	526
350	891	8	453
400	1011	11	411
450	1134	15	396
500	1264	19	402
550	1402	25	428
600	1552	31	470
650	1721	38	528
700	1915	45	604
750	2145	54	700
800	2423	63	826
850	2759	73	1004
900	3101	85	1286
950	2968	97	1786
1000	0	110	2362

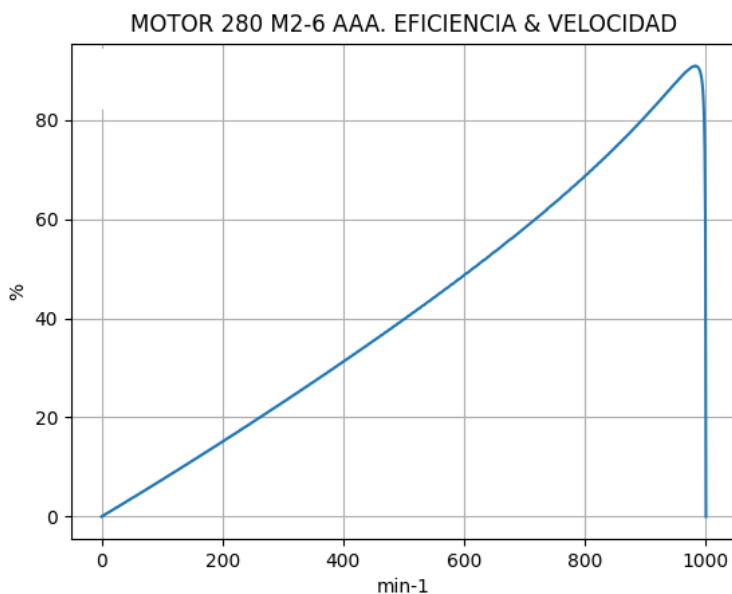


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 900 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 450 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 4-10-280. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff (%)
0	0.0
50	3.7
100	7.4
150	11.2
200	15.1
250	19.0
300	23.0
350	27.1
400	31.2
450	35.5
500	39.8
550	44.2
600	48.7
650	53.4
700	58.2
750	63.3
800	68.7
850	74.5
900	80.7
950	87.5
1000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 950 min^{-1} y luego decrece con mayor pendiente

Fig. 4-11-280. Curva de eficiencia

4-25. Motor asincrónico trifásico 315 M2-6. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/Nº	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	315 M2-6	110.0	380	T	50	6	990	90.8	0.86	216.0	5.64	1.8	2.5	B 44	Motor normal	

Tabla 4-1-315M26. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.026	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	16.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.034	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	25.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	72.7	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	1000.0	-	-	4960	-	76.0	0.1
Arranque	-	-	380	0.0	1909.9	-	-	-	1218.2	-
Carga 75%	-	-	386	995.0	798.5	91.9	90480	83158	168.0	0.81
Carga 50%	-	-	390	995.0	529.3	89.5	61560	55123	127.0	0.72
Temperat. carcasa	-	65.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4-2-315M26. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.161	0.515	0.027	0.257	inf	inf	0.134	0.257	0.0	0.0	-
Nominal1	990	2.447	1.810	0.027	0.905	inf	inf	0.024	0.905	0.0	0.0	-
Vacio	1000	0.865	8.607	0.027	0.912	0.819	7.699	0.000	0.912	43.9	76.0	-84.4
Nominal2	990	2.617	1.553	0.027	0.905	0.819	7.304	0.028	-0.360	45.4	78.5	-100.3

Tabla 4-3-315M26 . Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 3.0, Cad = 3.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	1909.9	0.0	239879	0	0	0	0	239879	0.0	-	204.5	-10.2	704.2	-72.6	704.2	1218.2	-72.6
Nominal1	990	1061.6	96.0	114422	110000	1100	937	0	2385	299.1	-36.5	322.6	-16.0	124.9	-36.5	124.9	216.0	-36.5
Vacio	1000	0.0	0.0	5037	0	0	144	4737	155	340.0	-0.5	340.0	-0.5	0.1	-0.5	43.9	76.0	-84.3
Nominal2	990	1061.6	91.0	120895	110000	3300	141	5055	2400	323.2	-9.4	333.4	-16.6	117.0	-9.4	124.9	216.0	-30.7

Tabla 4-4-315M26 . Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 3.0, Cad = 3.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.149	0.503	0.027	0.257	0.819	4.631	0.134	0.257	42.2	73.1	-90.0
1	50	0.152	0.508	0.027	0.290	0.819	4.785	0.129	0.226	37.1	64.2	-93.5
2	100	0.155	0.513	0.027	0.323	0.819	4.938	0.124	0.195	32.4	56.1	-97.8
3	150	0.158	0.517	0.027	0.356	0.819	5.092	0.118	0.164	28.3	49.0	-103.0
4	200	0.161	0.520	0.027	0.388	0.819	5.245	0.113	0.133	24.7	42.8	-109.4
5	250	0.165	0.523	0.027	0.421	0.819	5.398	0.108	0.102	21.8	37.7	-117.3
6	300	0.169	0.526	0.027	0.454	0.819	5.552	0.102	0.070	19.5	33.8	-126.8
7	350	0.173	0.529	0.027	0.486	0.819	5.705	0.097	0.039	18.0	31.2	-137.6
8	400	0.178	0.531	0.027	0.519	0.819	5.858	0.091	0.008	17.4	30.1	-149.1
9	450	0.184	0.533	0.027	0.552	0.819	6.012	0.086	-0.023	17.6	30.4	-160.2
10	500	0.190	0.534	0.027	0.585	0.819	6.165	0.081	-0.054	18.4	31.9	-170.0
11	550	0.198	0.536	0.027	0.617	0.819	6.319	0.075	-0.086	19.8	34.3	-177.9
12	600	0.207	0.537	0.027	0.650	0.819	6.472	0.070	-0.117	21.6	37.3	-183.8
13	650	0.219	0.538	0.027	0.683	0.819	6.625	0.064	-0.148	23.6	40.8	-187.8
14	700	0.234	0.539	0.027	0.715	0.819	6.779	0.059	-0.179	25.8	44.6	-190.0
15	750	0.255	0.540	0.027	0.748	0.819	6.932	0.054	-0.210	28.1	48.7	-190.4
16	800	0.285	0.542	0.027	0.781	0.819	7.086	0.048	-0.242	30.6	53.0	-188.4
17	850	0.335	0.545	0.027	0.814	0.819	7.239	0.043	-0.273	33.3	57.6	-183.0
18	900	0.433	0.554	0.027	0.846	0.819	7.392	0.038	-0.304	36.3	62.9	-171.4
19	950	0.720	0.596	0.027	0.879	0.819	7.546	0.032	-0.335	40.1	69.4	-145.6
20	1000	0.865	8.607	0.027	0.912	0.819	7.699	0.027	-0.366	43.9	76.0	-84.4

Tabla 4-5-315M26 . Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	1802.1	0.0	235303	0	0	0	4384	230919	0.0	-	198.7	-10.0	684.0	-72.4	724.4	1253.3	-73.5
1	50	1757.7	3.9	234278	9203	276	0	3378	221421	4.6	-72.3	180.0	-13.2	682.0	-72.3	716.7	1239.9	-73.3
2	100	1769.5	7.9	233962	18530	556	0	2585	212291	9.4	-72.1	162.4	-17.2	680.4	-72.1	709.8	1227.9	-73.2
3	150	1785.1	12.0	234317	28040	841	1	1969	203465	14.2	-71.8	146.0	-22.2	679.1	-71.8	703.5	1217.0	-73.0
4	200	1804.7	16.1	235321	37797	1134	3	1504	194884	19.1	-71.5	131.4	-28.3	678.0	-71.5	697.7	1207.1	-72.8
5	250	1828.5	20.2	236971	47870	1436	5	1166	186494	24.3	-71.2	119.0	-35.9	677.2	-71.2	692.5	1197.9	-72.5
6	300	1857.0	24.4	239283	58341	1750	7	937	178249	29.6	-70.9	109.6	-45.2	676.4	-70.9	687.6	1189.5	-72.2
7	350	1890.8	28.6	242293	69302	2079	10	800	170101	35.2	-70.5	104.0	-55.7	675.8	-70.5	683.0	1181.6	-71.9
8	400	1930.6	32.9	246061	80871	2426	15	744	162005	41.1	-70.0	103.0	-67.0	675.1	-70.0	678.6	1174.0	-71.5
9	450	1977.6	37.2	250681	93192	2796	20	758	153915	47.5	-69.5	106.6	-77.9	674.3	-69.5	674.4	1166.6	-71.0
10	500	2033.1	41.5	256286	106454	3194	25	834	145779	54.3	-68.9	114.6	-87.5	673.3	-68.9	670.0	1159.2	-70.4
11	550	2099.3	46.0	263071	120910	3627	32	964	137537	61.8	-68.1	126.2	-95.2	671.9	-68.1	665.5	1151.3	-69.7
12	600	2178.9	50.5	271309	136906	4107	40	1143	129112	70.2	-67.2	140.7	-101.0	669.8	-67.2	660.4	1142.5	-68.9
13	650	2276.1	55.1	281394	154932	4648	49	1368	120398	79.8	-66.1	157.5	-104.9	666.5	-66.1	654.4	1132.2	-67.8
14	700	2396.8	59.8	293894	175697	5271	59	1635	111232	91.2	-64.7	176.2	-106.9	661.5	-64.7	646.8	1119.0	-66.5
15	750	2549.5	64.7	309608	200240	6007	70	1945	101344	105.3	-62.7	196.5	-107.1	653.2	-62.7	636.4	1101.0	-64.7
16	800	2745.8	69.8	329553	230035	6901	83	2304	90231	123.6	-60.0	218.4	-105.0	639.2	-60.0	620.6	1073.7	-62.2
17	850	2995.8	75.3	354323	266659	8000	96	2724	76844	149.3	-55.9	242.6	-99.5	613.3	-55.9	593.8	1027.3	-58.4
18	900	3266.4	81.2	379168	307853	9236	111	3243	58726	189.1	-48.8	270.3	-87.7	559.1	-48.8	540.4	934.8	-52.0
19	950	3150.0	87.7	357143	313373	9401	127	3954	30288	256.6	-34.3	304.5	-61.8	419.4	-34.3	406.6	703.4	-39.6
20	1000	0.0	0.0	5037	0	0	144	4737	155	340.0	-0.5	340.0	-0.5	0.1	-0.5	43.9	76.0	-84.3

Tabla 4-6-315M26 . Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	1749.7	0.1	235275	183	5	0	4361	230725	0.1	-72.4	198.3	-10.1	684.0	-72.4	724.3	1253.0	-73.4
Máximo	923	3328.7	84.1	382439	321742	9652	118	3538	47388	215.7	-43.5	284.9	-78.4	512.4	-43.5	495.3	856.9	-47.4

Tabla 4-7-315M26 . Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	984.0	1642.1	91.7	184506.0	169208.0	5076.0	138.0	4548.0	5535.0	319.5	-14.4	331.1	-25.7	182.0	-14.4	183.2	316.9	-27.9
125 %	987.6	1329.5	91.7	149950.8	137500.0	4124.9	140.0	4602.1	3584.2	325.3	-11.5	333.5	-20.5	145.2	-11.5	149.5	258.6	-28.4
100 %	990.4	1060.6	91.3	120384.1	110000.4	3299.9	141.0	4640.1	2303.2	329.5	-9.2	335.2	-16.3	114.8	-9.2	122.0	211.1	-30.1
75 %	993.0	793.4	90.5	91135.7	82500.0	2474.8	142.0	4672.9	1345.9	333.0	-6.9	336.8	-12.2	85.2	-6.9	96.3	166.6	-33.9
50 %	995.4	527.7	88.4	62185.3	55000.1	1649.9	142.4	4699.4	693.5	335.9	-4.7	338.0	-8.2	56.4	-4.7	72.9	126.3	-41.7
25 %	997.8	263.2	81.8	33489.7	27500.5	825.2	143.0	4720.8	300.9	338.2	-2.6	339.1	-4.3	28.1	-2.6	54.0	93.3	-57.1
Eff máx	986.0	1472.0	91.7	165667.0	151986.0	4560.0	139.0	4579.0	4403.0	322.8	-12.8	332.5	-22.8	161.8	-12.8	164.6	284.7	-28.0

Tabla 4-8-315M26 . Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque							
Valores ingresados	0.0	1909.9	0.0	-	0.0	1218.2	-
Valores calculados	0.0	1802.1	0.0	235303.0	0.0	1253.3	-73.5
Diferencias (%)	-	5.6	-	-	-	-2.9	-
Mto Máximo							
Valores ingresados	-	2652.6	-	-	-	-	-
Valores calculados	923.0	3328.7	84.1	382439.0	321742.0	856.9	-47.4
Diferencias (%)	-	-25.5	-	-	-	-	-
Nominal							
Valores ingresados	990.0	1061.0	90.8	122118.6	110000.0	216.0	-30.7
Valores calculados	990.4	1060.6	91.3	120384.1	110000.4	211.1	-30.1
Diferencias (%)	-0.0	0.0	-0.6	1.4	-0.0	2.3	1.9
75% carga							
Valores ingresados	995.0	798.5	91.9	90480.0	83158.0	168.0	-35.9
Valores calculados	993.0	793.4	90.5	91135.7	82500.0	166.6	-33.9
Diferencias (%)	0.2	0.6	1.5	-0.7	0.8	0.8	5.6

Tabla 4-9-315M26 . Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	995.0	529.3	89.5	61560.0	55123.0	127.0	-43.9
Valores calculados	995.4	527.7	88.4	62185.3	55000.1	126.3	-41.7
Diferencias (%)	-0.0	0.3	1.2	-1.0	0.2	0.6	5.1
Vacío							
Valores ingresados	1000.0	0.0	0.0	4960.0	0.0	76.0	-84.3
Valores calculados	1000.0	0.0	0.0	5037.0	0.0	76.0	-84.3
Diferencias (%)	-	-	-	-1.6	-	0.0	-0.0

Tabla 4-9-315M26 . Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	495.0	Paso de bobinas en ranuras	10/12	Corriente por kW (A/kW)	1.96
Altura corona estator (mm)	34.5	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	3.1
Diámetro interior estator (mm)	340.0	Factor de arrollamiento	0.958	Corriente barra rotor (A)	538.3
Altura corona rotor (mm)	75.4	Espiras por bobina (prom)	7.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	4.7
Diámetro eje rotor (mm)	120.0	Espiras por bobina (real)	7/7	Corriente anillo rotor (A)	1599.2
Longitud paquete de chapas (mm)	420.0	Número de alambres 1	10	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	4.6
Número ranuras estator	72.0	Diámetro alambre 1 (mm)	1.6	Flujo por polo (wb)	0.0375
Sección ranura estator (mm2)	324.0	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.79
Número ranuras rotor	56.0	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.44
Sección ranura rotor (mm2)	115.7	Conexión bobinado (vías)	2	Dens. flujo corona rotor (T)	0.46
Espesor anillo rotor (mm)	10.0	Peso total cobre (kg)	63.0	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.004
Sección anillo rotor(mm2)	346.0	Relleno ranura(%)	43.4	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	2582407
Longitud entrehierro (mm)	0.7				

Tabla 4-10-315M26 . Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0103	0.1655	0.313	2.982	0.0512	0.1655	0.0103	0.5827	0.313	4.7032	0.0107	-0.2318	0.0103	0.5873	0.313	4.9575	0.0	0.5873

Tabla 4-11-315M26 . Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	30.3	1.3	46.4	22.0
Eff. Máx	33.3	1.0	33.5	32.2

Tabla 4-12-315. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

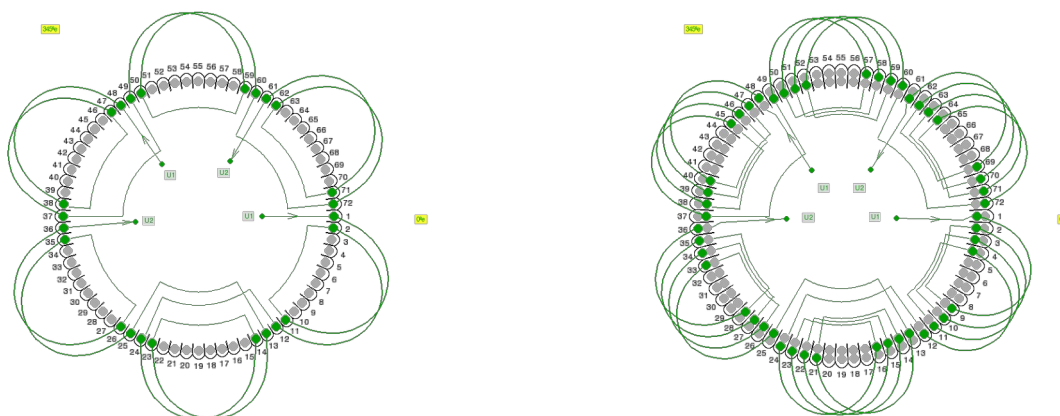
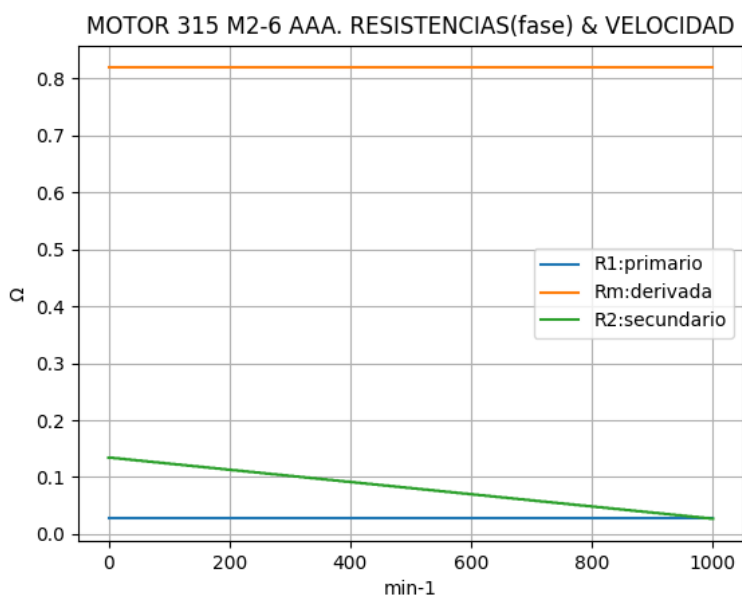


Fig. 4-1-315M26 . Esquema de arrollamiento de 72 ranuras, 6 polos, paso 1-11, 2 vías, ka = 0.958

Fig. 4-2-315M26 . Esquema de arrollamiento de 72 ranuras, 6 polos, paso 1-9, 2 vías, ka = 0.829

4-26. Motor asincrónico trifásico 315 M2-6. Curvas características

$n_x(\text{min}^{-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	0.149	0.027	0.819	0.134
50	0.152	0.027	0.819	0.129
100	0.155	0.027	0.819	0.124
150	0.158	0.027	0.819	0.118
200	0.161	0.027	0.819	0.113
250	0.165	0.027	0.819	0.108
300	0.169	0.027	0.819	0.102
350	0.173	0.027	0.819	0.097
400	0.178	0.027	0.819	0.091
450	0.184	0.027	0.819	0.086
500	0.190	0.027	0.819	0.081
550	0.198	0.027	0.819	0.075
600	0.207	0.027	0.819	0.070
650	0.219	0.027	0.819	0.064
700	0.234	0.027	0.819	0.059
750	0.255	0.027	0.819	0.054
800	0.285	0.027	0.819	0.048
850	0.335	0.027	0.819	0.043
900	0.433	0.027	0.819	0.038
950	0.720	0.027	0.819	0.032
1000	0.865	0.027	0.819	0.027

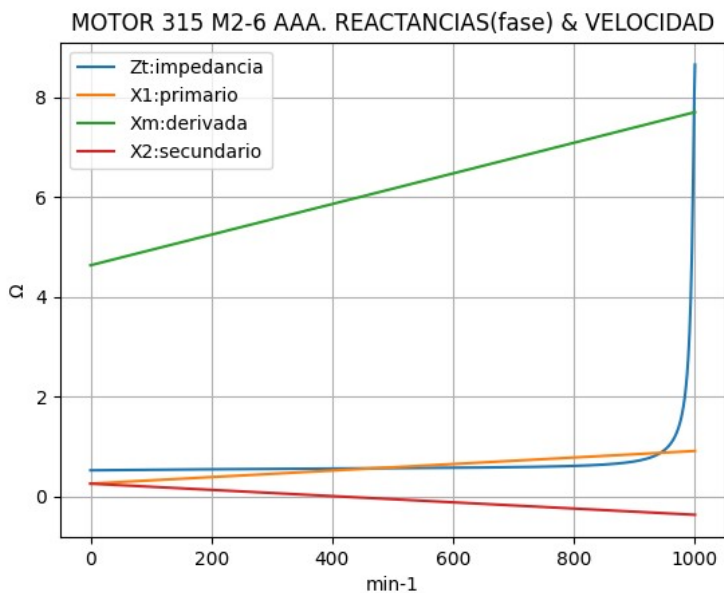


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 4-3-315M26. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min}^{-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	0.525	0.503	0.257	4.631	0.257
50	0.530	0.508	0.290	4.785	0.226
100	0.535	0.513	0.323	4.938	0.195
150	0.540	0.517	0.356	5.092	0.164
200	0.545	0.520	0.388	5.245	0.133
250	0.549	0.523	0.421	5.398	0.102
300	0.553	0.526	0.454	5.552	0.070
350	0.556	0.529	0.486	5.705	0.039
400	0.560	0.531	0.519	5.858	0.008
450	0.563	0.533	0.552	6.012	-0.023
500	0.567	0.534	0.585	6.165	-0.054
550	0.571	0.536	0.617	6.319	-0.086
600	0.575	0.537	0.650	6.472	-0.117
650	0.581	0.538	0.683	6.625	-0.148
700	0.587	0.539	0.715	6.779	-0.179
750	0.597	0.540	0.748	6.932	-0.210
800	0.612	0.542	0.781	7.086	-0.242
850	0.640	0.545	0.814	7.239	-0.273
900	0.703	0.554	0.846	7.392	-0.304
950	0.935	0.596	0.879	7.546	-0.335
1000	8.650	8.607	0.912	7.699	-0.366



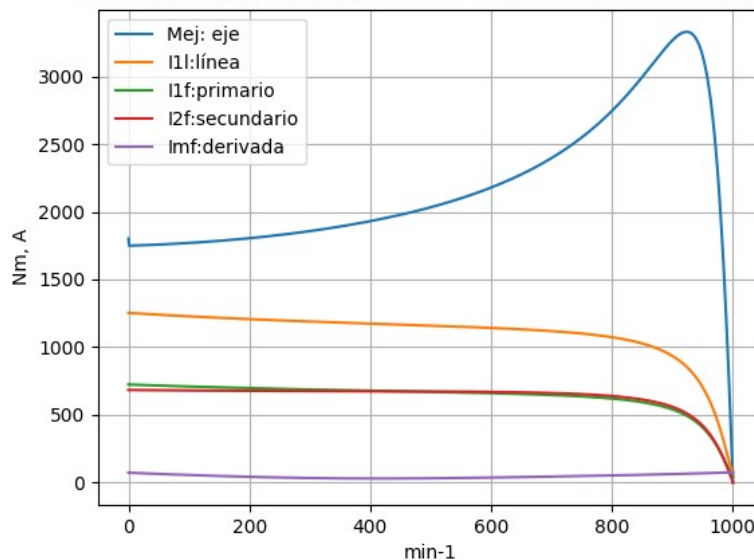
Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ es positiva hasta cerca de 400 min^{-1} y luego negativa

Fig. 4-4-315M26. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	1802.1	684.0	724.4	1253.3	42.2
50	1757.7	682.0	716.7	1239.9	37.1
100	1769.5	680.4	709.8	1227.9	32.4
150	1785.1	679.1	703.5	1217.0	28.3
200	1804.7	678.0	697.7	1207.1	24.7
250	1828.5	677.2	692.5	1197.9	21.8
300	1857.0	676.4	687.6	1189.5	19.5
350	1890.8	675.8	683.0	1181.6	18.0
400	1930.6	675.1	678.6	1174.0	17.4
450	1977.6	674.3	674.4	1166.6	17.6
500	2033.1	673.3	670.0	1159.2	18.4
550	2099.3	671.9	665.5	1151.3	19.8
600	2178.9	669.8	660.4	1142.5	21.6
650	2276.1	666.5	654.4	1132.2	23.6
700	2396.8	661.5	646.8	1119.0	25.8
750	2549.5	653.2	636.4	1101.0	28.1
800	2745.8	639.2	620.6	1073.7	30.6
850	2995.8	613.3	593.8	1027.3	33.3
900	3266.4	559.1	540.4	934.8	36.3
950	3150.0	419.4	406.6	703.4	40.1
1000	0.0	0.1	43.9	76.0	43.9

MOTOR 315 M2-6 AAA. MOMENTO-CORRIENTES & VELOCIDAD



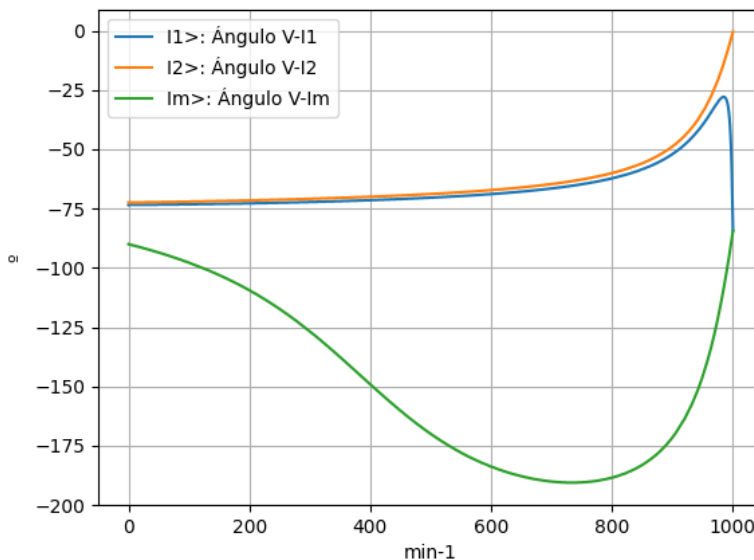
Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 900 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f entre aproximadamente 500 y 950 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación e inicia una depresión cerca de 400 min⁻¹

Fig. 4-5-315M26. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-72.4	-73.5	-90.0
50	-72.3	-73.3	-93.5
100	-72.1	-73.2	-97.8
150	-71.8	-73.0	-103.0
200	-71.5	-72.8	-109.4
250	-71.2	-72.5	-117.3
300	-70.9	-72.2	-126.8
350	-70.5	-71.9	-137.6
400	-70.0	-71.5	-149.1
450	-69.5	-71.0	-160.2
500	-68.9	-70.4	-170.0
550	-68.1	-69.7	-177.9
600	-67.2	-68.9	-183.8
650	-66.1	-67.8	-187.8
700	-64.7	-66.5	-190.0
750	-62.7	-64.7	-190.4
800	-60.0	-62.2	-188.4
850	-55.9	-58.4	-183.0
900	-48.8	-52.0	-171.4
950	-34.3	-39.6	-145.6
1000	-0.5	-84.3	-84.4

MOTOR 315 M2-6 AAA. ÁNGULOS DE CORRIENTES & VELOCIDAD

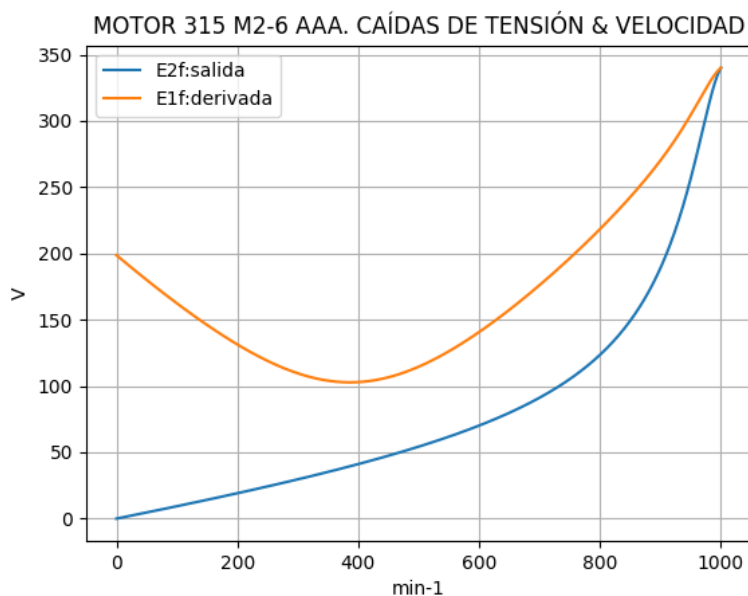


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 950 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente, con cambio de pendiente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 750 min⁻¹

Fig. 4-6-315M26. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	198.7
50	4.6	180.0
100	9.4	162.4
150	14.2	146.0
200	19.1	131.4
250	24.3	119.0
300	29.6	109.6
350	35.2	104.0
400	41.1	103.0
450	47.5	106.6
500	54.3	114.6
550	61.8	126.2
600	70.2	140.7
650	79.8	157.5
700	91.2	176.2
750	105.3	196.5
800	123.6	218.4
850	149.3	242.6
900	189.1	270.3
950	256.6	304.5
1000	340.0	340.0

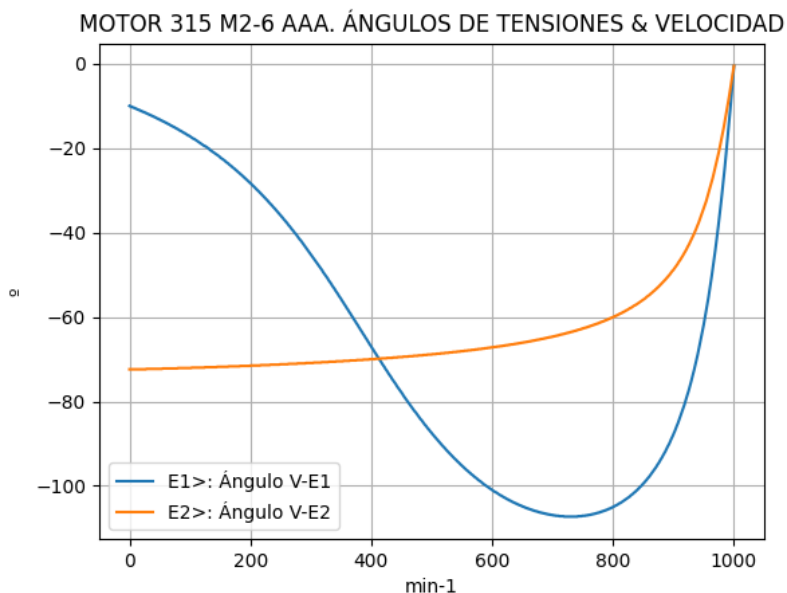


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 400 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente, con cambio de pendiente

Fig. 4-7-315M26. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-10.0
50	-72.3	-13.2
100	-72.1	-17.2
150	-71.8	-22.2
200	-71.5	-28.3
250	-71.2	-35.9
300	-70.9	-45.2
350	-70.5	-55.7
400	-70.0	-67.0
450	-69.5	-77.9
500	-68.9	-87.5
550	-68.1	-95.2
600	-67.2	-101.0
650	-66.1	-104.9
700	-64.7	-106.9
750	-62.7	-107.1
800	-60.0	-105.0
850	-55.9	-99.5
900	-48.8	-87.7
950	-34.3	-61.8
1000	-0.5	-0.5

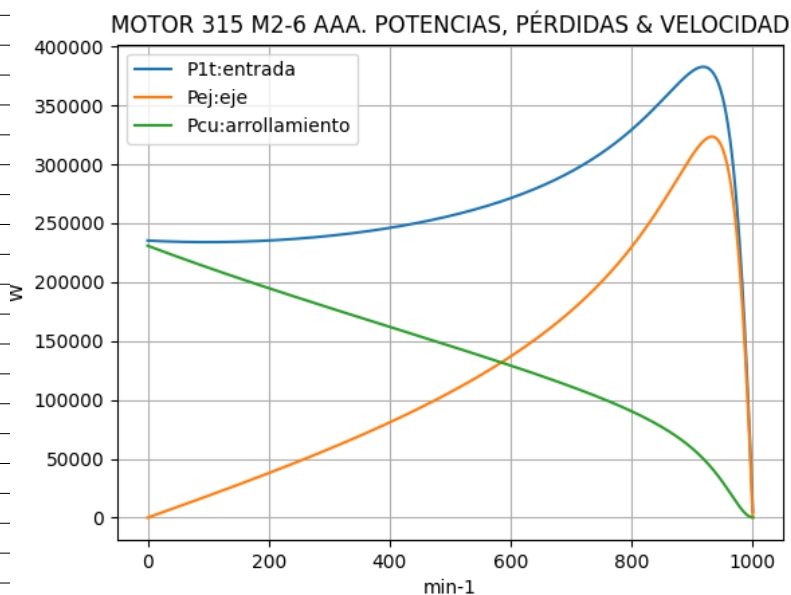


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 800 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 4-8-315M26. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	235303	0	230919
50	234278	9203	221421
100	233962	18530	212291
150	234317	28040	203465
200	235321	37797	194884
250	236971	47870	186494
300	239283	58341	178249
350	242293	69302	170101
400	246061	80871	162005
450	250681	93192	153915
500	256286	106454	145779
550	263071	120910	137537
600	271309	136906	129112
650	281394	154932	120398
700	293894	175697	111232
750	309608	200240	101344
800	329553	230035	90231
850	354323	266659	76844
900	379168	307853	58726
950	357143	313373	30288
1000	5037	0	155

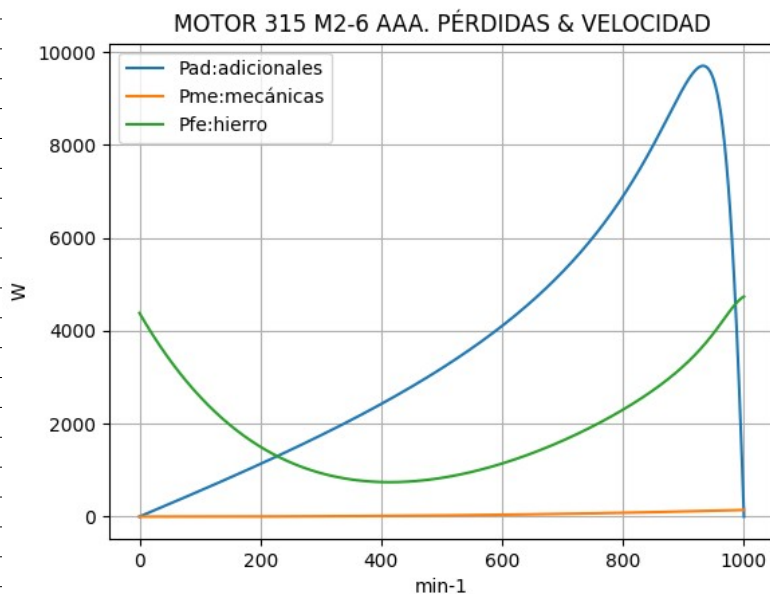


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ crece hasta cerca de 900 min^{-1} y luego cae con mayor pendiente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 950 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 4-9-315M26. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	4384
50	276	0	3378
100	556	0	2585
150	841	1	1969
200	1134	3	1504
250	1436	5	1166
300	1750	7	937
350	2079	10	800
400	2426	15	744
450	2796	20	758
500	3194	25	834
550	3627	32	964
600	4107	40	1143
650	4648	49	1368
700	5271	59	1635
750	6007	70	1945
800	6901	83	2304
850	8000	96	2724
900	9236	111	3243
950	9401	127	3954
1000	0	144	4737

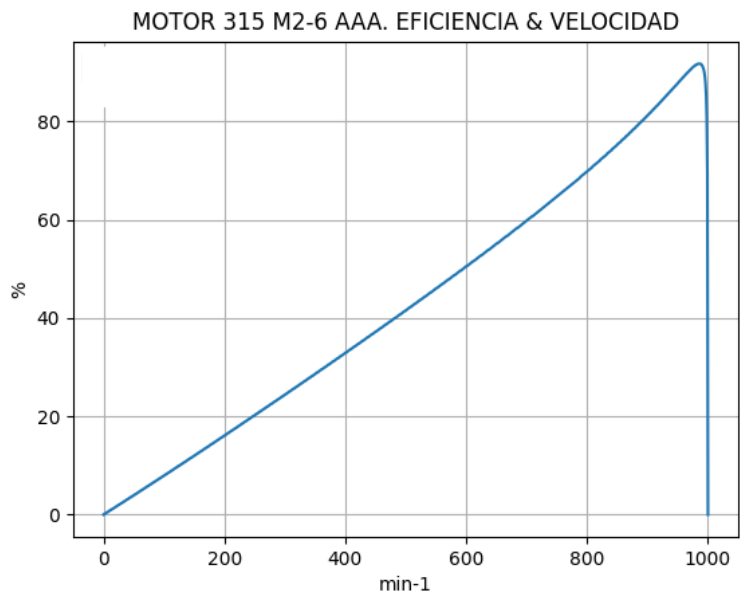


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 950 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 400 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 4-10-315M26. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min}^{-1})$	Eff (%)
0	0.0
50	3.9
100	7.9
150	12.0
200	16.1
250	20.2
300	24.4
350	28.6
400	32.9
450	37.2
500	41.5
550	46.0
600	50.5
650	55.1
700	59.8
750	64.7
800	69.8
850	75.3
900	81.2
950	87.7
1000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 950 min^{-1} y luego decrece

Fig. 4-11-315M26. Curva de eficiencia

4-27. Motor asincrónico trifásico 315 M3-6. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	315 M3-6	132.0	380	T	50	6	990	88.9	0.84	269.0	5.77	1.95	2.5	F 44	Motor normal	

Tabla 4-1-315M36. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	26.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.027	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	30.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	80.4	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	1000.0	-	-	5760	-	107.0	0.08
Arranque	-	-	380	0.0	2482.8	-	-	-	1552.1	-
Carga 75%	-	-	380	990.0	956.8	87.9	112800	99144	213.0	0.81
Carga 50%	-	-	380	995.0	634.6	88.1	75040	66089	173.0	0.66
Temperat. carcasa	-	73.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4-2-315M36. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.128	0.404	0.02	0.202	inf	inf	0.108	0.202	0.0	0.0	-
Nominal1	990	1.892	1.547	0.02	0.773	inf	inf	0.019	0.773	0.0	0.0	-
Vacío	1000	0.492	6.124	0.02	0.779	0.462	5.347	0.000	0.779	61.8	107.0	-85.5
Nominal2	990	2.053	1.326	0.02	0.773	0.462	5.073	0.022	-0.357	64.3	111.2	-102.5

Tabla 4-3-315M36. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 2.5, Cad = 6.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	2482.8	0.0	309074	0	0	0	0	309074	0.0	-	205.3	-10.5	897.2	-72.4	897.2	1552.1	-72.4
Nominal1	990	1273.9	96.0	137229	132000	1320	1078	0	2832	288.1	-39.3	314.9	-16.8	155.5	-39.3	155.5	269.0	-39.3
Vacío	1000	0.0	0.0	5673	0	0	138	5302	233	331.9	-0.5	331.9	-0.4	0.1	-0.5	61.8	107.0	-85.4
Nominal2	990	1273.9	88.8	148674	132000	7920	135	5731	2889	319.6	-8.5	327.5	-17.7	146.1	-8.5	155.5	269.0	-32.9

Tabla 4-4-315M36. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 2.5, Cad = 6.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.117	0.394	0.02	0.202	0.462	3.307	0.108	0.202	59.5	103.0	-92.3
1	50	0.120	0.398	0.02	0.231	0.462	3.409	0.103	0.174	51.7	89.4	-96.3
2	100	0.122	0.401	0.02	0.260	0.462	3.511	0.099	0.145	44.6	77.2	-101.3
3	150	0.125	0.404	0.02	0.288	0.462	3.613	0.095	0.117	38.5	66.6	-107.6
4	200	0.128	0.407	0.02	0.317	0.462	3.715	0.090	0.089	33.3	57.6	-115.7
5	250	0.131	0.409	0.02	0.346	0.462	3.817	0.086	0.061	29.3	50.7	-125.8
6	300	0.135	0.411	0.02	0.375	0.462	3.919	0.082	0.033	26.7	46.2	-137.9
7	350	0.139	0.412	0.02	0.404	0.462	4.021	0.077	0.004	25.6	44.3	-151.1
8	400	0.143	0.413	0.02	0.433	0.462	4.123	0.073	-0.024	26.1	45.1	-163.8
9	450	0.148	0.413	0.02	0.462	0.462	4.225	0.069	-0.052	27.8	48.1	-174.9
10	500	0.154	0.413	0.02	0.491	0.462	4.327	0.064	-0.080	30.5	52.8	-183.6
11	550	0.160	0.413	0.02	0.519	0.462	4.429	0.060	-0.108	33.8	58.5	-190.0
12	600	0.168	0.413	0.02	0.548	0.462	4.531	0.056	-0.137	37.5	64.9	-194.4
13	650	0.178	0.413	0.02	0.577	0.462	4.633	0.051	-0.165	41.4	71.7	-197.1
14	700	0.191	0.412	0.02	0.606	0.462	4.735	0.047	-0.193	45.4	78.6	-198.2
15	750	0.208	0.412	0.02	0.635	0.462	4.837	0.043	-0.221	49.5	85.6	-197.6
16	800	0.234	0.414	0.02	0.664	0.462	4.939	0.039	-0.249	53.4	92.4	-194.8
17	850	0.275	0.414	0.02	0.693	0.462	5.041	0.034	-0.278	57.1	98.8	-188.7
18	900	0.356	0.421	0.02	0.721	0.462	5.143	0.030	-0.306	60.2	104.2	-176.5
19	950	0.593	0.459	0.02	0.750	0.462	5.245	0.026	-0.334	61.8	107.0	-149.7
20	1000	0.492	6.124	0.02	0.779	0.462	5.347	0.021	-0.362	61.8	107.0	-85.5

Tabla 4-5-315M36. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	2329.0	0.0	300982	0	0	0	4915	296067	0.0	-	198.8	-10.2	869.0	-72.2	925.1	1600.4	-73.4
1	50	2212.6	3.9	300334	11585	695	0	3702	284351	4.7	-71.9	177.8	-14.0	867.5	-71.9	914.8	1582.7	-73.3
2	100	2234.0	7.8	300772	23394	1404	0	2763	273210	9.5	-71.7	158.1	-18.8	866.8	-71.7	905.8	1567.1	-73.1
3	150	2261.4	11.8	302240	35522	2131	1	2053	262532	14.5	-71.4	140.2	-24.9	866.6	-71.4	897.9	1553.4	-72.8
4	200	2295.0	15.8	304708	48067	2884	2	1539	252215	19.6	-71.0	124.7	-32.8	867.0	-71.0	891.0	1541.4	-72.5
5	250	2335.3	19.8	308171	61138	3668	4	1191	242169	24.9	-70.7	112.7	-42.7	867.8	-70.7	884.9	1530.8	-72.2
6	300	2382.7	23.9	312653	74855	4491	7	988	232311	30.4	-70.2	105.4	-54.6	869.0	-70.2	879.4	1521.4	-71.8
7	350	2438.0	28.1	318202	89359	5362	10	911	222560	36.3	-69.7	103.7	-67.6	870.3	-69.7	874.6	1513.0	-71.4
8	400	2502.3	32.3	324901	104818	6289	14	943	212837	42.5	-69.2	108.2	-80.2	871.8	-69.2	870.1	1505.3	-70.9
9	450	2577.0	36.5	332877	121437	7286	19	1074	203061	49.1	-68.5	118.3	-91.1	873.3	-68.5	865.9	1498.0	-70.3
10	500	2663.9	40.7	342306	139481	8369	24	1291	193140	56.4	-67.8	132.8	-99.7	874.5	-67.8	861.7	1490.7	-69.6
11	550	2765.7	45.1	353436	159291	9557	31	1586	182971	64.3	-66.9	150.6	-106.0	875.2	-66.9	857.2	1482.9	-68.8
12	600	2885.9	49.5	366612	181324	10879	39	1951	172419	73.2	-65.9	170.9	-110.3	874.9	-65.9	852.0	1474.0	-67.8
13	650	3029.4	53.9	382309	206204	12372	47	2379	161306	83.5	-64.6	192.9	-112.8	873.0	-64.6	845.5	1462.8	-66.6
14	700	3203.1	58.5	401169	234796	14088	57	2863	149365	95.6	-62.9	216.2	-113.8	868.3	-62.9	836.7	1447.4	-65.1
15	750	3415.9	63.3	424002	268282	16097	67	3393	136162	110.4	-60.8	240.4	-113.0	858.9	-60.8	823.5	1424.7	-63.2
16	800	3677.8	68.2	451552	308109	18487	79	3955	120922	129.5	-57.8	264.9	-110.2	840.6	-57.8	802.4	1388.2	-60.4
17	850	3988.4	73.5	483042	355020	21301	92	4522	102107	155.9	-53.4	289.1	-104.0	804.6	-53.4	765.0	1323.5	-56.4
18	900	4268.9	79.2	507991	402332	24140	106	5028	76385	195.5	-45.9	310.9	-91.6	727.2	-45.9	689.5	1192.9	-49.7
19	950	3926.9	85.5	457003	390665	23440	122	5303	37474	258.9	-31.6	325.6	-64.7	533.2	-31.6	507.0	877.1	-37.8
20	1000	0.0	0.0	5673	0	0	138	5302	233	331.9	-0.4	331.9	-0.4	0.1	-0.5	61.8	107.0	-85.4

Tabla 4-6-315M36. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	2197.4	0.1	300957	230	14	0	4888	295826	0.1	-72.2	198.4	-10.3	868.9	-72.2	924.9	1600.0	-73.4
Máximo	914	4294.0	80.9	508028	410995	24660	110	5139	67125	210.4	-42.9	316.1	-86.2	690.5	-42.9	654.6	1132.4	-47.1

Tabla 4-7-315M36. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	984.0	1944.6	89.3	224325.0	200376.0	12023.0	133.0	5269.0	6525.0	313.9	-13.0	328.8	-27.0	225.7	-13.0	224.4	388.2	-28.7
125 %	987.3	1595.9	89.4	184675.6	165000.3	9900.4	134.0	5267.0	4374.6	318.6	-10.6	329.2	-22.0	183.1	-10.6	186.6	322.8	-29.8
100 %	990.2	1273.1	89.1	148150.6	132000.0	7920.3	135.0	5267.2	2827.9	322.3	-8.5	329.5	-17.4	144.9	-8.5	153.4	265.4	-32.1
75 %	992.8	952.2	88.4	112023.7	98999.8	5940.0	135.8	5270.8	1677.5	325.4	-6.3	330.0	-13.1	107.7	-6.3	122.4	211.8	-36.6
50 %	995.3	633.2	86.5	76256.0	66000.4	3960.2	136.3	5278.3	881.8	328.0	-4.3	330.6	-8.8	71.3	-4.3	94.8	163.9	-45.2
25 %	997.7	315.9	80.5	40814.5	33000.2	1979.9	137.0	5288.5	408.9	330.1	-2.4	331.1	-4.6	35.4	-2.4	72.9	126.1	-60.7
Eff máx	986.0	1738.7	89.4	200884.0	179525.0	10772.0	133.0	5267.0	5187.0	316.8	-11.5	329.0	-24.0	200.4	-11.5	201.8	349.1	-29.2

Tabla 4-8-315M36. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	2482.8	0.0	-	0.0	1552.1	-
Valores calculados		0.0	2329.0	0.0	300982.0	0.0	1600.4	-73.4
Diferencias (%)		-	6.2	-	-	-	-3.1	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	3183.1	-	-	-	-	-
Valores calculados		914.0	4294.0	80.9	508028.0	410995.0	1132.4	-47.1
Diferencias (%)		-	-34.9	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		990.0	1273.2	88.9	148546.1	132000.0	269.0	-32.9
Valores calculados		990.2	1273.1	89.1	148150.6	132000.0	265.4	-32.1
Diferencias (%)		-0.0	0.0	-0.2	0.3	0.0	1.3	2.3
75% carga								
Valores ingresados		990.0	956.8	87.9	112800.0	99144.0	213.0	-35.9
Valores calculados		992.8	952.2	88.4	112023.7	98999.8	211.8	-36.6
Diferencias (%)		-0.3	0.5	-0.6	0.7	0.1	0.6	-1.9

Tabla 4-9-315M36. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
50% carga							
Valores ingresados	995.0	634.6	88.1	75040.0	66089.0	173.0	-48.7
Valores calculados	995.3	633.2	86.5	76256.0	66000.4	163.9	-45.2
Diferencias (%)	-0.0	0.2	1.8	-1.6	0.1	5.3	7.2
Vacío							
Valores ingresados	1000.0	0.0	0.0	5760.0	0.0	107.0	-85.4
Valores calculados	1000.0	0.0	0.0	5673.0	0.0	107.0	-85.4
Diferencias (%)	-	-	-	1.5	-	0.0	0.0

Tabla 4-9-315M36. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	495.00	Paso de bobinas en ranuras	10/12	Corriente por kW (A/kW)	2.04
Altura corona estator (mm)	34.50	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm2)	3.1
Diámetro interior estator (mm)	340.00	Factor de arrollamiento	0.958	Corriente barra rotor (A)	574.6
Altura corona rotor (mm)	75.40	Espiras por bobina (prom)	6.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm2)	5.0
Diámetro eje rotor (mm)	120.00	Espiras por bobina (real)	6/6	Corriente anillo rotor (A)	1707.1
Longitud paquete de chapas (mm)	460.00	Número de alambres 1	9	Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)	4.9
Número ranuras estator	72.00	Diámetro alambre 1 (mm)	1.6	Flujo por polo (wb)	0.043
Sección ranura estator (mm2)	324.00	Número de alambres 2	3	Densidad flujo entrehierro (T)	0.82
Número ranuras rotor	56.00	Diámetro alambre 2 (mm)	1.7	Dens. flujo corona estator (T)	1.51
Sección ranura rotor (mm2)	115.70	Conexión bobinado (vías)	2	Dens. flujo corona rotor (T)	0.48
Espesor anillo rotor (mm)	10.00	Peso total cobre (kg)	70.0	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.004
Sección anillo rotor(mm2)	346.00	Relleno ranura(%)	46.1	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	3339386
Longitud entrehierro (mm)	0.75				

Tabla 4-10-315M36. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0097	0.1523	0.225	2.494	0.0526	0.1523	0.0097	0.583	0.225	3.8258	0.0107	-0.2692	0.0097	0.5875	0.225	4.0324	0.0	0.5875

Tabla 4-11-315M36. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	47.5	0.8	34.4	17.3
Eff. Máx	50.4	0.6	24.7	24.3

Tabla 4-12-315M36. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

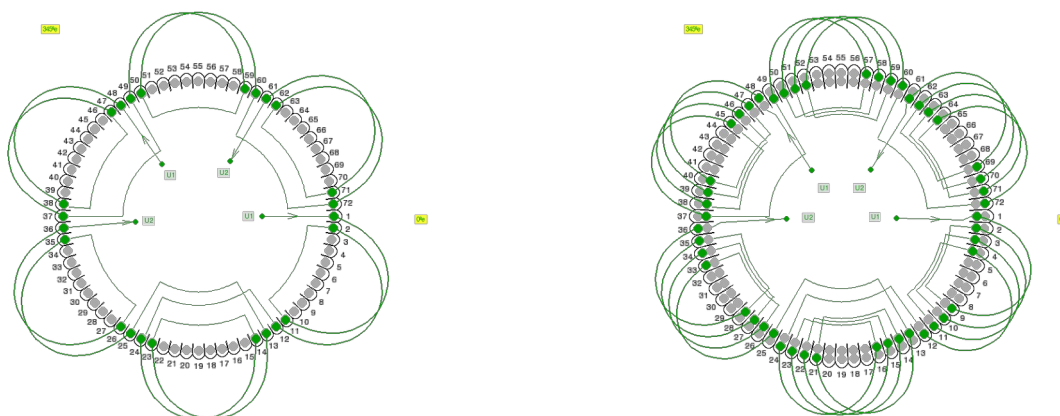
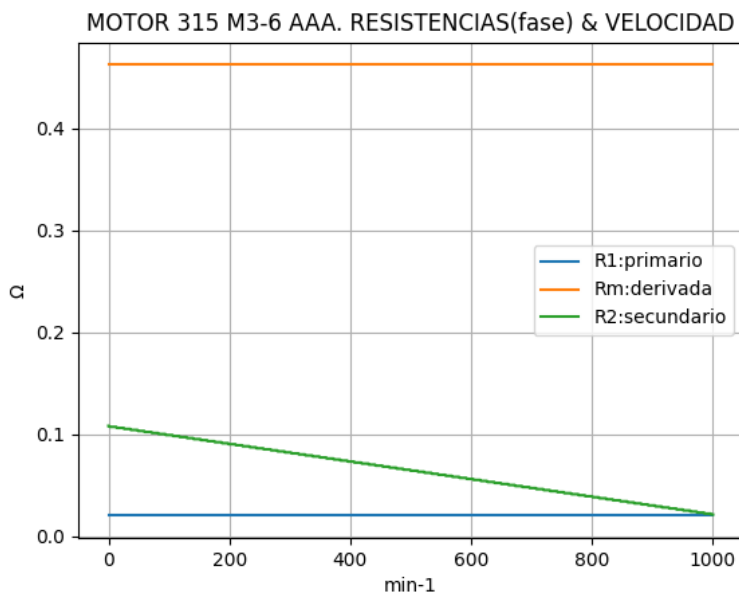


Fig. 4-1-315M36 . Esquema de arrollamiento de 72 ranuras, 6 polos, paso 1-11, 2 vías, ka = 0.958 Fig. 4-2-315M36 . Esquema de arrollamiento de 72 ranuras, 6 polos, paso 1-9, 2 vías, ka = 0.829

4-28. Motor asincrónico trifásico 315 M3-6. Curvas características

$n_x(\text{min}^{-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	0.117	0.02	0.462	0.108
50	0.120	0.02	0.462	0.103
100	0.122	0.02	0.462	0.099
150	0.125	0.02	0.462	0.095
200	0.128	0.02	0.462	0.090
250	0.131	0.02	0.462	0.086
300	0.135	0.02	0.462	0.082
350	0.139	0.02	0.462	0.077
400	0.143	0.02	0.462	0.073
450	0.148	0.02	0.462	0.069
500	0.154	0.02	0.462	0.064
550	0.160	0.02	0.462	0.060
600	0.168	0.02	0.462	0.056
650	0.178	0.02	0.462	0.051
700	0.191	0.02	0.462	0.047
750	0.208	0.02	0.462	0.043
800	0.234	0.02	0.462	0.039
850	0.275	0.02	0.462	0.034
900	0.356	0.02	0.462	0.030
950	0.593	0.02	0.462	0.026
1000	0.492	0.02	0.462	0.021

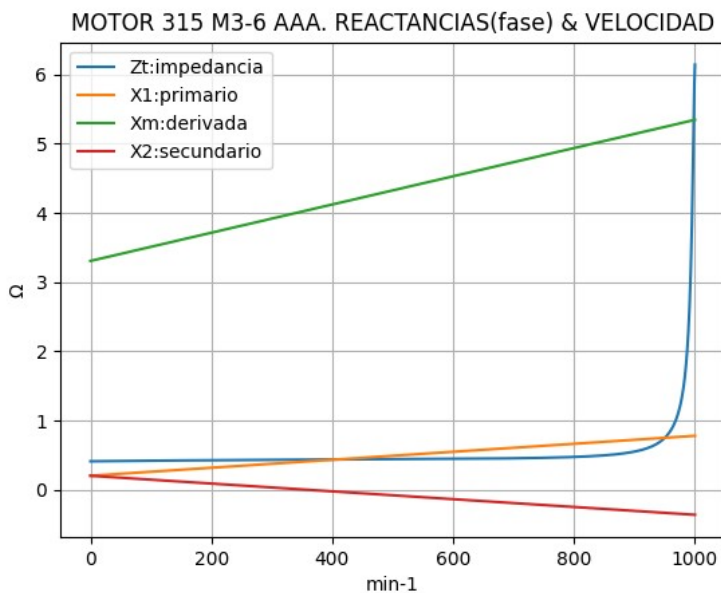


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 4-3-315M36. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min}^{-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	0.411	0.394	0.202	3.307	0.202
50	0.415	0.398	0.231	3.409	0.174
100	0.419	0.401	0.260	3.511	0.145
150	0.423	0.404	0.288	3.613	0.117
200	0.426	0.407	0.317	3.715	0.089
250	0.429	0.409	0.346	3.817	0.061
300	0.432	0.411	0.375	3.919	0.033
350	0.434	0.412	0.404	4.021	0.004
400	0.437	0.413	0.433	4.123	-0.024
450	0.439	0.413	0.462	4.225	-0.052
500	0.441	0.413	0.491	4.327	-0.080
550	0.443	0.413	0.519	4.429	-0.108
600	0.446	0.413	0.548	4.531	-0.137
650	0.449	0.413	0.577	4.633	-0.165
700	0.454	0.412	0.606	4.735	-0.193
750	0.461	0.412	0.635	4.837	-0.221
800	0.474	0.412	0.664	4.939	-0.249
850	0.497	0.414	0.693	5.041	-0.278
900	0.551	0.421	0.721	5.143	-0.306
950	0.749	0.459	0.750	5.245	-0.334
1000	6.144	6.124	0.779	5.347	-0.362



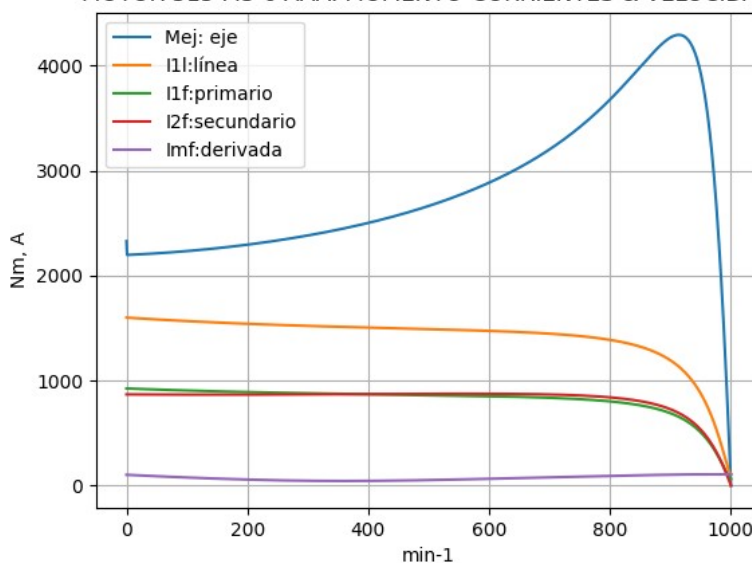
Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ es positiva hasta cerca de 350 min^{-1} y luego negativa

Fig. 4-4-315M36. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	2329.0	869.0	925.1	1600.4	59.5
50	2212.6	867.5	914.8	1582.7	51.7
100	2234.0	866.8	905.8	1567.1	44.6
150	2261.4	866.6	897.9	1553.4	38.5
200	2295.0	867.0	891.0	1541.4	33.3
250	2335.3	867.8	884.9	1530.8	29.3
300	2382.7	869.0	879.4	1521.4	26.7
350	2438.0	870.3	874.6	1513.0	25.6
400	2502.3	871.8	870.1	1505.3	26.1
450	2577.0	873.3	865.9	1498.0	27.8
500	2663.9	874.5	861.7	1490.7	30.5
550	2765.7	875.2	857.2	1482.9	33.8
600	2885.9	874.9	852.0	1474.0	37.5
650	3029.4	873.0	845.5	1462.8	41.4
700	3203.1	868.3	836.7	1447.4	45.4
750	3415.9	858.9	823.5	1424.7	49.5
800	3677.8	840.6	802.4	1388.2	53.4
850	3988.4	804.6	765.0	1323.5	57.1
900	4268.9	727.2	689.5	1192.9	60.2
950	3926.9	533.2	507.0	877.1	61.8
1000	0.0	0.1	61.8	107.0	61.8

MOTOR 315 M3-6 AAA. MOMENTO-CORRIENTES & VELOCIDAD



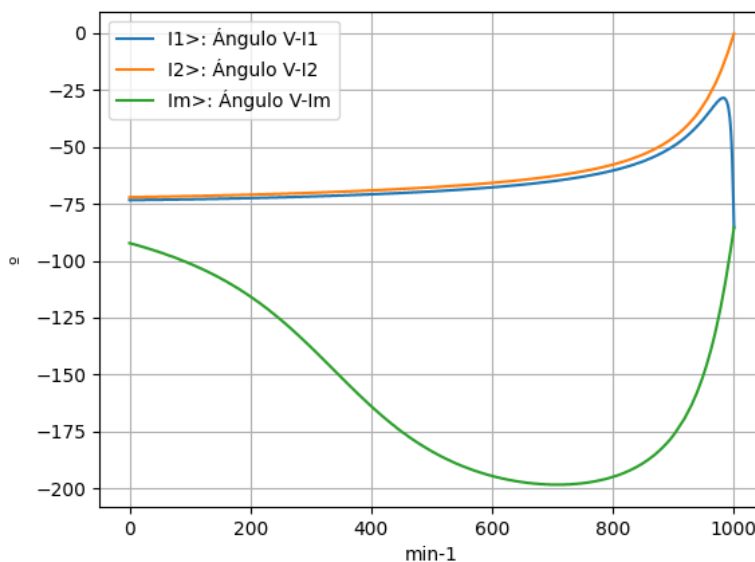
Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 900 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f entre aproximadamente 400 y 950 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 350 min⁻¹

Fig. 4-5-315M36. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-72.2	-73.4	-92.3
50	-71.9	-73.3	-96.3
100	-71.7	-73.1	-101.3
150	-71.4	-72.8	-107.6
200	-71.0	-72.5	-115.7
250	-70.7	-72.2	-125.8
300	-70.2	-71.8	-137.9
350	-69.7	-71.4	-151.1
400	-69.2	-70.9	-163.8
450	-68.5	-70.3	-174.9
500	-67.8	-69.6	-183.6
550	-66.9	-68.8	-190.0
600	-65.9	-67.8	-194.4
650	-64.6	-66.6	-197.1
700	-62.9	-65.1	-198.2
750	-60.8	-63.2	-197.6
800	-57.8	-60.4	-194.8
850	-53.4	-56.4	-188.7
900	-45.9	-49.7	-176.5
950	-31.6	-37.8	-149.7
1000	-0.5	-85.4	-85.5

MOTOR 315 M3-6 AAA. ÁNGULOS DE CORRIENTES & VELOCIDAD

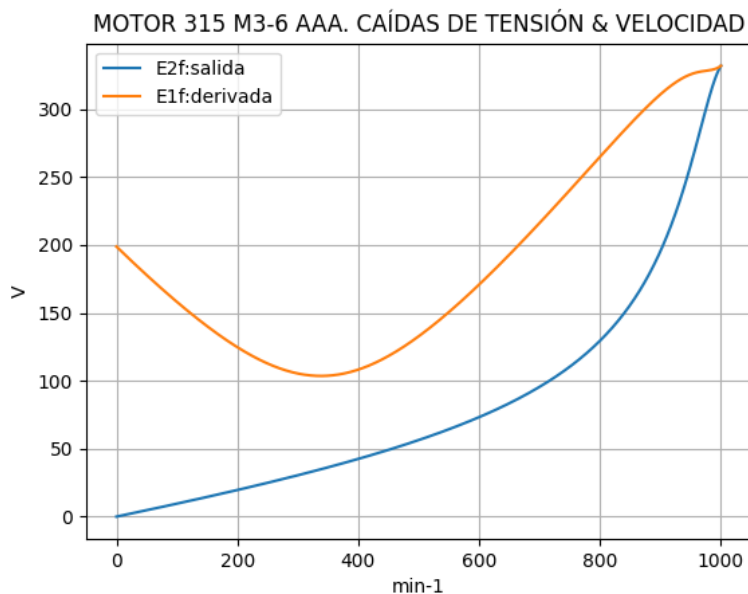


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 950 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente, con cambio de pendiente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 700 min⁻¹

Fig. 4-6-315M36. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	198.8
50	4.7	177.8
100	9.5	158.1
150	14.5	140.2
200	19.6	124.7
250	24.9	112.7
300	30.4	105.4
350	36.3	103.7
400	42.5	108.2
450	49.1	118.3
500	56.4	132.8
550	64.3	150.6
600	73.2	170.9
650	83.5	192.9
700	95.6	216.2
750	110.4	240.4
800	129.5	264.9
850	155.9	289.1
900	195.5	310.9
950	258.9	325.6
1000	331.9	331.9

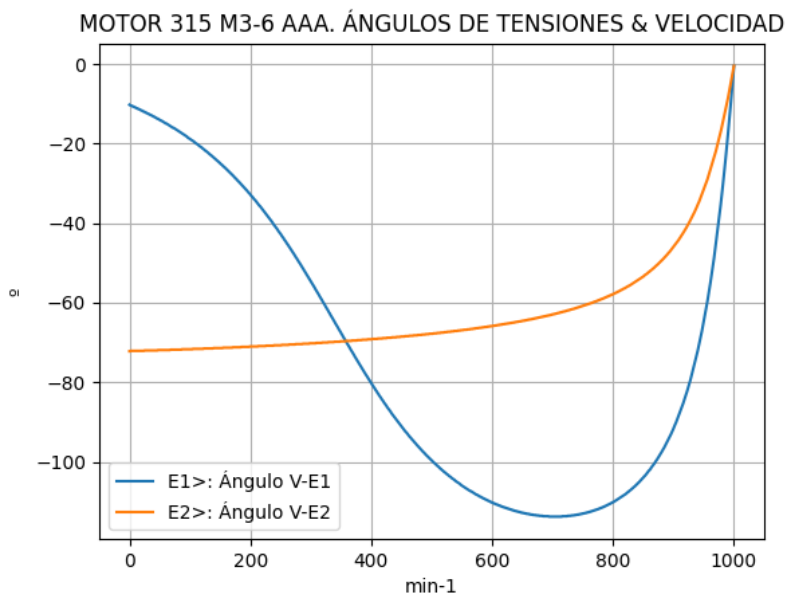


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 350 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente, con cambio de pendiente

Fig. 4-7-315M36. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-10.2
50	-71.9	-14.0
100	-71.7	-18.8
150	-71.4	-24.9
200	-71.0	-32.8
250	-70.7	-42.7
300	-70.2	-54.6
350	-69.7	-67.6
400	-69.2	-80.2
450	-68.5	-91.1
500	-67.8	-99.7
550	-66.9	-106.0
600	-65.9	-110.3
650	-64.6	-112.8
700	-62.9	-113.8
750	-60.8	-113.0
800	-57.8	-110.2
850	-53.4	-104.0
900	-45.9	-91.6
950	-31.6	-64.7
1000	-0.4	-0.4

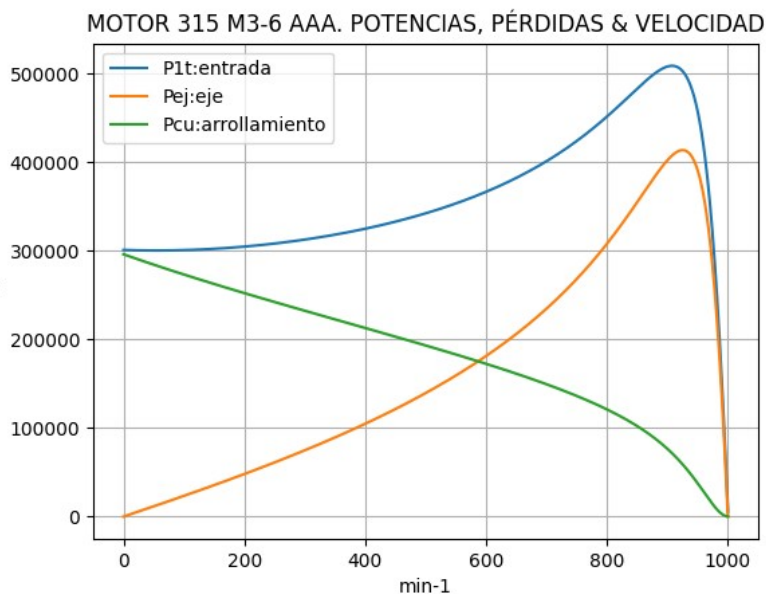


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo e inicia una máxima depresión cerca de 700 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 4-8-315M36. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	300982	0	296067
50	300334	11585	284351
100	300772	23394	273210
150	302240	35522	262532
200	304708	48067	252215
250	308171	61138	242169
300	312653	74855	232311
350	318202	89359	222560
400	324901	104818	212837
450	332877	121437	203061
500	342306	139481	193140
550	353436	159291	182971
600	366612	181324	172419
650	382309	206204	161306
700	401169	234796	149365
750	424002	268282	136162
800	451552	308109	120922
850	483042	355020	102107
900	507991	402332	76385
950	457003	390665	37474
1000	5673	0	233

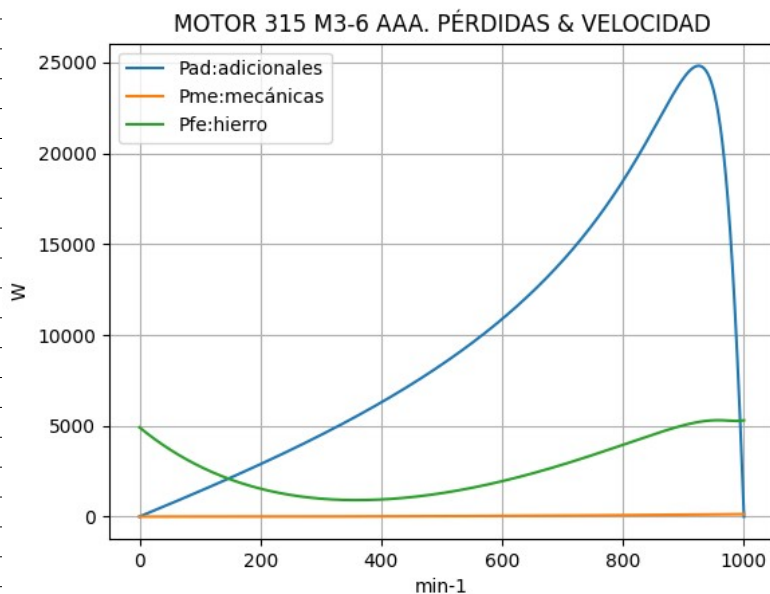


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ crece hasta cerca de 900 min^{-1} y luego cae con mayor pendiente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 900 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 4-9-315M36. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	4915
50	695	0	3702
100	1404	0	2763
150	2131	1	2053
200	2884	2	1539
250	3668	4	1191
300	4491	7	988
350	5362	10	911
400	6289	14	943
450	7286	19	1074
500	8369	24	1291
550	9557	31	1586
600	10879	39	1951
650	12372	47	2379
700	14088	57	2863
750	16097	67	3393
800	18487	79	3955
850	21301	92	4522
900	24140	106	5028
950	23440	122	5303
1000	0	138	5302

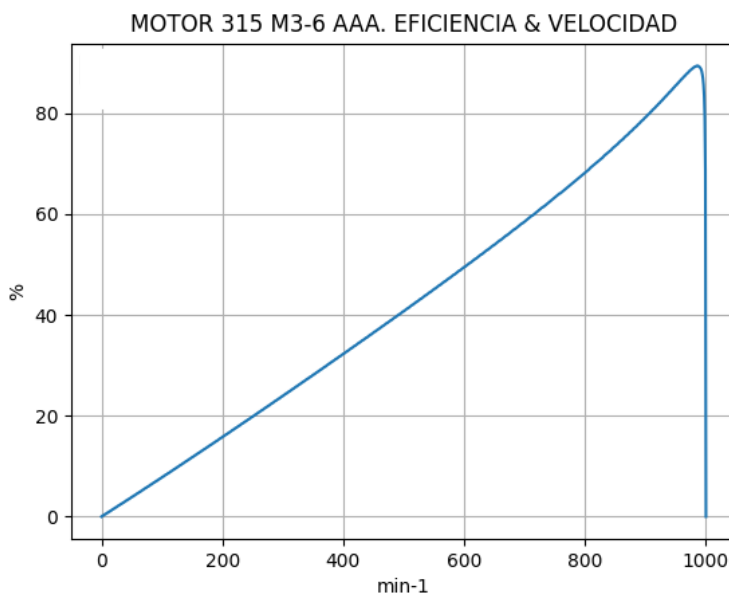


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 900 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 350 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 4-10-315M36. Curvas de otras pérdidas

nx(min-1)	Eff(%)
0	0.0
50	3.9
100	7.8
150	11.8
200	15.8
250	19.8
300	23.9
350	28.1
400	32.3
450	36.5
500	40.7
550	45.1
600	49.5
650	53.9
700	58.5
750	63.3
800	68.2
850	73.5
900	79.2
950	85.5
1000	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 950 min-1 y luego decrece, con mayor pendiente

Fig. 4-11-315M36. Curva de eficiencia

4-29. Motores de 6 polos. Valores comparativos

Tipo	Akw (A/Kw)	Amm2 (A/mm ²)	Amm2br (A/mm ²)	Amm2ar (A/mm ²)	Flujo (Wb)	Teh (T)	Tce (T)	Tcr (T)	TW (K/W)	Heh (A/m)
71 B6	3.66	7.2	4.7	2.1	0.0007	0.63	1.11	0.46	0.262	519202
80 B6	3.53	8.2	5.7	2.7	0.0011	0.56	1.01	0.41	0.164	638080
90 L6	3.15	6.1	5.7	5.4	0.0023	0.63	1.20	0.42	0.118	357878
100 L6	2.67	6.5	3.7	3.3	0.0025	0.62	1.17	0.46	0.085	374079
112 M6	2.50	6.2	4.5	3.5	0.0035	0.65	1.36	0.47	0.072	330218
132 M2-6	2.55	5.3	5.1	7.5	0.0066	0.70	1.31	0.39	0.046	434695
160 L2-6	2.14	6.8	4.7	3.1	0.0093	0.75	1.23	0.49	0.024	668261
180 L6	2.16	4.7	4.1	3.4	0.0098	0.80	1.37	0.59	0.021	878618
200 L2-6	2.27	4.9	4.2	2.7	0.0139	0.79	1.40	0.61	0.017	1124813
225 M6	2.11	4.8	4.1	2.6	0.0165	0.80	1.27	0.51	0.014	1146619
250 M6	2.14	4.3	3.7	2.4	0.0182	0.78	1.22	0.46	0.009	2129829
280 M2-6	2.13	3.9	4.7	1.4	0.0247	0.77	1.20	0.47	0.006	2254910
315 M2-6	1.96	3.1	4.7	4.6	0.0375	0.79	1.44	0.46	0.004	2582407
315 M3-6	2.04	3.1	5.0	4.9	0.0430	0.82	1.51	0.48	0.004	3339386
Promedio	2.50	...	...	...	...	0.72	1.27	0.48	...	...
Variación	Decrece	Decrece	Variable	Variable	Crece	Variable	Variable	Variable	Decrece	Crece

Observaciones:

Con el aumento de tamaño y potencia,

- se resaltan los valores máximos y mínimos de cada columna,
- se indica la tendencia de variación de las exigencias en cada columna

Tabla 4-1-6P. Exigencias constructivas de motores de 6 polos, 380 V, 50 Hz, 25 °C

Tipo	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
71 B6	0.2111	0.1421	0.1180	0.6913	0.0942	0.1421	0.2111	0.5607	0.1180	1.0302	0.0511	0.4657	0.2111	0.5850	0.1180	1.0844	0.0347	0.5850
80 B60	0.1930	0.1509	0.1035	0.7185	0.1253	0.1509	0.1930	0.5212	0.1035	0.9776	0.0842	-0.3457	0.1930	0.5491	0.1035	1.0096	0.0414	0.5491
90 L6	0.1025	0.1130	0.1209	0.9679	0.1055	0.1130	0.1025	0.5268	0.1209	1.2711	0.0714	-0.2138	0.1025	0.5508	0.1209	1.3705	0.0494	0.5508
100 L6	0.1067	0.1783	0.1944	1.4702	0.0889	0.1783	0.1067	0.5381	0.1944	2.1609	0.0749	-0.1420	0.1067	0.5631	0.1944	2.4429	0.0486	0.5631
112 M6	0.0783	0.1315	0.3069	1.4377	0.0763	0.1315	0.0783	0.5384	0.3069	2.1436	0.0535	-0.2290	0.0783	0.5576	0.3069	2.3283	0.0329	0.5576
132 M2-6	0.0486	0.1571	0.4135	1.6456	0.0683	0.1571	0.0486	0.5502	0.4135	2.3618	0.0432	-0.1157	0.0486	0.5645	0.4135	2.6502	0.0288	0.5645
160 L2-6	0.0454	0.1388	0.2452	2.1389	0.0507	0.1388	0.0454	0.5703	0.2452	3.4175	0.0318	-0.2975	0.0454	0.5837	0.2452	3.6403	0.0426	0.5837
180 L6	0.0336	0.1668	0.3191	1.9988	0.0422	0.1668	0.0336	0.5626	0.3191	3.1806	0.0282	-0.2611	0.0336	0.5728	0.3191	3.3835	0.0000	0.5728
200 L2-6	0.0294	0.1471	0.3041	2.1191	0.0812	0.1471	0.0294	0.5524	0.3041	3.0080	0.0289	-0.1231	0.0294	0.5628	0.3041	3.2947	0.0000	0.5628
225 M6	0.0247	0.1407	0.2870	2.3853	0.0763	0.1407	0.0247	0.5299	0.2870	3.4994	0.0295	-0.0865	0.0247	0.5399	0.2870	3.7480	0.0000	0.5399
250 M6	0.0222	0.1066	0.1721	1.9032	0.0470	0.1066	0.0222	0.5270	0.1721	2.8978	0.0174	-0.1392	0.0222	0.5333	0.1721	3.0666	0.0000	0.5333
280 M2-6	0.0173	0.1283	0.2124	2.0766	0.0610	0.1283	0.0173	0.5382	0.2124	3.0740	0.0171	-0.1518	0.0173	0.5443	0.2124	3.2615	0.0000	0.5443
315 M2-6	0.0103	0.1655	0.3130	2.9820	0.0512	0.1655	0.0103	0.5827	0.3130	4.7032	0.0107	-0.2318	0.0103	0.5873	0.3130	4.9575	0.0000	0.5873
315 M3-6	0.0097	0.1523	0.2250	2.4940	0.0526	0.1523	0.0097	0.5830	0.2250	3.8258	0.0107	-0.2692	0.0097	0.5875	0.2250	4.0324	0.0000	0.5875

Observaciones:

Con el aumento de tamaño y potencia,

- se resaltan los valores máximos y mínimos de cada columna,
- las relaciones R1a/Rn, R1n/Rn y R10/Rn son decrecientes e iguales,
- los restantes valores de relaciones de resistencias y reactancias son propios de cada motor

Tabla 4-2-6P. Relaciones de resistencias y reactancias de motores de 6 polos, 380 V, 50 Hz, 25 °C

Tipo	Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)	Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
71 B6	Nominal	11.9	3.6	22.5	62.1	Eff. Máx	12.6	3.1	19.9	64.4
80 B6	Nominal	2.0	2.8	21.9	73.3	Eff. Máx	2.0	2.3	20.1	75.3
90 L6	Nominal	15.0	2.6	23.2	59.3	Eff. Máx	15.7	2.9	22.7	58.9
100 L6	Nominal	14.7	2.4	19.8	63.1	Eff. Máx	16.1	3.7	25.5	54.7
112 M6	Nominal	0.0	2.7	42.3	55.0	Eff. Máx	0.0	2.7	39.6	57.7
132 M2-6	Nominal	8.5	1.7	48.7	41.2	Eff. Máx	9.6	1.7	40.4	48.3
160 L2-6	Nominal	21.4	1.7	31.0	45.9	Eff. Máx	22.2	1.9	32.2	43.7
180 L6	Nominal	21.7	1.4	41.2	35.7	Eff. Máx	22.5	1.3	35.0	41.2
200 L2-6	Nominal	21.5	1.4	39.6	37.4	Eff. Máx	23.2	1.4	34.6	40.7
225 M6	Nominal	22.1	1.8	36.3	39.8	Eff. Máx	22.8	1.8	34.8	40.6
250 M6	Nominal	19.9	2.4	38.0	39.7	Eff. Máx	20.7	2.3	34.0	43.0
280 M2-6	Nominal	23.4	1.8	42.1	32.7	Eff. Máx	24.9	1.6	33.9	39.6
315 M2-6	Nominal	30.3	1.3	46.4	22.0	Eff. Máx	33.3	1.0	33.5	32.2
315 M3-6	Nominal	47.5	0.8	34.4	17.3	Eff. Máx	50.4	0.6	24.7	24.3

Observaciones:

Con el aumento de tamaño y potencia y para carga nominal,

- se resaltan los valores **máximos** y **mínimos** de cada columna
- las pérdidas adicionales Pad / PP son variables y propias de cada motor,
- las pérdidas mecánicas Pme / PP decrecen, al igual que las calóricas Pcu / PP en los arrollamientos,
- las pérdidas en el hierro Pfe / PP son variables,

Con el aumento de tamaño y potencia y para carga de máxima eficiencia,

- las pérdidas adicionales Pad / PP son variables y propias de cada motor,
- las pérdidas mecánicas Pme / PP decrecen,
- las Pfe / PP y Pcu / PP son variables y propias de cada motor

Tabla 4-3-6P. Relaciones de pérdidas de motores de 6 polos, 380 V, 50 Hz, 25 °C

Capítulo 5. Motores de 8 polos

5-1. Motor asincrónico trifásico 80 B8. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	80 B8	0.25	380	E	50	8	705	53.8	0.55	1.28	2.12	2.14	2.5	B 44	Paq.	0.37-6P

Tabla 5-1-80. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	26.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	17.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	31.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	18.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	48.3	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	750.0	-	-	170	-	1.2	0.21
Arranque	-	-	380	0.0	7.2	-	-	-	2.7	-
Carga 75%	-	-	380	715.0	2.5	47.2	398	188	1.2	0.5
Carga 50%	-	-	380	730.0	1.6	37.9	330	125	1.2	0.42
Temperat. carcasa	-	58.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 5-2-80. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	52.639	61.492	26.875	30.746	inf	inf	25.764	30.746	0.0	0.0	-
Nominal1	705	83.306	150.027	26.875	75.013	inf	inf	3.386	75.013	0.0	0.0	-
Vacío	750	37.502	174.598	26.875	77.839	10.258	96.840	2.000	77.839	1.2	2.1	-78.1
Nominal2	705	94.382	143.318	26.875	75.013	10.258	97.183	8.067	-59.346	1.3	1.3	-95.3

Tabla 5-3-80. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 12.0, Cad = 5.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	7.2	0.0	1163	0	0	0	0	1163	0.0	-	108.9	0.6	2.7	-49.4	2.7	2.7	-49.4
Nominal1	705	3.4	61.0	409	250	2	8	0	149	67.9	-61.0	120.2	-7.9	1.3	-61.0	1.3	1.3	-61.0
Vacío	750	0.0	0.0	174	0	0	6	47	122	119.7	5.7	119.7	5.9	0.0	5.7	1.2	1.2	-77.9
Nominal2	705	3.4	53.7	465	250	12	5	49	149	106.1	12.6	122.9	-11.3	0.8	12.6	1.3	1.3	-56.6

Tabla 5-4-80. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 12.0, Cad = 5.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	41.084	55.618	26.875	30.746	10.258	88.043	25.764	30.746	1.0	1.0	-76.6	
1	75	43.534	55.644	26.875	35.455	10.258	88.923	23.881	21.162	0.9	0.9	-84.9
2	150	46.851	55.077	26.875	40.165	10.258	89.802	21.999	11.578	0.8	0.8	-96.4
3	225	51.392	53.959	26.875	44.874	10.258	90.682	20.116	1.993	0.8	0.8	-109.6
4	300	57.672	52.501	26.875	49.583	10.258	91.562	18.233	-7.591	0.9	0.9	-120.5
5	375	66.404	51.303	26.875	54.292	10.258	92.442	16.351	-17.175	1.1	1.1	-125.7
6	450	78.434	51.874	26.875	59.002	10.258	93.321	14.468	-26.759	1.3	1.3	-125.1
7	525	94.101	57.763	26.875	63.711	10.258	94.201	12.585	-36.343	1.4	1.4	-120.4
8	600	110.238	76.565	26.875	68.420	10.258	95.081	10.703	-45.928	1.4	1.4	-113.1
9	675	109.212	119.483	26.875	73.130	10.258	95.961	8.820	-55.512	1.3	1.3	-102.1
10	750	37.502	174.598	26.875	77.839	10.258	96.840	6.937	-65.096	1.2	1.2	-78.1

Tabla 5-5-80. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)	
0	5.1	0.0	1244	0	0	0	32	1211	0.0	-	91.0	6.7	2.3	-43.3	3.2	3.2	-53.6	
1	75	5.5	3.5	1262	44	2	0	25	1191	6.4	-40.1	81.4	-1.5	2.4	-40.1	3.1	3.1	-52.0
2	150	6.4	7.8	1297	101	5	0	22	1169	14.0	-35.7	75.7	-12.9	2.5	-35.7	3.0	3.0	-49.6
3	225	7.5	13.1	1340	176	9	0	22	1133	23.1	-30.0	77.1	-26.1	2.7	-30.0	2.9	2.9	-46.4
4	300	8.5	19.5	1372	268	13	1	28	1063	33.8	-22.9	87.1	-36.9	2.8	-22.9	2.8	2.8	-42.3
5	375	9.4	26.9	1365	368	18	1	38	940	45.9	-14.3	103.8	-42.0	2.8	-14.3	2.6	2.6	-37.7

Tabla 5-6-80. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)	
6	450	9.6	35.1	1284	451	23	2	52	757	58.6	-4.9	121.6	-41.4	2.7	-4.9	2.3	2.3	-33.5
7	525	8.9	43.7	1117	489	24	2	62	540	71.0	4.3	134.3	-36.6	2.4	4.3	2.0	2.0	-31.5
8	600	7.3	51.8	886	459	23	3	63	337	83.2	11.4	137.1	-29.2	1.9	11.4	1.6	1.6	-34.8
9	675	4.8	56.2	603	339	17	4	54	189	97.7	14.0	128.2	-18.2	1.2	14.0	1.4	1.4	-47.6
10	750	0.0	0.0	174	0	0	6	47	122	119.7	6.0	119.7	5.9	0.0	5.7	1.2	1.2	-77.9

Tabla 5-6-80. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	4.8	0.0	1244	1	0	0	32	1211	0.1	-43.3	90.8	6.6	2.3	-43.3	3.2	3.2	-53.5
Máximo	432	9.6	33.1	1311	434	22	1	48	805	55.6	-7.2	117.5	-42.0	2.7	-7.2	2.4	2.4	-34.4

Tabla 5-7-80. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	659.0	5.4	56.0	670.0	375.0	19.0	4.0	57.0	214.0	94.2	14.0	131.0	-21.1	1.4	14.0	1.4	1.4	-43.7
125 %	685.0	4.4	55.8	559.0	312.0	16.0	5.0	53.0	174.0	100.0	13.8	126.3	-16.1	1.1	13.8	1.3	1.3	-50.4
100 %	703.9	3.4	53.4	467.6	250.3	12.1	5.0	49.0	151.1	105.0	12.7	122.6	-11.4	0.8	12.7	1.3	1.3	-56.6
75 %	718.7	2.5	48.6	385.9	187.6	9.3	5.0	47.0	137.3	109.3	11.3	120.1	-6.9	0.6	11.3	1.3	1.3	-62.3
50 %	730.7	1.6	40.1	311.2	124.9	6.0	5.0	46.0	128.3	113.1	9.7	118.8	-2.5	0.4	9.7	1.2	1.2	-67.7
25 %	740.7	0.8	25.9	241.0	62.8	3.0	6.0	46.0	124.0	116.5	8.0	118.7	1.7	0.2	8.0	1.2	1.2	-72.8
Eff máx	671.0	5.0	56.2	620.0	349.0	17.0	4.0	55.0	195.0	96.8	14.0	128.9	-19.0	1.3	14.0	1.4	1.4	-46.5

Tabla 5-8-80. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	7.2	0.0	-	0.0	2.7	-
Valores calculados		0.0	5.1	0.0	1244.0	0.0	3.2	-53.6
Diferencias (%)		-	29.2	-	-	-	-18.5	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	8.5	-	-	-	-	-
Valores calculados		432.0	9.6	33.1	1311.0	434.0	2.4	-34.4
Diferencias (%)		-	-12.9	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		705.0	3.4	53.8	462.8	250.0	1.3	-56.6
Valores calculados		703.9	3.4	53.4	467.6	250.3	1.3	-56.6
Diferencias (%)		0.2	-0.4	0.7	-1.0	-0.1	-1.6	0.1
75% carga								
Valores ingresados		715.0	2.5	47.2	398.0	188.0	1.2	-60.0
Valores calculados		718.7	2.5	48.6	385.9	187.6	1.3	-62.3
Diferencias (%)		-0.5	0.4	-3.0	3.0	0.2	-6.6	-3.8
50% carga								
Valores ingresados		730.0	1.6	37.9	330.0	125.0	1.2	-65.2
Valores calculados		730.7	1.6	40.1	311.2	124.9	1.2	-67.7
Diferencias (%)		-0.1	1.8	-5.8	5.7	0.1	0.0	-3.9
Vacío								
Valores ingresados		750.0	0.0	0.0	170.0	0.0	1.2	-77.9
Valores calculados		750.0	0.0	0.0	174.0	0.0	1.2	-77.9
Diferencias (%)		-	-	-	-2.4	-	2.4	-0.0

Tabla 5-9-80. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	120.30	Paso de bobinas en ranuras	4/6-6	Corriente por kW (A/kW)	5.12
Altura corona estator (mm)	7.60	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm ²)	10.2
Diámetro interior estator (mm)	74.00	Factor de arrollamiento	0.945	Corriente barra rotor (A)	186.1
Altura corona rotor (mm)	11.80	Espiras por bobina (prom)	141.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm ²)	5.5
Diámetro eje rotor (mm)	25.00	Espiras por bobina (real)	141/141-141	Corriente anillo rotor (A)	244.4
Longitud paquete de chapas (mm)	60.00	Número de alambres 1	1	Densidad corr. anillo rotor(A/mm ²)	1.9
Número ranuras estator	36.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.4	Flujo por polo (wb)	0.0007
Sección ranura estator (mm ²)	63.50	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.63
Número ranuras rotor	33.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	0.85
Sección ranura rotor (mm ²)	34.00	Conexión bobinado (vias)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	0.35
Espesor anillo rotor (mm)	10.00	Peso total cobre (kg)	0.75	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.204
Sección anillo rotor(mm ²)	128.00	Relleno ranura(%)	27.9	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	728095
Longitud entrehierro (mm)	0.35				

Tabla 5-10-80. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.2847	0.2145	0.1087	0.6143	0.273	0.2145	0.2847	0.5234	0.1087	0.6781	0.0855	-0.4141	0.2847	0.5431	0.1087	0.6757	0.0212	0.5431

Tabla 5-11-80. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	5.8	2.3	22.6	69.3
Eff. Máx	6.3	1.5	20.3	72.0

Tabla 5-12-80. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

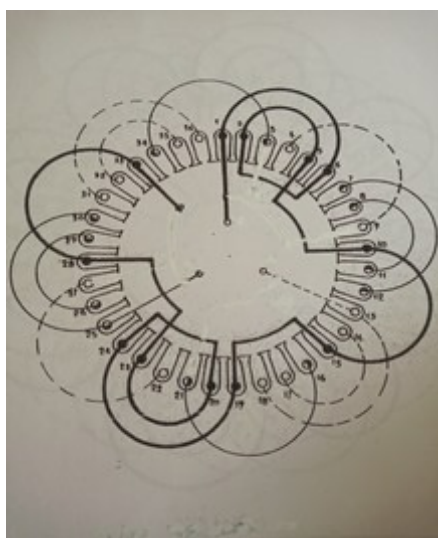


Fig. 5-1-80. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 8 polos, paso 1-4/6-6, 1 vía, ka = 0.945

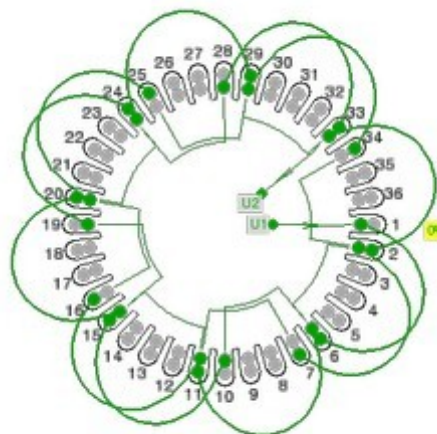
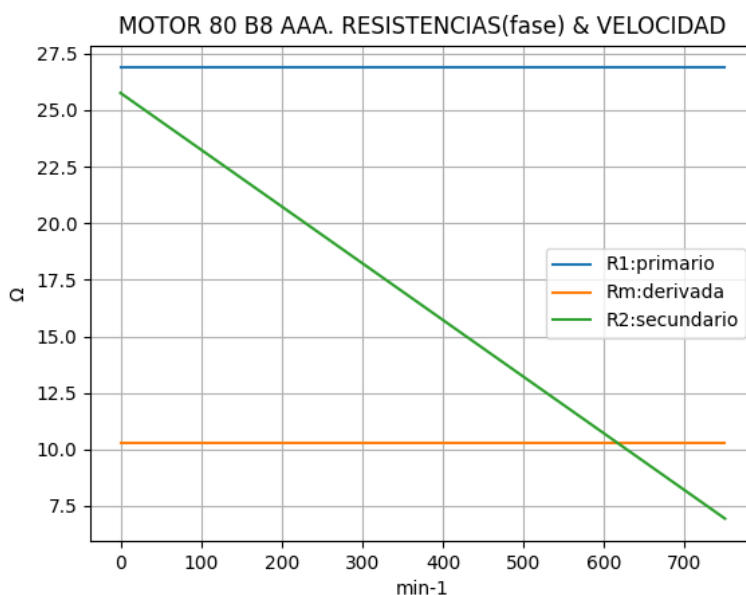


Fig. 5-2-80. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 8 polos, paso 1-6, 1 vía, ka = 0.945

5-2. Motor asincrónico trifásico 80 B8. Curvas características



$n_x(\text{min}^{-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	41.084	26.875	10.258	25.764
75	43.534	26.875	10.258	23.881
150	46.851	26.875	10.258	21.999
225	51.392	26.875	10.258	20.116
300	57.672	26.875	10.258	18.233
375	66.404	26.875	10.258	16.351
450	78.434	26.875	10.258	14.468
525	94.101	26.875	10.258	12.585
600	110.238	26.875	10.258	10.703
675	109.212	26.875	10.258	8.820
750	37.502	26.875	10.258	6.937



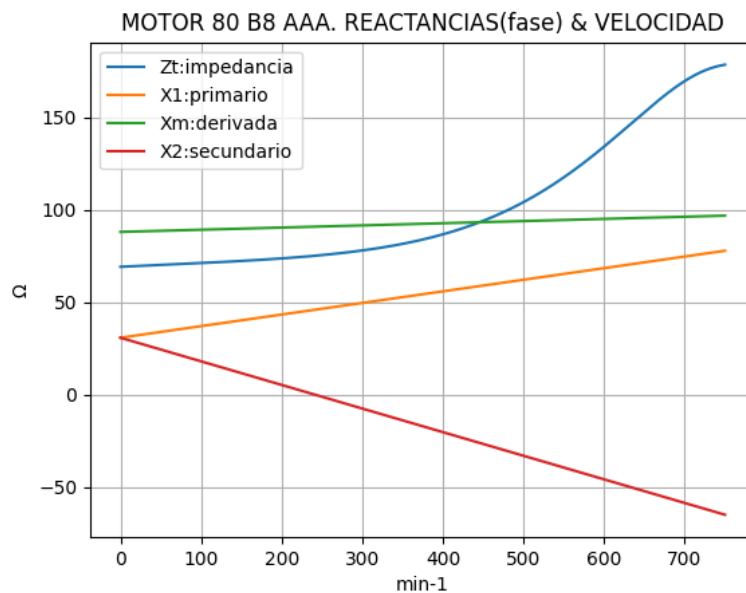
Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 5-3-80. Curvas de resistencias



$n_x(\text{min}^{-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	69.146	55.618	30.746	88.043	30.746
75	70.650	55.644	35.455	88.923	21.162
150	72.308	55.077	40.165	89.802	11.578
225	74.517	53.959	44.874	90.682	1.993
300	77.989	52.501	49.583	91.562	-7.591
375	83.914	51.303	54.292	92.442	-17.175
450	94.036	51.874	59.002	93.321	-26.759
525	110.416	57.763	63.711	94.201	-36.343
600	134.218	76.565	68.420	95.081	-45.928
675	161.874	119.483	73.130	95.961	-55.512
750	178.580	174.598	77.839	96.840	-65.096

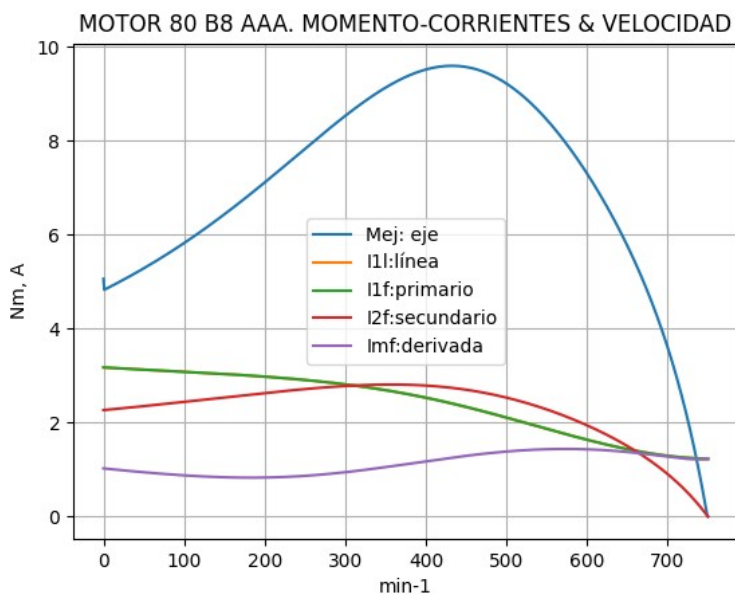


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ es positiva hasta cerca de 300 min^{-1} y luego negativa

Fig. 5-4-80. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	5.1	2.3	3.2	3.2	1.0
75	5.5	2.4	3.1	3.1	0.9
150	6.4	2.5	3.0	3.0	0.8
225	7.5	2.7	2.9	2.9	0.8
300	8.5	2.8	2.8	2.8	0.9
375	9.4	2.8	2.6	2.6	1.1
450	9.6	2.7	2.3	2.3	1.3
525	8.9	2.4	2.0	2.0	1.4
600	7.3	1.9	1.6	1.6	1.4
675	4.8	1.2	1.4	1.4	1.3
750	0.0	0.0	1.2	1.2	1.2

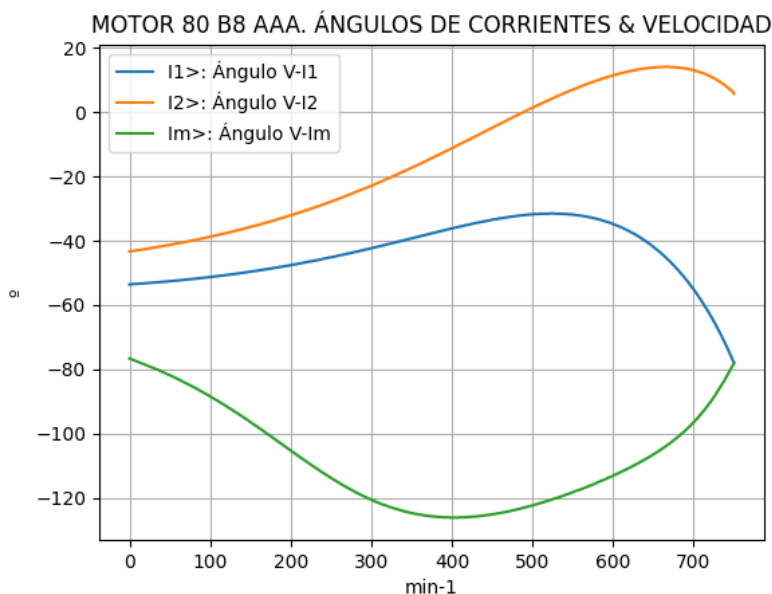


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 450 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f entre 375 y 600 min⁻¹, aproximadamente
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm inicia una leve depresión cerca de 150 min⁻¹

Fig. 5-5-80. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-43.3	-53.6	-76.6
75	-40.1	-52.0	-84.9
150	-35.7	-49.6	-96.4
225	-30.0	-46.4	-109.6
300	-22.9	-42.3	-120.5
375	-14.3	-37.7	-125.7
450	-4.9	-33.5	-125.1
525	4.3	-31.5	-120.4
600	11.4	-34.8	-113.1
675	14.0	-47.6	-102.1
750	5.7	-77.9	-78.1

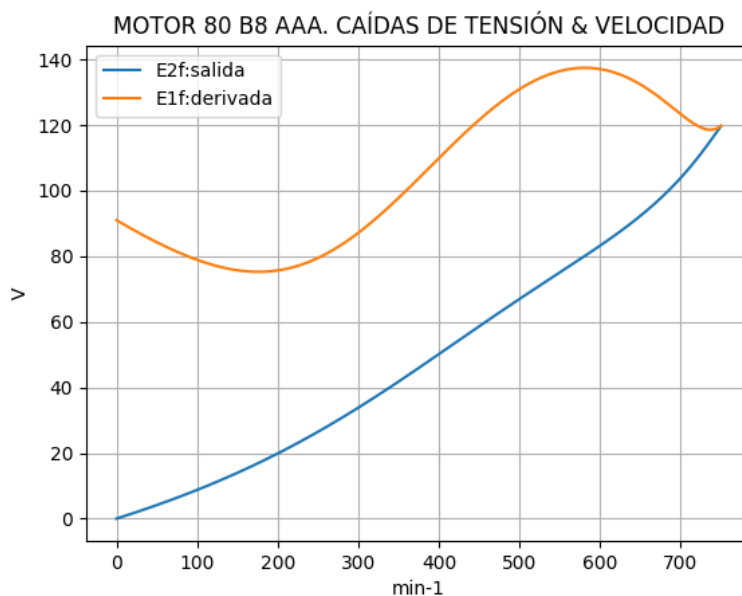


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 525 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es inicialmente negativo y se hace positivo cerca de 525 min⁻¹
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 375 min⁻¹

Fig. 5-6-80. Curvas de ángulos de corrientes

$n_x(\text{min}^{-1})$	$E_{2f}(V)$	$E_{1f}(V)$
0	0.0	91.0
75	6.4	81.4
150	14.0	75.7
225	23.1	77.1
300	33.8	87.1
375	45.9	103.8
450	58.6	121.6
525	71.0	134.3
600	83.2	137.1
675	97.7	128.2
750	119.7	119.7

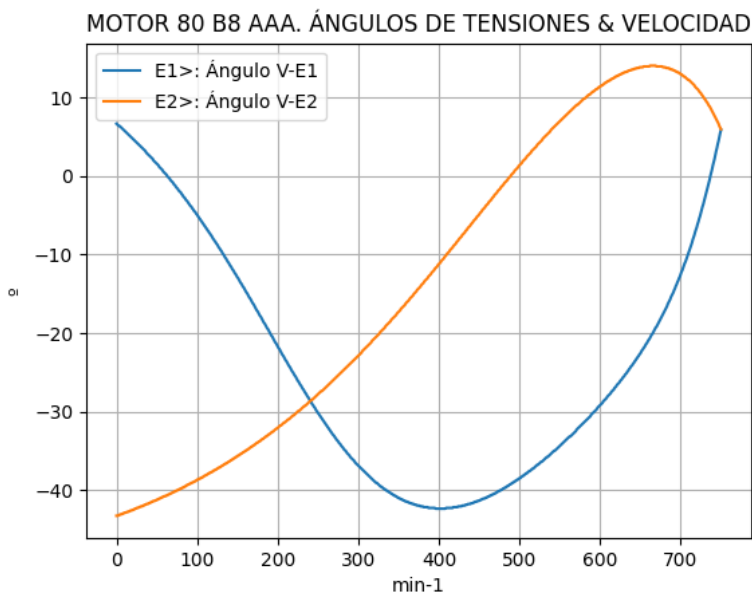


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E_{1f} = E_1 = V_1 - I_1 \cdot Z_1$ desciende hasta cerca de 300 min^{-1} y alcanza un pico cerca de 600 min^{-1}
- La (caída de) tensión $E_{2f} = E_2 = E_1 - I_2 \cdot Z_2$ crece regularmente

Fig. 5-7-80. Curvas de caídas de tensión

$n_x(\text{min}^{-1})$	$E_{2>}(^{\circ})$	$E_{1>}(^{\circ})$
0	-	6.7
75	-40.1	-1.5
150	-35.7	-12.9
225	-30.0	-26.1
300	-22.9	-36.9
375	-14.3	-42.0
450	-4.9	-41.4
525	4.3	-36.6
600	11.4	-29.2
675	14.0	-18.2
750	6.0	5.9

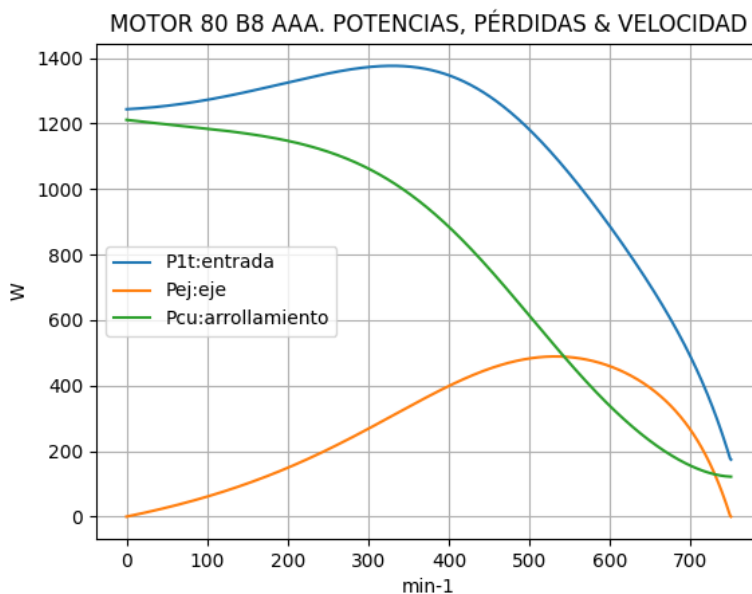


Observaciones:

- El ángulo $V-E_1$ es negativo y se maximiza cerca de 375 min^{-1}
- El ángulo $V-E_2$ es indeterminado en el arranque ($E_2 = 0$) y es el de la corriente I_2 en todas las velocidades

Fig. 5-8-80. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	1244	0	1211
75	1262	44	1191
150	1297	101	1169
225	1340	176	1133
300	1372	268	1063
375	1365	368	940
450	1284	451	757
525	1117	489	540
600	886	459	337
675	603	339	189
750	174	0	122

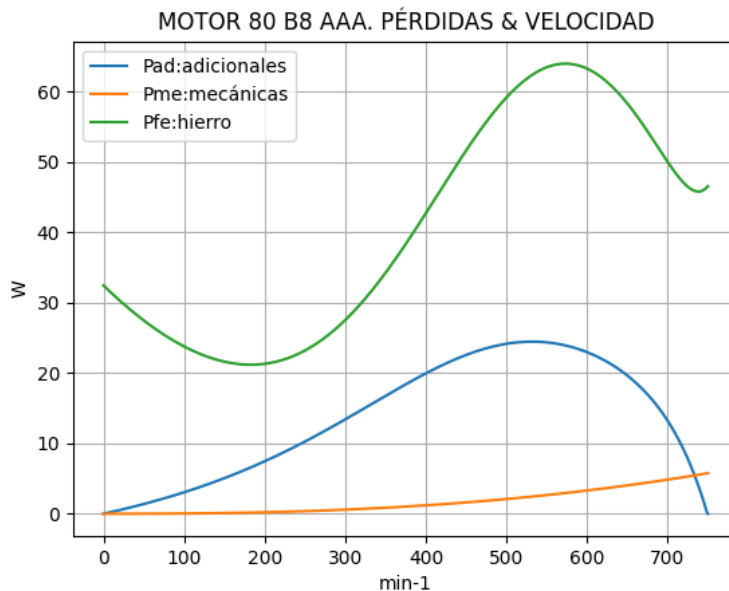


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ asciende hasta cerca de 300 min^{-1} y luego cae regularmente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 525 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular, con cambio de pendiente

Fig. 5-9-80. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	32
75	2	0	25
150	5	0	22
225	9	0	22
300	13	1	28
375	18	1	38
450	23	2	52
525	24	2	62
600	23	3	63
675	17	4	54
750	0	6	47

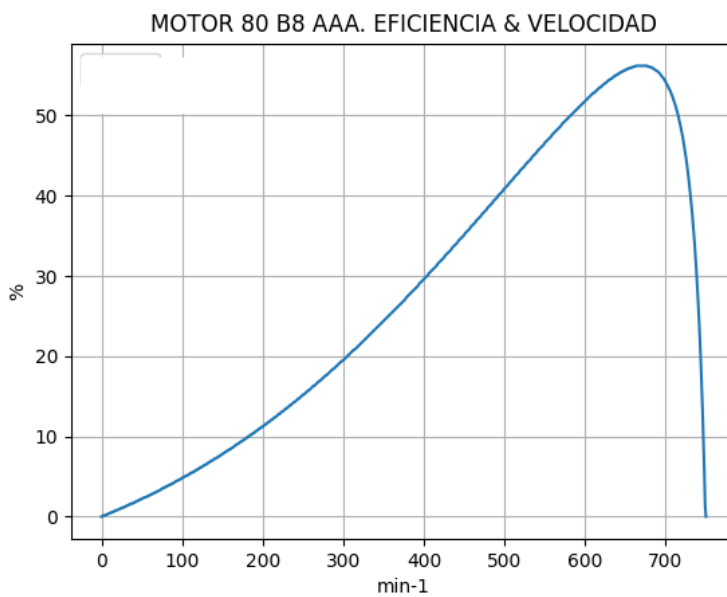


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 525 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ incian una depresión cerca de 150 min^{-1} y se maximizan cerca de 600 min^{-1}

Fig. 5-10-80. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff(%)
0	0.0
75	3.5
150	7.8
225	13.1
300	19.5
375	26.9
450	35.1
525	43.7
600	51.8
675	56.2
750	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 675 min-1 y luego decrece con mayor pendiente

Fig. 5-11-80. Curva de eficiencia

5-3. Motor asincrónico trifásico 90 L8. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	KW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	90 L8	0.55	380	E	50	8	705	56.0	0.49	3.06	3.05	2.03	2.5	B	44	Paq. 1.1-6P

Tabla 5-1-90. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	7.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	19.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	9.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	22.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	69.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	750.0	-	-	264	-	2.6	0.15
Arranque	-	-	380	0.0	15.1	-	-	-	9.3	-
Carga 75%	-	-	380	715.0	5.5	52.0	796	414	2.9	0.42
Carga 50%	-	-	380	730.0	3.6	44.4	620	275	2.7	0.35
Temperat. carcasa	-	78.5	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 5-2-90. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	12.223	20.112	7.677	10.056	inf	inf	4.545	10.056	0.0	0.0	-
Nominal1	705	29.417	65.477	7.677	32.739	inf	inf	1.304	32.739	0.0	0.0	-
Vacío	750	12.672	83.526	7.677	34.187	4.869	49.365	1.000	34.187	2.6	4.5	-81.5
Nominal2	705	35.173	62.574	7.677	32.739	4.869	46.041	3.914	-15.285	2.7	2.7	-97.3

Tabla 5-3-90. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 7.0, Cad = 12.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	15.1	0.0	3194	0	0	0	0	3194	0.0	-	103.0	7.0	9.3	-58.7	9.3	9.3	-58.7
Nominal1	705	7.5	67.0	826	550	6	19	0	252	62.5	-65.8	120.3	-9.4	3.1	-65.8	3.1	3.1	-65.8
Vacío	750	0.0	0.0	262	0	0	8	99	156	128.9	2.7	128.9	2.8	0.0	2.7	2.6	2.6	-81.4
Nominal2	705	7.5	56.0	983	550	66	6	105	255	112.8	-0.2	124.2	-13.3	1.8	-0.2	3.1	3.1	-60.7

Tabla 5-4-90. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 7.0, Cad = 12.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	10.738	18.204	7.677	10.056	4.869	39.433	4.545	10.056	2.3	2.3	-73.0	
75	11.304	18.936	7.677	12.469	4.869	40.426	4.478	7.360	1.8	1.8	-81.6	
1	12.088	19.486	7.677	14.882	4.869	41.420	4.411	4.665	1.5	1.5	-95.3	
2	13.181	19.869	7.677	17.295	4.869	42.413	4.344	1.969	1.3	1.3	-114.8	
3	14.723	20.136	7.677	19.708	4.869	43.406	4.277	-0.727	1.4	1.4	-134.0	
4	16.945	20.418	7.677	22.121	4.869	44.399	4.210	-3.423	1.7	1.7	-144.5	
5	20.240	21.048	7.677	24.534	4.869	45.393	4.142	-6.119	2.1	2.1	-145.5	
6	25.272	22.946	7.677	26.947	4.869	46.386	4.075	-8.815	2.5	2.5	-139.1	
7	32.880	28.938	7.677	29.360	4.869	47.379	4.008	-11.511	2.7	2.7	-126.5	
8	40.189	48.178	7.677	31.773	4.869	48.372	3.941	-14.206	2.6	2.6	-107.7	
9	750	12.672	83.526	7.677	34.187	4.869	49.365	3.874	-16.902	2.6	2.6	-81.5

Tabla 5-5-90. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	11.7	0.0	3479	0	0	0	76	3404	0.0	-	90.5	9.9	8.2	-55.7	10.4	10.4	-59.5
1	11.7	2.7	3364	92	11	0	48	3213	4.1	-54.4	73.8	1.5	8.3	-54.4	10.0	10.0	-59.2
2	13.4	6.3	3327	211	25	0	31	3060	9.3	-52.2	61.1	-12.0	8.5	-52.2	9.6	9.6	-58.2
3	15.6	11.0	3356	368	44	0	25	2918	16.0	-49.0	56.0	-31.4	8.6	-49.0	9.2	9.2	-56.4
4	18.3	16.8	3425	574	69	1	30	2751	24.7	-44.5	62.2	-50.4	8.7	-44.5	8.8	8.8	-53.8
5	21.1	23.8	3484	830	100	1	45	2509	36.1	-38.6	78.0	-60.7	8.6	-38.6	8.3	8.3	-50.3

Tabla 5-6-90. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)	
6	450	23.4	32.1	3436	1104	133	2	67	2129	50.7	-31.1	98.1	-61.6	8.2	-31.1	7.5	7.5	-46.1
7	525	23.8	41.6	3139	1307	157	3	91	1582	68.2	-22.1	116.1	-55.1	7.2	-22.1	6.4	6.4	-42.2
8	600	20.4	51.6	2481	1281	154	4	103	939	87.7	-12.4	126.4	-42.3	5.5	-12.4	5.0	5.0	-41.4
9	675	12.4	59.2	1478	875	105	6	100	392	107.9	-3.6	127.5	-23.4	3.0	-3.6	3.5	3.5	-50.2
10	750	0.0	0.0	262	0	0	8	99	156	128.9	2.9	128.9	2.8	0.0	2.7	2.6	2.6	-81.4

Tabla 5-6-90. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	10.4	0.0	3477	1	0	0	75	3401	0.0	-55.7	90.2	9.9	8.2	-55.7	10.4	10.4	-59.5
Máximo	498	24.0	38.1	3284	1251	150	3	83	1797	61.6	-25.4	110.2	-58.2	7.6	-25.4	6.9	6.9	-43.5

Tabla 5-7-90. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	681.0	11.5	59.3	1386.0	823.0	99.0	6.0	100.0	359.0	109.6	-2.9	127.4	-21.6	2.8	-2.9	3.4	3.4	-51.7
125 %	695.2	9.5	59.0	1164.6	687.7	82.8	6.0	99.0	289.9	113.5	-1.5	127.1	-17.0	2.3	-1.5	3.2	3.2	-55.9
100 %	708.0	7.4	57.3	959.3	549.6	66.0	7.0	98.0	238.8	117.0	-0.3	126.9	-12.8	1.8	-0.3	3.0	3.0	-60.5
75 %	719.7	5.5	53.7	768.5	412.2	49.6	7.0	97.0	202.0	120.3	0.7	127.0	-8.6	1.3	0.7	2.8	2.8	-65.5
50 %	730.4	3.6	46.6	589.8	275.2	33.3	7.0	97.0	177.3	123.3	1.5	127.4	-4.7	0.9	1.5	2.7	2.7	-70.7
25 %	740.3	1.7	32.6	422.1	137.7	16.4	7.0	98.0	162.7	126.2	2.2	128.0	-0.9	0.4	2.2	2.6	2.6	-76.0
Eff máx	684.0	11.1	59.4	1340.0	796.0	95.0	6.0	100.0	343.0	110.4	-2.6	127.3	-20.6	2.7	-2.6	3.3	3.3	-52.5

Tabla 5-8-90. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	15.1	0.0	-	0.0	9.3	-
Valores calculados		0.0	11.7	0.0	3479.0	0.0	10.4	-59.5
Diferencias (%)		-	22.5	-	-	-	-11.8	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	18.6	-	-	-	-	-
Valores calculados		498.0	24.0	38.1	3284.0	1251.0	6.9	-43.5
Diferencias (%)		-	-29.0	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		705.0	7.4	56.0	985.7	550.0	3.1	-60.7
Valores calculados		708.0	7.4	57.3	959.3	549.6	3.0	-60.5
Diferencias (%)		-0.4	0.7	-2.3	2.7	0.1	2.0	0.3
75% carga								
Valores ingresados		715.0	5.5	52.0	796.0	414.0	2.9	-65.2
Valores calculados		719.7	5.5	53.7	768.5	412.2	2.8	-65.5
Diferencias (%)		-0.7	0.5	-3.3	3.5	0.4	2.1	-0.5
50% carga								
Valores ingresados		730.0	3.6	44.4	620.0	275.0	2.7	-69.5
Valores calculados		730.4	3.6	46.6	589.8	275.2	2.7	-70.7
Diferencias (%)		-0.1	0.0	-5.0	4.9	-0.1	1.1	-1.7
Vacío								
Valores ingresados		750.0	0.0	0.0	264.0	0.0	2.6	-81.4
Valores calculados		750.0	0.0	0.0	262.0	0.0	2.6	-81.4
Diferencias (%)		-	-	-	0.8	-	0.0	-0.0

Tabla 5-9-90. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	130.30	Paso de bobinas en ranuras	4/6-6	Corriente por kW (A/kW)	5.56
Altura corona estator (mm)	8.20	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm ²)	8.0
Diámetro interior estator (mm)	84.00	Factor de arrollamiento	0.945	Corriente barra rotor (A)	241.7
Altura corona rotor (mm)	14.90	Espiras por bobina (prom)	65.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm ²)	6.3
Diámetro eje rotor (mm)	30.00	Espiras por bobina (real)	65/65-65	Corriente anillo rotor (A)	269.3
Longitud paquete de chapas (mm)	140.00	Número de alambres 1	1	Densidad corr. anillo rotor(A/mm ²)	4.4
Número ranuras estator	36.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.7	Flujo por polo (wb)	0.0016
Sección ranura estator (mm ²)	69.20	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.54
Número ranuras rotor	28.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	0.77
Sección ranura rotor (mm ²)	38.30	Conexión bobinado (vias)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	0.27
Espesor anillo rotor (mm)	5.00	Peso total cobre (kg)	1.7	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.133
Sección anillo rotor(mm ²)	61.00	Relleno ranura(%)	39.0	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	466317
Longitud entrehierro (mm)	0.23				

Tabla 5-10-90. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.2183	0.1607	0.1384	0.6302	0.1292	0.1607	0.2183	0.5232	0.1384	0.7358	0.1113	-0.2443	0.2183	0.5463	0.1384	0.7889	0.0284	0.5463

Tabla 5-11-90. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	15.2	1.5	24.3	59.0
Eff. Máx	17.5	1.1	18.4	63.1

Tabla 5-12-90. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

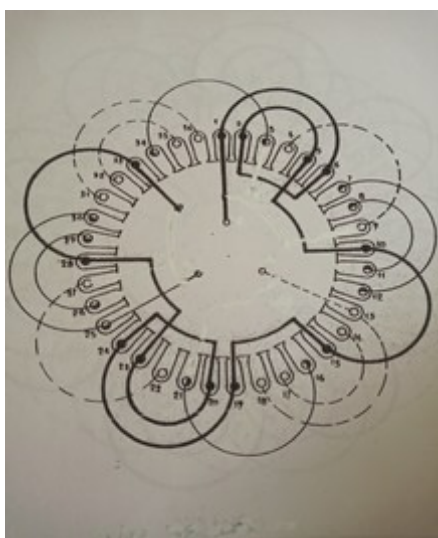


Fig. 5-1-90. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 8 polos, paso 1-4/6-6, 1 vía, ka = 0.945

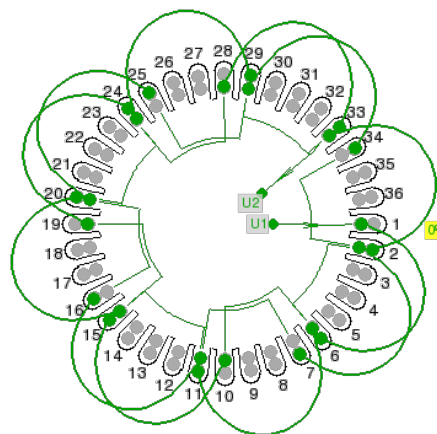
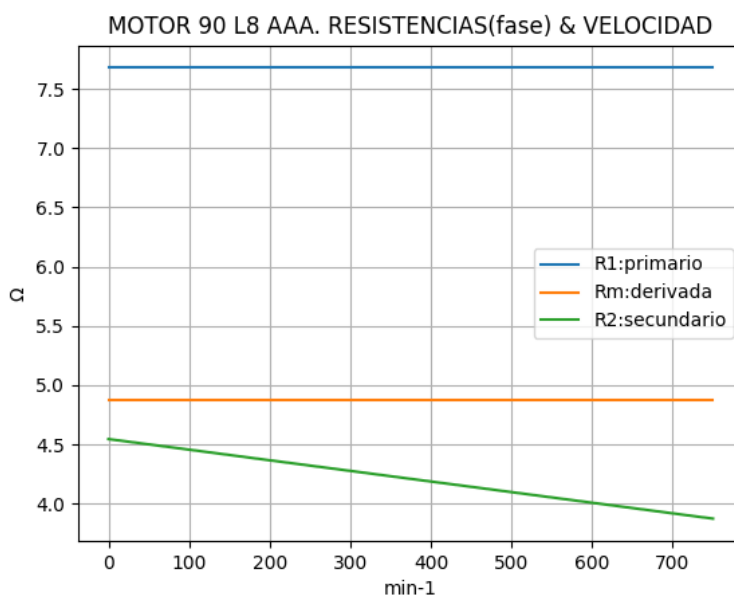


Fig. 5-2-90. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 8 polos, paso 1-6, 1 vía, ka = 0.945

5-4. Motor asincrónico trifásico 90 L8. Curvas características



$n_x(\text{min}^{-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	10.738	7.677	4.869	4.545
75	11.304	7.677	4.869	4.478
150	12.088	7.677	4.869	4.411
225	13.181	7.677	4.869	4.344
300	14.723	7.677	4.869	4.277
375	16.945	7.677	4.869	4.210
450	20.240	7.677	4.869	4.142
525	25.272	7.677	4.869	4.075
600	32.880	7.677	4.869	4.008
675	40.189	7.677	4.869	3.941
750	12.672	7.677	4.869	3.874



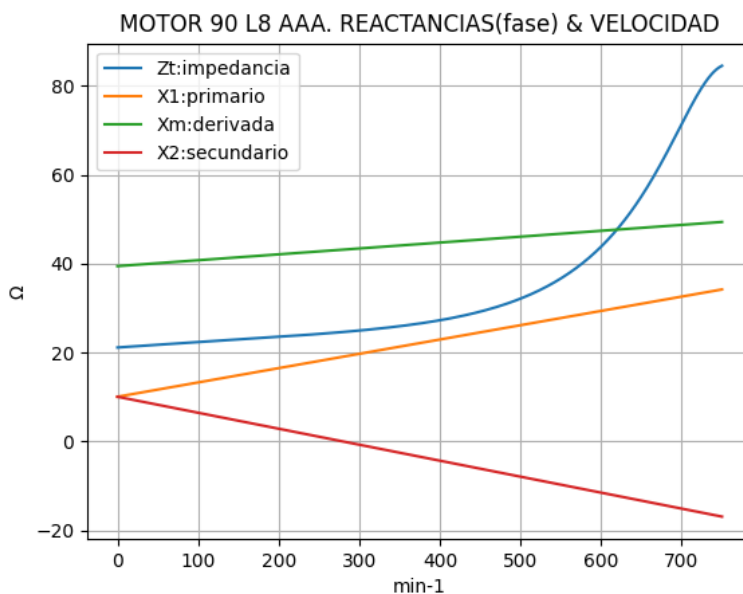
Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 5-3-90. Curvas de resistencias



$n_x(\text{min}^{-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	21.135	18.204	10.056	39.433	10.056
75	22.054	18.936	12.469	40.426	7.360
150	22.931	19.486	14.882	41.420	4.665
225	23.844	19.869	17.295	42.413	1.969
300	24.945	20.136	19.708	43.406	-0.727
375	26.533	20.418	22.121	44.399	-3.423
450	29.200	21.048	24.534	45.393	-6.119
525	34.134	22.946	26.947	46.386	-8.815
600	43.801	28.938	29.360	47.379	-11.511
675	62.740	48.178	31.773	48.372	-14.206
750	84.482	83.526	34.187	49.365	-16.902

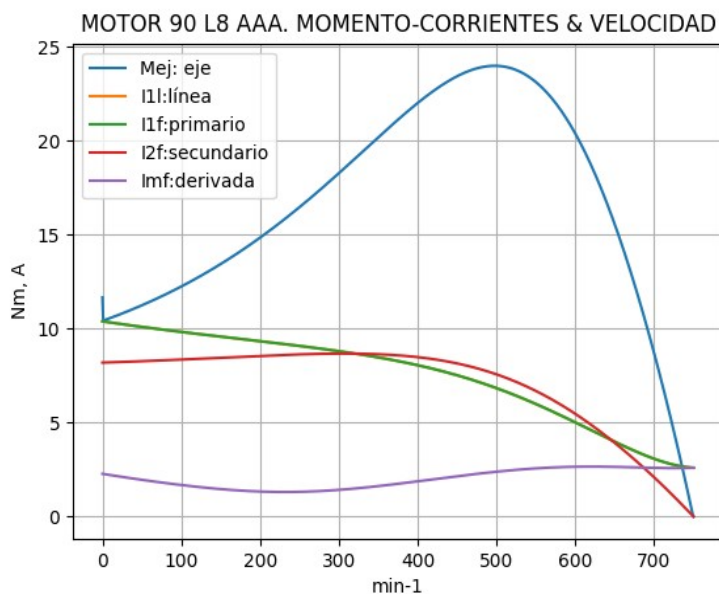


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ es positiva hasta cerca de 225 min^{-1} y luego negativa

Fig. 5-4-90. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	11.7	8.2	10.4	10.4	2.3
75	11.7	8.3	10.0	10.0	1.8
150	13.4	8.5	9.6	9.6	1.5
225	15.6	8.6	9.2	9.2	1.3
300	18.3	8.7	8.8	8.8	1.4
375	21.1	8.6	8.3	8.3	1.7
450	23.4	8.2	7.5	7.5	2.1
525	23.8	7.2	6.4	6.4	2.5
600	20.4	5.5	5.0	5.0	2.7
675	12.4	3.0	3.5	3.5	2.6
750	0.0	0.0	2.6	2.6	2.6

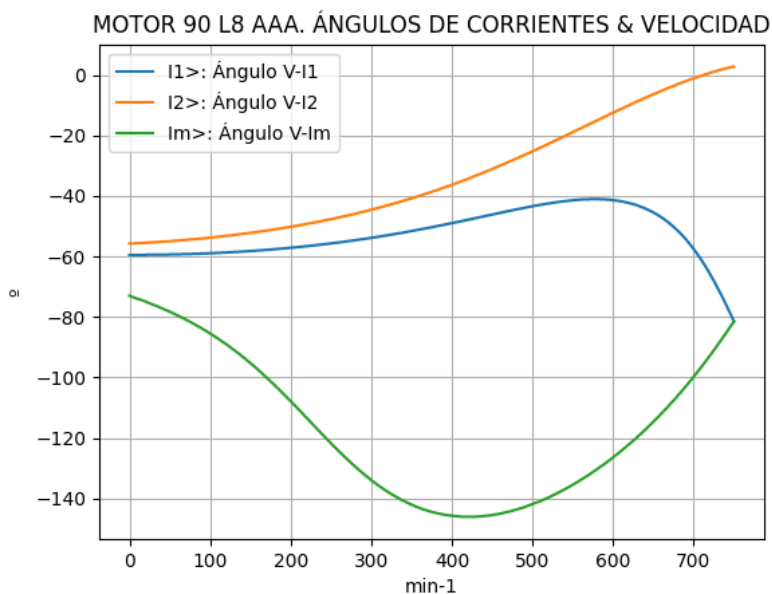


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 525 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f entre 375 y 600 min⁻¹, aproximadamente
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 225 min⁻¹

Fig. 5-5-90. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-55.7	-59.5	-73.0
75	-54.4	-59.2	-81.6
150	-52.2	-58.2	-95.3
225	-49.0	-56.4	-114.8
300	-44.5	-53.8	-134.0
375	-38.6	-50.3	-144.5
450	-31.1	-46.1	-145.5
525	-22.1	-42.2	-139.1
600	-12.4	-41.4	-126.5
675	-3.6	-50.2	-107.7
750	2.7	-81.4	-81.5

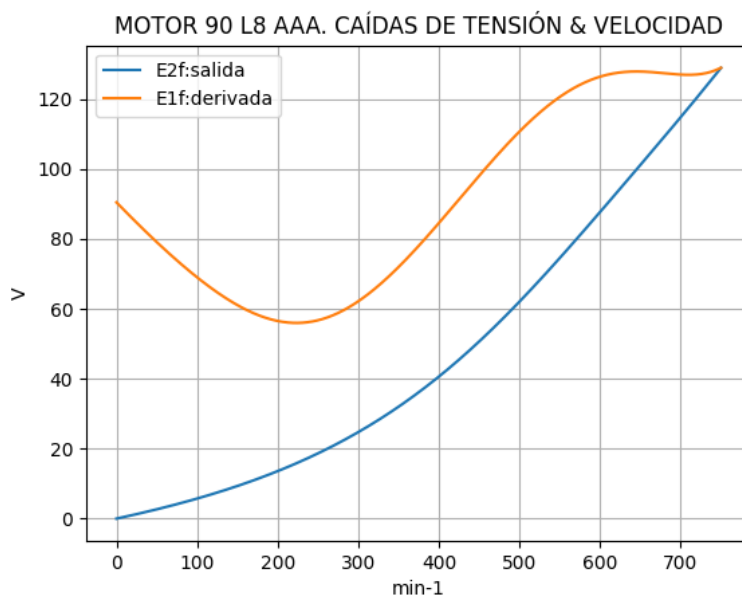


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 600 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 450 min⁻¹

Fig. 5-6-90. Curvas de ángulos de corrientes

$n_x(\text{min-1})$	$E2f(\text{V})$	$E1f(\text{V})$
0	0.0	90.5
75	4.1	73.8
150	9.3	61.1
225	16.0	56.0
300	24.7	62.2
375	36.1	78.0
450	50.7	98.1
525	68.2	116.1
600	87.7	126.4
675	107.9	127.5
750	128.9	128.9

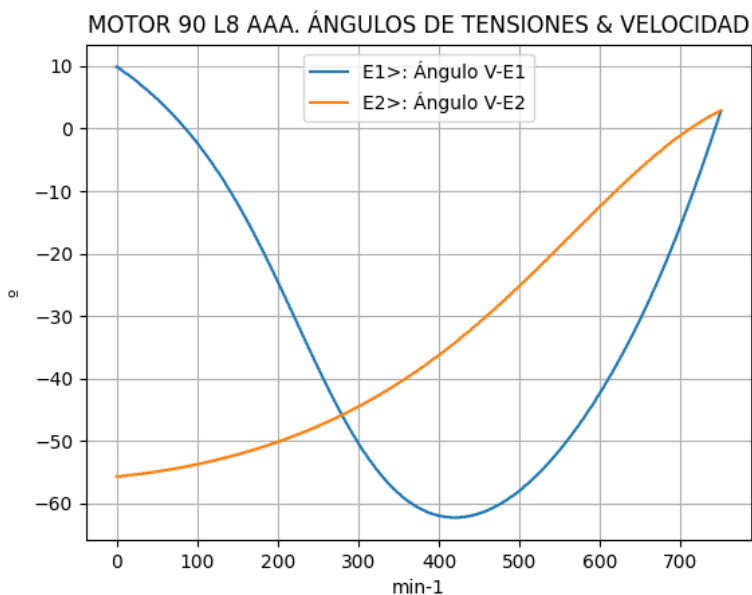


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 225 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 5-7-90. Curvas de caídas de tensión

$n_x(\text{min-1})$	$E2>(^{\circ})$	$E1>(^{\circ})$
0	-	9.9
75	-54.4	1.5
150	-52.2	-12.0
225	-49.0	-31.4
300	-44.5	-50.4
375	-38.6	-60.7
450	-31.1	-61.6
525	-22.1	-55.1
600	-12.4	-42.3
675	-3.6	-23.4
750	2.9	2.8

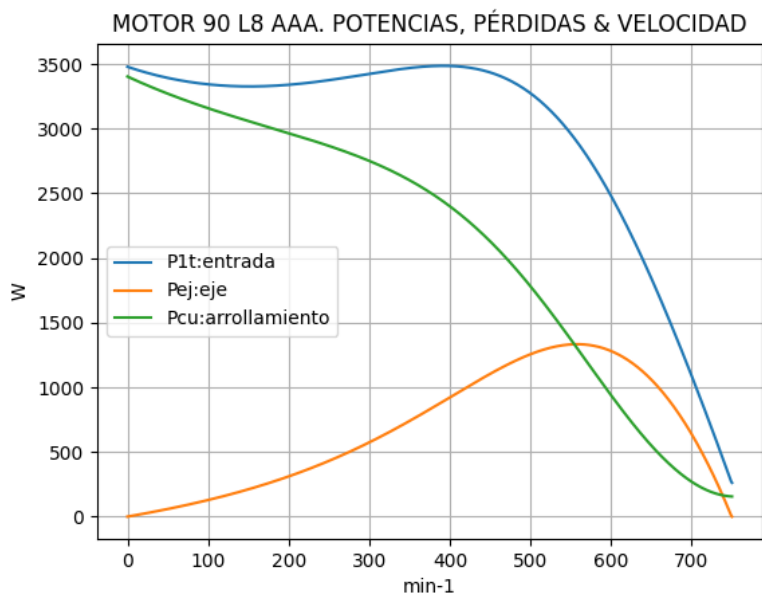


Observaciones:

- El ángulo $V-E1$ es negativo y se maximiza cerca de 450 min^{-1}
- El ángulo $V-E2$ es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 5-8-90. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	3479	0	3404
75	3364	92	3213
150	3327	211	3060
225	3356	368	2918
300	3425	574	2751
375	3484	830	2509
450	3436	1104	2129
525	3139	1307	1582
600	2481	1281	939
675	1478	875	392
750	262	0	156

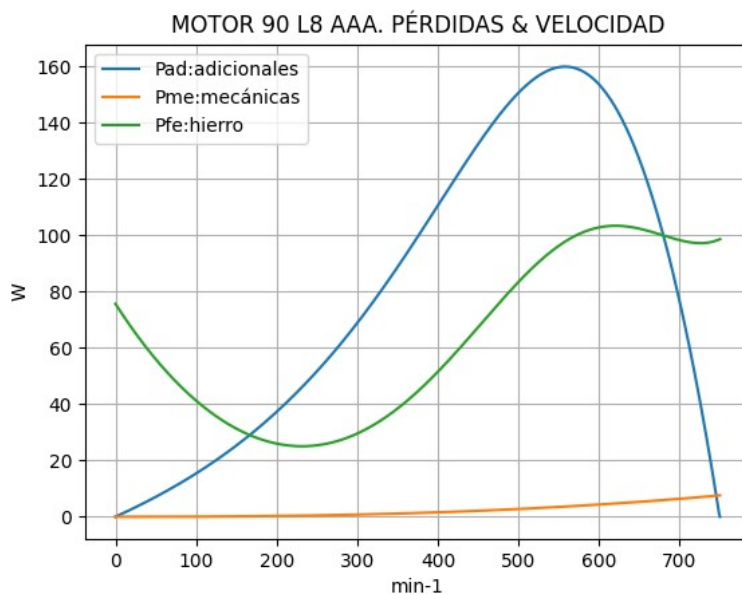


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ presenta una leve depresión cerca de 150 min^{-1} y luego un pico cerca 375 min^{-1}
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 525 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular, con leve cambio de pendiente

Fig. 5-9-90. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	76
75	11	0	48
150	25	0	31
225	44	0	25
300	69	1	30
375	100	1	45
450	133	2	67
525	157	3	91
600	154	4	103
675	105	6	100
750	0	8	99

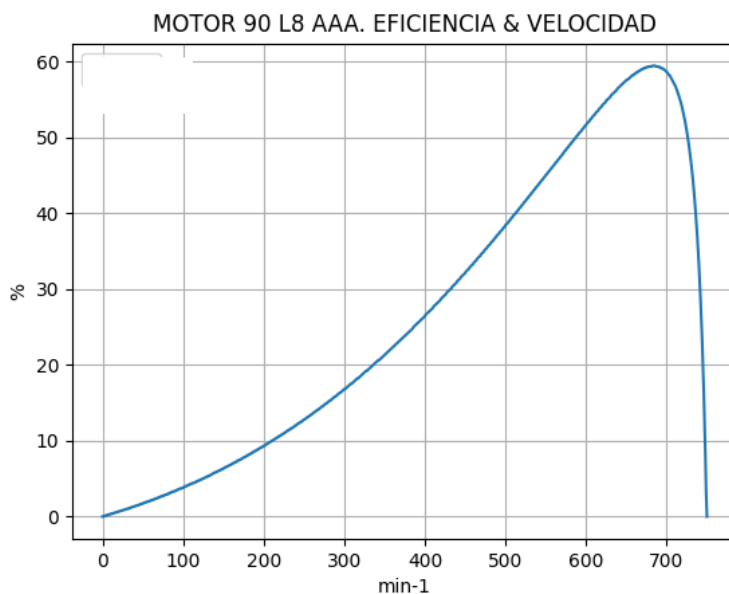


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 525 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 225 min^{-1} y se maximizan cerca de 600 min^{-1}

Fig. 5-10-90. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff(%)
0	0.0
75	2.7
150	6.3
225	11.0
300	16.8
375	23.8
450	32.1
525	41.6
600	51.6
675	59.2
750	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 675 min^{-1} y luego decrece con mayor pendiente

Fig. 5-11-90. Curva de eficiencia

5-5. Motor asincrónico trifásico 100 L2. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	100 L2-8	1.1	380	E	50	8	700	67.0	0.58	4.33	2.82	1.26	2.0	B 44	Paq.	1.5-6P

Tabla 5-1-100. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	4.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	20.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	6.27	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	24.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	85.6	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	750.0	-	-	240	-	3.1	0.12
Arranque	-	-	380	0.0	18.9	-	-	-	12.2	-
Carga 75%	-	-	380	715.0	11.0	65.3	1260	823	3.8	0.51
Carga 50%	-	-	380	725.0	7.3	59.7	924	552	3.4	0.41
Temperat. carcasa	-	93.5	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 5-2-100. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	8.051	16.087	4.731	8.043	inf	inf	3.320	8.043	0.0	0.0	-
Nominal1	700	26.235	43.418	4.731	21.709	inf	inf	1.434	21.709	0.0	0.0	-
Vacio	750	8.586	71.031	4.731	22.685	3.693	48.372	1.000	22.685	3.1	5.3	-83.3
Nominal2	700	29.422	41.324	4.731	21.709	3.693	42.984	2.826	-6.317	3.2	3.2	-101.2

Tabla 5-3-100. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 9.5, Cad = 6.5

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	18.9	0.0	3601	0	0	0	0	3601	0.0	-	106.3	4.2	12.2	-63.4	12.2	12.2	-63.4
Nominal1	700	15.0	75.0	1476	1100	11	18	0	347	86.9	-58.9	132.3	-13.6	4.3	-58.9	4.3	4.3	-58.9
Vacio	750	0.0	0.0	248	0	0	10	104	134	148.9	2.2	148.9	2.3	0.0	2.2	3.1	3.1	-83.1
Nominal2	700	15.0	67.0	1641	1100	72	8	111	350	124.7	-7.7	136.5	-16.1	3.2	-7.7	4.3	4.3	-54.6

Tabla 5-4-100. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 9.5, Cad = 6.5

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
0	7.032	14.658	4.731	8.043	3.693	34.518	3.320	8.043	2.7	2.7	-77.5
1	7.395	15.158	4.731	9.507	3.693	35.904	3.267	6.505	2.3	2.3	-83.4
2	7.870	15.576	4.731	10.972	3.693	37.289	3.214	4.966	1.9	1.9	-91.8
3	8.500	15.923	4.731	12.436	3.693	38.674	3.161	3.427	1.6	1.6	-103.7
4	9.352	16.225	4.731	13.900	3.693	40.060	3.108	1.889	1.5	1.5	-118.1
5	10.546	16.535	4.731	15.364	3.693	41.445	3.055	0.350	1.6	1.6	-131.0
6	12.305	16.977	4.731	16.828	3.693	42.830	3.002	-1.189	1.8	1.8	-138.0
7	15.097	17.890	4.731	18.292	3.693	44.216	2.949	-2.727	2.2	2.2	-137.3
8	20.010	20.475	4.731	19.757	3.693	45.601	2.896	-4.266	2.6	2.6	-128.3
9	29.023	30.999	4.731	21.221	3.693	46.987	2.843	-5.804	2.9	2.9	-110.5
10	8.586	71.031	4.731	22.685	3.693	48.372	2.790	-7.343	3.1	3.1	-83.3

Tabla 5-5-100. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	15.0	0.0	3851	0	0	0	82	3769	0.0	-	94.6	6.4	10.9	-61.1	13.5	13.5	-64.4
1	15.5	3.2	3763	122	8	0	56	3577	4.0	-60.1	81.4	0.8	10.9	-60.1	13.0	13.0	-64.0
2	17.4	7.3	3741	273	18	0	39	3411	8.8	-58.5	70.1	-7.5	11.0	-58.5	12.6	12.6	-63.2
3	19.7	12.3	3776	463	30	0	29	3254	14.9	-56.3	62.5	-19.1	11.0	-56.3	12.2	12.2	-61.9
4	22.5	18.3	3860	706	46	1	25	3082	22.8	-53.4	60.7	-33.3	11.0	-53.4	11.7	11.7	-60.0
5	25.8	25.5	3969	1012	66	2	28	2860	33.2	-49.4	66.4	-46.1	10.9	-49.4	11.2	11.2	-57.5

Tabla 5-6-100. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)	
6	450	29.3	34.1	4051	1381	90	3	38	2540	47.0	-43.9	79.4	-52.9	10.4	-43.9	10.5	10.5	-54.1
7	525	32.0	44.2	3988	1761	114	4	53	2055	65.7	-36.6	97.3	-52.1	9.5	-36.6	9.4	9.4	-49.8
8	600	31.3	55.7	3534	1967	128	6	73	1361	90.1	-26.6	117.4	-43.0	7.8	-26.6	7.7	7.7	-45.7
9	675	22.1	67.1	2330	1563	102	8	91	566	119.4	-13.4	135.5	-25.0	4.7	-13.4	5.2	5.2	-46.9
10	750	0.0	0.0	248	0	0	10	104	134	148.9	2.4	148.9	2.3	0.0	2.2	3.1	3.1	-83.1

Tabla 5-6-100. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	14.1	0.0	3849	1	0	0	82	3766	0.0	-61.1	94.4	6.4	10.9	-61.1	13.5	13.5	-64.4
Máximo	555	32.4	48.6	3872	1882	122	5	61	1802	74.7	-32.9	105.3	-49.4	9.0	-32.9	8.8	8.8	-48.0

Tabla 5-7-100. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	667.0	23.7	66.1	2503.0	1654.0	107.0	8.0	90.0	645.0	116.2	-15.0	133.7	-27.3	5.1	-15.0	5.5	5.5	-46.0
125 %	688.7	19.1	68.6	2006.6	1375.0	89.3	8.0	94.0	439.4	125.1	-10.7	138.2	-20.7	3.9	-10.7	4.7	4.7	-49.2
100 %	704.8	14.9	69.2	1589.6	1099.9	71.2	9.0	97.0	312.5	131.5	-7.3	141.3	-15.2	3.0	-7.3	4.1	4.1	-53.8
75 %	718.1	11.0	67.9	1216.4	825.0	53.8	9.0	100.0	228.5	136.8	-4.6	143.7	-10.4	2.2	-4.6	3.7	3.7	-59.7
50 %	729.7	7.2	63.0	872.5	549.9	35.6	9.0	101.0	175.3	141.4	-2.1	145.6	-5.9	1.4	-2.1	3.3	3.3	-66.7
25 %	740.1	3.6	49.9	550.7	275.0	17.8	10.0	103.0	145.8	145.3	0.2	147.3	-1.8	0.7	0.2	3.2	3.2	-74.7
Eff máx	703.0	15.4	69.2	1638.0	1134.0	74.0	9.0	97.0	325.0	130.8	-7.8	141.0	-15.8	3.1	-7.8	4.1	4.1	-53.2

Tabla 5-8-100. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque							
Valores ingresados	0.0	18.9	0.0	-	0.0	12.2	-
Valores calculados	0.0	15.0	0.0	3851.0	0.0	13.5	-64.4
Diferencias (%)	-	20.6	-	-	-	-10.7	-
Mto Máximo							
Valores ingresados	-	30.0	-	-	-	-	-
Valores calculados	555.0	32.4	48.6	3872.0	1882.0	8.8	-48.0
Diferencias (%)	-	-8.0	-	-	-	-	-
Nominal							
Valores ingresados	700.0	15.0	67.0	1651.0	1100.0	4.3	-54.6
Valores calculados	704.8	14.9	69.2	1589.6	1099.9	4.1	-53.8
Diferencias (%)	-0.7	0.7	-3.3	3.7	0.0	5.3	1.4
75% carga							
Valores ingresados	715.0	11.0	65.3	1260.0	823.0	3.8	-59.3
Valores calculados	718.1	11.0	67.9	1216.4	825.0	3.7	-59.7
Diferencias (%)	-0.4	0.0	-4.0	3.5	-0.2	2.1	-0.6
50% carga							
Valores ingresados	725.0	7.3	59.7	924.0	552.0	3.4	-65.8
Valores calculados	729.7	7.2	63.0	872.5	549.9	3.3	-66.7
Diferencias (%)	-0.6	1.0	-5.5	5.6	0.4	3.8	-1.4
Vacío							
Valores ingresados	750.0	0.0	0.0	240.0	0.0	3.1	-83.1
Valores calculados	750.0	0.0	0.0	248.0	0.0	3.1	-83.1
Diferencias (%)	-	-	-	-3.3	-	-1.0	0.0

Tabla 5-9-100. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	145.3	Paso de bobinas en ranuras	4/6-6	Corriente por kW (A/kW)	3.94
Altura corona estator (mm)	9.3	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm ²)	7.0
Diámetro interior estator (mm)	95.0	Factor de arrollamiento	0.945	Corriente barra rotor (A)	267.8
Altura corona rotor (mm)	14.8	Espiras por bobina (prom)	60.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm ²)	4.5
Diámetro eje rotor (mm)	32.0	Espiras por bobina (real)	60/60-60	Corriente anillo rotor (A)	351.6
Longitud paquete de chapas (mm)	136.0	Número de alambres 1	1	Densidad corr. anillo rotor(A/mm ²)	3.0
Número ranuras estator	36.0	Diámetro alambre 1 (mm)	0.6	Flujo por polo (wb)	0.0019
Sección ranura estator (mm ²)	102.6	Número de alambres 2	1	Densidad flujo entrehierro (T)	0.59
Número ranuras rotor	33.0	Diámetro alambre 2 (mm)	0.65	Dens. flujo corona estator (T)	0.83
Sección ranura rotor (mm ²)	58.9	Conexión bobinado (vias)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	0.33
Espesor anillo rotor (mm)	7.0	Peso total cobre (kg)	2.9	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.115
Sección anillo rotor(mm ²)	117.0	Relleno ranura(%)	35.9	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	662942
Longitud entrehierro (mm)	0.3				

Tabla 5-10-100. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.1608	0.1946	0.1255	0.8353	0.1128	0.1946	0.1608	0.5253	0.1255	1.0402	0.0961	-0.1529	0.1608	0.549	0.1255	1.1706	0.034	0.549

Tabla 5-11-100. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	13.2	1.6	20.5	64.7
Eff. Máx	14.7	1.8	19.2	64.5

Tabla 5-12-100. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

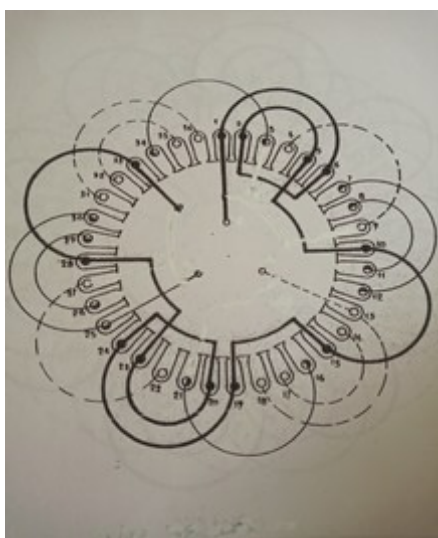


Fig. 5-1-100. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 8 polos, paso 1-4/6-6, 1 vía, ka = 0.945

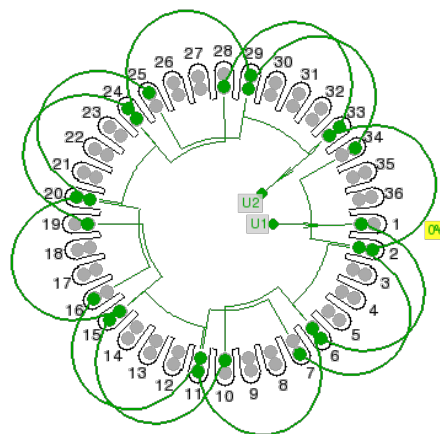
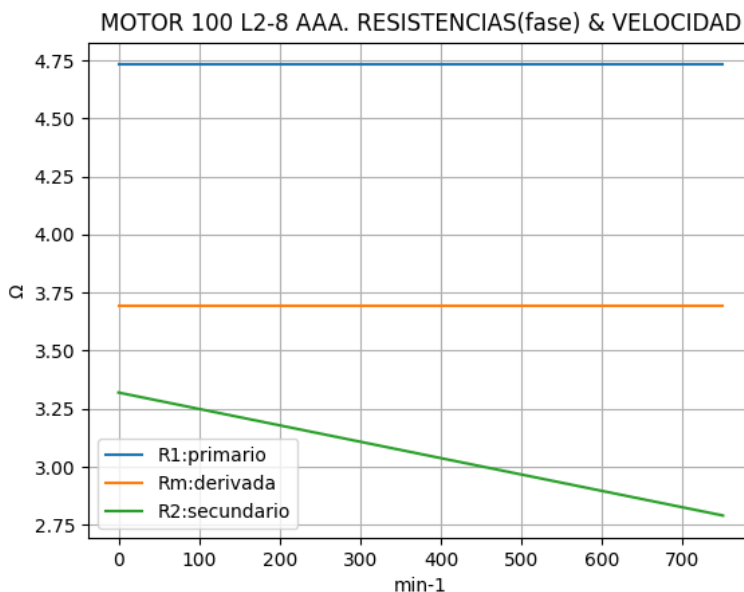


Fig. 5-2-100. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 8 polos, paso 1-6, 1 vía, ka = 0.945

5-6. Motor asincrónico trifásico 100 L2-8. Curvas características

$n_x(\text{min-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	7.032	4.731	3.693	3.320
75	7.395	4.731	3.693	3.267
150	7.870	4.731	3.693	3.214
225	8.500	4.731	3.693	3.161
300	9.352	4.731	3.693	3.108
375	10.546	4.731	3.693	3.055
450	12.305	4.731	3.693	3.002
525	15.097	4.731	3.693	2.949
600	20.010	4.731	3.693	2.896
675	29.023	4.731	3.693	2.843
750	8.586	4.731	3.693	2.790

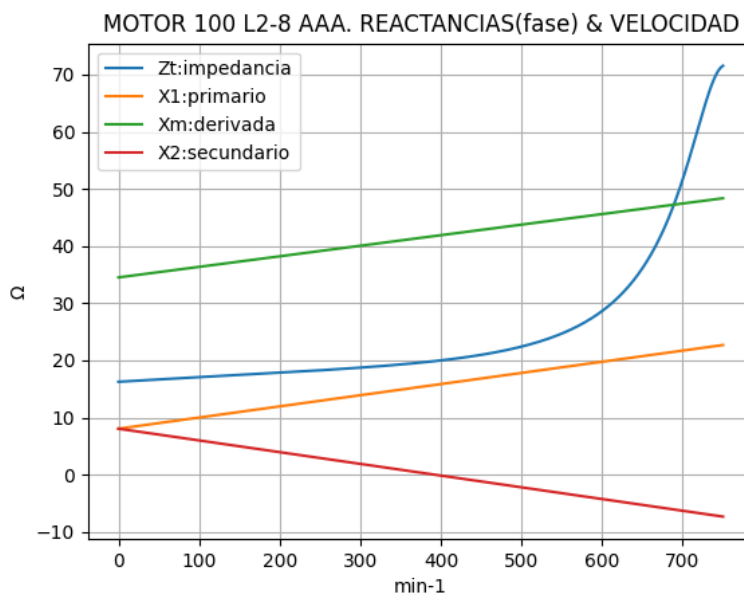


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 5-3-100. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	16.257	14.658	8.043	34.518	8.043
75	16.866	15.158	9.507	35.904	6.505
150	17.451	15.576	10.972	37.289	4.966
225	18.050	15.923	12.436	38.674	3.427
300	18.728	16.225	13.900	40.060	1.889
375	19.612	16.535	15.364	41.445	0.350
450	20.968	16.977	16.828	42.830	-1.189
525	23.408	17.890	18.292	44.216	-2.727
600	28.629	20.475	19.757	45.601	-4.266
675	42.465	30.999	21.221	46.987	-5.804
750	71.548	71.031	22.685	48.372	-7.343



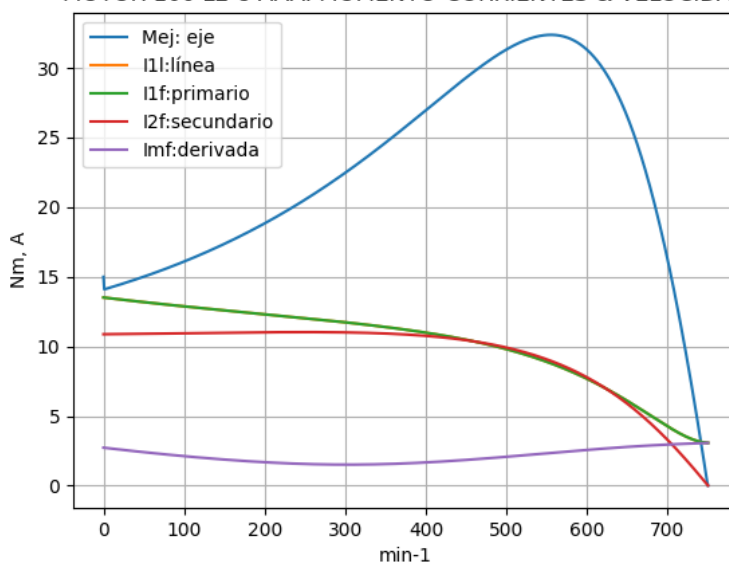
Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ presenta valores positivos hasta cerca de 375 min^{-1} y luego negativos

Fig. 5-4-100. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	15.0	10.9	13.5	13.5	2.7
75	15.5	10.9	13.0	13.0	2.3
150	17.4	11.0	12.6	12.6	1.9
225	19.7	11.0	12.2	12.2	1.6
300	22.5	11.0	11.7	11.7	1.5
375	25.8	10.9	11.2	11.2	1.6
450	29.3	10.4	10.5	10.5	1.8
525	32.0	9.5	9.4	9.4	2.2
600	31.3	7.8	7.7	7.7	2.6
675	22.1	4.7	5.2	5.2	2.9
750	0.0	0.0	3.1	3.1	3.1

MOTOR 100 L2-8 AAA. MOMENTO-CORRIENTES & VELOCIDAD



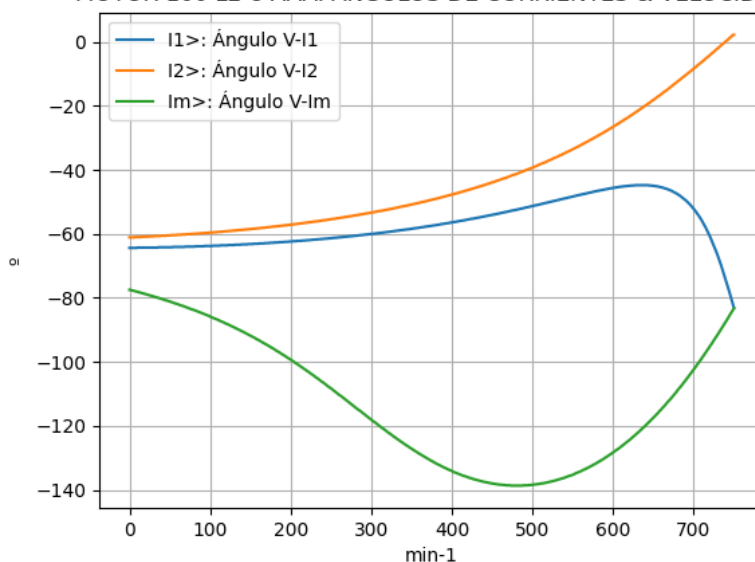
Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 525 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera levemente a I1 entre 525 y 600 min⁻¹, aproximadamente
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 300 min⁻¹

Fig. 5-5-100. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-61.1	-64.4	-77.5
75	-60.1	-64.0	-83.4
150	-58.5	-63.2	-91.8
225	-56.3	-61.9	-103.7
300	-53.4	-60.0	-118.1
375	-49.4	-57.5	-131.0
450	-43.9	-54.1	-138.0
525	-36.6	-49.8	-137.3
600	-26.6	-45.7	-128.3
675	-13.4	-46.9	-110.5
750	2.2	-83.1	-83.3

MOTOR 100 L2-8 AAA. ÁNGULOS DE CORRIENTES & VELOCIDAD

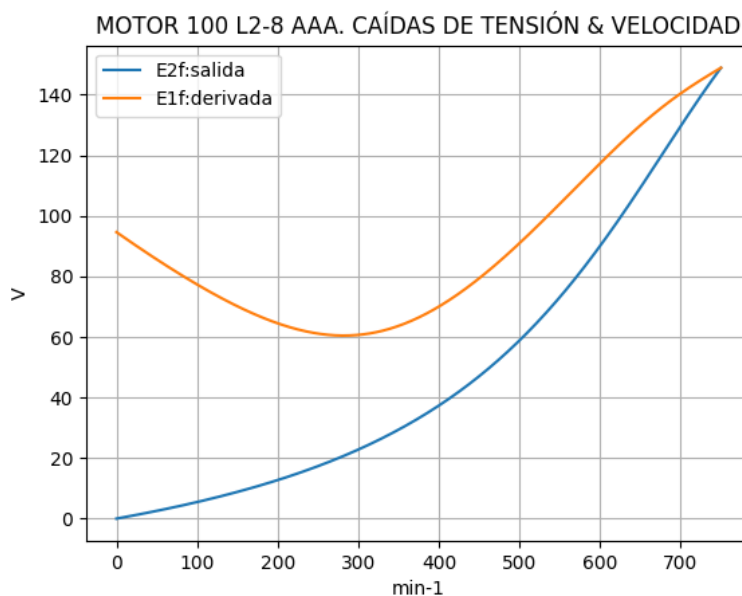


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 675 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 450 min⁻¹

Fig. 5-6-100. Curvas de ángulos de corrientes

$n_x(\text{min-1})$	$E_{2f}(V)$	$E_{1f}(V)$
0	0.0	94.6
75	4.0	81.4
150	8.8	70.1
225	14.9	62.5
300	22.8	60.7
375	33.2	66.4
450	47.0	79.4
525	65.7	97.3
600	90.1	117.4
675	119.4	135.5
750	148.9	148.9

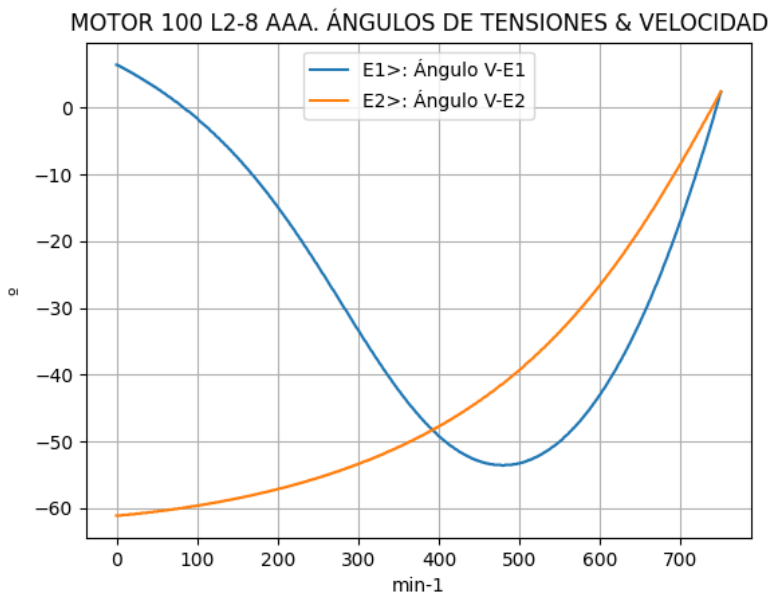


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E_{1f} = E_1 = V_1 - I_1 \cdot Z_1$ desciende hasta cerca de 300 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E_{2f} = E_2 = E_1 - I_2 \cdot Z_2$ crece regularmente

Fig. 5-7-100. Curvas de caídas de tensión

$n_x(\text{min-1})$	$E_{2>}(^{\circ})$	$E_{1>}(^{\circ})$
0	-	6.4
75	-60.1	0.8
150	-58.5	-7.5
225	-56.3	-19.1
300	-53.4	-33.3
375	-49.4	-46.1
450	-43.9	-52.9
525	-36.6	-52.1
600	-26.6	-43.0
675	-13.4	-25.0
750	2.4	2.3

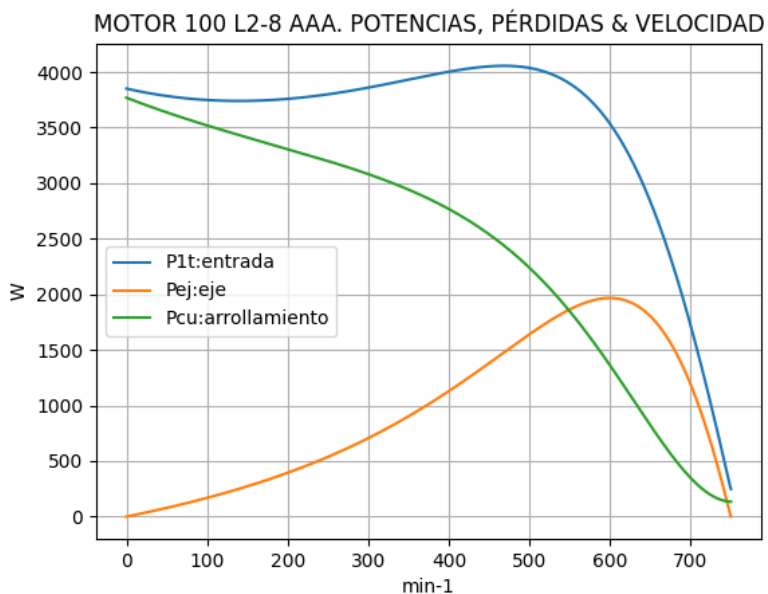


Observaciones:

- El ángulo $V-E_1$ es negativo y se maximiza cerca de 450 min^{-1}
- El ángulo $V-E_2$ es indeterminado en el arranque ($E_2 = 0$) y es el de la corriente I_2 en todas las velocidades

Fig. 5-8-100. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	3851	0	3769
75	3763	122	3577
150	3741	273	3411
225	3776	463	3254
300	3860	706	3082
375	3969	1012	2860
450	4051	1381	2540
525	3988	1761	2055
600	3534	1967	1361
675	2330	1563	566
750	248	0	134

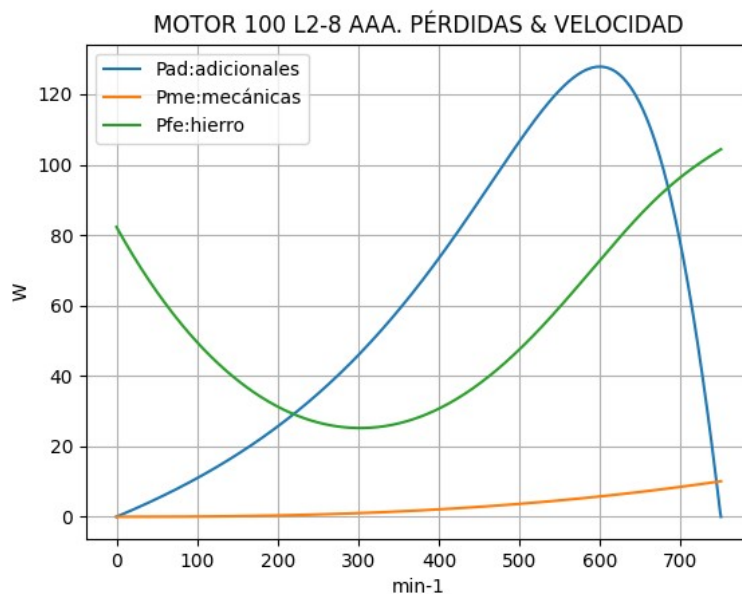


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ presenta un valor máximo cerca de 450 min^{-1} y luego cae regularmente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 600 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular, con leve cambio de pendiente

Fig. 5-9-100. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	82
75	8	0	56
150	18	0	39
225	30	0	29
300	46	1	25
375	66	2	28
450	90	3	38
525	114	4	53
600	128	6	73
675	102	8	91
750	0	10	104

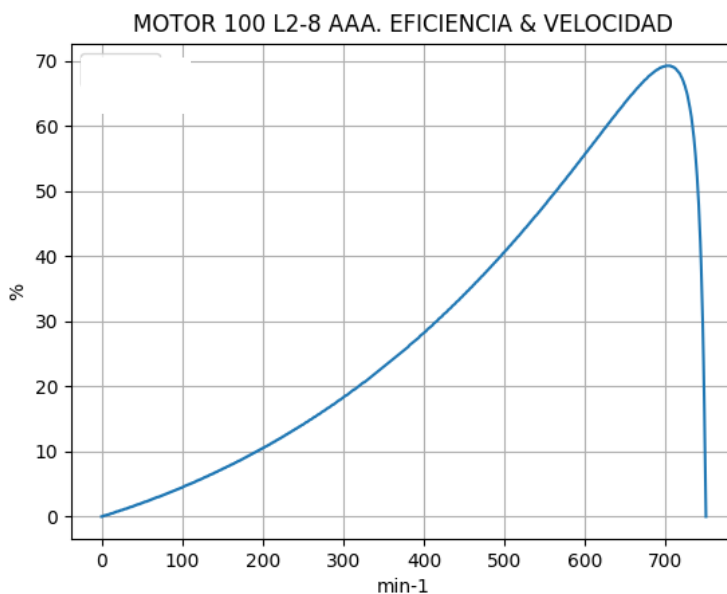


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 600 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 300 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 5-10-100. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff(%)
0	0.0
75	3.2
150	7.3
225	12.3
300	18.3
375	25.5
450	34.1
525	44.2
600	55.7
675	67.1
750	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 675 min-1 y luego decrece, con pendiente más pronunciada

Fig. 5-11-100. Curva de eficiencia

5-7. Motor asincrónico trifásico 112 M8. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	KW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	112 M8	1.5	380	E	50	8	710	78.0	0.64	4.45	3.67	1.67	2.0	B 44	Paq.	2.2-6P

Tabla 5-1-112. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	3.83	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	19.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	4.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	21.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	61.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	750.0	-	-	212	-	2.9	0.11
Arranque	-	-	380	0.0	33.7	-	-	-	16.3	-
Carga 75%	-	-	380	720.0	14.6	77.9	1416	1103	3.8	0.57
Carga 50%	-	-	380	735.0	9.5	73.7	996	734	3.3	0.46
Temperat. carcasa	-	64.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 5-2-112. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	7.227	11.343	3.92	5.671	inf	inf	3.307	5.671	0.0	0.0	-
Nominal1	710	31.214	38.238	3.92	19.119	inf	inf	1.456	19.119	0.0	0.0	-
Vacío	750	8.390	75.806	3.92	19.876	4.211	55.970	1.000	19.876	2.9	5.0	-84.0
Nominal2	710	31.591	37.927	3.92	19.119	4.211	51.363	2.363	-4.684	2.9	2.9	-101.3

Tabla 5-3-112. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 10.5, Cad = 0.01

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	33.7	0.0	5783	0	0	0	0	5783	0.0	-	107.2	2.3	16.3	-57.5	16.3	16.3	-57.5
Nominal1	710	20.2	81.0	1854	1500	15	20	0	319	115.0	-50.8	148.3	-15.8	4.5	-50.8	4.5	4.5	-50.8
Vacío	750	0.0	0.0	214	0	0	12	105	98	161.6	1.7	161.6	1.7	0.0	1.7	2.9	2.9	-83.7
Nominal2	710	20.2	77.6	1934	1500	0	10	105	318	145.3	-9.7	148.9	-16.0	3.5	-9.7	4.5	4.5	-50.2

Tabla 5-4-112. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 10.5, Cad = 0.01

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	6.462	10.712	3.92	5.671	4.211	37.137	3.307	5.671	2.7	2.7	-79.2
1	75	6.792	11.357	3.92	7.092	4.211	39.020	3.207	4.577	2.2	2.2	-86.9
2	150	7.203	11.953	3.92	8.512	4.211	40.904	3.108	3.484	1.8	1.8	-96.7
3	225	7.727	12.513	3.92	9.933	4.211	42.787	3.008	2.390	1.6	1.6	-108.6
4	300	8.414	13.054	3.92	11.353	4.211	44.670	2.908	1.296	1.5	1.5	-121.1
5	375	9.355	13.612	3.92	12.774	4.211	46.554	2.808	0.202	1.6	1.6	-131.6
6	450	10.726	14.258	3.92	14.194	4.211	48.437	2.709	-0.892	1.7	1.7	-137.6
7	525	12.914	15.192	3.92	15.615	4.211	50.320	2.609	-1.986	2.0	2.0	-137.6
8	600	16.956	17.134	3.92	17.035	4.211	52.203	2.509	-3.000	2.3	2.3	-130.3
9	675	26.223	24.549	3.92	18.456	4.211	54.087	2.410	-4.173	2.6	2.6	-113.4
10	750	8.390	75.806	3.92	19.876	4.211	55.970	2.310	-5.267	2.9	2.9	-84.0

Tabla 5-5-112. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)	
0	0	28.8	0.0	5976	0	0	0	89	5887	0.0	-	99.1	4.3	15.1	-55.4	17.6	17.6	-58.9
1	75	29.5	4.1	5614	231	0	0	60	5323	5.2	-55.2	85.3	-3.1	14.7	-55.2	16.6	16.6	-59.1
2	150	30.5	9.0	5353	479	0	0	42	4832	11.1	-54.5	74.8	-12.6	14.3	-54.5	15.7	15.7	-58.9
3	225	32.0	14.6	5171	754	0	1	32	4385	18.0	-53.3	68.7	-24.2	14.0	-53.3	14.9	14.9	-58.3
4	300	33.9	21.1	5049	1066	0	1	29	3953	26.3	-51.4	68.0	-36.5	13.5	-51.4	14.1	14.1	-57.2
5	375	36.3	28.7	4964	1424	0	2	31	3507	36.5	-48.8	73.1	-46.7	13.0	-48.8	13.3	13.3	-55.5

Tabla 5-6-112. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)	
6	450	38.8	37.5	4877	1831	0	3	38	3005	49.8	-45.0	83.8	-52.5	12.3	-45.0	12.3	12.3	-53.1
7	525	41.0	47.9	4702	2253	0	5	49	2395	67.7	-39.5	99.2	-52.3	11.1	-39.5	11.0	11.0	-49.6
8	600	40.4	60.1	4224	2539	0	7	65	1613	92.3	-31.1	118.8	-44.9	9.2	-31.1	9.1	9.1	-45.3
9	675	30.6	73.6	2942	2165	0	9	86	681	125.4	-18.0	141.4	-27.8	5.8	-18.0	6.1	6.1	-43.1
10	750	0.0	0.0	214	0	0	12	105	98	161.6	1.8	161.6	1.7	0.0	1.7	2.9	2.9	-83.7

Tabla 5-6-112. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	0	28.8	0.0	5976	0	0	0	89	5887	0.0	26.6	99.1	4.3	15.1	-55.4	17.6	17.6	-58.9
Máximo	557	41.3	52.9	4555	2409	0	6	55	2085	77.2	-36.3	107.1	-50.1	10.4	-36.3	10.3	10.3	-47.9

Tabla 5-7-112. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	668.0	32.2	72.4	3116.0	2255.0	0.0	9.0	84.0	768.0	122.0	-19.5	139.2	-29.9	6.2	-19.5	6.5	6.5	-42.9
125 %	692.1	25.9	76.3	2458.0	1874.7	0.0	10.0	91.0	482.3	133.8	-14.2	146.5	-22.3	4.7	-14.2	5.3	5.3	-44.7
100 %	708.1	20.3	77.9	1923.9	1499.9	0.0	10.0	95.0	318.8	141.9	-10.2	151.2	-16.5	3.6	-10.2	4.4	4.4	-48.5
75 %	720.8	14.9	77.7	1448.4	1125.1	0.0	11.0	98.8	213.5	148.2	-6.8	154.7	-11.4	2.5	-6.8	3.8	3.8	-54.4
50 %	731.6	9.8	74.3	1010.9	749.8	0.0	11.0	101.0	148.1	153.4	-3.7	157.5	-6.7	1.6	-3.7	3.3	3.3	-62.4
25 %	741.1	4.8	62.4	601.2	375.3	0.0	12.0	103.0	110.8	157.7	-0.9	159.7	-2.5	0.8	-0.9	3.0	3.0	-72.4
Eff máx	713.0	18.3	78.1	1747.0	1364.0	0.0	11.0	97.0	275.0	144.3	-8.9	152.6	-14.5	3.2	-8.9	4.2	4.2	-50.5

Tabla 5-8-112. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	33.7	0.0	-	0.0	16.3	-
Valores calculados		0.0	28.8	0.0	5976.0	0.0	17.6	-58.9
Diferencias (%)		-	14.5	-	-	-	-8.0	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	40.3	-	-	-	-	-
Valores calculados		557.0	41.3	52.9	4555.0	2409.0	10.3	-47.9
Diferencias (%)		-	-2.5	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		710.0	20.2	78.0	1872.3	1500.0	4.5	-50.2
Valores calculados		708.1	20.3	77.9	1923.9	1499.9	4.4	-48.5
Diferencias (%)		0.3	-0.6	0.1	-2.8	0.0	1.1	3.4
75% carga								
Valores ingresados		720.0	14.6	77.9	1416.0	1103.0	3.8	-55.3
Valores calculados		720.8	14.9	77.7	1448.4	1125.1	3.8	-54.4
Diferencias (%)		-0.1	-1.8	0.3	-2.3	-2.0	0.0	1.5
50% carga								
Valores ingresados		735.0	9.5	73.7	996.0	734.0	3.3	-62.6
Valores calculados		731.6	9.8	74.3	1010.9	749.8	3.3	-62.4
Diferencias (%)		0.5	-2.7	-0.8	-1.5	-2.2	-1.2	0.3
Vacío								
Valores ingresados		750.0	0.0	0.0	212.0	0.0	2.9	-83.7
Valores calculados		750.0	0.0	0.0	214.0	0.0	2.9	-83.7
Diferencias (%)		-	-	-	-0.9	-	-0.7	-0.0

Tabla 5-9-112. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	165.30	Paso de bobinas en ranuras	4/6-6	Corriente por kW (A/kW)	2.97
Altura corona estator (mm)	9.70	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm ²)	6.7
Diámetro interior estator (mm)	110.00	Factor de arrollamiento	0.945	Corriente barra rotor (A)	224.8
Altura corona rotor (mm)	17.80	Espiras por bobina (prom)	49.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm ²)	4.6
Diámetro eje rotor (mm)	38.00	Espiras por bobina (real)	49/49-49	Corriente anillo rotor (A)	295.2
Longitud paquete de chapas (mm)	147.00	Número de alambres 1	2	Densidad corr. anillo rotor(A/mm ²)	2.7
Número ranuras estator	36.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.65	Flujo por polo (wb)	0.0025
Sección ranura estator (mm ²)	107.00	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.62
Número ranuras rotor	33.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	0.97
Sección ranura rotor (mm ²)	49.00	Conexión bobinado (vias)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	0.33
Espesor anillo rotor (mm)	6.00	Peso total cobre (kg)	3.3	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.084
Sección anillo rotor(mm ²)	110.00	Relleno ranura(%)	30.4	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	423204
Longitud entrehierro (mm)	0.25				

Tabla 5-10-112. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.1241	0.1495	0.1333	0.9792	0.1047	0.1495	0.1241	0.5041	0.1333	1.3543	0.0748	-0.1235	0.1241	0.5241	0.1333	1.4757	0.0317	0.5241

Tabla 5-11-112. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	0.0	2.4	24.3	73.3
Eff. Máx	0.0	2.9	25.3	71.8

Tabla 5-12-112. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

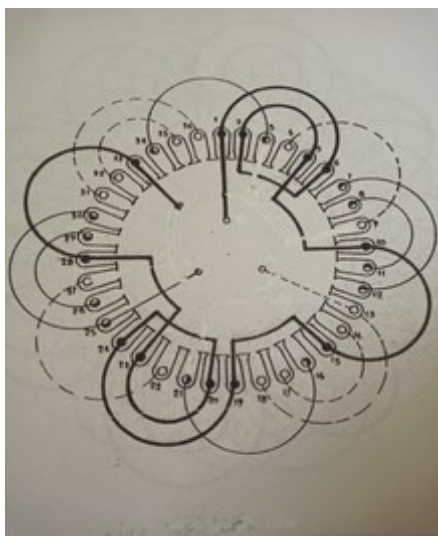


Fig. 5-1-112. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 8 polos, paso 1-4/6-6, 1 vía, ka = 0.945

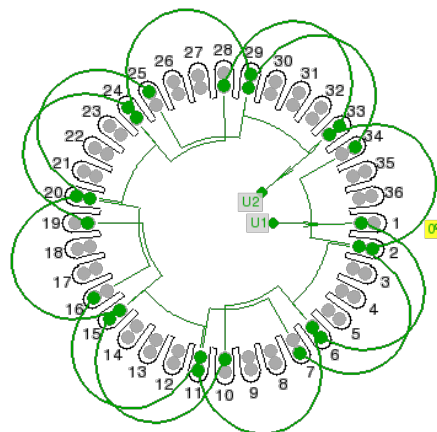
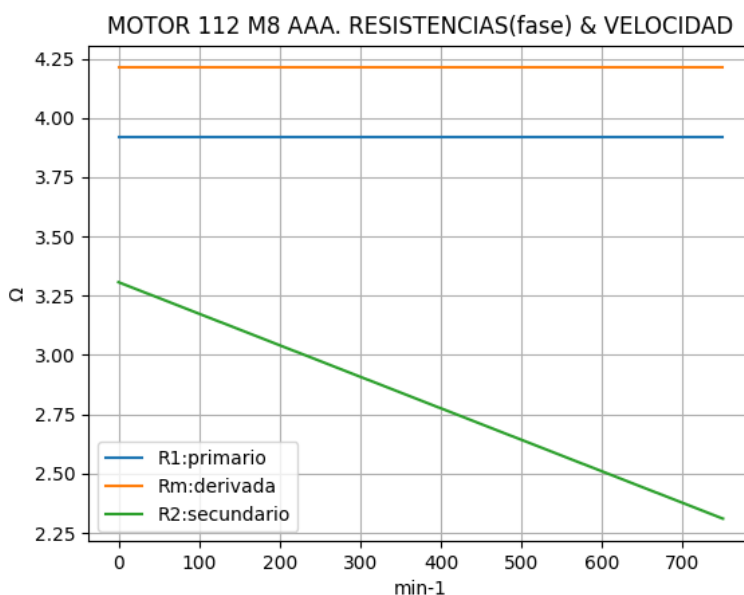


Fig. 5-2-112. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 8 polos, paso 1-6, 1 vía, ka = 0.945

5-8. Motor asincrónico trifásico 112 M8. Curvas características

$n_x(\text{min}^{-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	6.462	3.92	4.211	3.307
75	6.792	3.92	4.211	3.207
150	7.203	3.92	4.211	3.108
225	7.727	3.92	4.211	3.008
300	8.414	3.92	4.211	2.908
375	9.355	3.92	4.211	2.808
450	10.726	3.92	4.211	2.709
525	12.914	3.92	4.211	2.609
600	16.956	3.92	4.211	2.509
675	26.223	3.92	4.211	2.410
750	8.390	3.92	4.211	2.310

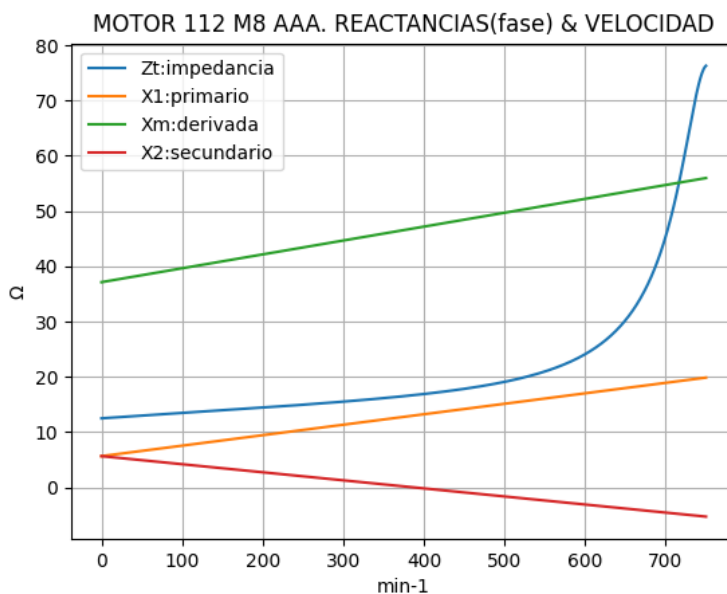


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 5-3-112. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min}^{-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	12.510	10.712	5.671	37.137	5.671
75	13.232	11.357	7.092	39.020	4.577
150	13.955	11.953	8.512	40.904	3.484
225	14.706	12.513	9.933	42.787	2.390
300	15.531	13.054	11.353	44.670	1.296
375	16.516	13.612	12.774	46.554	0.202
450	17.842	14.258	14.194	48.437	-0.892
525	19.939	15.192	15.615	50.320	-1.986
600	24.105	17.134	17.035	52.203	-3.080
675	35.921	24.549	18.456	54.087	-4.173
750	76.268	75.806	19.876	55.970	-5.267

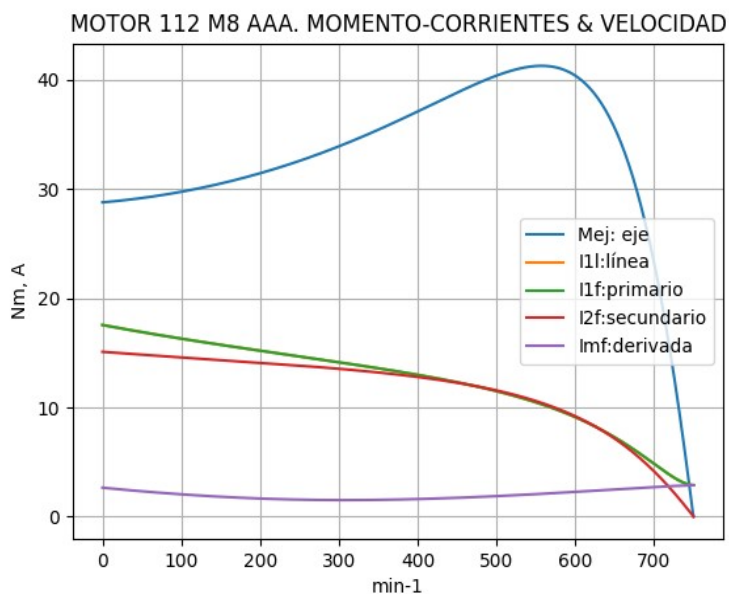


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ presenta valores positivos hasta cerca de 375 min^{-1} y luego es negativa

Fig. 5-4-112. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	28.8	15.1	17.6	17.6	2.7
75	29.5	14.7	16.6	16.6	2.2
150	30.5	14.3	15.7	15.7	1.8
225	32.0	14.0	14.9	14.9	1.6
300	33.9	13.5	14.1	14.1	1.5
375	36.3	13.0	13.3	13.3	1.6
450	38.8	12.3	12.3	12.3	1.7
525	41.0	11.1	11.0	11.0	2.0
600	40.4	9.2	9.1	9.1	2.3
675	30.6	5.8	6.1	6.1	2.6
750	0.0	0.0	2.9	2.9	2.9

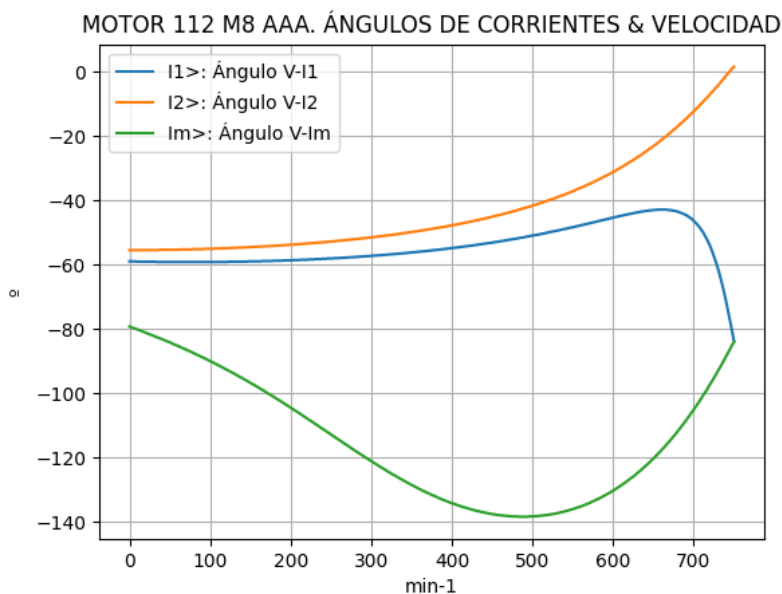


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 525 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera levemente a I1 entre 525 y 600 de min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 300 min⁻¹

Fig. 5-5-112. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-55.4	-58.9	-79.2
75	-55.2	-59.1	-86.9
150	-54.5	-58.9	-96.7
225	-53.3	-58.3	-108.6
300	-51.4	-57.2	-121.1
375	-48.8	-55.5	-131.6
450	-45.0	-53.1	-137.6
525	-39.5	-49.6	-137.6
600	-31.1	-45.3	-130.3
675	-18.0	-43.1	-113.4
750	1.7	-83.7	-84.0

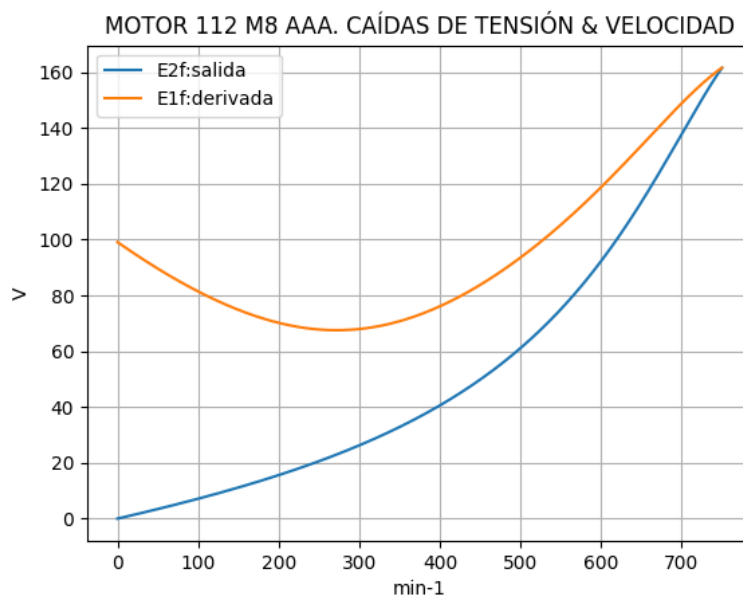


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 525 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo, salvo cerca de vacío, y decrece regularmente con leve cambio de pendiente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 450 min⁻¹

Fig. 5-6-112. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	99.1
75	5.2	85.3
150	11.1	74.8
225	18.0	68.7
300	26.3	68.0
375	36.5	73.1
450	49.8	83.8
525	67.7	99.2
600	92.3	118.8
675	125.4	141.4
750	161.6	161.6

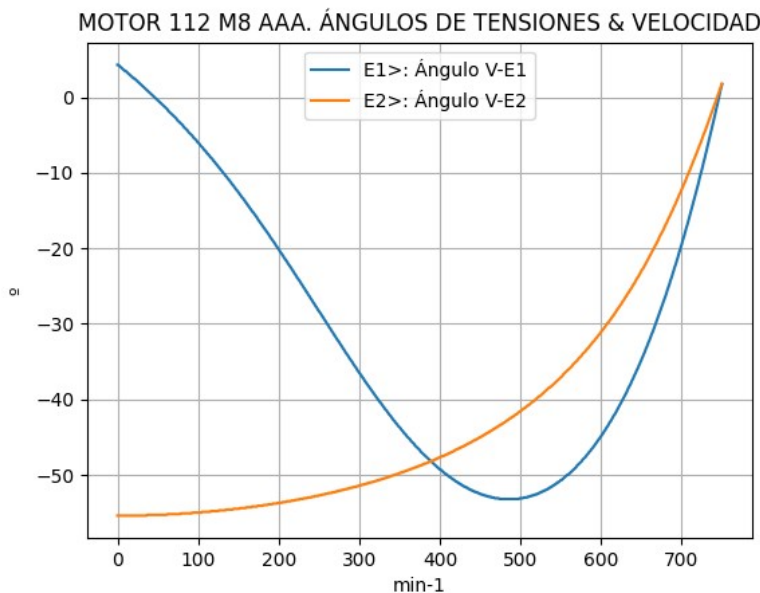


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ descende hasta cerca de 300 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente, con leve cambio de pendiente

Fig. 5-7-112. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	4.3
75	-55.2	-3.1
150	-54.5	-12.6
225	-53.3	-24.2
300	-51.4	-36.5
375	-48.8	-46.7
450	-45.0	-52.5
525	-39.5	-52.3
600	-31.1	-44.9
675	-18.0	-27.8
750	1.8	1.7

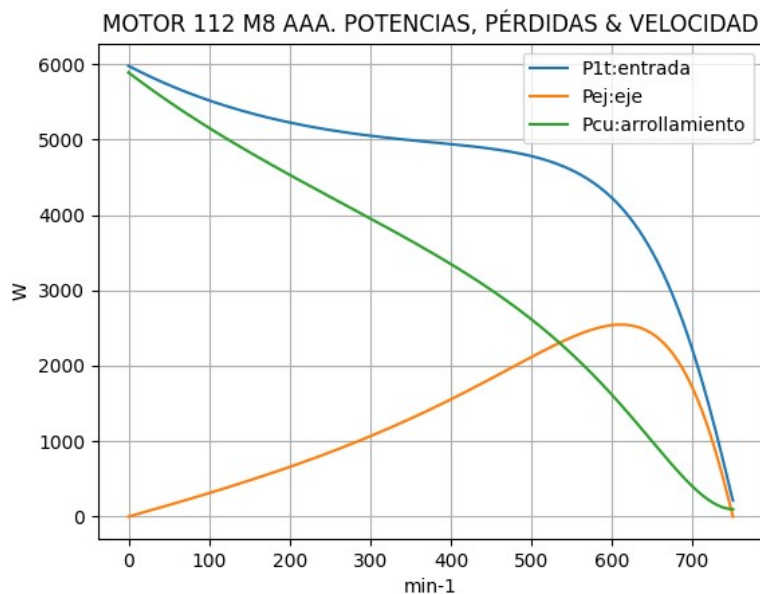


Observaciones:

- El ángulo $V-E1$ es negativo y se maximiza cerca de 450 min^{-1}
- El ángulo $V-E2$ es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 5-8-112. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	5976	0	5887
75	5614	231	5323
150	5353	479	4832
225	5171	754	4385
300	5049	1066	3953
375	4964	1424	3507
450	4877	1831	3005
525	4702	2253	2395
600	4224	2539	1613
675	2942	2165	681
750	214	0	98

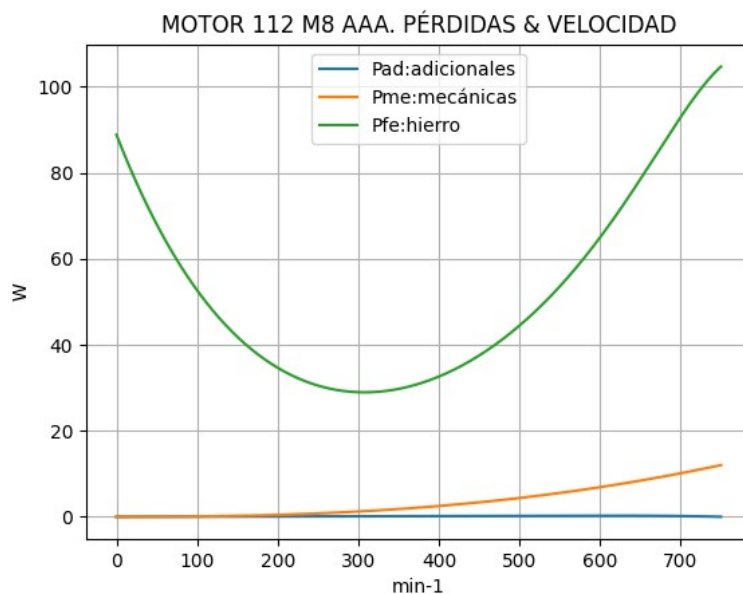


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ desciende hasta cerca de 500 min^{-1} y luego desciende con mayor pendiente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 600 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 5-9-112. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	89
75	0	0	60
150	0	0	42
225	0	1	32
300	0	1	29
375	0	2	31
450	0	3	38
525	0	5	49
600	0	7	65
675	0	9	86
750	0	12	105

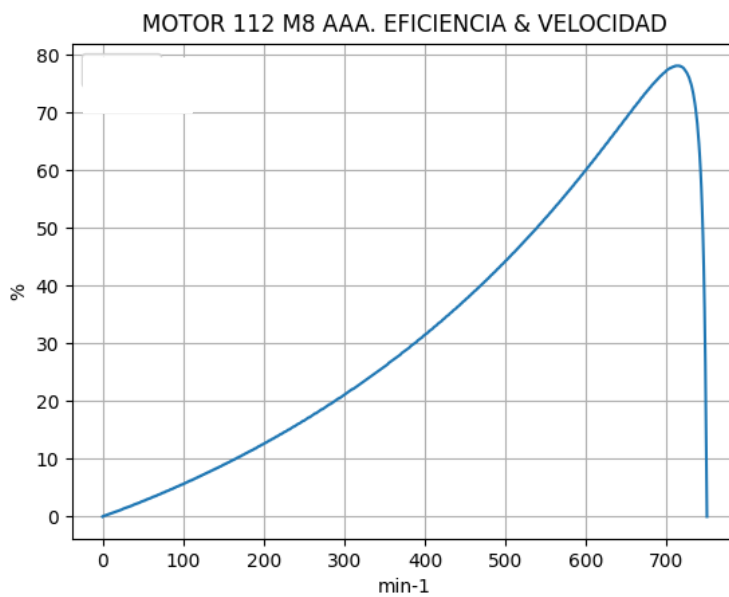


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son prácticamente despreciables
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 300 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 5-10-112. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff (%)
0	0.0
75	4.1
150	9.0
225	14.6
300	21.1
375	28.7
450	37.5
525	47.9
600	60.1
675	73.6
750	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 675 min^{-1} y luego decrece con mayor pendiente

Fig. 5-11-112. Curva de eficiencia

5-9. Motor asincrónico trifásico 132 M8. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	KW	V Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	132 M8	3.0	380	T	50	8	705	80.6	0.69	8.0	2.96	0.92	2.0	B 44	Paq. 4-6P

Tabla 5-1-132. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	4.77	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	22.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	6.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	22.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	66.3	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	750.0	-	-	284	-	3.7	0.12
Arranque	-	-	380	0.0	37.4	-	-	-	23.7	-
Carga 75%	-	-	380	720.0	29.2	82.9	2660	2204	6.3	0.64
Carga 50%	-	-	380	730.0	19.2	85.0	1730	1470	5.0	0.53
Temperat. carcasa	-	68.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 5-2-132. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	10.050	25.879	4.826	12.940	inf	inf	5.224	12.940	0.0	0.0	-
Nominal1	705	55.688	60.428	4.826	30.214	inf	inf	3.052	30.214	0.0	0.0	-
Vacío	750	21.150	174.973	4.826	31.317	15.507	143.840	3.000	31.317	2.2	3.7	-83.4
Nominal2	705	56.701	59.479	4.826	30.214	15.507	126.234	4.533	2.384	2.2	3.7	-99.9

Tabla 5-3-132. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 8.0, Cad = 0.2

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	37.4	0.0	5649	0	0	0	0	5649	0.0	-	191.0	-0.8	13.7	-68.8	13.7	23.7	-68.8
Nominal1	705	40.7	84.0	3572	3000	30	37	0	505	221.1	-47.3	273.6	-16.6	4.6	-47.3	4.6	8.0	-47.3
Vacío	750	0.0	0.0	301	0	0	17	216	67	311.7	0.3	311.7	0.4	0.0	0.3	2.2	3.7	-83.1
Nominal2	705	40.7	80.2	3741	3000	6	15	218	502	267.4	-18.8	275.4	-16.9	3.8	-18.8	4.6	8.0	-46.4

Tabla 5-4-132. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 8.0, Cad = 0.2

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
0	9.039	24.285	4.826	12.940	15.507	88.135	5.224	12.940	2.0	3.4	-80.0
1	9.512	25.373	4.826	14.777	15.507	93.706	5.150	11.817	1.7	3.0	-83.9
2	10.113	26.425	4.826	16.615	15.507	99.276	5.077	10.694	1.5	2.6	-88.5
3	10.890	27.455	4.826	18.453	15.507	104.847	5.003	9.571	1.3	2.3	-93.9
4	11.925	28.483	4.826	20.290	15.507	110.417	4.930	8.448	1.2	2.1	-100.2
5	13.366	29.543	4.826	22.128	15.507	115.988	4.856	7.325	1.1	2.0	-107.1
6	15.505	30.711	4.826	23.966	15.507	121.558	4.783	6.202	1.1	2.0	-113.7
7	19.008	32.193	4.826	25.804	15.507	127.129	4.709	5.079	1.2	2.1	-118.2
8	25.762	34.779	4.826	27.641	15.507	132.699	4.636	3.956	1.5	2.5	-118.0
9	43.546	44.016	4.826	29.479	15.507	138.270	4.562	2.833	1.8	3.2	-108.3
10	21.150	174.973	4.826	31.317	15.507	143.840	4.489	1.710	2.2	3.7	-83.4

Tabla 5-5-132. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	32.3	0.0	5831	0	0	0	183	5648	0.0	-	177.5	0.0	12.7	-68.0	14.7	25.4	-69.6
1	33.4	4.7	5612	262	1	0	136	5213	7.1	-67.5	162.5	-3.3	12.4	-67.5	14.0	24.3	-69.5
2	35.0	10.1	5473	550	1	0	103	4818	15.3	-66.7	149.7	-7.4	12.0	-66.7	13.4	23.2	-69.1
3	37.2	16.2	5408	877	2	1	81	4448	25.1	-65.6	139.6	-12.3	11.7	-65.6	12.9	22.3	-68.4
4	40.1	23.2	5418	1259	3	2	67	4088	37.2	-64.0	133.4	-18.2	11.3	-64.0	12.3	21.3	-67.3
5	43.9	31.3	5507	1723	3	3	60	3718	52.9	-61.7	132.5	-24.7	10.9	-61.7	11.7	20.3	-65.7

Tabla 5-6-132. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)	
6	450	48.8	40.5	5675	2300	5	5	60	3306	74.3	-58.4	139.5	-30.9	10.4	-58.4	11.0	19.1	-63.2
7	525	54.8	51.2	5891	3014	6	7	71	2793	105.3	-53.1	158.1	-35.2	9.6	-53.1	10.2	17.6	-59.4
8	600	60.1	63.4	5958	3777	8	10	98	2065	153.2	-44.3	194.2	-34.6	8.3	-44.3	8.8	15.2	-53.5
9	675	53.4	76.8	4921	3778	8	13	155	967	228.0	-28.3	253.8	-24.7	5.6	-28.3	6.1	10.6	-45.3
10	750	0.0	0.0	301	0	0	17	216	67	311.7	0.4	311.7	0.4	0.0	0.3	2.2	3.7	-83.1

Tabla 5-6-132. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	32.2	0.1	5828	3	0	0	182	5642	0.1	-68.0	177.3	0.0	12.7	-68.0	14.7	25.4	-69.6
Máximo	618	60.5	66.6	5879	3914	8	11	109	1838	168.3	-41.3	206.3	-33.4	7.8	-41.3	8.3	14.4	-51.6

Tabla 5-7-132. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125 %	676.6	52.9	77.0	4867.7	3750.0	7.4	13.0	156.6	940.0	230.0	-27.8	255.4	-24.4	5.4	-27.8	6.0	10.4	-45.1
100 %	703.5	40.7	80.9	3704.6	3000.1	6.0	15.0	183.5	501.1	262.7	-19.0	280.2	-17.2	3.9	-19.0	4.6	7.9	-44.5
75 %	718.9	29.9	81.7	2753.3	2250.2	4.1	16.0	197.9	285.1	281.2	-13.1	293.4	-12.0	2.7	-13.1	3.6	6.2	-47.8
50 %	730.7	19.6	79.5	1885.7	1500.3	3.0	16.0	206.7	160.1	294.2	-8.2	302.0	-7.5	1.7	-8.2	2.9	5.0	-54.9
25 %	740.8	9.7	69.9	1073.1	750.0	1.2	17.0	212.8	92.1	304.1	-3.8	307.9	-3.5	0.8	-3.8	2.4	4.1	-66.8
Eff máx	716	32.2	81.8	2948	2411	5	15	195	322	277.8	-14.3	291.1	-13.0	2.9	-14.3	3.8	6.5	-46.8

Tabla 5-8-132. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	37.4	0.0	-	0.0	23.7	-
Valores calculados		0.0	32.3	0.0	5831.0	0.0	25.4	-69.6
Diferencias (%)		-	13.6	-	-	-	-7.2	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	81.3	-	-	-	-	-
Valores calculados		618.0	60.5	66.6	5879.0	3914.0	14.4	-51.6
Diferencias (%)		-	25.6	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		705.0	40.6	80.6	3628.8	3000.0	8.0	-46.4
Valores calculados		703.5	40.7	80.9	3704.6	3000.1	7.9	-44.5
Diferencias (%)		0.2	-0.2	-0.4	-2.1	-0.0	1.2	4.0
75% carga								
Valores ingresados		720.0	29.2	82.9	2660.0	2204.0	6.3	-50.2
Valores calculados		718.9	29.9	81.7	2753.3	2250.2	6.2	-47.8
Diferencias (%)		0.2	-2.3	1.4	-3.5	-2.1	1.6	4.8
50% carga								
Valores ingresados		730.0	19.2	85.0	1730.0	1470.0	5.0	-58.0
Valores calculados		730.7	19.6	79.5	1885.7	1500.3	5.0	-54.9
Diferencias (%)		-0.1	-1.9	6.5	-9.0	-2.1	0.0	5.3
Vacio								
Valores ingresados		750.0	0.0	0.0	284.0	0.0	3.7	-83.1
Valores calculados		750.0	0.0	0.0	301.0	0.0	3.7	-83.1
Diferencias (%)		-	-	-	-6.0	-	0.8	0.0

Tabla 5-9-132. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	195.30	Paso de bobinas en ranuras	4/6-5	Corriente por kW (A/kW)	2.67
Altura corona estator (mm)	12.90	Capas de bobinas por ranura	2	Densidad corriente bobinado (A/mm ²)	6.0
Diámetro interior estator (mm)	132.00	Factor de arrollamiento	0.945	Corriente barra rotor (A)	346.1
Altura corona rotor (mm)	30.30	Espiras por bobina (prom)	33.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm ²)	8.9
Diámetro eje rotor (mm)	48.00	Espiras por bobina (real)	33/33-33	Corriente anillo rotor (A)	413.1
Longitud paquete de chapas (mm)	155.00	Número de alambres 1	2	Densidad corr. anillo rotor(A/mm ²)	5.9
Número ranuras estator	36.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.7	Flujo por polo (wb)	0.0034
Sección ranura estator (mm ²)	123.40	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.66
Número ranuras rotor	30.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	0.94
Sección ranura rotor (mm ²)	38.70	Conexión bobinado (vías)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	0.28
Espesor anillo rotor (mm)	6.00	Peso total cobre (kg)	4.7	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.055
Sección anillo rotor(mm ²)	70.00	Relleno ranura(%)	41.2	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	477822
Longitud entrehierro (mm)	0.28				

Tabla 5-10-132. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0851	0.2176	0.2735	1.4818	0.0921	0.2176	0.0851	0.508	0.2735	2.1223	0.0799	0.0401	0.0851	0.5265	0.2735	2.4183	0.0529	0.5265

Tabla 5-11-132. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	0.8	2.0	29.4	67.8
Eff. Máx	0.9	2.8	36.3	60.0

Tabla 5-12-132. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

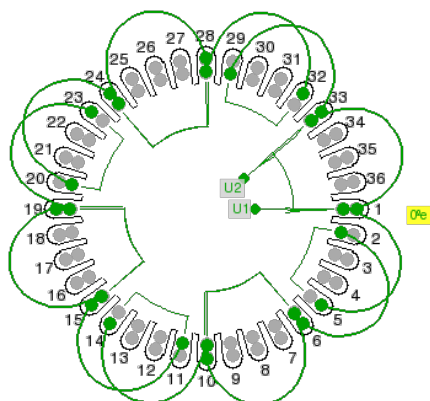


Fig. 5-1-132. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 8 polos, paso 1-5, 1 vía, ka = 0.945

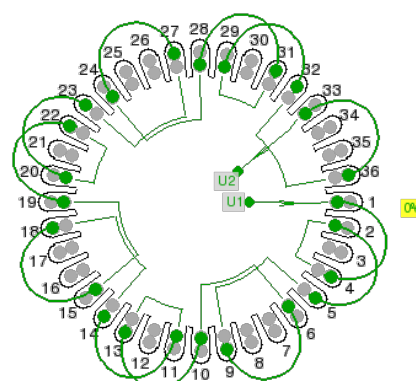
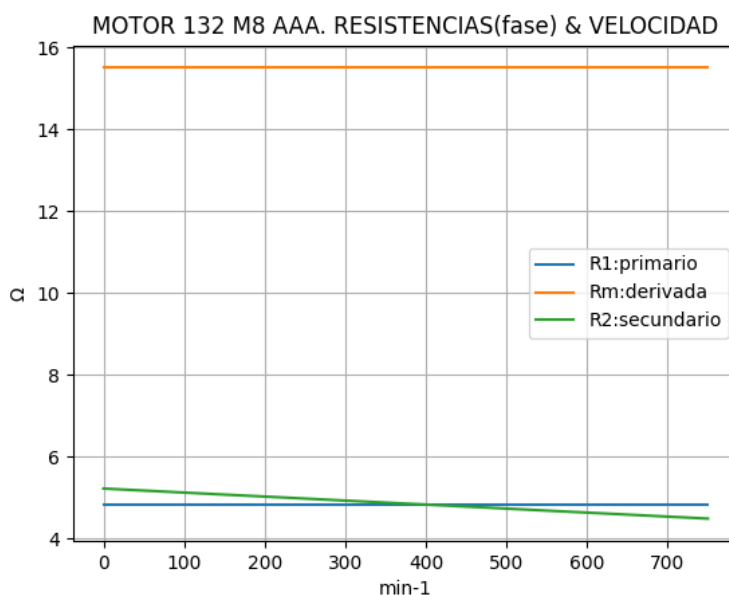


Fig. 5-2-132. Esquema de arrollamiento de 36 ranuras, 8 polos, paso 1-4, 1 vía, ka = 0.831

5-10. Motor asincrónico trifásico 132 M8. Curvas características

$n_x(\text{min-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	9.039	4.826	15.507	5.224
75	9.512	4.826	15.507	5.150
150	10.113	4.826	15.507	5.077
225	10.890	4.826	15.507	5.003
300	11.925	4.826	15.507	4.930
375	13.366	4.826	15.507	4.856
450	15.505	4.826	15.507	4.783
525	19.008	4.826	15.507	4.709
600	25.762	4.826	15.507	4.636
675	43.546	4.826	15.507	4.562
750	21.150	4.826	15.507	4.489

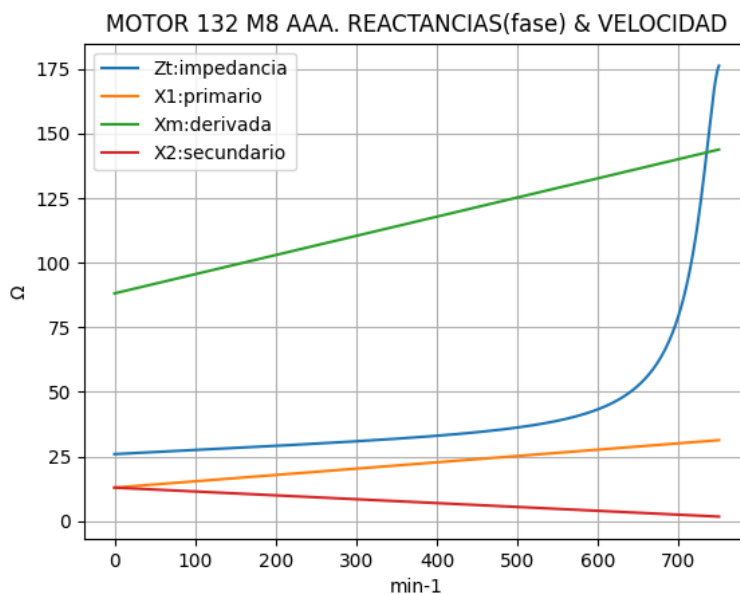


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 5-3-132. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	25.913	24.285	12.940	88.135	12.940
75	27.097	25.373	14.777	93.706	11.817
150	28.294	26.425	16.615	99.276	10.694
225	29.536	27.455	18.453	104.847	9.571
300	30.878	28.483	20.290	110.417	8.448
375	32.426	29.543	22.128	115.988	7.325
450	34.403	30.711	23.966	121.558	6.202
525	37.386	32.193	25.804	127.129	5.079
600	43.281	34.779	27.641	132.699	3.956
675	61.917	44.016	29.479	138.270	2.833
750	176.247	174.973	31.317	143.840	1.710

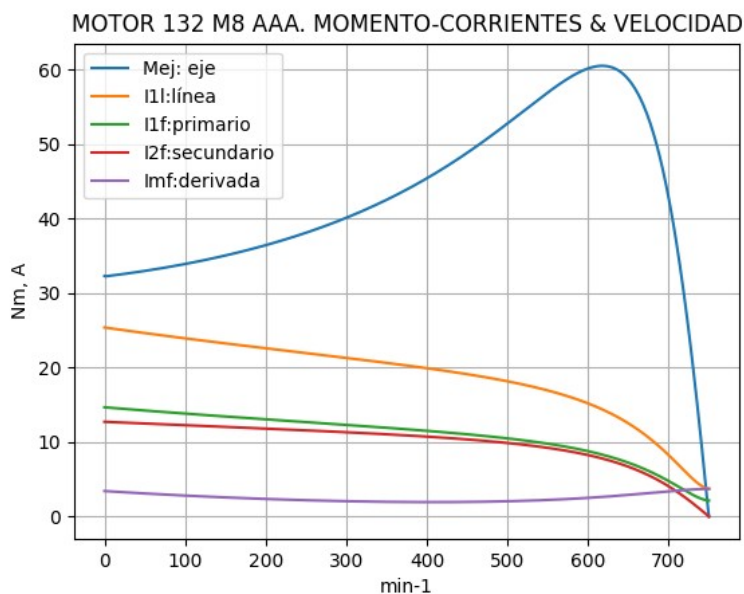


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ presenta valores positivos y decrecientes

Fig. 5-4-132. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	32.3	12.7	14.7	25.4	2.0
75	33.4	12.4	14.0	24.3	1.7
150	35.0	12.0	13.4	23.2	1.5
225	37.2	11.7	12.9	22.3	1.3
300	40.1	11.3	12.3	21.3	1.2
375	43.9	10.9	11.7	20.3	1.1
450	48.8	10.4	11.0	19.1	1.1
525	54.8	9.6	10.2	17.6	1.2
600	60.1	8.3	8.8	15.2	1.5
675	53.4	5.6	6.1	10.6	1.8
750	0.0	0.0	2.2	3.7	2.2

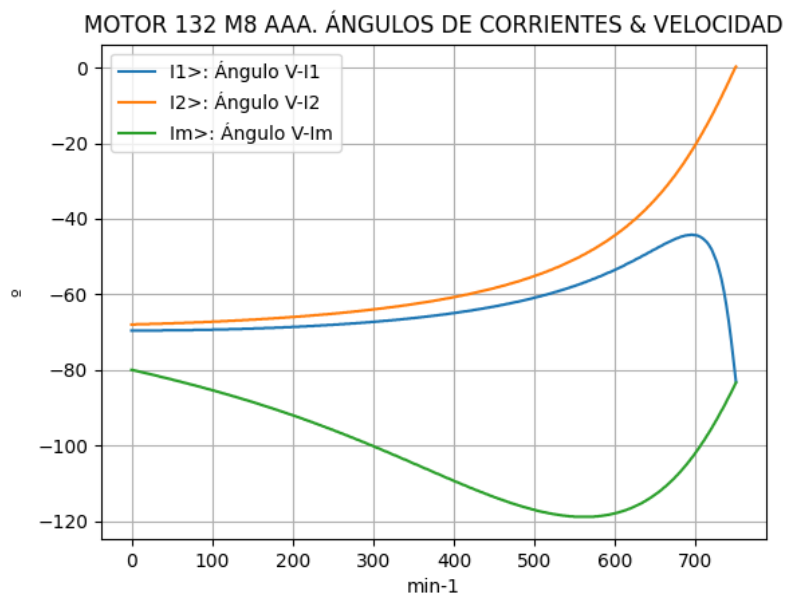


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 600 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf es ligeramente inferior a I1
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y comienza una depresión cerca de 375 min⁻¹

Fig. 5-5-132. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-68.0	-69.6	-80.0
75	-67.5	-69.5	-83.9
150	-66.7	-69.1	-88.5
225	-65.6	-68.4	-93.9
300	-64.0	-67.3	-100.2
375	-61.7	-65.7	-107.1
450	-58.4	-63.2	-113.7
525	-53.1	-59.4	-118.2
600	-44.3	-53.5	-118.0
675	-28.3	-45.3	-108.3
750	0.3	-83.1	-83.4

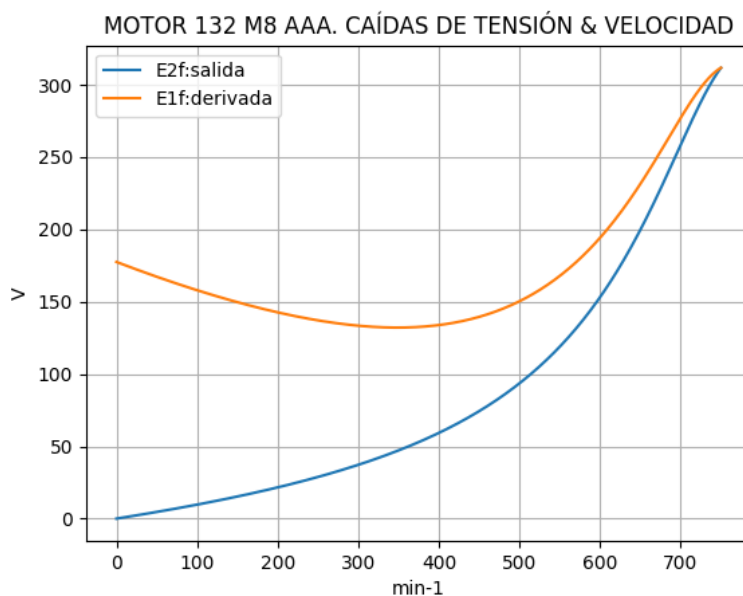


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 675 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente, con cambio de pendiente
- El ángulo V-Im es negativo, e inicia un máximo cerca de 525 min⁻¹

Fig. 5-6-132. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	177.5
75	7.1	162.5
150	15.3	149.7
225	25.1	139.6
300	37.2	133.4
375	52.9	132.5
450	74.3	139.5
525	105.3	158.1
600	153.2	194.2
675	228.0	253.8
750	311.7	311.7

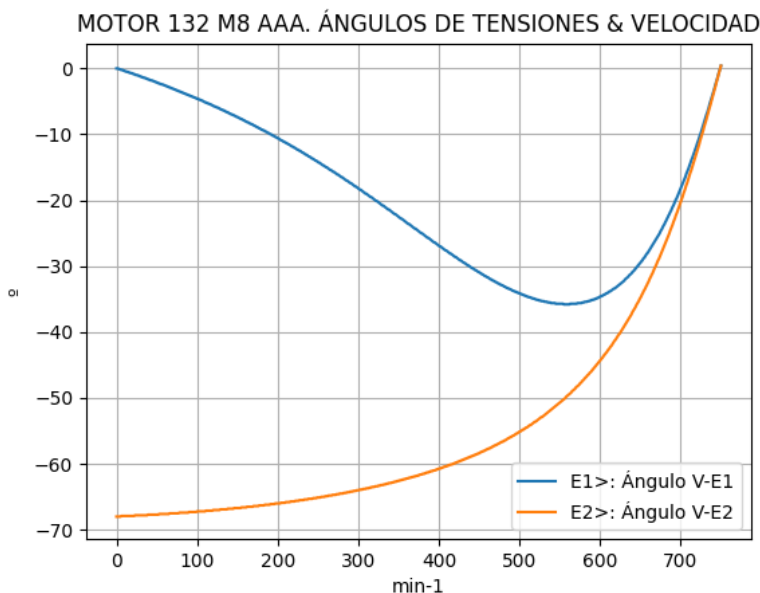


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 375 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente, con cambio de pendiente

Fig. 5-7-132. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	0.0
75	-67.5	-3.3
150	-66.7	-7.4
225	-65.6	-12.3
300	-64.0	-18.2
375	-61.7	-24.7
450	-58.4	-30.9
525	-53.1	-35.2
600	-44.3	-34.6
675	-28.3	-24.7
750	0.4	0.4

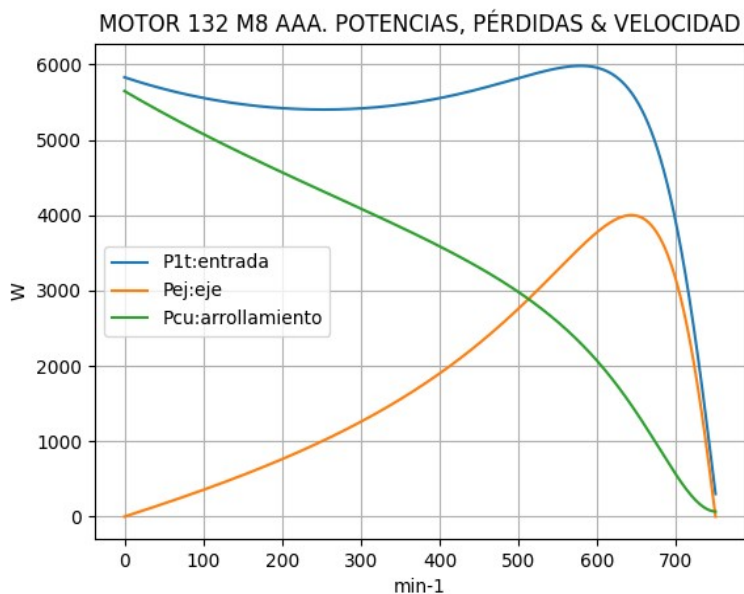


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 525 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 5-8-132. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	5831	0	5648
75	5612	262	5213
150	5473	550	4818
225	5408	877	4448
300	5418	1259	4088
375	5507	1723	3718
450	5675	2300	3306
525	5891	3014	2793
600	5958	3777	2065
675	4921	3778	967
750	301	0	67

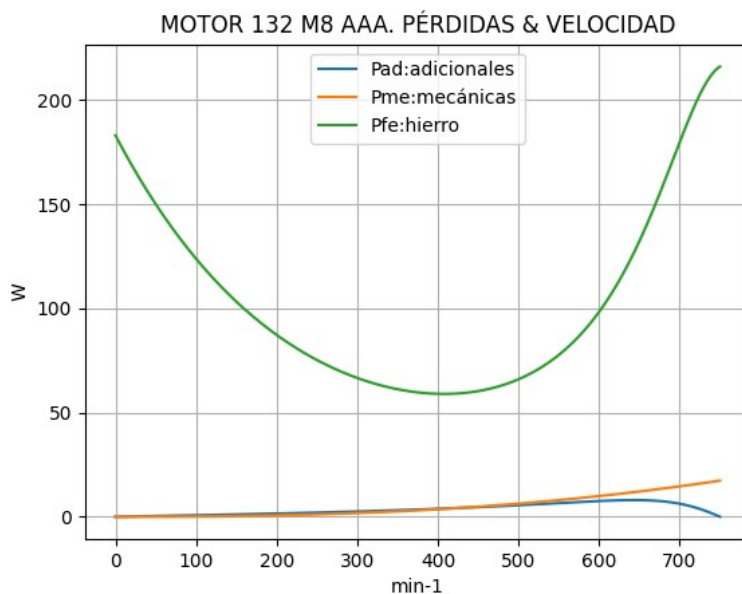


Observaciones:

- La potencia de entrada P_{1t} = (Peje + Pérdidas) presenta un mínimo cerca de 225 min-1 y un máximo cerca de 600 min-1
- La potencia en el eje P_{ej} presenta un máximo cerca de 675 min-1
- Las pérdidas calóricas P_{cu} en el arrollamiento presentan un descenso regular, con leve cambio de pendiente

Fig. 5-9-132. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	183
75	1	0	136
150	1	0	103
225	2	1	81
300	3	2	67
375	3	3	60
450	5	5	60
525	6	7	71
600	8	10	98
675	8	13	155
750	0	17	216

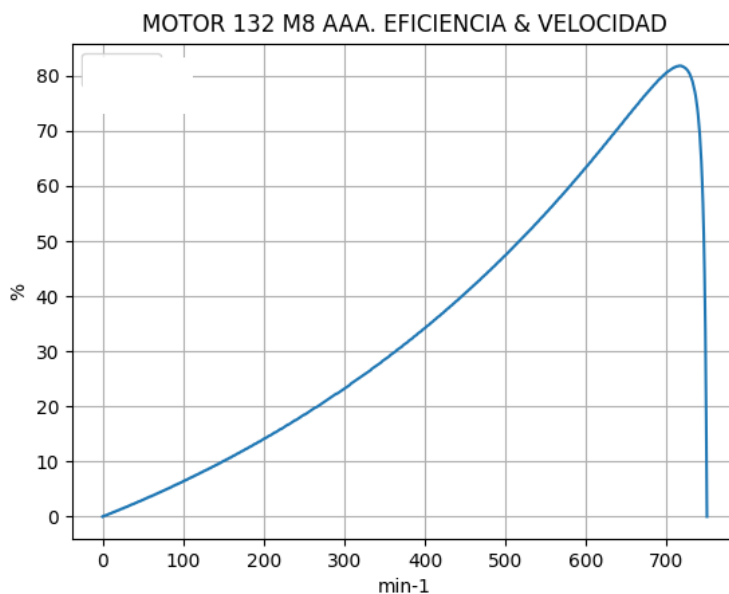


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $P_{ad} = P_{ej} \cdot C_{ad} / 100$ inician un máximo cerca de las 600 min-1
- Las pérdidas mecánicas P_{me} crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $P_{fe} = 3 \cdot R_m \cdot I_m^2$ inician un mínimo cerca de 375 min-1 y se maximizan en vacío

Fig. 5-10-132. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff (%)
0	0.0
75	4.7
150	10.1
225	16.2
300	23.2
375	31.3
450	40.5
525	51.2
600	63.4
675	76.8
750	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 675 min^{-1} y luego decrece con mayor pendiente

Fig. 5-11-132. Curva de eficiencia

5-11. Motor asincrónico trifásico 160 L8. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	KW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	160 L8	7.5	380	T	50	8	715	82.0	0.75	18.2	3.58	1.2	2.0	B	44	Motor normal

Tabla 5-1-160. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	1.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	18.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	1.71	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	19.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	73.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	750.0	-	-	700	-	9.2	0.12
Arranque	-	-	380	0.0	120.2	-	-	-	65.2	-
Carga 75%	-	-	380	725.0	72.7	81.4	6770	5514	14.9	0.69
Carga 50%	-	-	380	735.0	47.7	78.1	4700	3673	12.3	0.58
Temperat. carcasa	-	77.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 5-2-160. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	3.575	9.435	1.357	4.718	inf	inf	2.219	4.718	0.0	0.0	-
Nominal1	715	25.615	25.467	1.357	12.734	inf	inf	1.132	12.734	0.0	0.0	-
Vacío	750	8.528	70.557	1.357	13.126	6.997	57.475	1.000	13.126	5.3	9.2	-83.3
Nominal2	715	27.091	23.892	1.357	12.734	6.997	53.532	1.536	-4.470	5.5	9.5	-100.5

Tabla 5-3-160. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.0, Cad = 2.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	120.2	0.0	15213	0	0	0	0	15213	0.0	-	196.3	-4.4	37.7	-69.3	37.7	65.2	-69.3
Nominal1	715	100.2	88.0	8505	7500	75	104	0	826	243.3	-44.8	288.2	-17.1	10.5	-44.8	10.5	18.2	-44.8
Vacío	750	0.0	0.0	739	0	0	23	600	116	309.4	-0.3	309.5	-0.2	0.0	-0.3	5.3	9.3	-83.1
Nominal2	715	100.2	82.2	9124	7500	150	21	627	826	283.2	-10.1	285.1	-18.0	9.0	-10.1	10.5	18.2	-41.4

Tabla 5-4-160. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.0, Cad = 2.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
0	3.181	8.926	1.357	4.718	6.997	36.466	2.219	4.718	5.0	8.6	-83.0
1	3.381	9.034	1.357	5.558	6.997	38.567	2.147	3.754	4.0	7.0	-89.4
2	3.638	9.096	1.357	6.399	6.997	40.667	2.075	2.790	3.3	5.7	-98.7
3	3.972	9.121	1.357	7.240	6.997	42.768	2.004	1.826	2.8	4.9	-111.5
4	4.416	9.118	1.357	8.081	6.997	44.869	1.932	0.863	2.7	4.6	-126.6
5	5.028	9.105	1.357	8.922	6.997	46.970	1.860	-0.101	2.8	4.9	-139.8
6	5.927	9.115	1.357	9.763	6.997	49.071	1.789	-1.065	3.3	5.6	-146.9
7	7.381	9.236	1.357	10.604	6.997	51.172	1.717	-2.028	3.8	6.7	-146.4
8	10.156	9.794	1.357	11.444	6.997	53.273	1.645	-2.992	4.5	7.8	-137.1
9	17.450	12.999	1.357	12.285	6.997	55.374	1.574	-3.956	5.0	8.7	-117.0
10	8.528	70.557	1.357	13.126	6.997	57.475	1.502	-4.919	5.3	9.2	-83.3

Tabla 5-5-160. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	105.5	0.0	15346	0	0	0	515	14831	0.0	-	183.9	-3.8	35.3	-68.6	40.1	69.4	-70.4
1	113.4	5.7	15741	890	18	0	343	14490	8.5	-67.3	158.4	-9.7	35.6	-67.3	39.4	68.2	-69.5
2	125.6	12.0	16421	1973	39	0	231	14176	18.7	-65.5	137.0	-18.4	36.0	-65.5	38.8	67.1	-68.2
3	140.8	19.1	17387	3317	66	1	169	13834	31.1	-63.3	123.1	-30.8	36.2	-63.3	38.2	66.1	-66.5
4	159.2	26.8	18637	5003	100	2	149	13383	46.8	-60.4	121.2	-45.4	36.3	-60.4	37.5	64.9	-64.2
5	181.3	35.4	20135	7121	142	4	168	12700	67.1	-56.7	134.3	-58.2	36.1	-56.7	36.5	63.2	-61.1

Tabla 5-6-160. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)	
6	450	206.2	44.7	21721	9716	194	7	222	11582	94.2	-51.6	161.3	-65.0	35.1	-51.6	35.0	60.5	-57.0
7	525	229.0	55.0	22874	12591	252	10	310	9712	131.0	-44.6	198.6	-64.2	32.7	-44.6	32.1	55.6	-51.4
8	600	233.5	66.4	22101	14674	293	13	423	6697	181.3	-34.6	241.1	-54.6	27.5	-34.6	26.9	46.6	-44.0
9	675	176.9	78.3	15965	12504	250	18	533	2660	245.6	-20.0	281.3	-34.1	17.3	-20.0	17.5	30.2	-36.7
10	750	0.0	0.0	739	0	0	23	600	116	309.4	-0.2	309.5	-0.2	0.0	-0.3	5.3	9.3	-83.1

Tabla 5-6-160. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	103.5	0.1	15349	11	0	0	512	14826	0.1	-68.6	183.6	-3.9	35.3	-68.6	40.1	69.4	-70.4
Máximo	575	236.0	62.5	22737	14210	284	12	384	7847	162.9	-38.4	226.7	-58.8	29.7	-38.4	29.0	50.2	-46.6

Tabla 5-7-160. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	688.0	155.9	80.2	14008.0	11233.0	225.0	19.0	549.0	1984.0	257.4	-17.0	287.2	-29.3	14.9	-17.0	15.3	26.4	-36.4
125 %	702.6	127.4	82.0	11444.4	9375.2	187.2	20.0	564.6	1297.8	270.6	-13.3	293.3	-23.3	11.8	-13.3	12.7	21.9	-37.5
100 %	714.5	100.2	82.7	9069.9	7500.2	150.0	21.0	575.5	823.7	281.2	-10.1	297.9	-18.0	9.1	-10.1	10.4	18.0	-40.3
75 %	724.7	74.1	82.2	6841.1	5624.8	112.1	21.0	583.7	498.4	289.9	-7.4	301.5	-13.2	6.7	-7.4	8.6	14.8	-45.4
50 %	733.8	48.8	79.4	4721.9	3750.2	74.8	22.0	589.8	285.1	297.4	-4.8	304.6	-8.7	4.3	-4.8	7.0	12.1	-53.8
25 %	742.2	24.1	69.6	2692.4	1874.7	37.3	23.0	595.2	162.3	303.7	-2.4	307.2	-4.4	2.1	-2.4	5.9	10.2	-66.4
Eff máx	717.0	94.1	82.7	8542.0	7066.0	141.0	21.0	577.0	737.0	283.3	-9.5	298.8	-16.9	8.5	-9.5	10.0	17.2	-41.3

Tabla 5-8-160. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	120.2	0.0	-	0.0	65.2	-
Valores calculados		0.0	105.5	0.0	15346.0	0.0	69.4	-70.4
Diferencias (%)		-	12.2	-	-	-	-6.4	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	200.3	-	-	-	-	-
Valores calculados		575.0	236.0	62.5	22737.0	14210.0	50.2	-46.6
Diferencias (%)		-	-17.8	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		715.0	100.2	82.0	8973.5	7500.0	18.2	-41.4
Valores calculados		714.5	100.2	82.7	9069.9	7500.2	18.0	-40.3
Diferencias (%)		0.1	-0.0	-0.9	-1.1	-0.0	1.1	2.7
75% carga								
Valores ingresados		725.0	72.7	81.4	6770.0	5514.0	14.9	-46.4
Valores calculados		724.7	74.1	82.2	6841.1	5624.8	14.8	-45.4
Diferencias (%)		0.0	-2.0	-1.0	-1.1	-2.0	0.7	2.1
50% carga								
Valores ingresados		735.0	47.7	78.1	4700.0	3673.0	12.3	-54.6
Valores calculados		733.8	48.8	79.4	4721.9	3750.2	12.1	-53.8
Diferencias (%)		0.2	-2.2	-1.7	-0.5	-2.1	1.6	1.4
Vacio								
Valores ingresados		750.0	0.0	0.0	700.0	0.0	9.2	-83.1
Valores calculados		750.0	0.0	0.0	739.0	0.0	9.3	-83.1
Diferencias (%)		-	-	-	-5.6	-	-0.5	0.0

Tabla 5-9-160. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	240.5	Paso de bobinas en ranuras	5/7	Corriente por kW (A/kW)	2.43
Altura corona estator (mm)	11.6	Capas de bobinas por ranura	2	Densidad corriente bobinado (A/mm ²)	4.8
Diámetro interior estator (mm)	165.0	Factor de arrollamiento	0.933	Corriente barra rotor (A)	321.2
Altura corona rotor (mm)	34.1	Espiras por bobina (prom)	15.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm ²)	6.4
Diámetro eje rotor (mm)	60.0	Espiras por bobina (real)	15/15	Corriente anillo rotor (A)	562.3
Longitud paquete de chapas (mm)	225.0	Número de alambres 1	5	Densidad corr. anillo rotor(A/mm ²)	3.1
Número ranuras estator	48.0	Diámetro alambre 1 (mm)	0.75	Flujo por polo (wb)	0.006
Sección ranura estator (mm ²)	163.0	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.65
Número ranuras rotor	44.0	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.28
Sección ranura rotor (mm ²)	50.0	Conexión bobinado (vías)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	0.29
Espesor anillo rotor (mm)	10.0	Peso total cobre (kg)	10.4	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.03
Sección anillo rotor(mm ²)	184.0	Relleno ranura(%)	40.7	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	1026195
Longitud entrehierro (mm)	0.4				

Tabla 5-10-160. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0501	0.1975	0.2583	1.5263	0.0819	0.1975	0.0501	0.533	0.2583	2.2406	0.0567	-0.1871	0.0501	0.5494	0.2583	2.4056	0.0369	0.5494

Tabla 5-11-160. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	9.2	1.3	38.6	50.9
Eff. Máx	9.6	1.4	39.1	49.9

Tabla 5-12-160. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

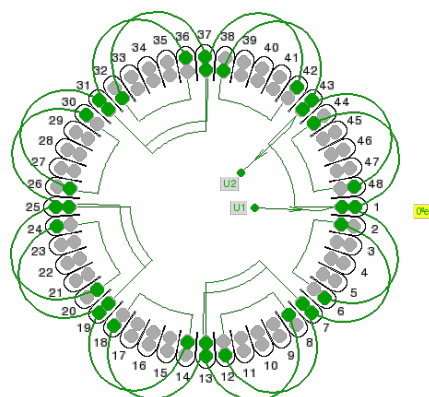


Fig. 5-1-160. Esquema de arrollamiento de 48 ranuras, 8 polos, paso 1-6, 1 vía, ka = 0.933

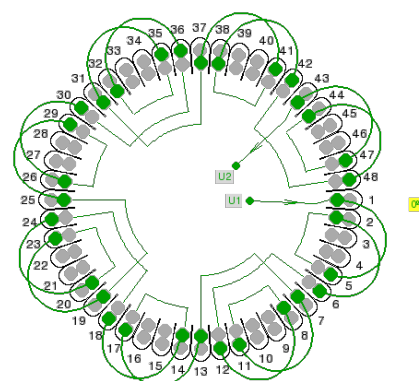
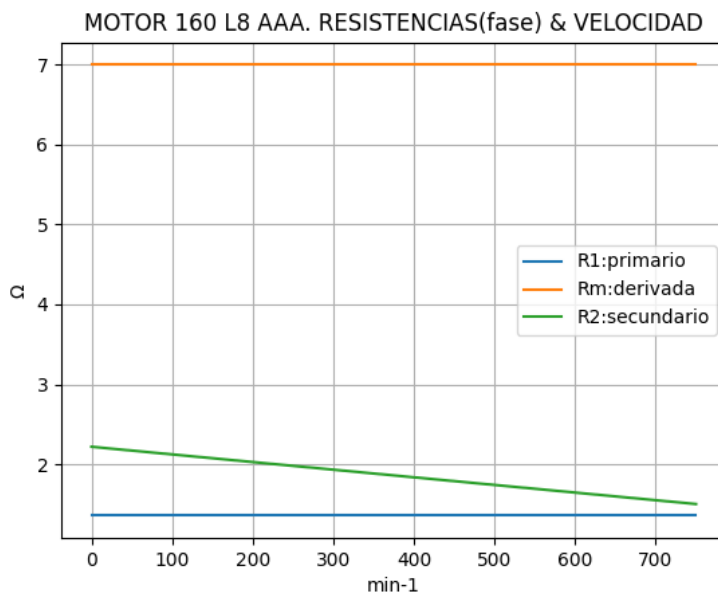


Fig. 5-2-160. Esquema de arrollamiento de 48 ranuras, 8 polos, paso 1-5, 1 vía, ka = 0.933

5-12. Motor asincrónico trifásico 160 L8. Curvas características



$n_x(\text{min}^{-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	3.181	1.357	6.997	2.219
75	3.381	1.357	6.997	2.147
150	3.638	1.357	6.997	2.075
225	3.972	1.357	6.997	2.004
300	4.416	1.357	6.997	1.932
375	5.028	1.357	6.997	1.860
450	5.927	1.357	6.997	1.789
525	7.381	1.357	6.997	1.717
600	10.156	1.357	6.997	1.645
675	17.450	1.357	6.997	1.574
750	8.528	1.357	6.997	1.502



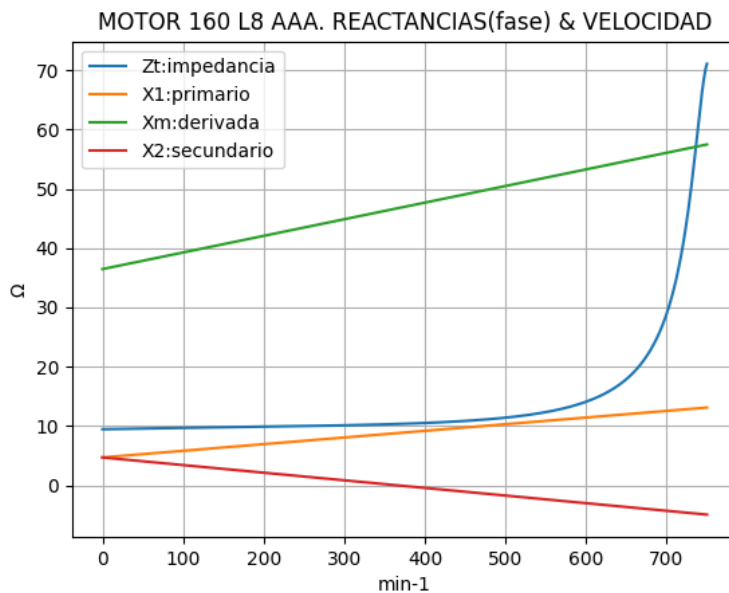
Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 5-3-160. Curvas de resistencias



$n_x(\text{min}^{-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	9.476	8.926	4.718	36.466	4.718
75	9.645	9.034	5.558	38.567	3.754
150	9.797	9.096	6.399	40.667	2.790
225	9.948	9.121	7.240	42.768	1.826
300	10.131	9.118	8.081	44.869	0.863
375	10.401	9.105	8.922	46.970	-0.101
450	10.872	9.115	9.763	49.071	-1.065
525	11.823	9.236	10.604	51.172	-2.028
600	14.109	9.794	11.444	53.273	-2.992
675	21.760	12.999	12.285	55.374	-3.956
750	71.070	70.557	13.126	57.475	-4.919

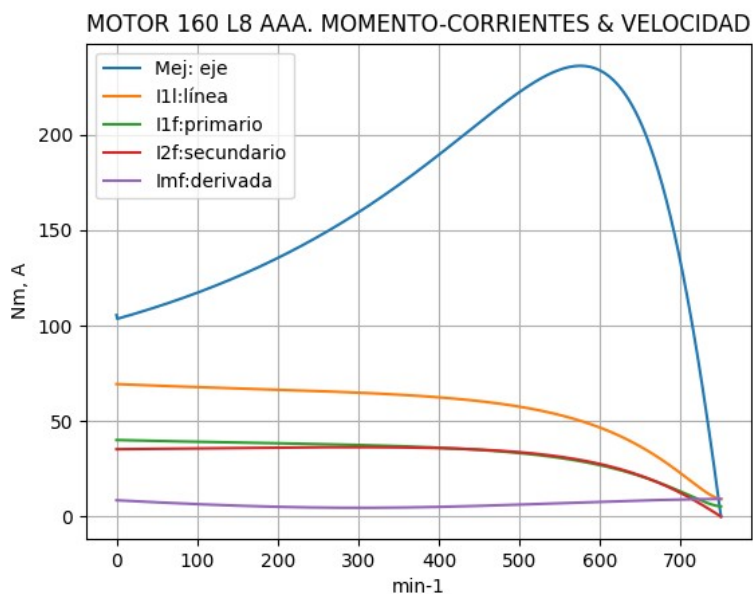


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ es positiva hasta cerca de 300 min^{-1} y luego negativa

Fig. 5-4-160. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	105.5	35.3	40.1	69.4	5.0
75	113.4	35.6	39.4	68.2	4.0
150	125.6	36.0	38.8	67.1	3.3
225	140.8	36.2	38.2	66.1	2.8
300	159.2	36.3	37.5	64.9	2.7
375	181.3	36.1	36.5	63.2	2.8
450	206.2	35.1	35.0	60.5	3.3
525	229.0	32.7	32.1	55.6	3.8
600	233.5	27.5	26.9	46.6	4.5
675	176.9	17.3	17.5	30.2	5.0
750	0.0	0.0	5.3	9.3	5.3

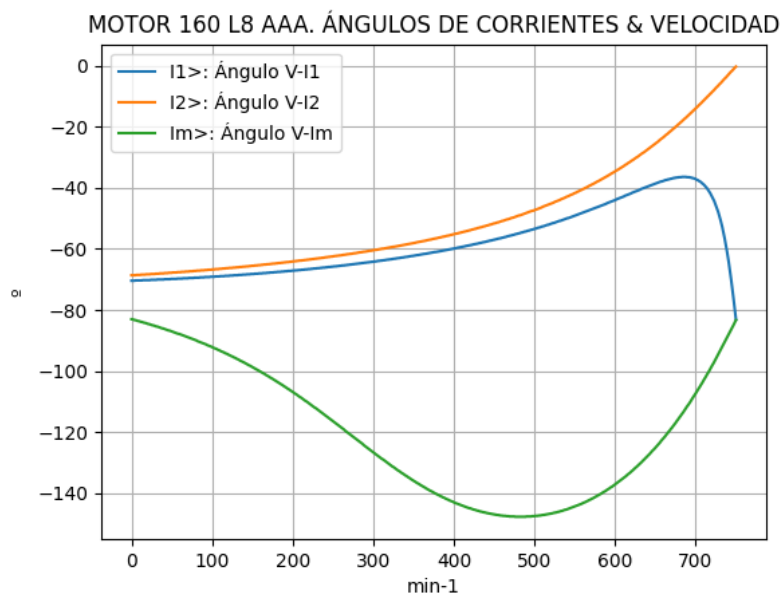


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 600 min-1.
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f entre 450 y 600 min-1, aproximadamente
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 300 min-1

Fig. 5-5-160. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-68.6	-70.4	-83.0
75	-67.3	-69.5	-89.4
150	-65.5	-68.2	-98.7
225	-63.3	-66.5	-111.5
300	-60.4	-64.2	-126.6
375	-56.7	-61.1	-139.8
450	-51.6	-57.0	-146.9
525	-44.6	-51.4	-146.4
600	-34.6	-44.0	-137.1
675	-20.0	-36.7	-117.0
750	-0.3	-83.1	-83.3

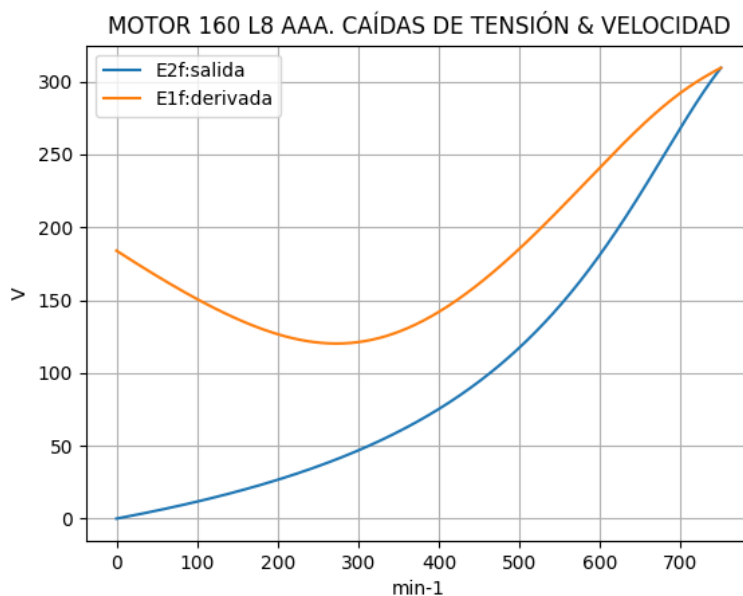


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 675 min-1
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 450 min-1

Fig. 5-6-160. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	183.9
75	8.5	158.4
150	18.7	137.0
225	31.1	123.1
300	46.8	121.2
375	67.1	134.3
450	94.2	161.3
525	131.0	198.6
600	181.3	241.1
675	245.6	281.3
750	309.4	309.5

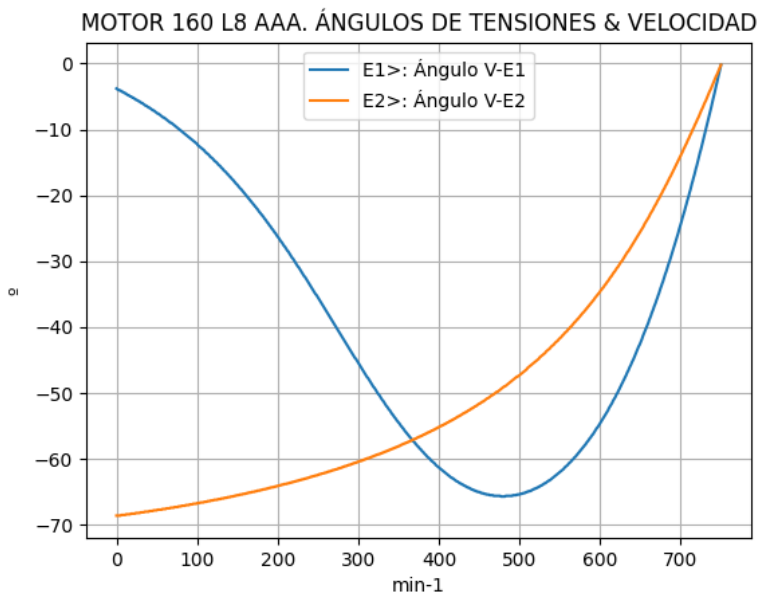


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 300 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente, con leve cambio de pendiente

Fig. 5-7-160. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-3.8
75	-67.3	-9.7
150	-65.5	-18.4
225	-63.3	-30.8
300	-60.4	-45.4
375	-56.7	-58.2
450	-51.6	-65.0
525	-44.6	-64.2
600	-34.6	-54.6
675	-20.0	-34.1
750	-0.2	-0.2

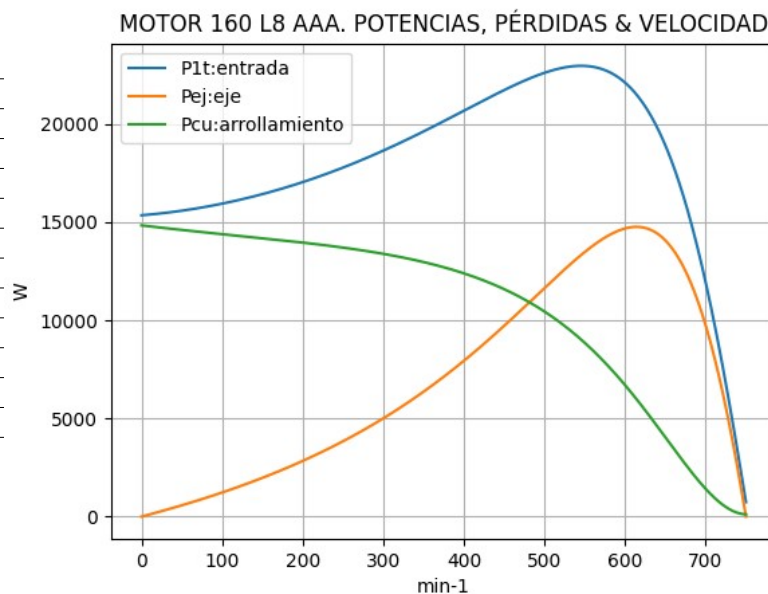


Observaciones:

- El ángulo $V-E1$ es negativo y se maximiza cerca de 450 min^{-1}
- El ángulo $V-E2$ es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 5-8-160. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	15346	0	14831
75	15741	890	14490
150	16421	1973	14176
225	17387	3317	13834
300	18637	5003	13383
375	20135	7121	12700
450	21721	9716	11582
525	22874	12591	9712
600	22101	14674	6697
675	15965	12504	2660
750	739	0	116

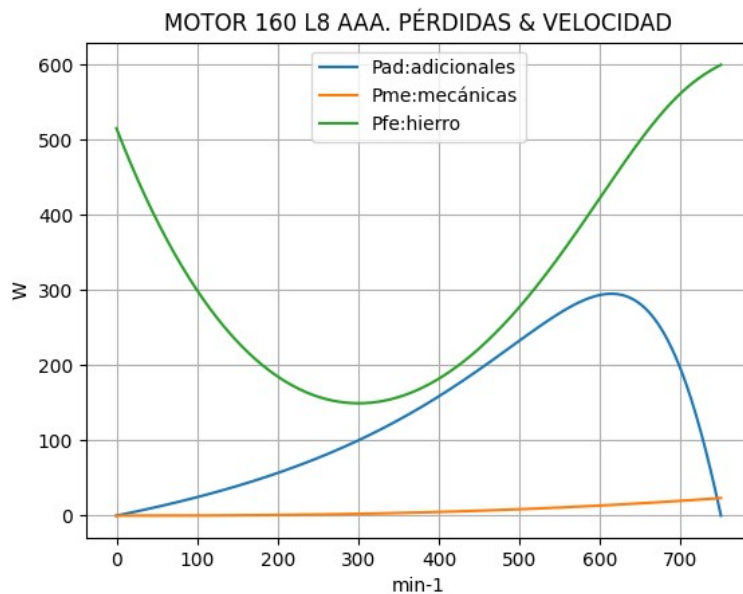


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ crece hasta cerca de 525 min^{-1} y luego cae regularmente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 525 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular, con cambio de pendiente

Fig. 5-9-160. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	515
75	18	0	343
150	39	0	231
225	66	1	169
300	100	2	149
375	142	4	168
450	194	7	222
525	252	10	310
600	293	13	423
675	250	18	533
750	0	23	600

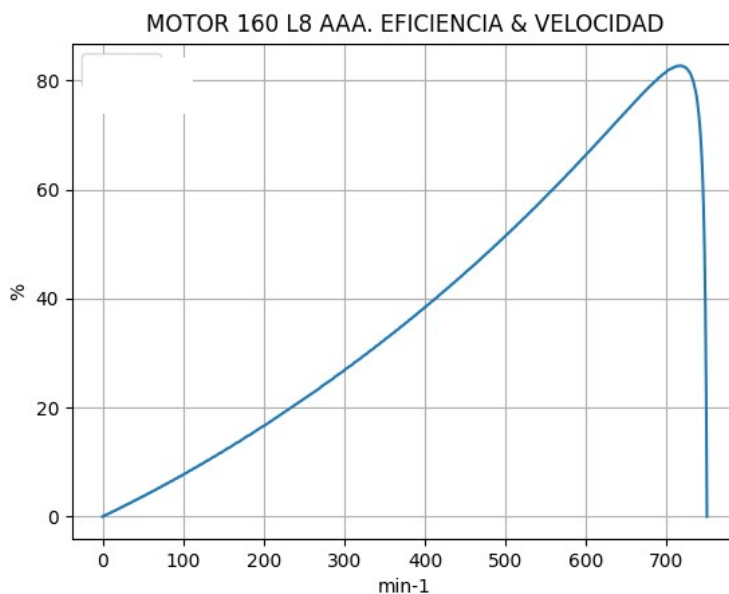


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de 600 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 300 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 5-10-160. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff(%)
0	0.0
75	5.7
150	12.0
225	19.1
300	26.8
375	35.4
450	44.7
525	55.0
600	66.4
675	78.3
750	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 675 min-1 y luego decrece, con cambio de pendiente

Fig. 5-11-160. Curva de eficiencia

5-13. Motor asincrónico trifásico 180 L2-8. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	180 L2-8	11.0	380	T	50	8	735	84.0	0.73	27.4	3.56	0.943	1.5	B	44	Motor normal

Tabla 5-1-180. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.804	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	18.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	1.025	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	21.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	66.3	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	750.0	-	-	780	-	13.8	0.09
Arranque	-	-	380	0.0	134.8	-	-	-	97.5	-
Carga 75%	-	-	380	740.0	106.7	84.3	9800	8264	22.0	0.68
Carga 50%	-	-	380	745.0	70.7	82.9	6642	5509	17.9	0.56
Temperat. carcasa	-	75.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 5-2-180. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	1.936	6.455	0.826	3.228	inf	inf	1.110	3.228	0.0	0.0	-
Nominal1	735	16.051	17.833	0.826	8.916	inf	inf	0.305	8.916	0.0	0.0	-
Vacío	750	4.287	47.444	0.826	9.032	3.356	38.431	0.000	9.032	8.0	13.8	-85.0
Nominal2	735	17.515	16.398	0.826	8.916	3.356	34.908	0.413	-2.661	8.3	14.3	-103.5

Tabla 5-3-180. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 5.0, Cad = 4.5

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	134.8	0.0	18465	0	0	0	0	18465	0.0	-	192.4	-2.3	56.4	-73.3	56.4	97.5	-73.3
Nominal1	735	143.0	91.0	12079	11000	110	118	0	851	236.3	-48.0	279.4	-17.7	15.8	-48.0	15.8	27.4	-48.0
Vacío	750	0.0	0.0	829	0	0	31	640	158	307.6	-0.0	307.6	0.0	0.0	-0.0	8.0	13.8	-84.8
Nominal2	735	143.0	84.2	13068	11000	495	30	687	857	278.9	-11.7	289.7	-19.0	13.8	-11.7	15.8	27.4	-43.1

Tabla 5-4-180. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 5.0, Cad = 4.5

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	1.734	6.085	0.826	3.228	3.356	24.040	1.110	3.228	7.4	12.8	-83.8	
1	1.801	6.208	0.826	3.808	3.356	25.479	1.039	2.627	5.9	10.3	-88.4	
2	1.885	6.299	0.826	4.389	3.356	26.918	0.968	2.026	4.7	8.1	-95.2	
3	1.989	6.363	0.826	4.969	3.356	28.357	0.897	1.425	3.6	6.3	-105.7	
4	2.124	6.401	0.826	5.550	3.356	29.796	0.826	0.824	2.9	5.0	-122.0	
5	2.304	6.419	0.826	6.130	3.356	31.236	0.754	0.223	2.7	4.6	-143.1	
6	2.561	6.423	0.826	6.711	3.356	32.675	0.683	-0.378	2.9	5.1	-161.8	
7	2.969	6.426	0.826	7.291	3.356	34.114	0.612	-0.979	3.6	6.3	-171.6	
8	3.752	6.473	0.826	7.872	3.356	35.553	0.541	-1.580	4.6	8.0	-170.1	
9	5.978	6.874	0.826	8.452	3.356	36.992	0.470	-2.181	6.1	10.5	-150.9	
10	750	4.287	47.444	0.826	9.032	3.356	38.431	0.399	-2.782	8.0	13.8	-85.0

Tabla 5-5-180. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	118.0	0.0	18760	0	0	0	554	18206	0.0	-	180.1	-1.7	52.8	-72.7	60.1	103.9	-74.1
1	118.8	5.0	18673	933	42	0	353	17344	6.1	-72.2	152.3	-5.9	53.1	-72.2	58.8	101.7	-73.8
2	126.5	10.5	18884	1987	89	1	218	16588	12.9	-71.5	126.2	-12.3	53.5	-71.5	57.8	100.0	-73.3
3	136.5	16.6	19392	3216	145	2	132	15898	20.8	-70.5	103.5	-22.5	54.0	-70.5	57.0	98.6	-72.6
4	149.4	23.2	20227	4695	211	3	86	15233	30.0	-69.3	87.4	-38.4	54.5	-69.3	56.3	97.5	-71.7
5	166.6	30.5	21456	6544	294	6	72	14540	41.5	-67.6	83.9	-59.2	55.0	-67.6	55.7	96.4	-70.3

Tabla 5-6-180. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
6	450	190.2	38.6	23202	8965	403	9	87	13738	56.6	-65.2	96.6	-77.7	55.2	-65.2	55.0	95.1	-68.3
7	525	223.9	48.0	25672	12311	554	13	132	12663	78.3	-61.6	124.1	-87.2	54.8	-61.6	53.7	92.9	-65.2
8	600	273.0	59.1	29036	17152	772	18	214	10880	113.8	-55.2	164.7	-85.5	52.6	-55.2	50.8	87.9	-59.9
9	675	322.8	73.1	31206	22821	1027	24	369	6966	183.5	-41.1	224.7	-66.0	43.4	-41.1	41.7	72.2	-49.0
10	750	0.0	0.0	829	0	0	31	640	158	307.6	0.0	307.6	0.0	0.0	-0.0	8.0	13.8	-84.8

Tabla 5-6-180. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	113.0	0.1	18757	12	1	0	551	18193	0.1	-72.7	179.7	-1.8	52.8	-72.7	60.0	103.9	-74.1
Máximo	678	323.0	73.8	31087	22934	1032	24	378	6719	187.6	-40.2	227.8	-64.6	42.6	-40.2	41.0	71.0	-48.3

Tabla 5-7-180. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	726.0	214.7	84.3	19375.0	16326.0	735.0	29.0	558.0	1727.0	269.6	-18.3	283.8	-29.4	21.1	-18.3	21.6	37.5	-38.3
125 %	731.2	179.6	85.0	16178.2	13750.0	618.9	29.0	580.0	1200.2	279.3	-14.7	290.0	-23.7	17.2	-14.7	18.3	31.6	-39.2
100 %	735.9	142.7	85.2	12916.1	11000.4	495.1	30.0	597.6	793.9	287.5	-11.4	295.2	-18.3	13.4	-11.4	15.2	26.3	-41.8
75 %	739.9	106.5	84.4	9770.0	8250.4	371.6	30.0	611.8	506.3	294.1	-8.3	299.3	-13.4	9.8	-8.3	12.5	21.7	-46.8
50 %	743.5	70.6	81.9	6715.9	5499.6	247.5	30.0	623.6	314.7	299.5	-5.4	302.7	-8.7	6.4	-5.4	10.3	17.9	-55.2
25 %	746.9	35.2	73.4	3738.5	2750.4	123.6	31.0	632.7	200.8	304.0	-2.6	305.4	-4.3	3.1	-2.6	8.8	15.1	-67.9
Eff máx	735.0	150.2	85.2	13573.0	11563.0	520.0	30.0	594.0	866.0	286.0	-12.0	294.2	-19.4	14.1	-12.0	15.8	27.3	-41.1

Tabla 5-8-180. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	134.8	0.0	-	0.0	97.5	-
Valores calculados		0.0	118.0	0.0	18760.0	0.0	103.9	-74.1
Diferencias (%)		-	12.5	-	-	-	-6.6	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	214.4	-	-	-	-	-
Valores calculados		678.0	323.0	73.8	31087.0	22934.0	71.0	-48.3
Diferencias (%)		-	-50.7	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		735.0	142.9	84.0	13149.3	11000.0	27.4	-43.1
Valores calculados		735.9	142.7	85.2	12916.1	11000.4	26.3	-41.8
Diferencias (%)		-0.1	0.1	-1.4	1.8	-0.0	4.0	3.1
75% carga								
Valores ingresados		740.0	106.7	84.3	9800.0	8264.0	22.0	-47.2
Valores calculados		739.9	106.5	84.4	9770.0	8250.4	21.7	-46.8
Diferencias (%)		0.0	0.2	-0.1	0.3	0.2	1.4	0.8
50% carga								
Valores ingresados		745.0	70.7	82.9	6642.0	5509.0	17.9	-55.9
Valores calculados		743.5	70.6	81.9	6715.9	5499.6	17.9	-55.2
Diferencias (%)		0.2	0.1	1.2	-1.1	0.2	0.0	1.3
Vacio								
Valores ingresados		750.0	0.0	0.0	780.0	0.0	13.8	-84.8
Valores calculados		750.0	0.0	0.0	829.0	0.0	13.8	-84.8
Diferencias (%)		-	-	-	-6.3	-	0.0	0.1

Tabla 5-9-180. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	260.00	Paso de bobinas en ranuras	7/9-6/8/10	Corriente por kW (A/kW)	2.49
Altura corona estator (mm)	17.20	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm ²)	5.0
Diámetro interior estator (mm)	160.00	Factor de arrollamiento	0.954	Corriente barra rotor (A)	365.2
Altura corona rotor (mm)	21.90	Espiras por bobina (prom)	18.8	Densidad corr. barra rotor(A/mm ²)	3.8
Diámetro eje rotor (mm)	65.00	Espiras por bobina (real)	21/21-21/21/10	Corriente anillo rotor (A)	610.3
Longitud paquete de chapas (mm)	245.00	Número de alambres 1	4	Densidad corr. anillo rotor(A/mm ²)	1.1
Número ranuras estator	54.00	Diámetro alambre 1 (mm)	0.8	Flujo por polo (wb)	0.0082
Sección ranura estator (mm ²)	168.00	Número de alambres 2	2	Densidad flujo entrehierro (T)	0.84
Número ranuras rotor	42.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.85	Dens. flujo corona estator (T)	1.08
Sección ranura rotor (mm ²)	97.00	Conexión bobinado (vias)	1	Dens. flujo corona rotor (T)	0.47
Espesor anillo rotor (mm)	22.00	Peso total cobre (kg)	12.7	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.022
Sección anillo rotor(mm ²)	564.00	Relleno ranura(%)	39.3	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	944549
Longitud entrehierro (mm)	0.35				

Tabla 5-10-180. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0472	0.1969	0.1916	1.466	0.0634	0.1969	0.0472	0.5437	0.1916	2.1288	0.0236	-0.1623	0.0472	0.5508	0.1916	2.3436	0.0	0.5508

Tabla 5-11-180. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	23.9	1.4	33.2	41.4
Eff. Máx	25.9	1.5	29.6	43.1

Tabla 5-12-180. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

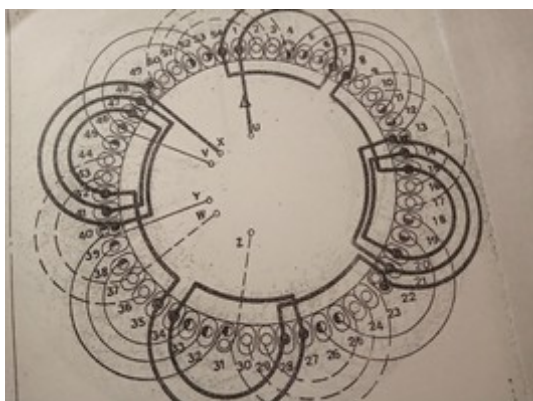


Fig. 5-1-180. Esquema de arrollamiento de 54 ranuras, 8 polos, paso 1-7/9 y 1-6/8/10, 1 vía, $k_a = 0.954$

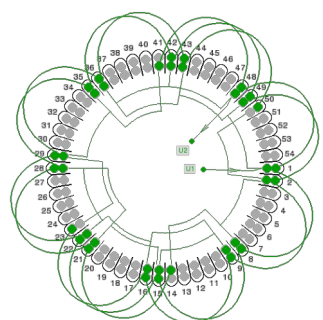
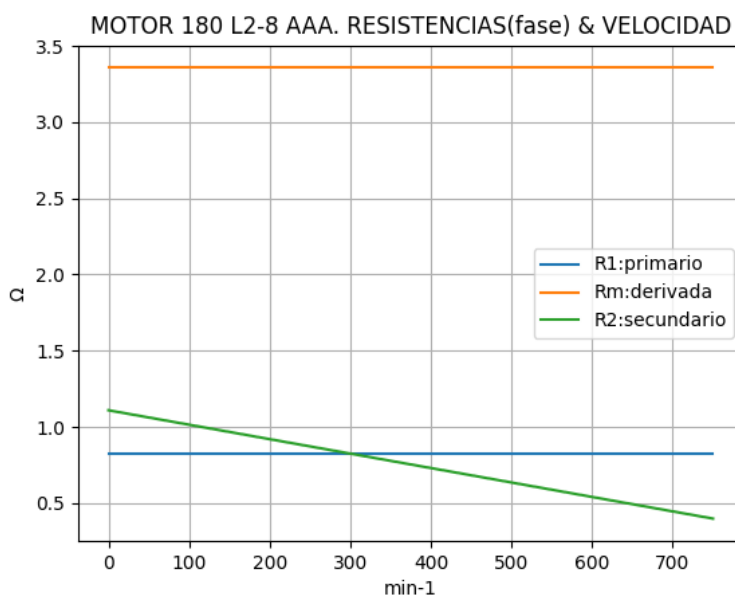


Fig. 5-2-180. Esquema de arrollamiento de 54 ranuras, 8 polos, paso 1-8, 1 vía, $k_a = 0.954$

5-14. Motor asincrónico trifásico 180 L2-8. Curvas características

$n_x(\text{min}^{-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	1.734	0.826	3.356	1.110
75	1.801	0.826	3.356	1.039
150	1.885	0.826	3.356	0.968
225	1.989	0.826	3.356	0.897
300	2.124	0.826	3.356	0.826
375	2.304	0.826	3.356	0.754
450	2.561	0.826	3.356	0.683
525	2.969	0.826	3.356	0.612
600	3.752	0.826	3.356	0.541
675	5.978	0.826	3.356	0.470
750	4.287	0.826	3.356	0.399

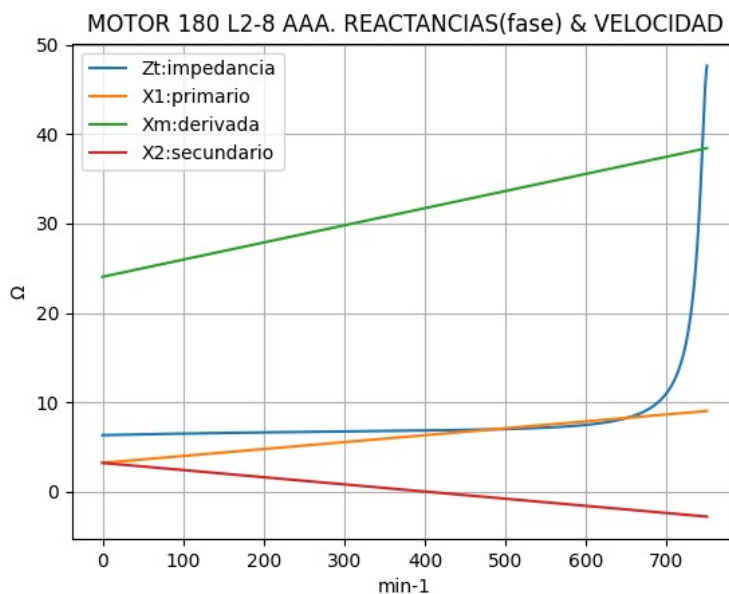


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 5-3-180. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min}^{-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	6.328	6.085	3.228	24.040	3.228
75	6.464	6.208	3.808	25.479	2.627
150	6.575	6.299	4.389	26.918	2.026
225	6.666	6.363	4.969	28.357	1.425
300	6.744	6.401	5.550	29.796	0.824
375	6.820	6.419	6.130	31.236	0.223
450	6.914	6.423	6.711	32.675	-0.378
525	7.079	6.426	7.291	34.114	-0.979
600	7.482	6.473	7.872	35.553	-1.580
675	9.109	6.874	8.452	36.992	-2.181
750	47.638	47.444	9.032	38.431	-2.782

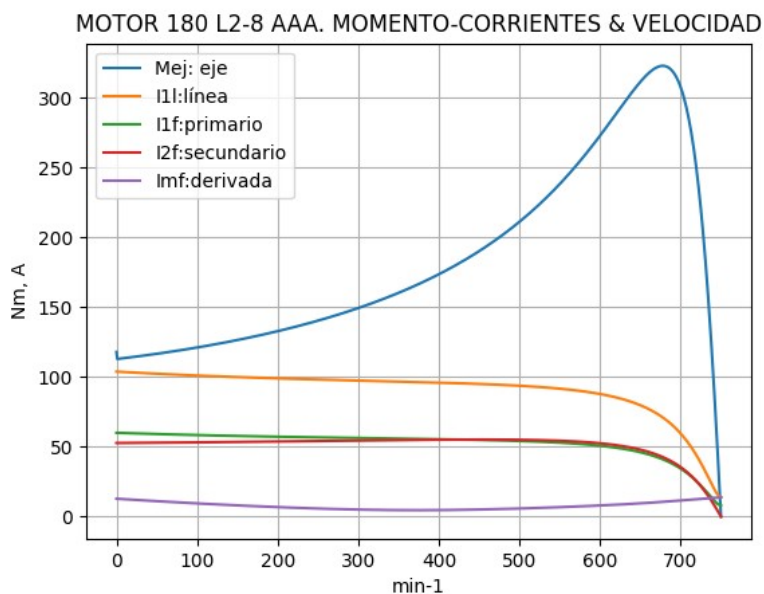


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ es positiva hasta cerca de 375 min^{-1} y luego negativa

Fig. 5-4-180. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	118.0	52.8	60.1	103.9	7.4
75	118.8	53.1	58.8	101.7	5.9
150	126.5	53.5	57.8	100.0	4.7
225	136.5	54.0	57.0	98.6	3.6
300	149.4	54.5	56.3	97.5	2.9
375	166.6	55.0	55.7	96.4	2.7
450	190.2	55.2	55.0	95.1	2.9
525	223.9	54.8	53.7	92.9	3.6
600	273.0	52.6	50.8	87.9	4.6
675	322.8	43.4	41.7	72.2	6.1
750	0.0	0.0	8.0	13.8	8.0

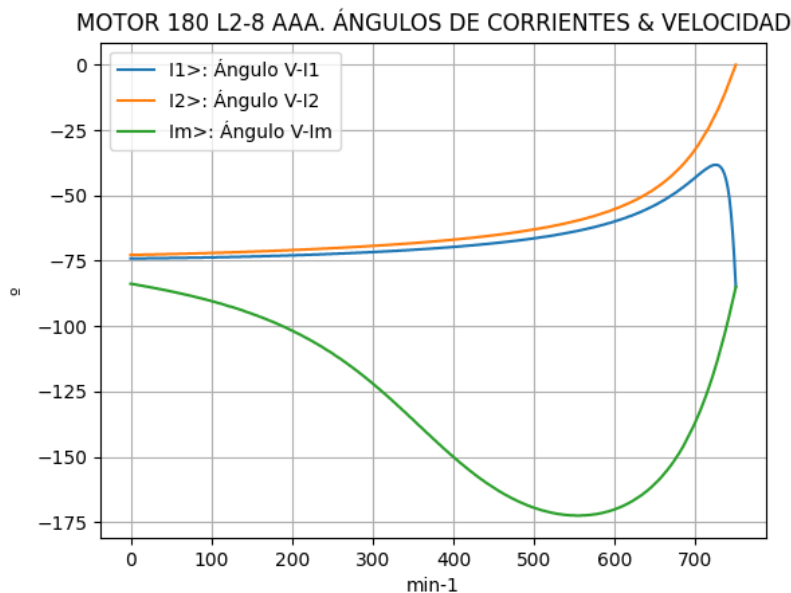


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 675 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f entre 450 y 600 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 375 min⁻¹

Fig. 5-5-180. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-72.7	-74.1	-83.8
75	-72.2	-73.8	-88.4
150	-71.5	-73.3	-95.2
225	-70.5	-72.6	-105.7
300	-69.3	-71.7	-122.0
375	-67.6	-70.3	-143.1
450	-65.2	-68.3	-161.8
525	-61.6	-65.2	-171.6
600	-55.2	-59.9	-170.1
675	-41.1	-49.0	-150.9
750	-0.0	-84.8	-85.0

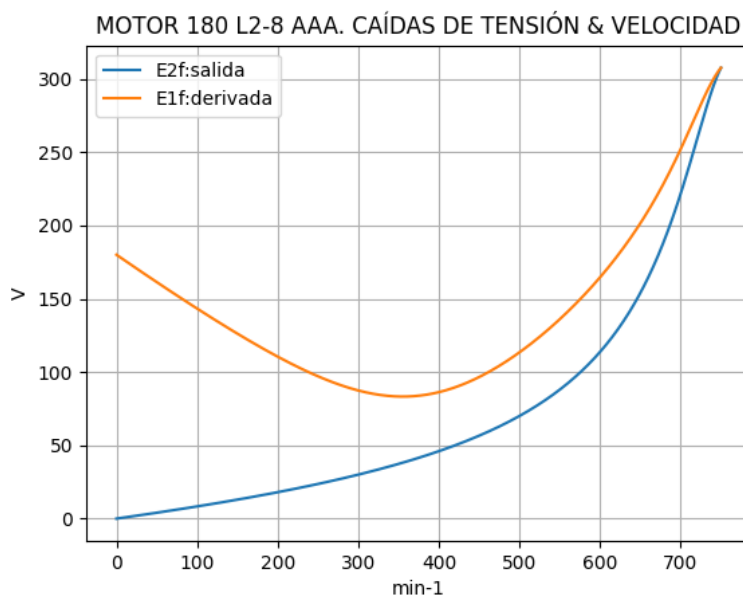


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 675 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente, con cambio de pendiente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 525 min⁻¹

Fig. 5-6-180. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	180.1
75	6.1	152.3
150	12.9	126.2
225	20.8	103.5
300	30.0	87.4
375	41.5	83.9
450	56.6	96.6
525	78.3	124.1
600	113.8	164.7
675	183.5	224.7
750	307.6	307.6

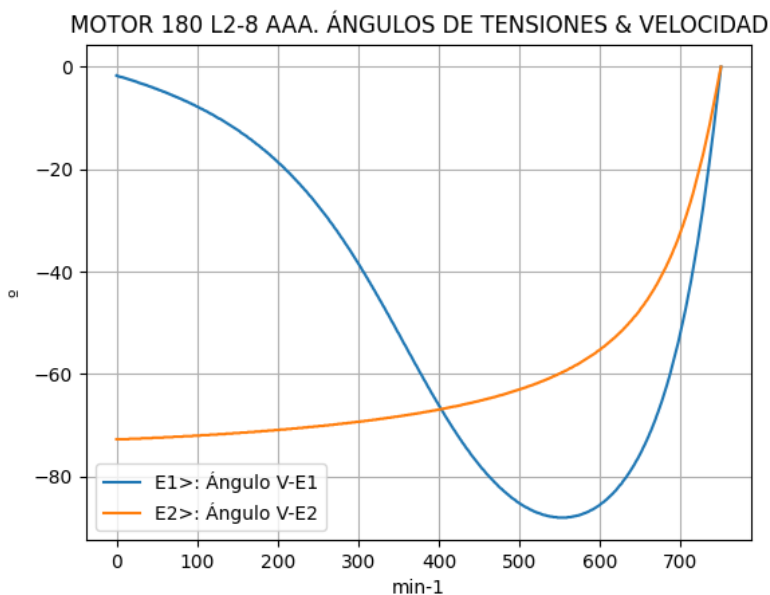


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 375 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente, con cambio de pendiente

Fig. 5-7-180. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-1.7
75	-72.2	-5.9
150	-71.5	-12.3
225	-70.5	-22.5
300	-69.3	-38.4
375	-67.6	-59.2
450	-65.2	-77.7
525	-61.6	-87.2
600	-55.2	-85.5
675	-41.1	-66.0
750	0.0	0.0

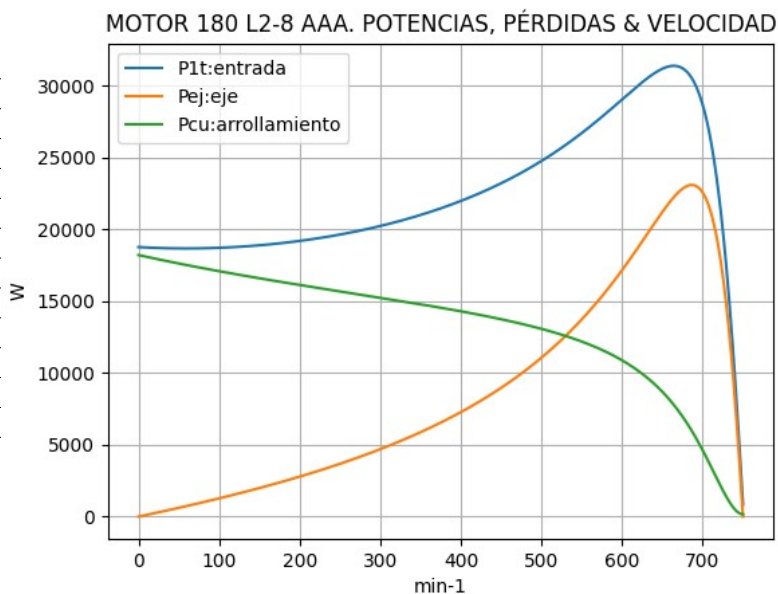


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 525 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 5-8-180. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	18760	0	18206
75	18673	933	17344
150	18884	1987	16588
225	19392	3216	15898
300	20227	4695	15233
375	21456	6544	14540
450	23202	8965	13738
525	25672	12311	12663
600	29036	17152	10880
675	31206	22821	6966
750	829	0	158

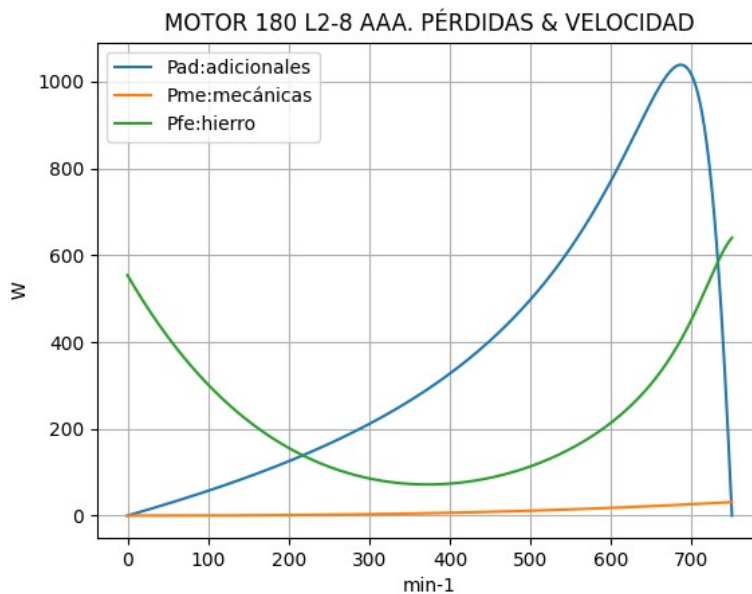


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ crece hasta cerca de 675 min^{-1} y luego cae regularmente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 675 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular, con cambio de pendiente

Fig. 5-9-180. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	554
75	42	0	353
150	89	1	218
225	145	2	132
300	211	3	86
375	294	6	72
450	403	9	87
525	554	13	132
600	772	18	214
675	1027	24	369
750	0	31	640

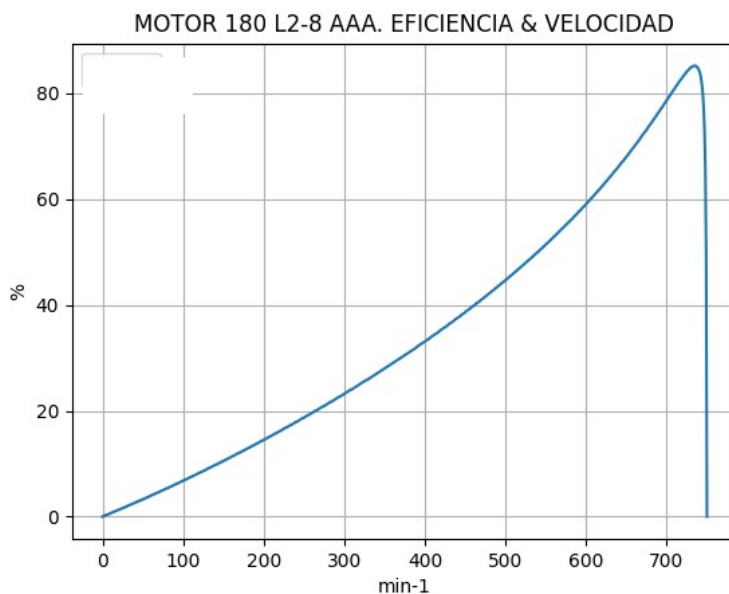


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 675 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 375 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 5-10-180. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff (%)
0	0.0
75	5.0
150	10.5
225	16.6
300	23.2
375	30.5
450	38.6
525	48.0
600	59.1
675	73.1
750	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 675 min^{-1} y luego decrece con cambio de pendiente

Fig. 5-11-180. Curva de eficiencia

5-15. Motor asincrónico trifásico 200 L8. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	200 L8	15.0	380	T	50	8	730	85.0	0.72	36.3	4.06	1.55	2.5	B 44	Motor normal	

Tabla 5-1-200. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.51	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	18.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.646	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	22.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	63.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	750.0	-	-	1290	-	19.9	0.1
Arranque	-	-	380	0.0	304.1	-	-	-	147.4	-
Carga 75%	-	-	380	735.0	143.3	83.8	13160	11024	30.0	0.67
Carga 50%	-	-	380	740.0	94.9	79.4	9260	7350	25.2	0.56
Temperat. carcasa	-	71.5	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 5-2-200. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	1.621	4.156	0.524	2.078	inf	inf	1.097	2.078	0.0	0.0	-
Nominal1	730	12.466	13.137	0.524	6.569	inf	inf	0.318	6.569	0.0	0.0	-
Vacío	750	3.304	32.870	0.524	6.692	2.712	26.192	0.000	6.692	11.5	19.9	-84.4
Nominal2	730	13.039	12.568	0.524	6.569	2.712	24.736	0.443	-2.348	11.7	20.2	-102.1

Tabla 5-3-200. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.0, Cad = 2.5

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	304.1	0.0	35298	0	0	0	0	35298	0.0	-	200.2	-6.5	85.2	-68.7	85.2	147.4	-68.7
Nominal1	730	196.3	91.0	16465	15000	150	202	0	1113	243.9	-46.5	286.0	-17.7	21.0	-46.5	21.0	36.3	-46.5
Vacío	750	0.0	0.0	1327	0	0	43	1076	208	302.8	-0.4	302.8	-0.3	0.0	-0.4	11.5	19.9	-84.3
Nominal2	730	196.3	85.0	17644	15000	375	40	1114	1115	288.2	-10.1	291.2	-18.3	17.8	-10.1	21.0	36.3	-43.9

Tabla 5-4-200. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.0, Cad = 2.5

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	1.425	3.957	0.524	2.078	2.712	17.314	1.097	2.078	10.7	18.6	-86.9
75	1.500	4.063	0.524	2.539	2.712	18.202	1.030	1.623	8.6	14.9	-93.9	
1	1.593	4.147	0.524	3.001	2.712	19.089	0.963	1.168	7.0	12.0	-103.9	
2	1.708	4.212	0.524	3.462	2.712	19.977	0.895	0.714	5.8	10.1	-117.9	
3	1.856	4.260	0.524	3.923	2.712	20.865	0.828	0.259	5.3	9.2	-134.9	
4	2.053	4.296	0.524	4.385	2.712	21.753	0.761	-0.196	5.6	9.6	-150.7	
5	2.334	4.329	0.524	4.846	2.712	22.641	0.694	-0.650	6.4	11.0	-160.8	
6	2.781	4.379	0.524	5.307	2.712	23.529	0.627	-1.105	7.5	13.1	-163.4	
7	3.628	4.519	0.524	5.769	2.712	24.417	0.559	-1.560	8.9	15.5	-156.9	
8	5.958	5.249	0.524	6.230	2.712	25.305	0.492	-2.014	10.4	18.0	-135.5	
9	750	3.304	32.870	0.524	6.692	2.712	26.192	0.425	-2.469	11.5	19.9	-84.4

Tabla 5-5-200. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	269.1	0.0	34911	0	0	0	939	33972	0.0	-	188.3	-5.8	80.1	-68.0	90.4	156.3	-70.2
1	272.6	6.2	34653	2141	54	0	606	31853	9.1	-67.2	158.8	-12.4	79.9	-67.2	87.7	151.8	-69.7
2	286.5	12.9	34965	4500	113	1	393	29958	19.2	-66.1	134.1	-22.0	79.9	-66.1	85.5	148.0	-69.0
3	304.9	20.1	35822	7185	180	2	275	28180	30.7	-64.7	117.2	-35.6	80.0	-64.7	83.6	144.6	-67.9
4	328.8	27.7	37232	10331	258	4	232	26406	44.2	-62.9	112.3	-52.3	80.0	-62.9	81.8	141.5	-66.5
5	359.5	36.0	39226	14118	353	8	253	24494	60.6	-60.5	122.2	-67.8	79.6	-60.5	79.8	138.1	-64.5

Tabla 5-6-200. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)	
6	450	398.4	44.9	41809	18773	469	12	331	22224	81.7	-57.1	145.5	-77.6	78.5	-57.1	77.3	133.7	-61.7
7	525	445.3	54.7	44774	24480	612	18	464	19200	110.6	-52.1	178.8	-80.0	75.7	-52.1	73.3	126.7	-57.6
8	600	488.9	65.6	46798	30718	768	25	649	14639	153.3	-44.0	219.4	-73.2	68.5	-44.0	65.6	113.4	-51.2
9	675	452.4	78.1	40934	31977	799	33	877	7247	220.1	-29.4	264.2	-51.6	49.7	-29.4	47.9	82.8	-41.4
10	750	0.0	0.0	1327	0	0	43	1076	208	302.8	-0.3	302.8	-0.3	0.0	-0.4	11.5	19.9	-84.3

Tabla 5-6-200. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	262.6	0.1	34904	28	1	0	934	33942	0.1	-68.0	187.9	-5.9	80.1	-68.0	90.3	156.3	-70.2
Máximo	625	494.2	69.6	46449	32342	809	27	721	12549	172.3	-40.2	234.1	-68.1	64.2	-40.2	61.3	106.1	-48.4

Tabla 5-7-200. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	714.0	303.3	84.4	26857.0	22676.0	567.0	38.0	993.0	2583.0	265.3	-16.6	286.3	-29.9	29.3	-16.6	29.9	51.8	-38.1
125 %	722.4	247.8	85.2	21994.1	18750.2	469.2	39.0	1015.3	1720.4	275.1	-13.2	290.6	-23.8	23.3	-13.2	25.0	43.4	-39.6
100 %	729.2	196.4	85.3	17580.2	14999.7	374.9	40.0	1032.4	1132.1	282.7	-10.3	293.9	-18.6	18.1	-10.3	21.0	36.3	-42.7
75 %	735.1	146.1	84.4	13333.4	11249.6	280.9	41.0	1046.2	714.6	289.0	-7.6	296.6	-13.7	13.4	-7.6	17.5	30.3	-48.0
50 %	740.5	96.7	81.3	9221.5	7500.4	187.3	42.0	1056.9	435.4	294.4	-5.1	298.9	-9.1	8.8	-5.1	14.6	25.3	-56.4
25 %	745.4	48.1	71.7	5224.5	3750.4	93.8	43.0	1066.7	270.7	298.9	-2.6	300.9	-4.7	4.3	-2.6	12.5	21.7	-68.6
Eff máx	727.0	213.9	85.4	19072.0	16286.0	407.0	40.0	1027.0	1312.0	280.3	-11.2	292.8	-20.4	19.9	-11.2	22.3	38.6	-41.4

Tabla 5-8-200. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	304.1	0.0	-	0.0	147.4	-
Valores calculados		0.0	269.1	0.0	34911.0	0.0	156.3	-70.2
Diferencias (%)		-	11.5	-	-	-	-6.0	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	490.5	-	-	-	-	-
Valores calculados		625.0	494.2	69.6	46449.0	32342.0	106.1	-48.4
Diferencias (%)		-	-0.8	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		730.0	196.2	85.0	17181.8	15000.0	36.3	-43.9
Valores calculados		729.2	196.4	85.3	17580.2	14999.7	36.3	-42.7
Diferencias (%)		0.1	-0.1	-0.4	-2.3	0.0	0.0	2.8
75% carga								
Valores ingresados		735.0	143.3	83.8	13160.0	11024.0	30.0	-47.9
Valores calculados		735.1	146.1	84.4	13333.4	11249.6	30.3	-48.0
Diferencias (%)		-0.0	-2.0	-0.7	-1.3	-2.0	-1.0	-0.1
50% carga								
Valores ingresados		740.0	94.9	79.4	9260.0	7350.0	25.2	-55.9
Valores calculados		740.5	96.7	81.3	9221.5	7500.4	25.3	-56.4
Diferencias (%)		-0.1	-1.9	-2.4	0.4	-2.0	-0.4	-0.8
Vacio								
Valores ingresados		750.0	0.0	0.0	1290.0	0.0	19.9	-84.3
Valores calculados		750.0	0.0	0.0	1327.0	0.0	19.9	-84.3
Diferencias (%)		-	-	-	-2.9	-	0.0	-0.0

Tabla 5-9-200. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	295.0	Paso de bobinas en ranuras	8/10/12	Corriente por kW (A/kW)	2.42
Altura corona estator (mm)	17.5	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm ²)	5.2
Diámetro interior estator (mm)	195.0	Factor de arrollamiento	0.96	Corriente barra rotor (A)	297.8
Altura corona rotor (mm)	34.3	Espiras por bobina (prom)	23.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm ²)	4.5
Diámetro eje rotor (mm)	75.0	Espiras por bobina (real)	23/23/23	Corriente anillo rotor (A)	663.5
Longitud paquete de chapas (mm)	270.0	Número de alambres 1	4	Densidad corr. anillo rotor(A/mm ²)	2.5
Número ranuras estator	72.0	Diámetro alambre 1 (mm)	0.8	Flujo por polo (wb)	0.01
Sección ranura estator (mm ²)	153.2	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.76
Número ranuras rotor	56.0	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.18
Sección ranura rotor (mm ²)	66.2	Conexión bobinado (vias)	2	Dens. flujo corona rotor (T)	0.37
Espesor anillo rotor (mm)	10.3	Peso total cobre (kg)	12.8	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.017
Sección anillo rotor(mm ²)	265.0	Relleno ranura(%)	30.2	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	1269569
Longitud entrehierro (mm)	0.4				

Tabla 5-10-200. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0402	0.1653	0.208	1.3776	0.0841	0.1653	0.0402	0.5227	0.208	1.9682	0.034	-0.1868	0.0402	0.5325	0.208	2.084	0.0	0.5325

Tabla 5-11-200. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	14.2	1.5	42.1	42.2
Eff. Máx	14.6	1.4	36.9	47.1

Tabla 5-12-200. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

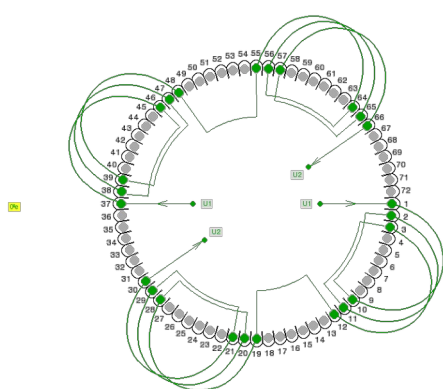


Fig. 5-1-200. Esquema de arrollamiento de 72 ranuras, 8 polos, paso 1-10, 2 vía, ka = 0.96

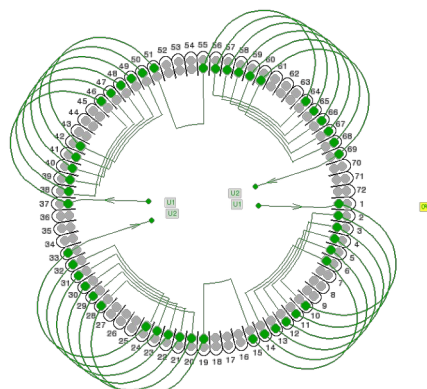
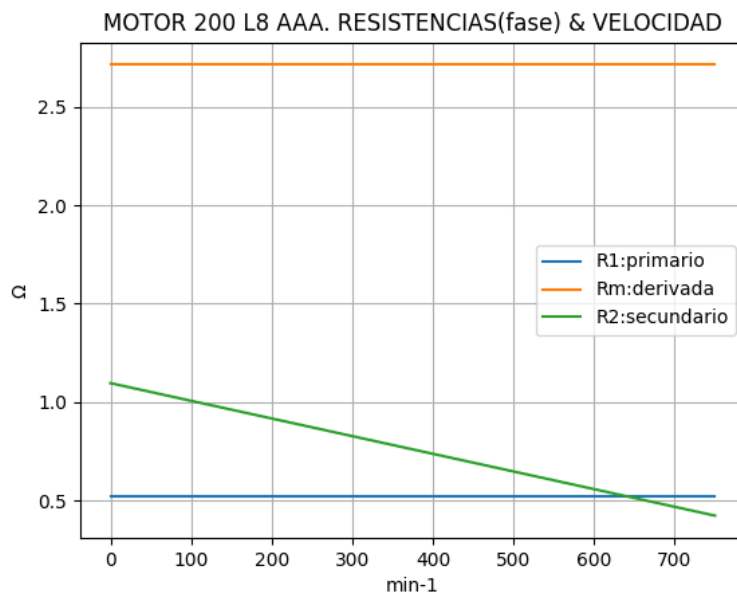


Fig. 5-2-200. Esquema de arrollamiento de 72 ranuras, 8 polos, paso 1-10, 2 vía, ka = 0.831

5-16. Motor asincrónico trifásico 200 L8-15.0-750-380-AAA. Curvas características



$n_x(\text{min-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	1.425	0.524	2.712	1.097
75	1.500	0.524	2.712	1.030
150	1.593	0.524	2.712	0.963
225	1.708	0.524	2.712	0.895
300	1.856	0.524	2.712	0.828
375	2.053	0.524	2.712	0.761
450	2.334	0.524	2.712	0.694
525	2.781	0.524	2.712	0.627
600	3.628	0.524	2.712	0.559
675	5.958	0.524	2.712	0.492
750	3.304	0.524	2.712	0.425



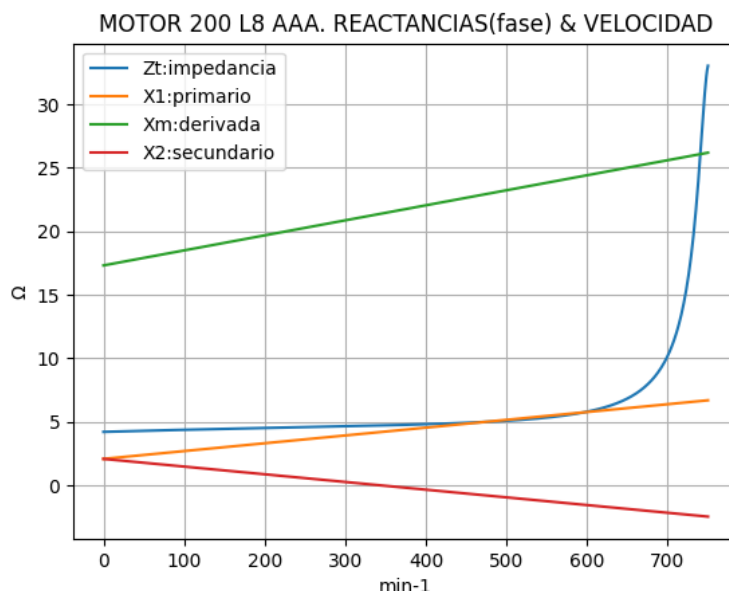
Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 5-3-200. Curvas de resistencias



$n_x(\text{min-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	4.205	3.957	2.078	17.314	2.078
75	4.331	4.063	2.539	18.202	1.623
150	4.442	4.147	3.001	19.089	1.168
225	4.545	4.212	3.462	19.977	0.714
300	4.647	4.260	3.923	20.865	0.259
375	4.761	4.296	4.385	21.753	-0.196
450	4.918	4.329	4.846	22.641	-0.650
525	5.187	4.379	5.307	23.529	-1.105
600	5.795	4.519	5.769	24.417	-1.560
675	7.940	5.249	6.230	25.305	-2.014
750	33.035	32.870	6.692	26.192	-2.469

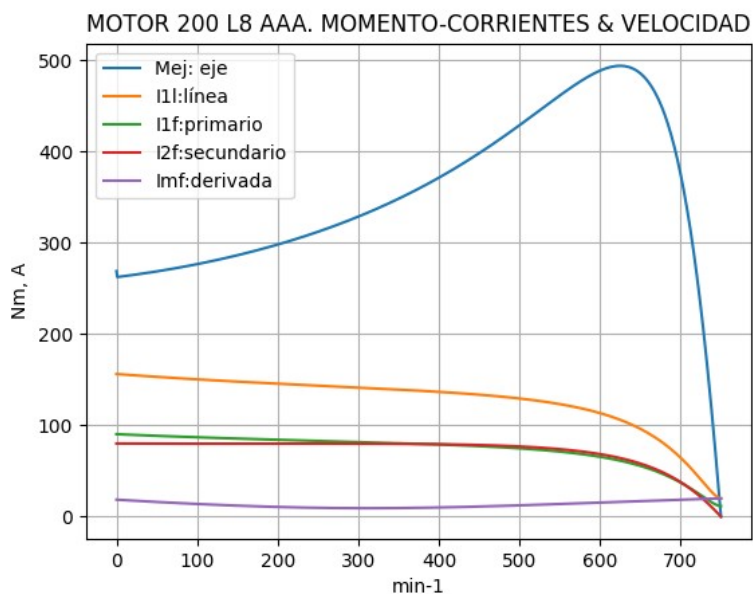


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ es positiva hasta cerca de 300 min-1 y luego negativa

Fig. 5-4-200. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	269.1	80.1	90.4	156.3	10.7
75	272.6	79.9	87.7	151.8	8.6
150	286.5	79.9	85.5	148.0	7.0
225	304.9	80.0	83.6	144.6	5.8
300	328.8	80.0	81.8	141.5	5.3
375	359.5	79.6	79.8	138.1	5.6
450	398.4	78.5	77.3	133.7	6.4
525	445.3	75.7	73.3	126.7	7.5
600	488.9	68.5	65.6	113.4	8.9
675	452.4	49.7	47.9	82.8	10.4
750	0.0	0.0	11.5	19.9	11.5

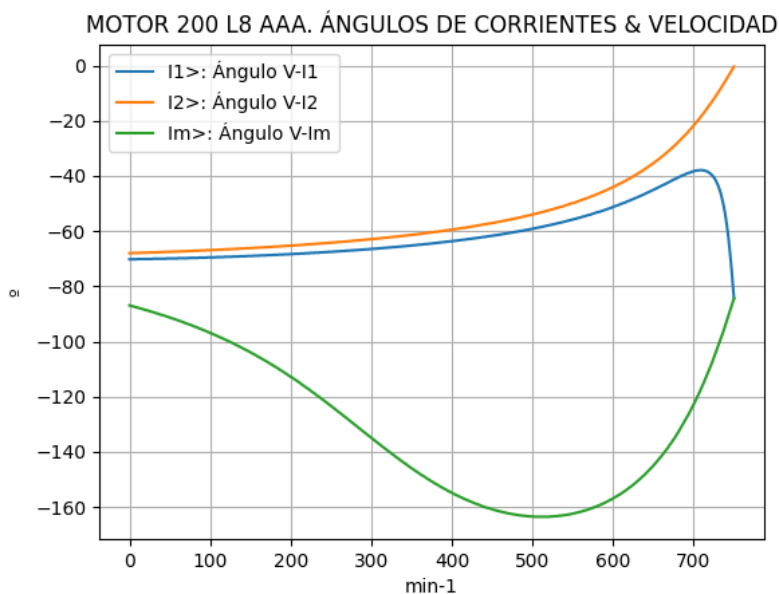


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 600 min⁻¹.
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f entre 450 y 675 min⁻¹, aproximadamente
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 300 min⁻¹

Fig. 5-5-200. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-68.0	-70.2	-86.9
75	-67.2	-69.7	-93.9
150	-66.1	-69.0	-103.9
225	-64.7	-67.9	-117.9
300	-62.9	-66.5	-134.9
375	-60.5	-64.5	-150.7
450	-57.1	-61.7	-160.8
525	-52.1	-57.6	-163.4
600	-44.0	-51.2	-156.9
675	-29.4	-41.4	-135.5
750	-0.4	-84.3	-84.4

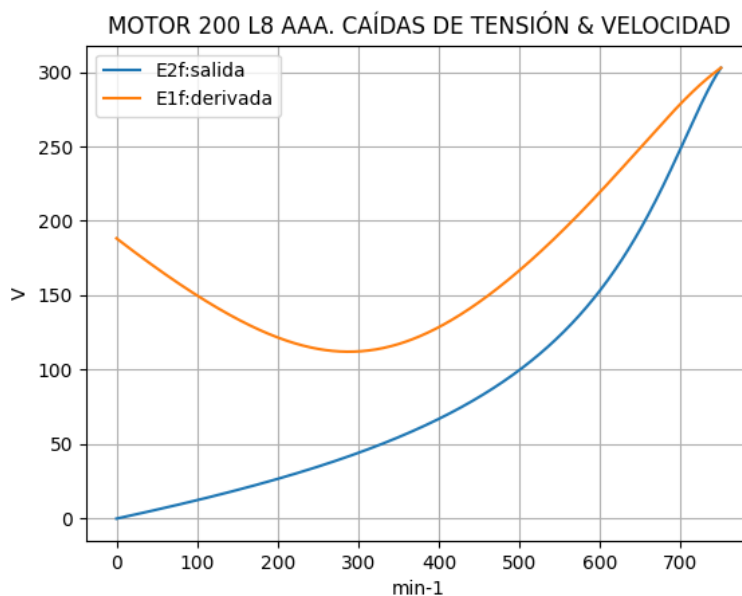


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 675 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente, con cambio de pendiente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 525 min⁻¹

Fig. 5-6-200. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	188.3
75	9.1	158.8
150	19.2	134.1
225	30.7	117.2
300	44.2	112.3
375	60.6	122.2
450	81.7	145.5
525	110.6	178.8
600	153.3	219.4
675	220.1	264.2
750	302.8	302.8

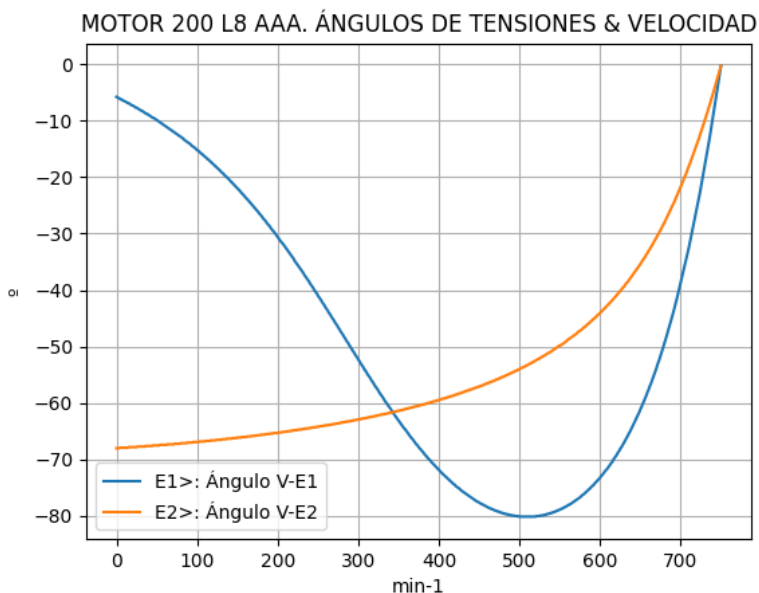


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 300 min-1 y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente, con leve cambio de pendiente

Fig. 5-7-200. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-5.8
75	-67.2	-12.4
150	-66.1	-22.0
225	-64.7	-35.6
300	-62.9	-52.3
375	-60.5	-67.8
450	-57.1	-77.6
525	-52.1	-80.0
600	-44.0	-73.2
675	-29.4	-51.6
750	-0.3	-0.3

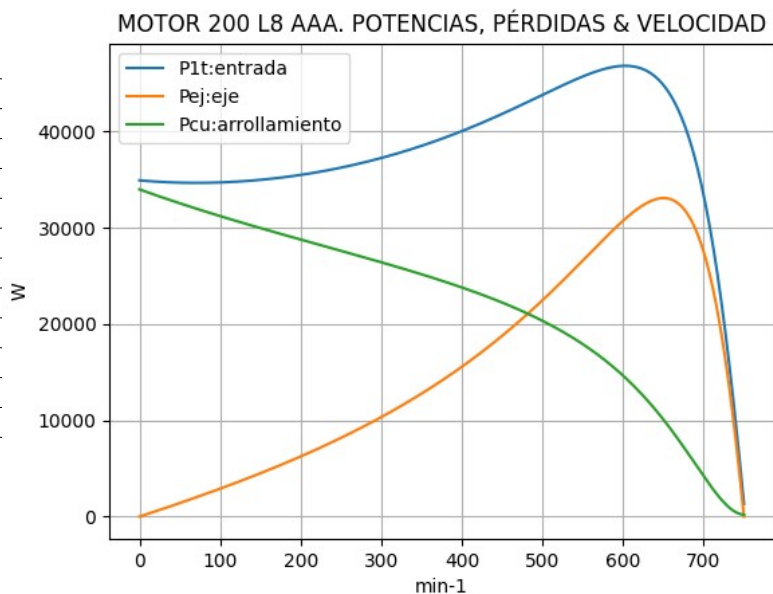


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 525 min⁻¹
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 5-8-200. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	34911	0	33972
75	34653	2141	31853
150	34965	4500	29958
225	35822	7185	28180
300	37232	10331	26406
375	39226	14118	24494
450	41809	18773	22224
525	44774	24480	19200
600	46798	30718	14639
675	40934	31977	7247
750	1327	0	208

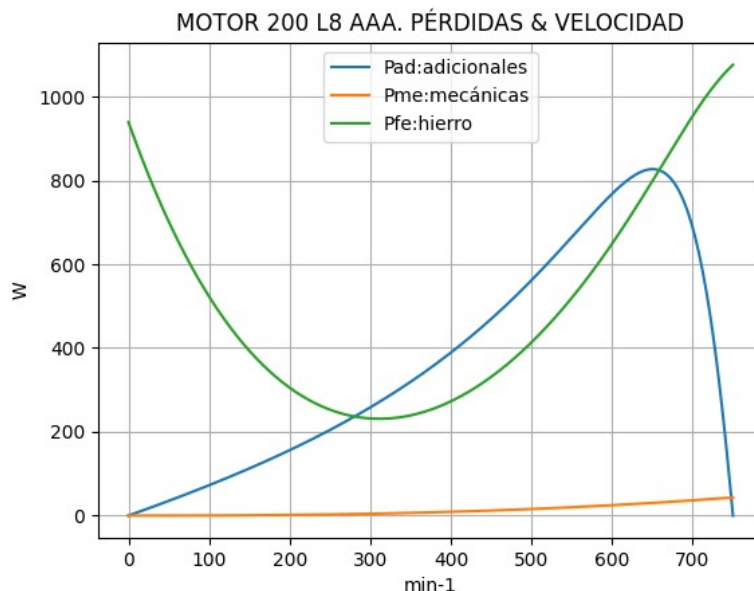


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ crece hasta cerca de 600 min^{-1} y luego cae con mayor pendiente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 675 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular, con cambio leve de pendiente

Fig. 5-9-200. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	939
75	54	0	606
150	113	1	393
225	180	2	275
300	258	4	232
375	353	8	253
450	469	12	331
525	612	18	464
600	768	25	649
675	799	33	877
750	0	43	1076

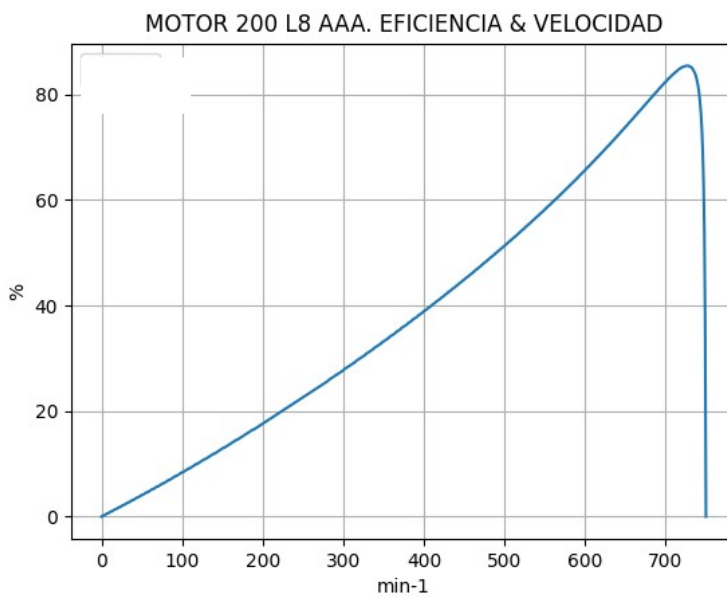


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 675 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 300 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 5-10-200. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff (%)
0	0.0
75	6.2
150	12.9
225	20.1
300	27.7
375	36.0
450	44.9
525	54.7
600	65.6
675	78.1
750	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 675 min^{-1} y luego decrece

Fig. 5-11-200. Curva de eficiencia

5-17. Motor asincrónico trifásico 225 M8. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	225 M8	22.0	380	E	50	8	735	86.8	0.74	56.4	4.55	2.33	3.0	B 44	Paq.	30-6P

Tabla 5-1-225. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.091	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	12.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.119	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	18.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	69.4	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	750.0	-	-	2000	-	32.0	0.1
Arranque	-	-	380	0.0	666.0	-	-	-	256.6	-
Carga 75%	-	-	380	740.0	213.4	89.8	18400	16529	45.3	0.62
Carga 50%	-	-	380	740.0	142.3	83.5	13200	11022	39.2	0.51
Temperat. carcasa	-	69.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 5-2-225. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.361	0.776	0.096	0.388	inf	inf	0.265	0.388	0.0	0.0	-
Nominal1	735	2.507	2.981	0.096	1.490	inf	inf	0.048	1.490	0.0	0.0	-
Vacio	750	0.686	6.830	0.096	1.513	0.58	5.319	0.000	1.513	32.0	55.3	-84.4
Nominal2	735	2.882	2.620	0.096	1.490	0.58	4.967	0.060	-0.849	33.9	33.9	-103.5

Tabla 5-3-225. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 3.0, Cad = 0.3

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	666.0	0.0	71314	0	0	0	0	71314	0.0	-	120.6	-9.4	256.6	-65.1	256.6	256.6	-65.1
Nominal1	735	286.0	92.0	23922	22000	220	324	0	1378	133.2	-49.9	159.8	-18.2	56.4	-49.9	56.4	56.4	-49.9
Vacio	750	0.0	0.0	2129	0	0	51	1782	296	171.2	-0.6	171.2	-0.6	0.1	-0.6	32.0	32.0	-84.3
Nominal2	735	286.0	86.3	25485	22000	66	49	2001	1369	147.7	-5.7	169.5	-20.2	49.9	-5.7	56.4	56.4	-42.3

Tabla 5-4-225. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 3.0, Cad = 0.3

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
0	0.317	0.748	0.096	0.388	0.58	3.746	0.265	0.388	30.1	30.1	-89.8
1	0.334	0.757	0.096	0.501	0.58	3.903	0.244	0.262	23.5	23.5	-100.6
2	0.355	0.759	0.096	0.613	0.58	4.060	0.223	0.135	19.0	19.0	-117.4
3	0.380	0.753	0.096	0.725	0.58	4.218	0.202	0.009	17.4	17.4	-139.8
4	0.411	0.742	0.096	0.838	0.58	4.375	0.181	-0.117	19.3	19.3	-160.5
5	0.450	0.724	0.096	0.950	0.58	4.533	0.160	-0.243	23.7	23.7	-173.5
6	0.503	0.702	0.096	1.063	0.58	4.690	0.140	-0.370	29.3	29.3	-178.9
7	0.582	0.679	0.096	1.175	0.58	4.847	0.119	-0.496	34.9	34.9	-178.2
8	0.725	0.666	0.096	1.288	0.58	5.005	0.098	-0.622	39.2	39.2	-170.7
9	1.104	0.732	0.096	1.400	0.58	5.162	0.077	-0.748	38.6	38.6	-150.7
10	0.686	6.830	0.096	1.513	0.58	5.319	0.056	-0.875	32.0	32.0	-84.4

Tabla 5-5-225. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	597.1	0.0	69585	0	0	0	1579	68007	0.0	-	114.1	-8.6	243.0	-64.3	270.5	270.5	-67.0
1	626.9	7.0	70695	4923	15	0	964	64793	6.7	-63.1	92.9	-19.1	246.5	-63.1	265.5	265.5	-66.2
2	669.8	14.4	73254	10522	32	1	627	62072	14.0	-61.5	77.9	-35.6	251.2	-61.5	262.3	262.3	-64.9
3	725.5	22.1	77253	17095	51	3	529	59575	22.3	-59.5	74.2	-57.6	256.8	-59.5	260.3	260.3	-63.2
4	795.7	30.2	82716	24996	75	5	649	56990	31.8	-56.9	85.2	-78.0	263.0	-56.9	259.1	259.1	-61.0
5	881.6	38.6	89603	34622	104	9	976	53893	43.1	-53.6	108.2	-90.7	268.6	-53.6	257.6	257.6	-58.1

Tabla 5-6-225. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)	
6	450	982.5	47.5	97576	46302	139	14	1490	49632	56.9	-49.3	138.2	-95.9	271.9	-49.3	254.3	254.3	-54.4
7	525	1088.6	56.8	105309	59850	180	21	2125	43133	74.5	-43.6	170.5	-95.0	268.8	-43.6	245.5	245.5	-49.4
8	600	1157.9	67.2	108296	72750	218	29	2671	32627	97.6	-35.5	197.3	-87.3	249.3	-35.5	223.2	223.2	-42.6
9	675	1022.1	79.3	91093	72245	217	39	2595	15997	129.5	-23.0	200.5	-67.1	186.7	-23.0	165.9	165.9	-33.6
10	750	0.0	0.0	2129	0	0	51	1782	296	171.2	-0.6	171.2	-0.6	0.1	-0.6	32.0	32.0	-84.3

Tabla 5-6-225. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	595.6	0.1	69590	62	0	0	1568	67959	0.1	-64.3	113.8	-8.7	243.0	-64.3	270.4	270.4	-67.0
Máximo	606	1158.5	68.1	108013	73521	221	30	2698	31543	99.8	-34.7	198.8	-86.3	246.4	-34.7	220.3	220.3	-41.9

Tabla 5-7-225. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	731.0	423.6	88.5	36639.0	32428.0	97.0	48.0	1870.0	2196.0	160.3	-7.7	174.1	-26.9	67.8	-7.7	68.4	68.4	-35.6
125 %	734.5	357.6	88.5	31100.3	27500.2	82.7	48.5	1832.9	1636.0	162.3	-6.5	172.6	-22.7	56.8	-6.5	60.3	60.3	-38.6
100 %	738.0	284.6	87.8	25060.0	22000.2	66.0	49.0	1801.9	1142.0	164.3	-5.2	171.4	-18.2	44.9	-5.2	52.1	52.1	-43.1
75 %	741.3	212.5	86.1	19156.2	16499.9	49.5	50.0	1782.5	774.3	166.3	-4.0	170.6	-13.7	33.3	-4.0	44.8	44.8	-49.5
50 %	744.4	141.1	82.2	13372.9	10999.7	32.8	50.0	1772.6	517.2	168.0	-2.9	170.4	-9.2	22.0	-2.9	38.7	38.7	-58.4
25 %	747.3	70.3	71.0	7700.3	5500.2	16.5	51.0	1772.5	360.9	169.7	-1.7	170.6	-4.9	10.9	-1.7	34.3	34.3	-70.1
Eff máx	732.0	405.0	88.5	35067.0	31042.0	93.0	48.0	1859.0	2026.0	160.8	-7.4	173.6	-25.7	64.6	-7.4	66.0	66.0	-36.3

Tabla 5-8-225. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	666.0	0.0	-	0.0	256.6	-
Valores calculados		0.0	597.1	0.0	69585.0	0.0	270.5	-67.0
Diferencias (%)		-	10.3	-	-	-	-5.4	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	857.5	-	-	-	-	-
Valores calculados		606.0	1158.5	68.1	108013.0	73521.0	220.3	-41.9
Diferencias (%)		-	-35.1	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		735.0	285.8	86.8	27437.2	22000.0	56.4	-42.3
Valores calculados		738.0	284.6	87.8	25060.0	22000.2	52.1	-43.1
Diferencias (%)		-0.4	0.4	-1.2	8.7	-0.0	7.6	-2.0
75% carga								
Valores ingresados		740.0	213.4	89.8	18400.0	16529.0	45.3	-51.7
Valores calculados		741.3	212.5	86.1	19156.2	16499.9	44.8	-49.5
Diferencias (%)		-0.2	0.4	4.1	-4.1	0.2	1.1	4.2
50% carga								
Valores ingresados		740.0	142.3	83.5	13200.0	11022.0	39.2	-59.3
Valores calculados		744.4	141.1	82.2	13372.9	10999.7	38.7	-58.4
Diferencias (%)		-0.6	0.8	1.6	-1.3	0.2	1.3	1.6
Vacío								
Valores ingresados		750.0	0.0	0.0	2000.0	0.0	32.0	-84.3
Valores calculados		750.0	0.0	0.0	2129.0	0.0	32.0	-84.3
Diferencias (%)		-	-	-	-6.5	-	0.0	-0.0

Tabla 5-9-225. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	330.30	Paso de bobinas en ranuras	7/9-6/8/10	Corriente por kW (A/kW)	2.56
Altura corona estator (mm)	25.70	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm ²)	5.1
Diámetro interior estator (mm)	220.00	Factor de arrollamiento	0.954	Corriente barra rotor (A)	435.8
Altura corona rotor (mm)	43.00	Espiras por bobina (prom)	12.6	Densidad corr. barra rotor(A/mm ²)	4.0
Diámetro eje rotor (mm)	75.00	Espiras por bobina (real)	14/14-16/16/8	Corriente anillo rotor (A)	728.3
Longitud paquete de chapas (mm)	280.00	Número de alambres 1	2	Densidad corr. anillo rotor(A/mm ²)	1.9
Número ranuras estator	54.00	Diámetro alambre 1 (mm)	1.05	Flujo por polo (wb)	0.0143
Sección ranura estator (mm ²)	197.60	Número de alambres 2	4	Densidad flujo entrehierro (T)	0.93
Número ranuras rotor	42.00	Diámetro alambre 2 (mm)	1.1	Dens. flujo corona estator (T)	1.1
Sección ranura rotor (mm ²)	110.00	Conexión bobinado (vías)	2	Dens. flujo corona rotor (T)	0.44
Espesor anillo rotor (mm)	13.00	Peso total cobre (kg)	14.0	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.014
Sección anillo rotor(mm ²)	383.00	Relleno ranura(%)	39.2	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	1632621
Longitud entrehierro (mm)	0.45				

Tabla 5-10-225. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0333	0.1481	0.2012	1.4298	0.092	0.1481	0.0333	0.5687	0.2012	1.8958	0.0208	-0.324	0.0333	0.5775	0.2012	2.0302	0.0	0.5775

Tabla 5-11-225. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	1.9	1.4	57.4	39.3
Eff. Máx	2.3	1.2	46.2	50.3

Tabla 5-12-225. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

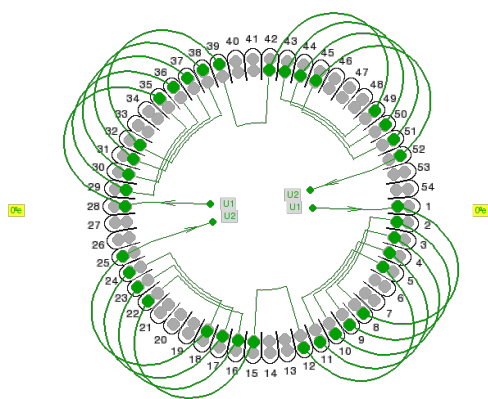


Fig. 5-1-225. Esquema de arrollamiento de 54 ranuras, 8 polos, paso 1-8, 2 vías, $k_a = 0.827$

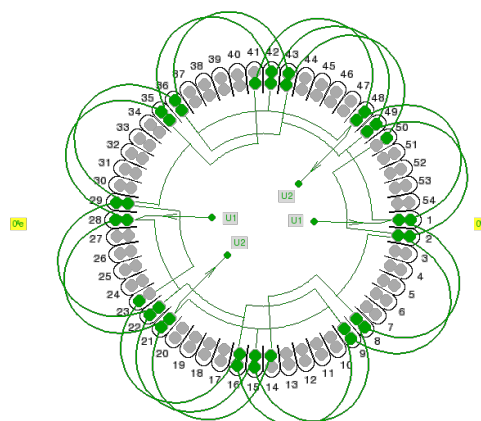
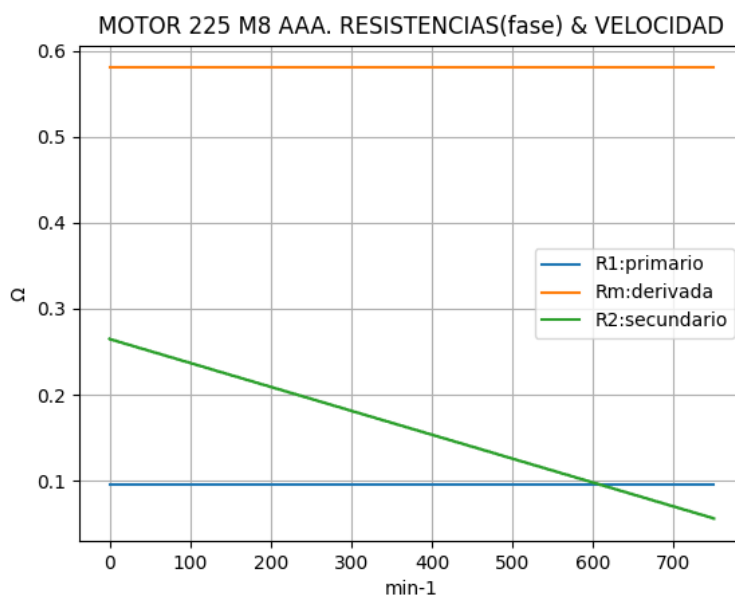


Fig. 5-2-225. Esquema de arrollamiento de 54 ranuras, 8 polos, paso 1-8, 2 vías, $k_a = 0.954$

5-18. Motor asincrónico trifásico 225 M8. Curvas características

$n_x(\text{min-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	0.317	0.096	0.58	0.265
75	0.334	0.096	0.58	0.244
150	0.355	0.096	0.58	0.223
225	0.380	0.096	0.58	0.202
300	0.411	0.096	0.58	0.181
375	0.450	0.096	0.58	0.160
450	0.503	0.096	0.58	0.140
525	0.582	0.096	0.58	0.119
600	0.725	0.096	0.58	0.098
675	1.104	0.096	0.58	0.077
750	0.686	0.096	0.58	0.056

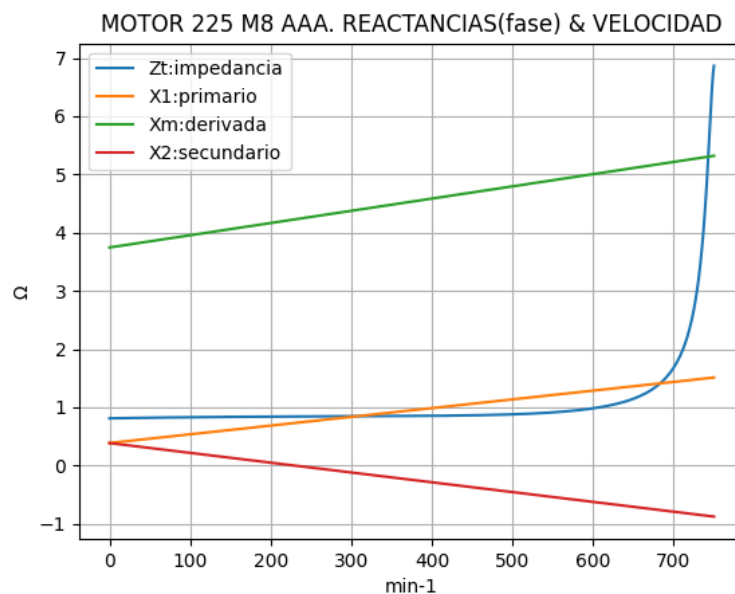


Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 5-3-225. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	0.812	0.748	0.388	3.746	0.388
75	0.827	0.757	0.501	3.903	0.262
150	0.837	0.759	0.613	4.060	0.135
225	0.844	0.753	0.725	4.218	0.009
300	0.848	0.742	0.838	4.375	-0.117
375	0.853	0.724	0.950	4.533	-0.243
450	0.864	0.702	1.063	4.690	-0.370
525	0.895	0.679	1.175	4.847	-0.496
600	0.984	0.666	1.288	5.005	-0.622
675	1.324	0.732	1.400	5.162	-0.748
750	6.864	6.830	1.513	5.319	-0.875

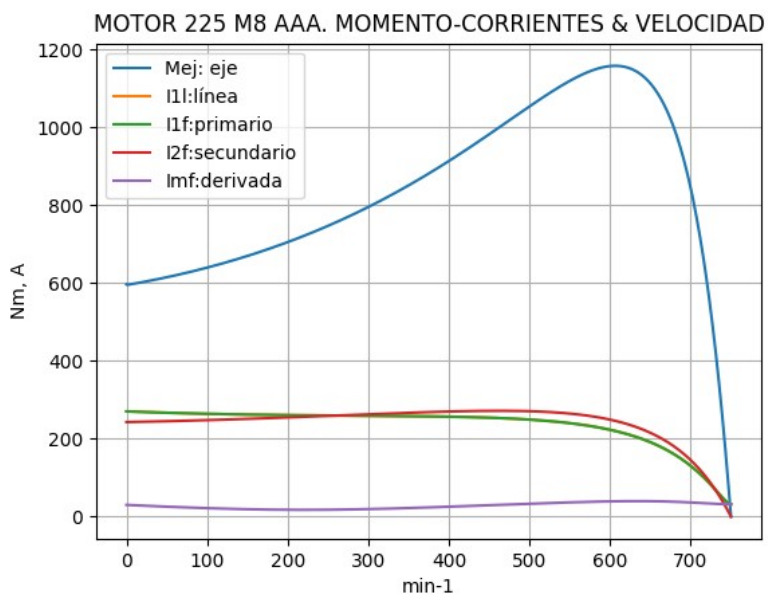


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ es positiva hasta cerca de 225 min-1 y luego negativa

Fig. 5-4-225. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	597.1	243.0	270.5	270.5	30.1
75	626.9	246.5	265.5	265.5	23.5
150	669.8	251.2	262.3	262.3	19.0
225	725.5	256.8	260.3	260.3	17.4
300	795.7	263.0	259.1	259.1	19.3
375	881.6	268.6	257.6	257.6	23.7
450	982.5	271.9	254.3	254.3	29.3
525	1088.6	268.8	245.5	245.5	34.9
600	1157.9	249.3	223.2	223.2	39.2
675	1022.1	186.7	165.9	165.9	38.6
750	0.0	0.1	32.0	32.0	32.0

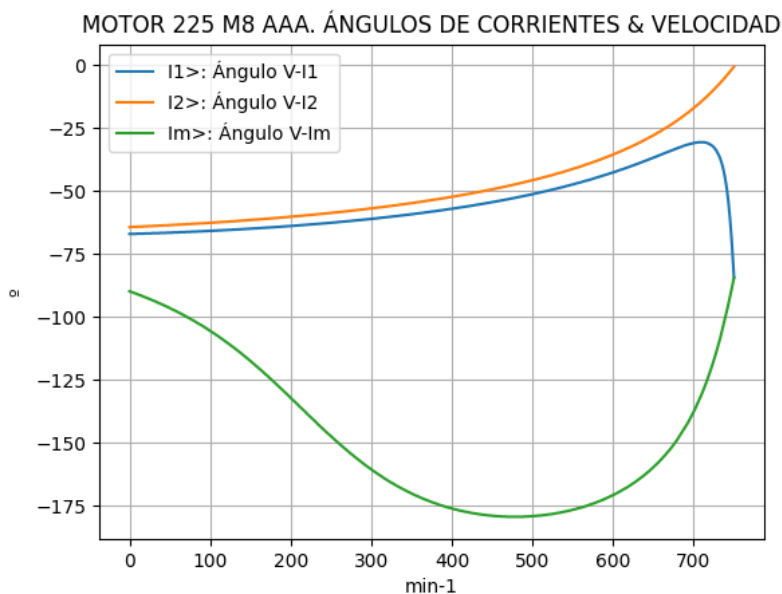


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 600 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f entre 300 y 675 min⁻¹, aproximadamente
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 225 min⁻¹

Fig. 5-5-225. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-64.3	-67.0	-89.8
75	-63.1	-66.2	-100.6
150	-61.5	-64.9	-117.4
225	-59.5	-63.2	-139.8
300	-56.9	-61.0	-160.5
375	-53.6	-58.1	-173.5
450	-49.3	-54.4	-178.9
525	-43.6	-49.4	-178.2
600	-35.5	-42.6	-170.7
675	-23.0	-33.6	-150.7
750	-0.6	-84.3	-84.4

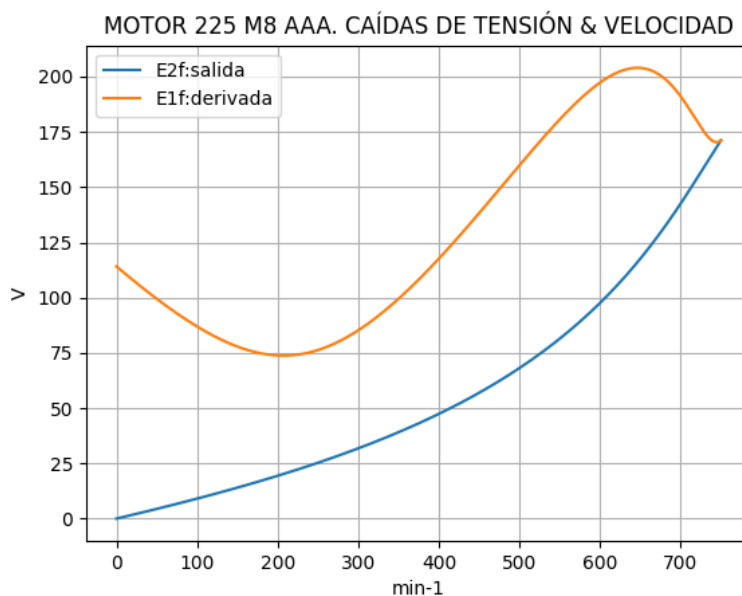


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 675 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente, con variación de pendiente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 450 min⁻¹

Fig. 5-6-225. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	114.1
75	6.7	92.9
150	14.0	77.9
225	22.3	74.2
300	31.8	85.2
375	43.1	108.2
450	56.9	138.2
525	74.5	170.5
600	97.6	197.3
675	129.5	200.5
750	171.2	171.2

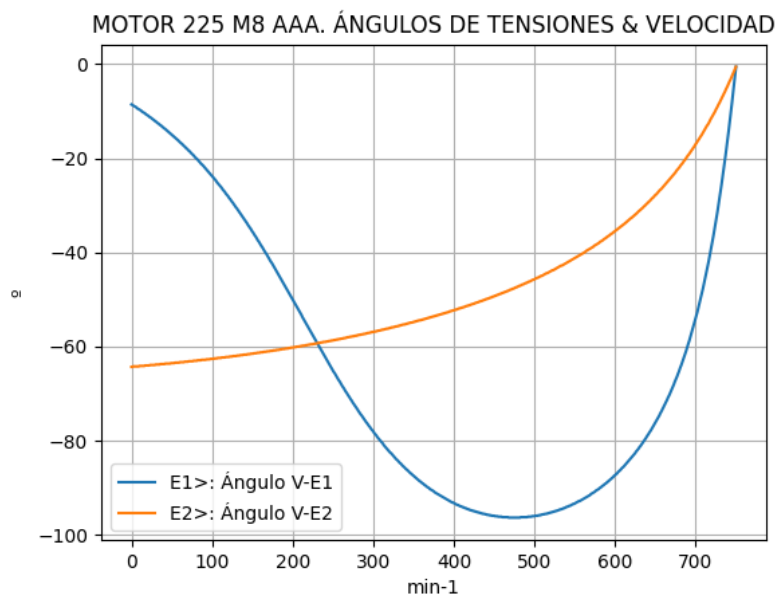


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 225 min^{-1} y luego crece hasta cerca de 675 min^{-1}
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente, con cambio de pendiente

Fig. 5-7-225. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-8.6
75	-63.1	-19.1
150	-61.5	-35.6
225	-59.5	-57.6
300	-56.9	-78.0
375	-53.6	-90.7
450	-49.3	-95.9
525	-43.6	-95.0
600	-35.5	-87.3
675	-23.0	-67.1
750	-0.6	-0.6

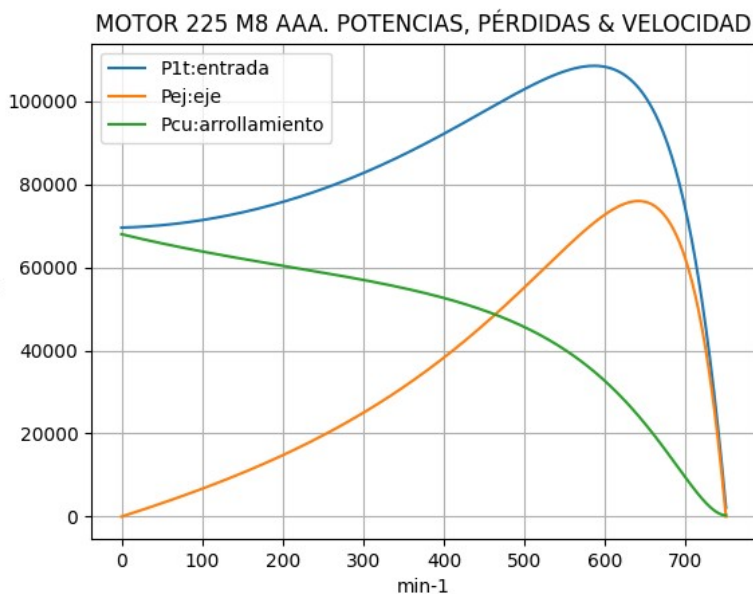


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 450 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 5-8-225. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	69585	0	68007
75	70695	4923	64793
150	73254	10522	62072
225	77253	17095	59575
300	82716	24996	56990
375	89603	34622	53893
450	97576	46302	49632
525	105309	59850	43133
600	108296	72750	32627
675	91093	72245	15997
750	2129	0	296

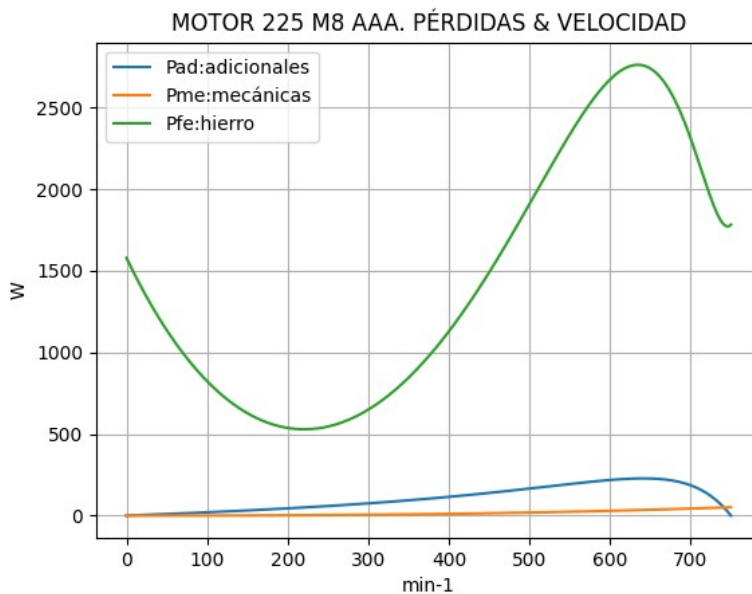


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ crece hasta cerca de 600 min^{-1} y luego cae regularmente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 600 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular, con cambio de pendiente

Fig. 5-9-225. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	1579
75	15	0	964
150	32	1	627
225	51	3	529
300	75	5	649
375	104	9	976
450	139	14	1490
525	180	21	2125
600	218	29	2671
675	217	39	2595
750	0	51	1782

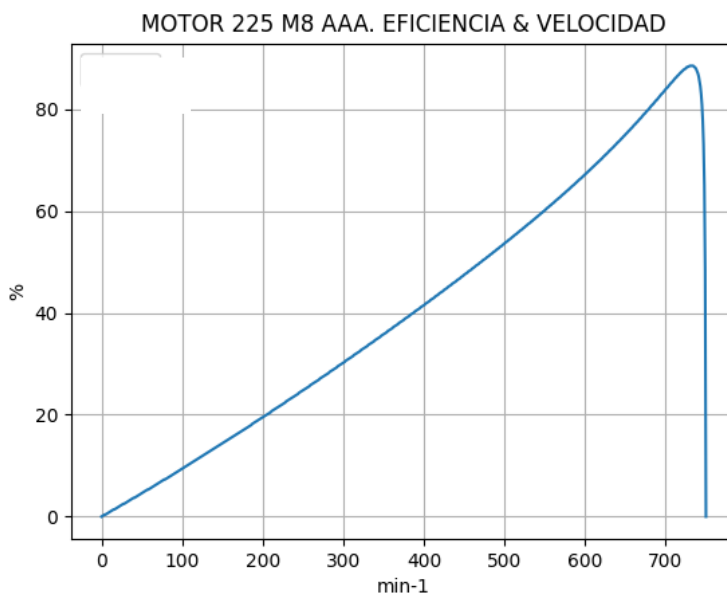


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 600 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 225 min^{-1} y se maximizan cerca de 600 min^{-1}

Fig. 5-10-225. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff (%)
0	0.0
75	7.0
150	14.4
225	22.1
300	30.2
375	38.6
450	47.5
525	56.8
600	67.2
675	79.3
750	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 675 min^{-1} y luego decrece con mayor pendiente

Fig. 5-11-225. Curva de eficiencia

5-19. Motor asincrónico trifásico 250 M8. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	250 M8	30.0	380	T	50	8	740	88.6	0.64	79.0	4.92	2.73	3.5	B 44	Paq.	50-6P

Tabla 5-1-250. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.142	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	19.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.183	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	30.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	63.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	750.0	-	-	1400	-	51.0	0.04
Arranque	-	-	380	0.0	1056.9	-	-	-	388.7	-
Carga 75%	-	-	380	745.0	282.7	90.3	24400	22044	66.0	0.56
Carga 50%	-	-	380	745.0	188.5	89.6	16400	14699	57.0	0.44
Temperat. carcasa	-	67.5	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 5-2-250. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.693	1.543	0.145	0.771	inf	inf	0.548	0.771	0.0	0.0	-
Nominal1	740	5.086	6.586	0.145	3.293	inf	inf	0.066	3.293	0.0	0.0	-
Vacio	750	0.516	12.880	0.145	3.327	0.358	9.554	0.000	3.327	29.5	51.0	-87.8
Nominal2	740	5.326	6.394	0.145	3.293	0.358	9.192	0.096	-1.204	30.0	51.9	-107.1

Tabla 5-3-250. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 6.0, Cad = 5.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	1056.9	0.0	104975	0	0	0	0	104975	0.0	-	212.6	-11.2	224.7	-65.8	224.7	388.7	-65.8
Nominal1	740	387.3	94.0	31817	30000	300	198	0	1320	222.6	-52.3	271.2	-18.6	45.7	-52.3	45.7	79.0	-52.3
Vacio	750	0.0	0.0	1372	0	0	61	932	378	281.8	0.0	281.8	0.1	0.0	0.0	29.5	51.0	-87.7
Nominal2	740	387.3	88.6	33857	30000	1500	59	964	1334	272.8	-9.6	275.7	-19.3	38.6	-9.6	45.7	79.0	-50.2

Tabla 5-4-250. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 6.0, Cad = 5.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.593	1.494	0.145	0.771	0.358	7.207	0.548	0.771	27.9	48.2	-97.3
1	75	0.625	1.587	0.145	1.027	0.358	7.442	0.502	0.571	22.1	38.2	-106.3
2	150	0.661	1.671	0.145	1.283	0.358	7.677	0.456	0.371	17.8	30.7	-118.8
3	225	0.703	1.744	0.145	1.538	0.358	7.911	0.411	0.171	15.2	26.2	-135.2
4	300	0.752	1.809	0.145	1.794	0.358	8.146	0.365	-0.030	14.4	25.0	-153.5
5	375	0.813	1.867	0.145	2.049	0.358	8.380	0.319	-0.230	15.4	26.7	-169.3
6	450	0.894	1.918	0.145	2.305	0.358	8.615	0.273	-0.430	17.6	30.4	-180.0
7	525	1.013	1.967	0.145	2.560	0.358	8.850	0.227	-0.630	20.4	35.3	-184.8
8	600	1.227	2.028	0.145	2.816	0.358	9.084	0.181	-0.831	23.6	40.8	-182.6
9	675	1.803	2.196	0.145	3.072	0.358	9.319	0.135	-1.031	26.9	46.5	-166.3
10	750	0.516	12.880	0.145	3.327	0.358	9.554	0.089	-1.231	29.5	51.0	-87.8

Tabla 5-5-250. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)	
0	0	944.7	0.0	99340	0	0	0	832	98508	0.0	-	201.0	-10.1	212.4	-64.7	236.4	408.9	-68.4
1	75	859.7	7.3	93016	6752	338	0	522	85404	11.5	-64.8	164.3	-19.1	205.8	-64.8	222.8	385.4	-68.5
2	150	835.6	14.8	88722	13125	656	1	339	74601	22.9	-64.5	136.5	-31.5	200.7	-64.5	211.5	365.9	-68.4
3	225	825.1	22.6	86067	19440	972	3	247	65405	34.6	-64.0	120.1	-47.8	196.7	-64.0	202.1	349.6	-68.1
4	300	827.4	30.6	84837	25992	1300	6	224	57315	47.0	-63.2	117.7	-66.0	193.5	-63.2	193.9	335.5	-67.4
5	375	843.0	39.0	84959	33105	1655	11	255	49933	60.8	-62.0	129.2	-81.8	190.7	-62.0	186.7	322.9	-66.5

Tabla 5-6-250. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)	
6	450	874.3	47.6	86502	41200	2060	17	331	42893	76.8	-60.2	151.4	-92.4	187.7	-60.2	179.6	310.7	-65.0
7	525	925.9	56.8	89679	50903	2545	25	446	35759	97.2	-57.3	180.7	-97.1	183.4	-57.3	171.8	297.2	-62.7
8	600	1003.5	66.7	94583	63053	3153	35	597	27745	126.5	-52.4	214.5	-94.9	174.5	-52.4	160.3	277.3	-58.8
9	675	1068.4	78.1	96722	75524	3776	47	775	16600	179.5	-41.2	250.7	-78.5	147.4	-41.2	133.7	231.4	-50.6
10	750	0.0	0.0	1372	0	0	61	932	378	281.8	0.1	281.8	0.1	0.0	0.0	29.5	51.0	-87.7

Tabla 5-6-250. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	249	824.4	25.1	85525	21497	1075	4	233	62717	38.5	-63.8	117.8	-53.6	195.6	-63.8	199.3	344.9	-67.9
Máximo	669	1069.7	77.1	97227	74943	3747	46	761	17729	173.6	-42.6	247.8	-80.8	151.2	-42.6	137.2	237.4	-51.6

Tabla 5-7-250. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	733.0	584.5	88.4	50777.0	44865.0	2243.0	58.0	902.0	2708.0	260.2	-15.4	275.7	-30.4	60.4	-15.4	60.9	105.4	-43.0
125 %	736.6	486.1	88.7	42272.9	37499.9	1874.9	58.6	908.2	1930.8	265.7	-12.5	277.0	-24.8	49.4	-12.5	52.8	91.3	-45.3
100 %	739.8	387.2	88.7	33808.9	30000.4	1499.9	59.0	913.8	1335.2	270.4	-9.8	278.1	-19.4	38.9	-9.8	45.5	78.6	-49.3
75 %	742.7	289.3	88.2	25508.5	22499.5	1124.8	60.0	919.3	904.8	274.2	-7.2	279.1	-14.4	28.8	-7.2	39.2	67.9	-55.2
50 %	745.3	192.2	86.4	17345.6	15000.3	750.4	60.0	923.6	612.1	277.3	-4.7	280.1	-9.4	19.0	-4.7	34.2	59.3	-63.6
25 %	747.7	95.8	80.3	9304.8	7500.4	375.2	61.0	928.4	440.7	279.8	-2.3	281.0	-4.7	9.5	-2.3	30.9	53.5	-74.7
Eff máx	739.0	413.5	88.8	36050.0	32003.0	1600.0	59.0	913.0	1476.0	269.3	-10.5	277.8	-20.9	41.7	-10.5	47.3	81.9	-48.1

Tabla 5-8-250. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	1056.9	0.0	-	0.0	388.7	-
Valores calculados		0.0	944.7	0.0	99340.0	0.0	408.9	-68.4
Diferencias (%)		-	10.6	-	-	-	-5.2	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	1355.0	-	-	-	-	-
Valores calculados		669.0	1069.7	77.1	97227.0	74943.0	237.4	-51.6
Diferencias (%)		-	21.1	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		740.0	387.1	88.6	33238.1	30000.0	79.0	-50.2
Valores calculados		739.8	387.2	88.7	33808.9	30000.4	78.6	-49.3
Diferencias (%)		0.0	-0.0	-0.1	-1.7	-0.0	0.5	1.8
75% carga								
Valores ingresados		745.0	282.7	90.3	24400.0	22044.0	66.0	-55.9
Valores calculados		742.7	289.3	88.2	25508.5	22499.5	67.9	-55.2
Diferencias (%)		0.3	-2.3	2.3	-4.5	-2.1	-2.9	1.3
50% carga								
Valores ingresados		745.0	188.5	89.6	16400.0	14699.0	57.0	-63.9
Valores calculados		745.3	192.2	86.4	17345.6	15000.3	59.3	-63.6
Diferencias (%)		-0.0	-2.0	3.6	-5.8	-2.0	-4.0	0.5
Vacio								
Valores ingresados		750.0	0.0	0.0	1400.0	0.0	51.0	-87.7
Valores calculados		750.0	0.0	0.0	1372.0	0.0	51.0	-87.7
Diferencias (%)		-	-	-	2.0	-	0.0	0.0

Tabla 5-9-250. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	430.00	Paso de bobinas en ranuras	7/9-6/8/10	Corriente por kW (A/kW)	2.63
Altura corona estator (mm)	34.40	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm ²)	4.2
Diámetro interior estator (mm)	290.00	Factor de arrollamiento	0.954	Corriente barra rotor (A)	526.5
Altura corona rotor (mm)	65.80	Espiras por bobina (prom)	18.8	Densidad corr. barra rotor(A/mm ²)	3.9
Diámetro eje rotor (mm)	95.00	Espiras por bobina (real)	21/21-21/21/10	Corriente anillo rotor (A)	879.8
Longitud paquete de chapas (mm)	240.00	Número de alambres 1	7	Densidad corr. anillo rotor(A/mm ²)	1.9
Número ranuras estator	54.00	Diámetro alambre 1 (mm)	1.0	Flujo por polo (wb)	0.0155
Sección ranura estator (mm ²)	295.00	Número de alambres 2	0	Densidad flujo entrehierro (T)	0.89
Número ranuras rotor	42.00	Diámetro alambre 2 (mm)	0.0	Dens. flujo corona estator (T)	1.04
Sección ranura rotor (mm ²)	136.50	Conexión bobinado (vías)	2	Dens. flujo corona rotor (T)	0.39
Espesor anillo rotor (mm)	15.00	Peso total cobre (kg)	29.5	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.01
Sección anillo rotor(mm ²)	475.00	Relleno ranura(%)	38.8	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	3242016
Longitud entrehierro (mm)	0.65				

Tabla 5-10-250. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0272	0.1206	0.0672	1.1272	0.1029	0.1206	0.0272	0.515	0.0672	1.4376	0.018	-0.1883	0.0272	0.5203	0.0672	1.4942	0.0	0.5203

Tabla 5-11-250. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	38.9	1.5	25.0	34.6
Eff. Máx	39.5	1.5	22.6	36.5

Tabla 5-12-250. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

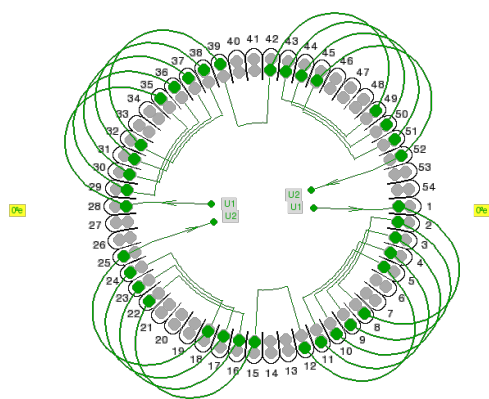


Fig. 5-1-250. Esquema de arrollamiento de 54 ranuras, 8 polos, paso 1-8, 2 vías, $k_a = 0.827$

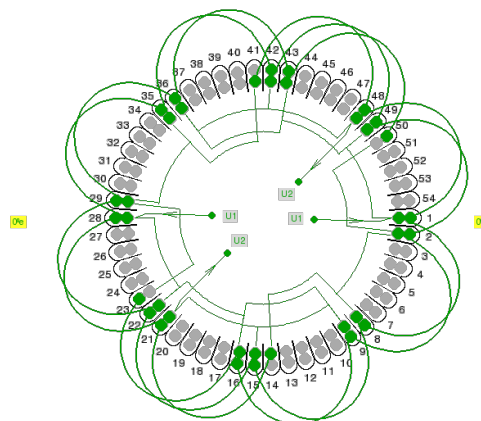
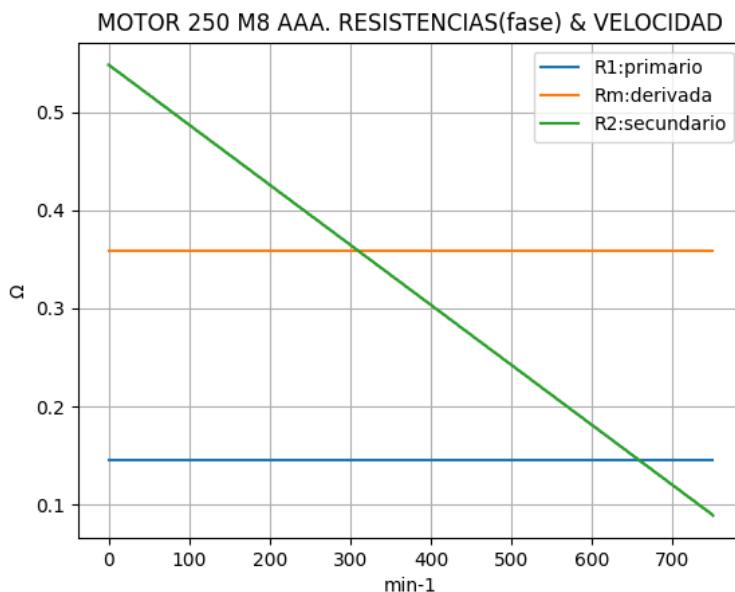


Fig. 5-2-250. Esquema de arrollamiento de 54 ranuras, 8 polos, paso 1-8, 2 vías, $k_a = 0.954$

5-20. Motor asincrónico trifásico 250 M8. Curvas características



$n_x(\text{min}^{-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	0.593	0.145	0.358	0.548
75	0.625	0.145	0.358	0.502
150	0.661	0.145	0.358	0.456
225	0.703	0.145	0.358	0.411
300	0.752	0.145	0.358	0.365
375	0.813	0.145	0.358	0.319
450	0.894	0.145	0.358	0.273
525	1.013	0.145	0.358	0.227
600	1.227	0.145	0.358	0.181
675	1.803	0.145	0.358	0.135
750	0.516	0.145	0.358	0.089



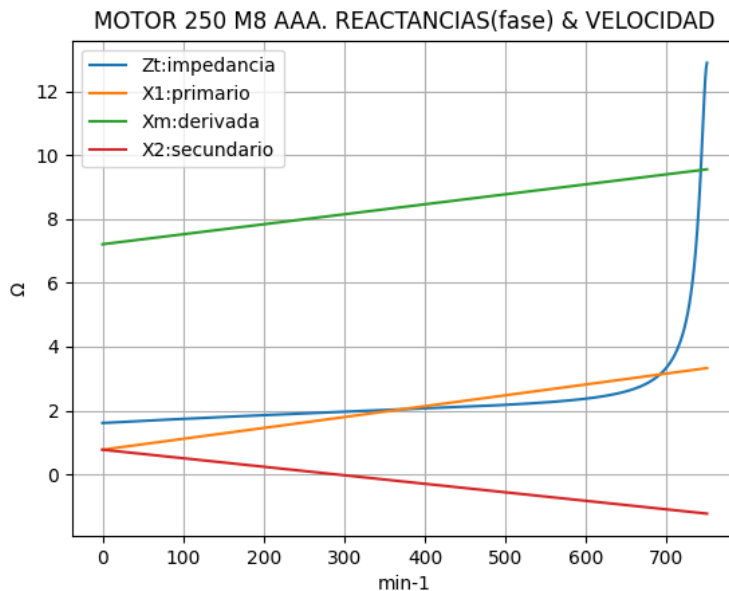
Observaciones:

- La resistencia R_1 primaria y la R_m derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 5-3-250. Curvas de resistencias



$n_x(\text{min}^{-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	1.608	1.494	0.771	7.207	0.771
75	1.706	1.587	1.027	7.442	0.571
150	1.797	1.671	1.283	7.677	0.371
225	1.881	1.744	1.538	7.911	0.171
300	1.959	1.809	1.794	8.146	-0.030
375	2.036	1.867	2.049	8.380	-0.230
450	2.116	1.918	2.305	8.615	-0.430
525	2.212	1.967	2.560	8.850	-0.630
600	2.370	2.028	2.816	9.084	-0.831
675	2.842	2.196	3.072	9.319	-1.031
750	12.890	12.880	3.327	9.554	-1.231

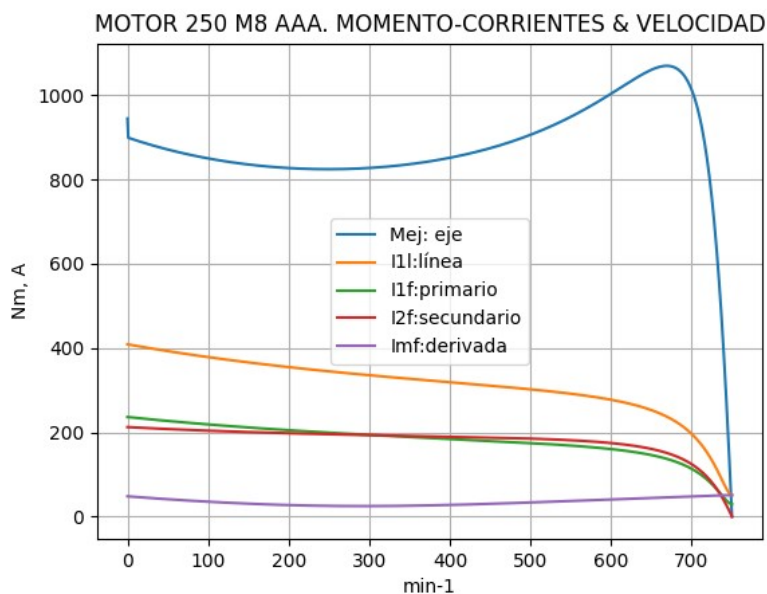


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ es positiva hasta cerca de 225 min^{-1} y luego negativa

Fig. 5-4-250. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	944.7	212.4	236.4	408.9	27.9
75	859.7	205.8	222.8	385.4	22.1
150	835.6	200.7	211.5	365.9	17.8
225	825.1	196.7	202.1	349.6	15.2
300	827.4	193.5	193.9	335.5	14.4
375	843.0	190.7	186.7	322.9	15.4
450	874.3	187.7	179.6	310.7	17.6
525	925.9	183.4	171.8	297.2	20.4
600	1003.5	174.5	160.3	277.3	23.6
675	1068.4	147.4	133.7	231.4	26.9
750	0.0	0.0	29.5	51.0	29.5

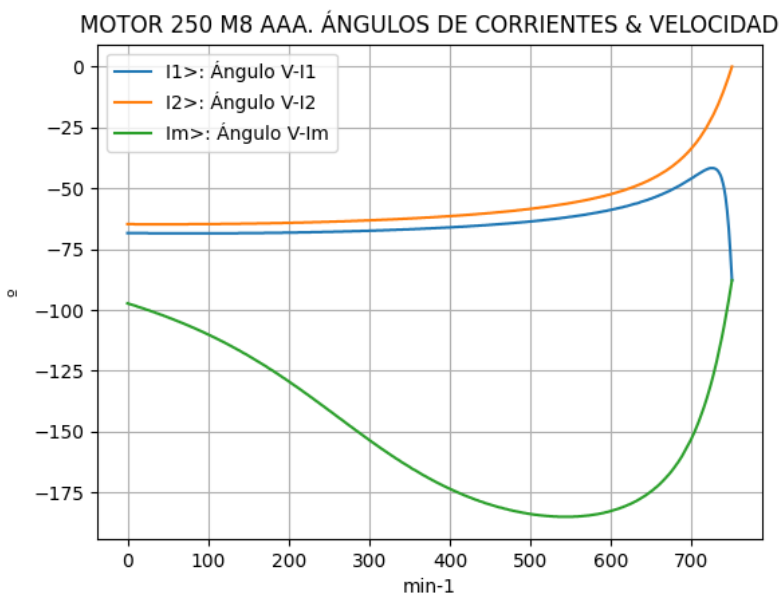


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 225 min⁻¹ y el máximo cerca de 600 min⁻¹.
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f entre 375 y 675 min⁻¹, aproximadamente
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 300 min⁻¹

Fig. 5-5-250. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-64.7	-68.4	-97.3
75	-64.8	-68.5	-106.3
150	-64.5	-68.4	-118.8
225	-64.0	-68.1	-135.2
300	-63.2	-67.4	-153.5
375	-62.0	-66.5	-169.3
450	-60.2	-65.0	-180.0
525	-57.3	-62.7	-184.8
600	-52.4	-58.8	-182.6
675	-41.2	-50.6	-166.3
750	0.0	-87.7	-87.8

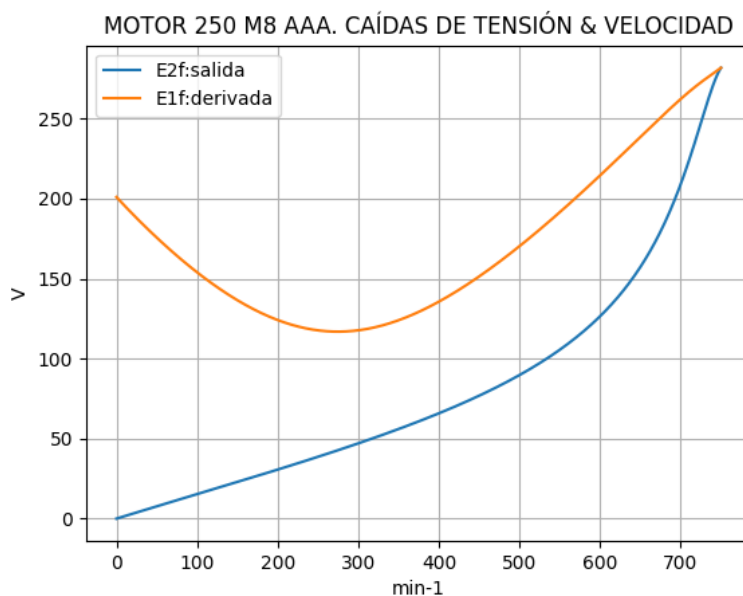


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 675 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente, con cambio de pendiente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 525 min⁻¹

Fig. 5-6-250. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	201.0
75	11.5	164.3
150	22.9	136.5
225	34.6	120.1
300	47.0	117.7
375	60.8	129.2
450	76.8	151.4
525	97.2	180.7
600	126.5	214.5
675	179.5	250.7
750	281.8	281.8

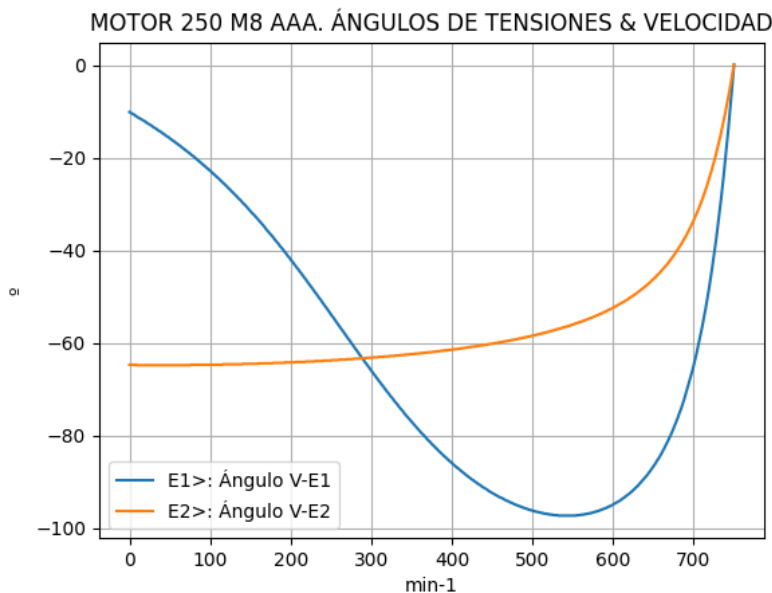


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 300 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente, con cambio de pendiente

Fig. 5-7-250. Curvas de caídas de tensión

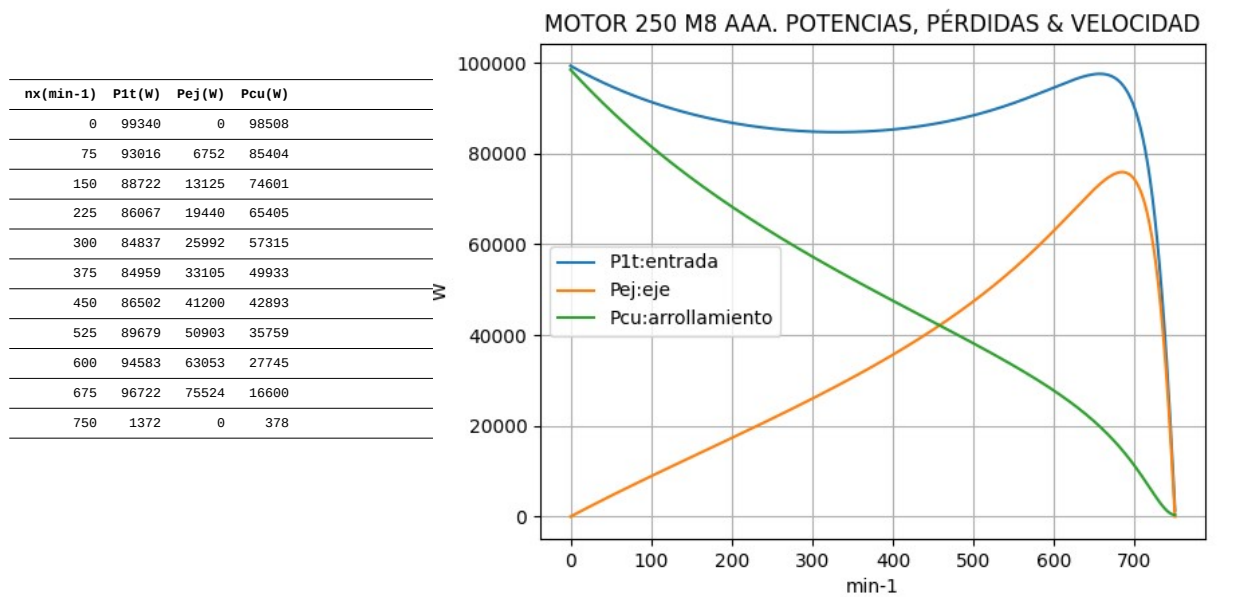
nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-10.1
75	-64.8	-19.1
150	-64.5	-31.5
225	-64.0	-47.8
300	-63.2	-66.0
375	-62.0	-81.8
450	-60.2	-92.4
525	-57.3	-97.1
600	-52.4	-94.9
675	-41.2	-78.5
750	0.1	0.1



Observaciones:

- El ángulo $V-E1$ es negativo y se maximiza cerca de 525 min^{-1}
- El ángulo $V-E2$ es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

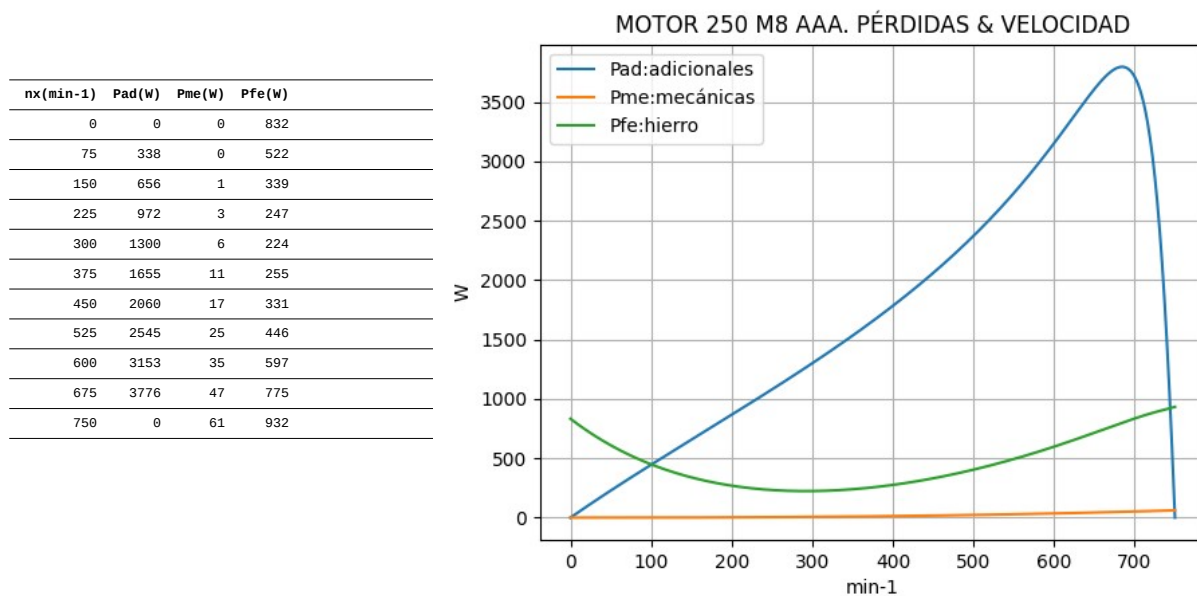
Fig. 5-8-250. Curvas de ángulos de tensiones



Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ presenta un mínimo cerca de 300 min^{-1} y un máximo cerca de 675 min^{-1}
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 675 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 5-9-250. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

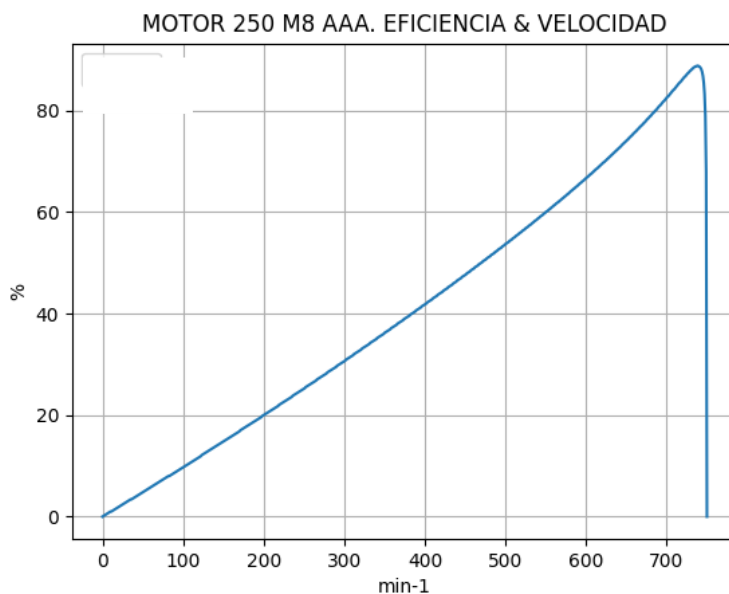


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 675 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 300 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 5-10-250. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff(%)
0	0.0
75	7.3
150	14.8
225	22.6
300	30.6
375	39.0
450	47.6
525	56.8
600	66.7
675	78.1
750	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 675 min^{-1} y luego decrece, con cambio de pendiente

Fig. 5-11-250. Curva de eficiencia

5-21. Motor asincrónico trifásico 315 C8. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
AAA	xxx	315 C8	55.0	380	T	50	8	740	91.0	0.73	127.0	4.86	2.07	3.0	B 44	Paq.	75-6P

Tabla 5-1-315C. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.057	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	25.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	29.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	58.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	750.0	-	-	2520	-	66.0	0.06
Arranque	-	-	380	0.0	1469.2	-	-	-	617.2	-
Carga 75%	-	-	380	745.0	530.0	90.6	45600	41328	104.0	0.67
Carga 50%	-	-	380	745.0	353.3	86.1	31980	27549	85.0	0.57
Temperat. carcasa	-	59.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 5-2-315C. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.359	1.003	0.057	0.501	inf	inf	0.302	0.501	0.0	0.0	-
Nominal1	740	3.566	3.752	0.057	1.876	inf	inf	0.047	1.876	0.0	0.0	-
Vacío	750	0.598	9.943	0.057	1.894	0.526	8.050	0.000	1.894	38.1	66.0	-86.7
Nominal2	740	3.779	3.538	0.057	1.876	0.526	7.643	0.060	-0.641	39.1	67.6	-105.1

Tabla 5-3-315C. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.5, Cad = 2.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	1469.2	0.0	136964	0	0	0	0	136964	0.0	-	208.9	-11.4	356.8	-70.3	356.8	617.2	-70.3
Nominal1	740	710.1	95.0	57660	55000	550	440	0	1670	254.2	-46.5	292.2	-18.3	73.4	-46.5	73.4	127.0	-46.5
Vacío	750	0.0	0.0	2645	0	0	102	2296	247	307.7	-0.4	307.7	-0.4	0.1	-0.4	38.2	66.0	-86.6
Nominal2	740	710.1	91.2	60279	55000	1100	99	2407	1673	288.3	-11.1	299.3	-19.1	65.0	-11.1	73.4	127.0	-43.1

Tabla 5-4-315C. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 4.5, Cad = 2.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
0	0.312	0.970	0.057	0.501	0.526	5.464	0.302	0.501	36.3	62.7	-95.3
1	0.328	1.013	0.057	0.641	0.526	5.723	0.278	0.386	28.6	49.5	-102.9
2	0.345	1.051	0.057	0.780	0.526	5.981	0.253	0.270	22.7	39.2	-113.7
3	0.366	1.084	0.057	0.919	0.526	6.240	0.229	0.154	18.6	32.2	-128.5
4	0.390	1.114	0.057	1.059	0.526	6.499	0.204	0.038	16.7	28.9	-146.7
5	0.421	1.140	0.057	1.198	0.526	6.757	0.179	-0.077	17.0	29.5	-164.4
6	0.463	1.163	0.057	1.337	0.526	7.016	0.155	-0.193	19.1	33.0	-177.2
7	0.527	1.186	0.057	1.477	0.526	7.274	0.130	-0.309	22.2	38.4	-183.6
8	0.645	1.214	0.057	1.616	0.526	7.533	0.106	-0.425	26.1	45.1	-182.3
9	0.977	1.285	0.057	1.755	0.526	7.792	0.081	-0.540	31.1	53.9	-166.0
10	0.598	9.943	0.057	1.894	0.526	8.050	0.057	-0.656	38.1	66.0	-86.7

Tabla 5-5-315C. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	1334.1	0.0	130434	0	0	0	2074	128360	0.0	-	199.0	-10.8	340.0	-69.7	373.0	645.3	-72.1
1	1279.4	8.0	125390	10048	201	0	1290	113850	10.3	-69.5	164.4	-18.2	332.8	-69.5	357.0	617.6	-72.1
2	1267.2	16.3	122343	19905	398	2	810	101229	20.7	-69.2	136.0	-28.7	327.1	-69.2	343.6	594.4	-71.8
3	1270.5	24.7	121037	29935	599	5	545	89953	31.6	-68.6	116.4	-43.3	322.4	-68.6	332.1	574.5	-71.4
4	1290.2	33.4	121403	40533	811	10	440	79608	43.3	-67.8	108.9	-61.3	318.4	-67.8	322.0	557.1	-70.7
5	1329.4	42.2	123573	52206	1044	18	458	69847	56.4	-66.6	115.5	-78.8	314.6	-66.6	312.7	541.1	-69.7

Tabla 5-6-315C. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)	
6	450	1394.8	51.4	127974	65728	1315	29	574	60329	72.1	-65.0	134.2	-91.5	310.2	-65.0	303.5	525.1	-68.3
7	525	1499.9	60.8	135527	82461	1649	42	777	50598	92.4	-62.3	161.9	-97.8	303.7	-62.3	292.8	506.6	-66.1
8	600	1669.8	71.0	147869	104919	2098	59	1074	39719	122.9	-57.6	197.0	-96.3	290.4	-57.6	276.4	478.2	-62.0
9	675	1889.2	82.3	162357	133543	2671	79	1530	24535	182.2	-46.2	243.2	-79.8	249.3	-46.2	235.4	407.2	-52.8
10	750	0.0	0.0	2645	0	0	102	2296	247	307.7	-0.4	307.7	-0.4	0.1	-0.4	38.2	66.0	-86.6

Tabla 5-6-315C. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	172	1266.5	18.7	121786	22813	456	3	713	97802	23.8	-69.0	129.2	-32.5	325.6	-69.0	340.0	588.3	-71.7
Máximo	684	1896.8	83.7	162264	135864	2717	81	1606	21994	193.6	-43.7	250.2	-75.6	238.7	-43.7	225.4	390.0	-50.9

Tabla 5-7-315C. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	734.0	1082.9	91.7	90749.0	83234.0	1665.0	97.0	2162.0	3590.0	283.7	-17.0	296.6	-29.2	99.9	-17.0	101.2	175.2	-38.2
125 %	737.6	890.1	91.9	74840.2	68749.6	1374.9	98.0	2201.6	2415.7	290.4	-13.7	299.8	-23.5	80.6	-13.7	85.2	147.3	-39.6
100 %	740.5	709.3	91.6	60018.3	55000.0	1099.9	99.0	2231.1	1587.9	295.6	-10.8	302.2	-18.5	63.4	-10.8	71.4	123.6	-42.5
75 %	743.1	530.1	90.8	45414.7	41249.7	825.4	100.0	2254.2	984.6	299.8	-8.1	304.1	-13.8	46.9	-8.1	59.2	102.5	-47.7
50 %	745.6	352.2	88.6	31000.6	27500.1	550.1	101.0	2272.4	577.0	303.1	-5.5	305.6	-9.2	31.0	-5.5	49.0	84.8	-56.4
25 %	747.8	175.6	81.8	16747.8	13749.9	275.2	101.8	2286.2	335.5	305.7	-2.9	306.8	-4.8	15.4	-2.9	41.6	71.9	-69.3
Eff máx	737.0	922.8	91.9	77530.0	71222.0	1424.0	98.0	2196.0	2589.0	289.4	-14.2	299.3	-24.5	83.8	-14.2	87.8	151.8	-39.2

Tabla 5-8-315C. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	1469.2	0.0	-	0.0	617.2	-
Valores calculados		0.0	1334.1	0.0	130434.0	0.0	645.3	-72.1
Diferencias (%)		-	9.2	-	-	-	-4.6	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	2129.2	-	-	-	-	-
Valores calculados		684.0	1896.8	83.7	162264.0	135864.0	390.0	-50.9
Diferencias (%)		-	10.9	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		740.0	709.7	91.0	60947.6	55000.0	127.0	-43.1
Valores calculados		740.5	709.3	91.6	60018.3	55000.0	123.6	-42.5
Diferencias (%)		-0.1	0.1	-0.7	1.5	0.0	2.7	1.4
75% carga								
Valores ingresados		745.0	530.0	90.6	45600.0	41328.0	104.0	-47.9
Valores calculados		743.1	530.1	90.8	45414.7	41249.7	102.5	-47.7
Diferencias (%)		0.3	-0.0	-0.2	0.4	0.2	1.4	0.5
50% carga								
Valores ingresados		745.0	353.3	86.1	31980.0	27549.0	85.0	-55.3
Valores calculados		745.6	352.2	88.6	31000.6	27500.1	84.8	-56.4
Diferencias (%)		-0.1	0.3	-2.9	3.1	0.2	0.2	-2.1
Vacío								
Valores ingresados		750.0	0.0	0.0	2520.0	0.0	66.0	-86.6
Valores calculados		750.0	0.0	0.0	2645.0	0.0	66.0	-86.6
Diferencias (%)		-	-	-	-5.0	-	0.0	-0.0

Tabla 5-9-315C. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Dimensiones	Datos dim.	Bobinado	Datos bob.	Exigencias	Valores exig.
Diámetro exterior estator (mm)	495.00	Paso de bobinas en ranuras	8/10/12	Corriente por kW (A/kW)	2.31
Altura corona estator (mm)	34.50	Capas de bobinas por ranura	1	Densidad corriente bobinado (A/mm ²)	2.9
Diámetro interior estator (mm)	340.00	Factor de arrollamiento	0.96	Corriente barra rotor (A)	498.4
Altura corona rotor (mm)	75.40	Espiras por bobina (prom)	22.0	Densidad corr. barra rotor(A/mm ²)	4.3
Diámetro eje rotor (mm)	120.00	Espiras por bobina (real)	22/22/22	Corriente anillo rotor (A)	1110.5
Longitud paquete de chapas (mm)	320.00	Número de alambres 1	3	Densidad corr. anillo rotor(A/mm ²)	3.2
Número ranuras estator	72.00	Diámetro alambre 1 (mm)	1.4	Flujo por polo (wb)	0.0215
Sección ranura estator (mm ²)	324.00	Número de alambres 2	1	Densidad flujo entrehierro (T)	0.79
Número ranuras rotor	56.00	Diámetro alambre 2 (mm)	1.5	Dens. flujo corona estator (T)	1.08
Sección ranura rotor (mm ²)	115.70	Conexión bobinado (vías)	4	Dens. flujo corona rotor (T)	0.34
Espesor anillo rotor (mm)	10.00	Peso total cobre (kg)	55.0	Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)	0.005
Sección anillo rotor(mm ²)	346.00	Relleno ranura(%)	43.4	NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)	3272880
Longitud entrehierro (mm)	0.65				

Tabla 5-10-315C. Datos constructivos y exigencias nominales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0151	0.1416	0.1392	1.5444	0.0799	0.1416	0.0151	0.5302	0.1392	2.1603	0.0159	-0.1812	0.0151	0.5353	0.1392	2.2753	0.0	0.5353

Tabla 5-11-315C. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	20.8	1.9	45.6	31.7
Eff. Máx	22.6	1.6	34.8	41.0

Tabla 5-12-315C. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

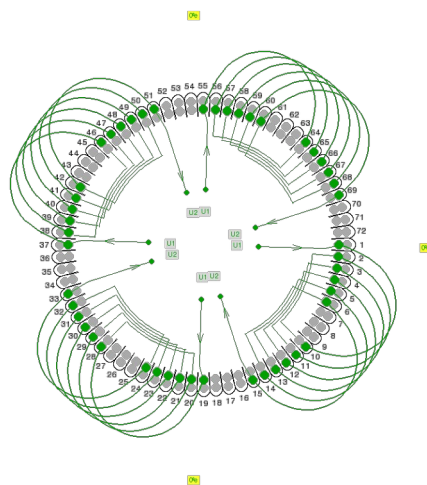
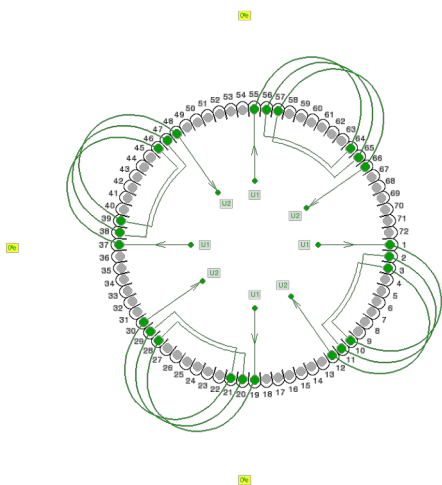
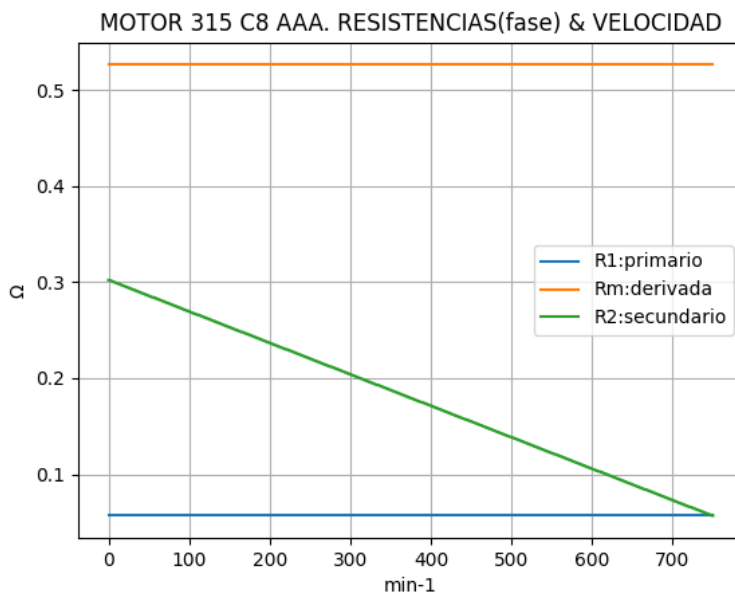


Fig. 5-1-315C. Esquema de arrollamiento de 72 ranuras, 8 polos, paso 1-10, 4 vías, ka = 0.96

Fig. 5-2-315C. Esquema de arrollamiento de 72 ranuras, 8 polos, paso 1-10, 4 vías, ka = 0.831

5-22. Motor asincrónico trifásico 315 C8. Curvas características

$n_x(\text{min}^{-1})$	$R_t(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_m(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
0	0.312	0.057	0.526	0.302
75	0.328	0.057	0.526	0.278
150	0.345	0.057	0.526	0.253
225	0.366	0.057	0.526	0.229
300	0.390	0.057	0.526	0.204
375	0.421	0.057	0.526	0.179
450	0.463	0.057	0.526	0.155
525	0.527	0.057	0.526	0.130
600	0.645	0.057	0.526	0.106
675	0.977	0.057	0.526	0.081
750	0.598	0.057	0.526	0.057

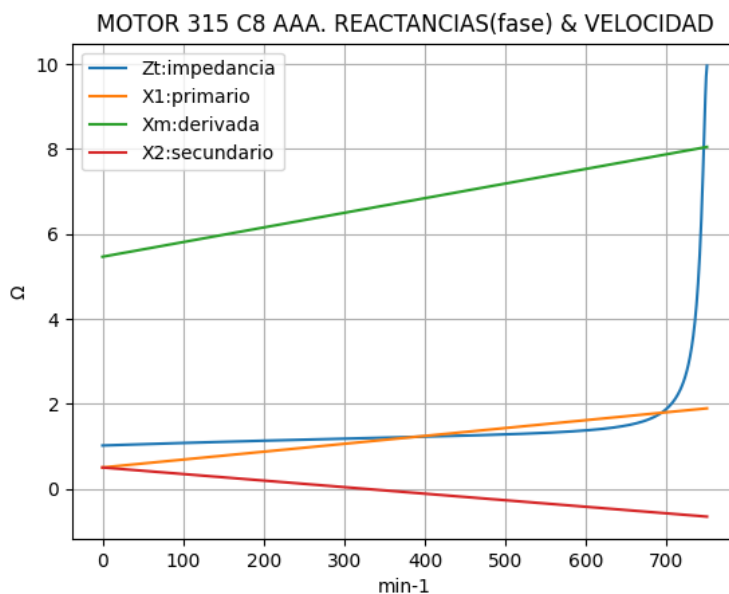


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria $R_2 = R_{2a} - (n_x / n) \cdot (R_{2a} - R_{2n})$ decrece con la velocidad

Fig. 5-3-315C. Curvas de resistencias

$n_x(\text{min}^{-1})$	$Z_t(\Omega)$	$X_t(\Omega)$	$X_1(\Omega)$	$X_m(\Omega)$	$X_2(\Omega)$
0	1.019	0.970	0.501	5.464	0.501
75	1.064	1.013	0.641	5.723	0.386
150	1.106	1.051	0.780	5.981	0.270
225	1.144	1.084	0.919	6.240	0.154
300	1.180	1.114	1.059	6.499	0.038
375	1.215	1.140	1.198	6.757	-0.077
450	1.252	1.163	1.337	7.016	-0.193
525	1.298	1.186	1.477	7.274	-0.309
600	1.375	1.214	1.616	7.533	-0.425
675	1.614	1.285	1.755	7.792	-0.540
750	9.961	9.943	1.894	8.050	-0.656

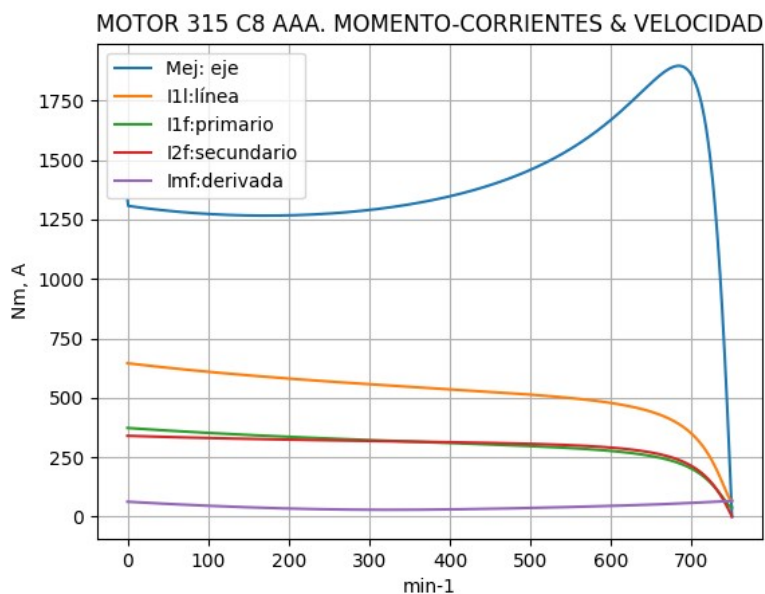


Observaciones:

- La reactancia primaria $X_1 = X_{1a} + (n_x / n) \cdot (X_{1n} - X_{1a})$ y X_m crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria $X_2 = X_{2a} - (n_x / n) \cdot (X_{2a} - X_{2n})$ es positiva hasta cerca de 375 min^{-1} y luego negativa

Fig. 5-4-315C. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	1334.1	340.0	373.0	645.3	36.3
75	1279.4	332.8	357.0	617.6	28.6
150	1267.2	327.1	343.6	594.4	22.7
225	1270.5	322.4	332.1	574.5	18.6
300	1290.2	318.4	322.0	557.1	16.7
375	1329.4	314.6	312.7	541.1	17.0
450	1394.8	310.2	303.5	525.1	19.1
525	1499.9	303.7	292.8	506.6	22.2
600	1669.8	290.4	276.4	478.2	26.1
675	1889.2	249.3	235.4	407.2	31.1
750	0.0	0.1	38.2	66.0	38.1

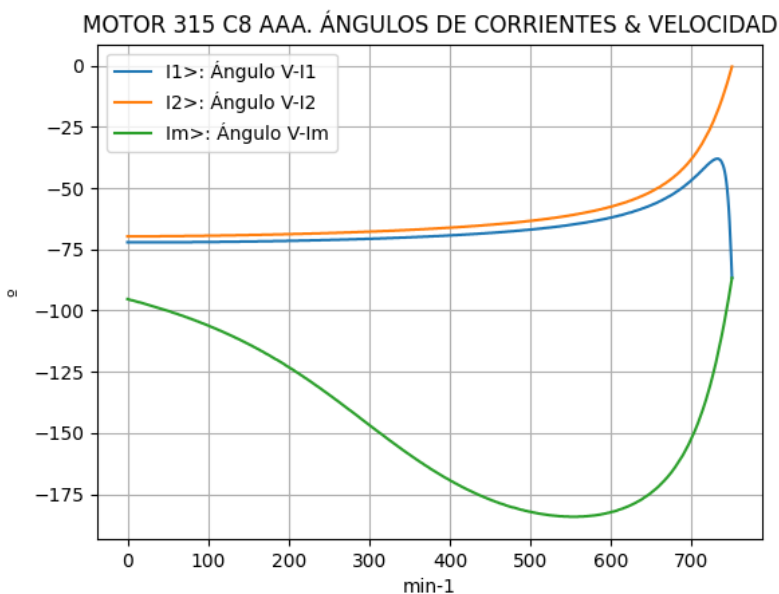


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 150 min⁻¹ y el máximo cerca de 675 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f entre 375 y 675 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 300 min⁻¹

Fig. 5-5-315C. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-69.7	-72.1	-95.3
75	-69.5	-72.1	-102.9
150	-69.2	-71.8	-113.7
225	-68.6	-71.4	-128.5
300	-67.8	-70.7	-146.7
375	-66.6	-69.7	-164.4
450	-65.0	-68.3	-177.2
525	-62.3	-66.1	-183.6
600	-57.6	-62.0	-182.3
675	-46.2	-52.8	-166.0
750	-0.4	-86.6	-86.7

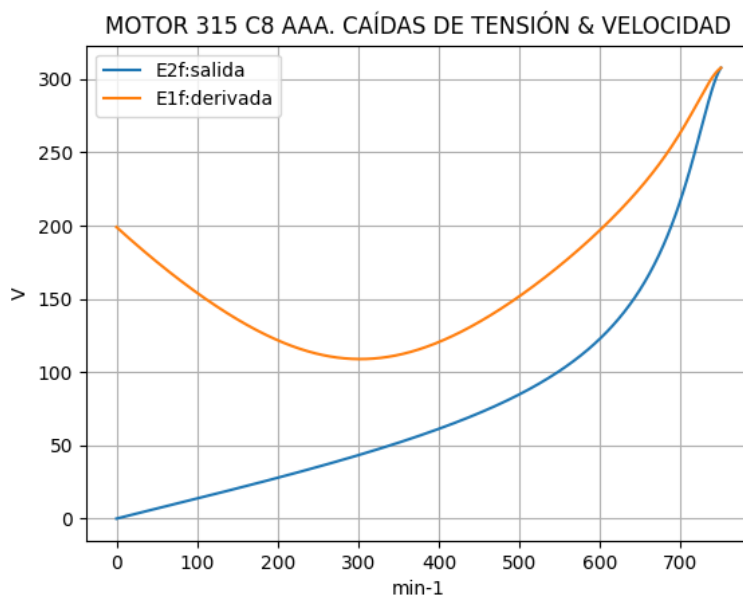


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 675 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente, con cambio de pendiente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 525 min⁻¹

Fig. 5-6-315C. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	199.0
75	10.3	164.4
150	20.7	136.0
225	31.6	116.4
300	43.3	108.9
375	56.4	115.5
450	72.1	134.2
525	92.4	161.9
600	122.9	197.0
675	182.2	243.2
750	307.7	307.7

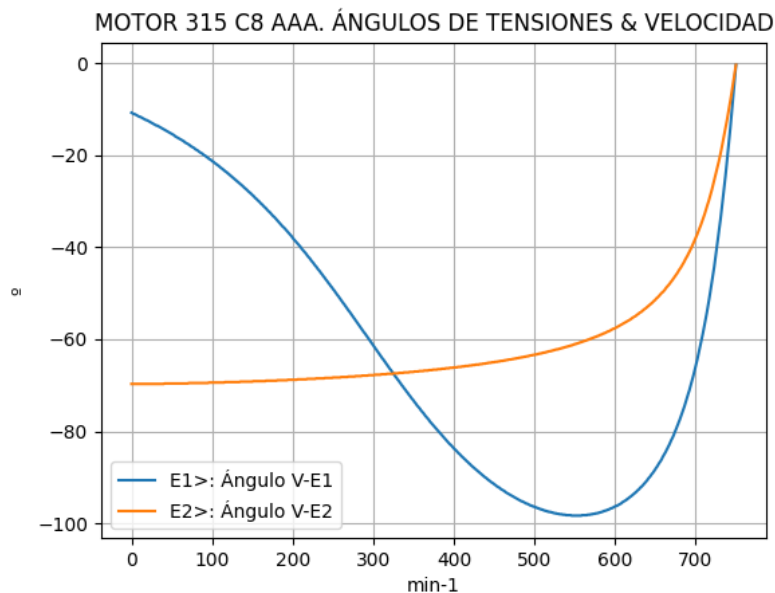


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 300 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente, con cambio de pendiente

Fig. 5-7-315C. Curvas de caídas de tensión

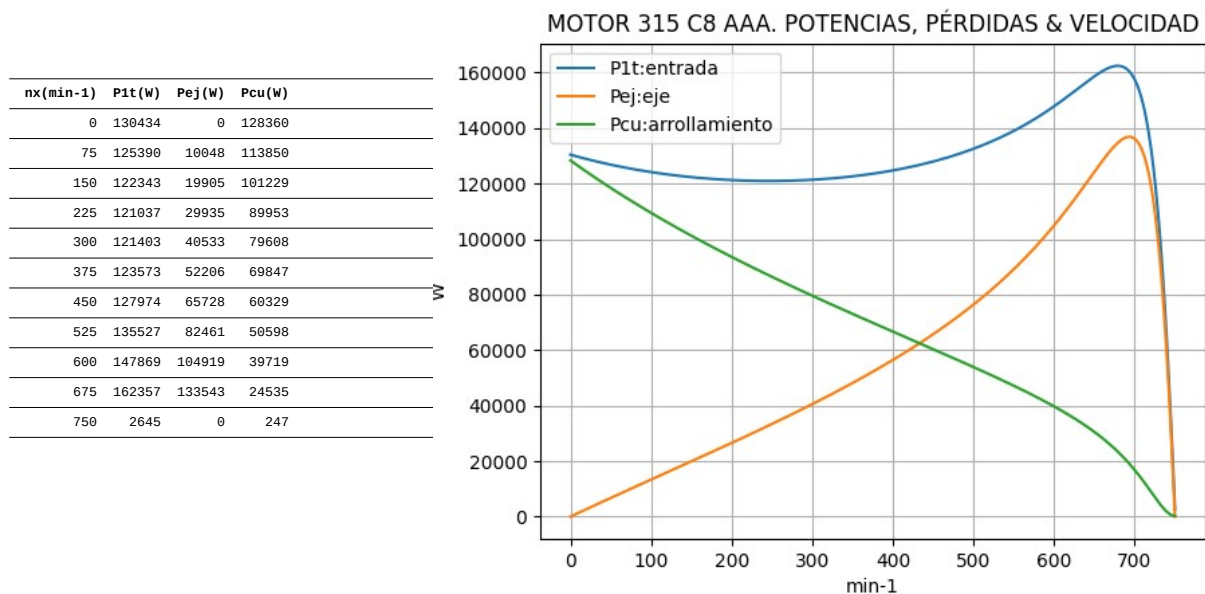
nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-10.8
75	-69.5	-18.2
150	-69.2	-28.7
225	-68.6	-43.3
300	-67.8	-61.3
375	-66.6	-78.8
450	-65.0	-91.5
525	-62.3	-97.8
600	-57.6	-96.3
675	-46.2	-79.8
750	-0.4	-0.4



Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 525 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

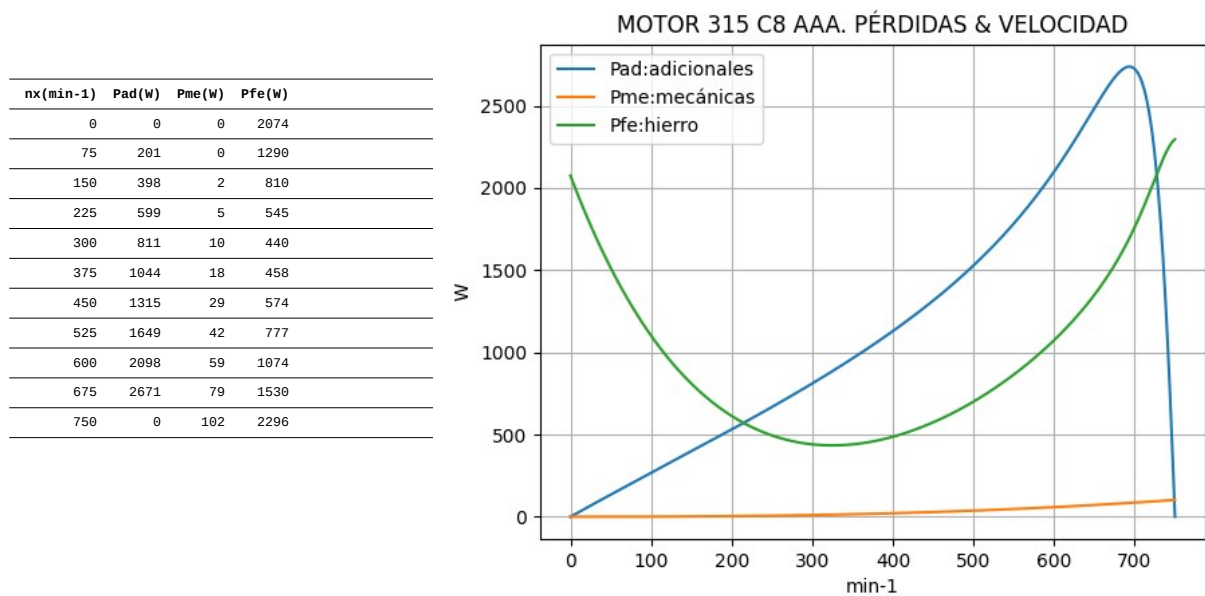
Fig. 5-8-315C. Curvas de ángulos de tensiones



Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ presenta una depresión cerca de 225 min^{-1} y un pico cerca de 675 min^{-1}
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 675 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 5-9-315C. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

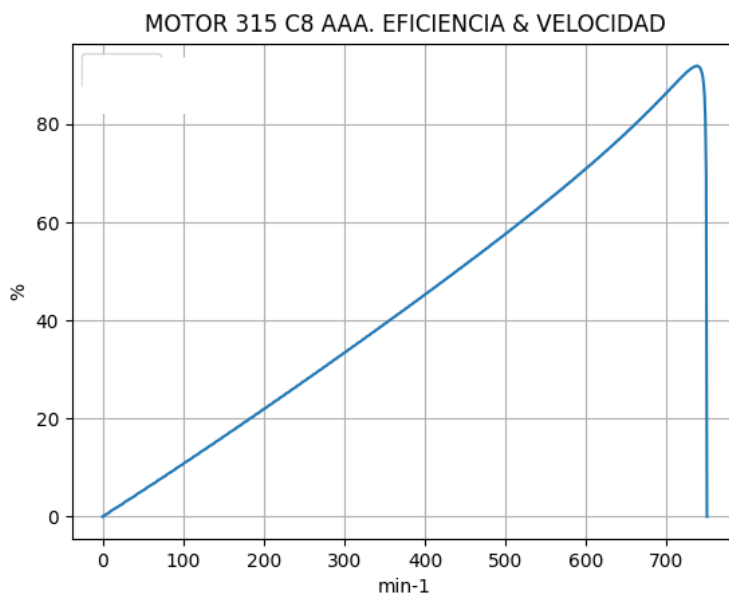


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de 675 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 300 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 5-10-315C. Curvas de otras pérdidas

$n_x(\text{min-1})$	Eff (%)
0	0.0
75	8.0
150	16.3
225	24.7
300	33.4
375	42.2
450	51.4
525	60.8
600	71.0
675	82.3
750	0.0



Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 675 min^{-1} y luego decrece, con cambio de pendiente

Fig. 5-11-315C. Curva de eficiencia

5-23. Motores de 8 polos. Valores comparativos

Tipo	Akw (A/Kw)	Amm2 (A/mm ²)	Amm2br (A/mm ²)	Amm2ar (A/mm ²)	Flujo (Wb)	Teh (T)	Tce (T)	Tcr (T)	TW (K/W)	Heh (A/m)
80 B8	5.12	10.2	5.5	1.9	0.0007	0.63	0.85	0.35	0.204	728095
90 L8	5.56	8.0	6.3	4.4	0.0016	0.54	0.77	0.27	0.133	466317
100 L2-8	3.94	7.0	4.5	3.0	0.0019	0.59	0.83	0.33	0.115	662942
112 M8	2.97	6.7	4.6	2.7	0.0025	0.62	0.97	0.33	0.084	423204
132 M8	2.67	6.0	8.9	5.9	0.0034	0.66	0.94	0.28	0.055	477822
160 L8	2.43	4.8	6.4	3.1	0.0060	0.65	1.28	0.29	0.030	1026195
180 L2-8	2.49	5.0	3.8	1.1	0.0082	0.84	1.08	0.47	0.022	944549
200 L8	2.42	5.2	4.5	2.5	0.0100	0.76	1.18	0.37	0.017	1269569
225 M8	2.56	5.1	4.0	1.9	0.0143	0.93	1.10	0.44	0.014	1632621
250 M8	2.63	4.2	3.9	1.9	0.0155	0.89	1.04	0.39	0.010	3242016
315 C8	2.31	2.9	4.3	3.2	0.0215	0.79	1.08	0.34	0.005	3272888
Promedio	2.51	...	...	...	...	0.79	1.08	0.34	...	...
Variación	Decrece	Decrece	Decrece	Variable	Crece	Variable	Variable	Variable	Decrece	Crece

Observaciones:

Con el aumento de tamaño y potencia,

- se resaltan los valores máximos y mínimos de cada columna,
- se indica la variación de las exigencias en cada columna

Tabla 5-1-8P. Exigencias constructivas de motores de 8 polos, 380 V, 50 Hz, 25 °C

Tipo	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
80 B8	0.2847	0.2145	0.1087	0.6143	0.2736	0.2145	0.2847	0.5234	0.1087	0.6781	0.0855	-0.4141	0.2847	0.5431	0.1087	0.6757	0.0212	0.5431
90 L8	0.2183	0.1607	0.1384	0.6302	0.1292	0.1607	0.2183	0.5232	0.1384	0.7358	0.1113	-0.2443	0.2183	0.5463	0.1384	0.7889	0.0284	0.5463
100 L2-8	0.1608	0.1946	0.1255	0.8353	0.1128	0.1946	0.1608	0.5253	0.1255	1.0402	0.0961	-0.1529	0.1608	0.5490	0.1255	1.1706	0.0340	0.5490
112 M8	0.1241	0.1495	0.1333	0.9792	0.1047	0.1495	0.1241	0.5041	0.1333	1.3543	0.0748	-0.1235	0.1241	0.5241	0.1333	1.4757	0.0317	0.5241
132 M8	0.0851	0.2176	0.2735	1.4818	0.0921	0.2176	0.0851	0.5080	0.2735	2.1223	0.0799	0.0401	0.0851	0.5265	0.2735	2.4183	0.0529	0.5265
160 L8	0.0501	0.1975	0.2583	1.5263	0.0819	0.1975	0.0501	0.5330	0.2583	2.2406	0.0567	-0.1871	0.0501	0.5494	0.2583	2.4056	0.0369	0.5494
180 L2-8	0.0472	0.1969	0.1916	1.4660	0.0634	0.1969	0.0472	0.5437	0.1916	2.1288	0.0236	-0.1623	0.0472	0.5508	0.1916	2.3436	0.0000	0.5508
200 L8	0.0402	0.1653	0.2080	1.3776	0.0841	0.1653	0.0402	0.5227	0.2080	1.9682	0.0340	-0.1868	0.0402	0.5325	0.2080	2.0840	0.0000	0.5325
225 M8	0.0333	0.1481	0.2012	1.4298	0.0920	0.1481	0.0333	0.5687	0.2012	1.8958	0.0208	-0.3240	0.0333	0.5775	0.2012	2.0302	0.0000	0.5775
250 M8	0.0272	0.1206	0.0672	1.1272	0.1029	0.1206	0.0272	0.5150	0.0672	1.4376	0.0180	-0.1883	0.0272	0.5203	0.0672	1.4942	0.0000	0.5203
315 C8	0.0151	0.1416	0.1392	1.5444	0.0799	0.1416	0.0151	0.5302	0.1392	2.1603	0.0159	-0.1812	0.0151	0.5353	0.1392	2.2753	0.0000	0.5353

Observaciones:

Con el aumento de tamaño y potencia,

- se resaltan los valores máximos y mínimos de cada columna,
- las relaciones R1a/Rn, R1n/Rn y R10/Rn son decrecientes e iguales,
- los restantes valores de relaciones de resistencias y reactancias son propios de cada motor

Tabla 5-2-8P. Relaciones de resistencias y reactancias de motores de 8 polos, 380 V, 50 Hz, 25 °C

Tipo	Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)	Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
80 B8	Nominal	5.8	2.3	22.6	69.3	Eff. Máx	6.3	1.5	20.3	72.0
90 L8	Nominal	15.2	1.5	24.3	59.0	Eff. Máx	17.5	1.1	18.4	63.1
100 L2-8	Nominal	13.2	1.6	20.5	64.7	Eff. Máx	14.7	1.8	19.2	64.5
112 M8	Nominal	0.0	2.4	24.3	73.3	Eff. Máx	0.0	2.9	25.3	71.8
132 M8	Nominal	0.8	2.0	29.4	67.8	Eff. Máx	0.9	2.8	36.3	60.0
160 L8	Nominal	9.2	1.3	38.6	50.9	Eff. Máx	9.6	1.4	39.1	49.9
180 L2-8	Nominal	23.9	1.4	33.2	41.4	Eff. Máx	25.9	1.5	29.6	43.1
200 L8	Nominal	14.2	1.5	42.1	42.2	Eff. Máx	14.6	1.4	36.9	47.1
225 M8	Nominal	1.9	1.4	57.4	39.3	Eff. Máx	2.3	1.2	46.2	50.3
250 M8	Nominal	38.9	1.5	25.0	34.6	Eff. Máx	39.5	1.5	22.6	36.5
315 C8	Nominal	20.8	1.9	45.6	31.7	Eff. Máx	22.6	1.6	34.8	41.0

Observaciones:

Con el aumento de tamaño y potencia y para carga nominal,

- se resaltan los valores máximos y mínimos de cada columna
- las pérdidas adicionales Pad / PP son variables y propias de cada motor,
- las pérdidas mecánicas Pme / PP decrecen, al igual que las calóricas Pcu / PP en los arrollamientos,
- las pérdidas en el hierro Pfe / PP crecen

Con el aumento de tamaño y potencia y para carga de máxima eficiencia,

- las pérdidas adicionales Pad / PP son variables y propias de cada motor,
- las pérdidas mecánicas Pme / PP decrecen,
- las Pfe / PP tienden a ser inferiores a las Pcu / PP

Tabla 5-3-8P. Relaciones de pérdidas de motores de 8 polos, 380 V, 50 Hz, 25 °C

Motores AAA de 2 a 8 polos. Valores comparativos

Tipo	Akw (A/kW)	Amm2 (A/mm ²)	Amm2br (A/mm ²)	Amm2ar (A/mm ²)	Flujo (Wb)	Teh (T)	Tce (T)	Tcr (T)	TW (K/W)	Heh (A/m)
71 B2	2.73	7.6	7.0	3.1	0.0018	0.68	1.31	1.57	0.101	216708
71 B4	3.16	9.3	5.3	2.7	0.0011	0.66	1.15	0.72	0.157	438058
71 B6	3.60	7.2	4.7	2.1	0.0007	0.63	1.11	0.46	0.262	519202
71 B8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80 A2	2.63	8.3	7.6	3.4	0.0022	0.62	1.21	1.44	0.066	185093
80 B4	2.83	8.9	5.8	3.0	0.0019	0.64	1.12	0.70	0.120	406960
80 B6	3.53	8.2	5.7	2.7	0.0011	0.56	1.01	0.41	0.164	638080
80 B8	5.12	10.2	5.5	1.9	0.0007	0.63	0.85	0.35	0.204	728095
90 C2	2.29	6.6	5.9	4.8	0.0036	0.69	1.71	1.47	0.041	181571
90 L4	2.43	7.4	5.2	3.2	0.0029	0.63	1.19	0.70	0.089	263468
90 L6	3.15	6.1	5.7	5.4	0.0023	0.63	1.20	0.42	0.118	357878
90 L8	5.56	8.0	6.3	4.4	0.0016	0.54	0.77	0.27	0.133	466317
100 L2	1.98	6.6	5.7	3.6	0.0062	0.62	1.50	1.39	0.035	175778
100 L24	2.27	7.6	5.8	4.0	0.0042	0.70	1.33	0.79	0.084	395973
100 L6	2.67	6.5	3.7	3.3	0.0025	0.62	1.17	0.46	0.085	374079
100 L2-8	3.94	7.0	4.5	3.0	0.0019	0.59	0.83	0.33	0.115	662942
112 M2	2.00	6.0	6.3	3.0	0.0064	0.57	1.47	1.50	0.034	168728
112 M4	2.34	7.5	5.9	4.5	0.0046	0.80	1.44	0.90	0.047	477305
112 M6	2.50	6.2	4.5	3.5	0.0035	0.65	1.36	0.47	0.072	330218
112 M8	2.97	6.7	4.6	2.7	0.0025	0.62	0.97	0.33	0.084	423204
132 M2	2.02	7.1	5.5	4.7	0.0111	0.58	1.30	1.54	0.019	259208
132 M24	2.10	6.4	5.3	2.6	0.0103	0.82	1.44	0.83	0.031	399516
132 M2-6	2.55	5.3	5.1	7.5	0.0066	0.70	1.31	0.39	0.046	434695
132 M8	2.67	6.0	8.9	5.9	0.0034	0.66	0.94	0.28	0.055	477822
160 L2	1.94	6.5	5.3	5.0	0.0127	0.46	1.04	1.32	0.012	995451
160 L4	2.13	5.6	3.8	2.2	0.0145	0.82	1.40	1.02	0.021	801569
160 L2-6	2.14	6.8	4.7	3.1	0.0093	0.75	1.23	0.49	0.024	668261
160 L8	2.43	4.8	6.4	3.1	0.0060	0.65	1.28	0.29	0.030	1026195
180 L2	2.00	4.6	3.1	2.9	0.0189	0.54	1.50	1.63	0.010	858126
180 L14	2.14	4.3	3.1	1.7	0.0148	0.71	1.46	0.95	0.014	1594717
180 L6	2.16	4.7	4.1	3.4	0.0098	0.80	1.37	0.59	0.021	878618
180 L2-8	2.49	5.0	3.8	1.1	0.0082	0.84	1.08	0.47	0.022	944549
200 L12	1.97	5.0	3.1	1.6	0.0223	0.55	1.40	1.62	0.006	1160131
200 L24	1.95	4.9	3.5	2.0	0.0171	0.74	1.43	0.97	0.013	956310
200 L2-6	2.27	4.9	4.2	2.7	0.0139	0.79	1.40	0.61	0.017	1124813
200 L8	2.42	5.2	4.5	2.5	0.0100	0.76	1.18	0.37	0.017	1269569
225 M2	1.91	4.1	2.5	2.5	0.0282	0.61	1.47	1.63	0.008	1451600
225 M4	1.97	5.4	4.2	2.5	0.0205	0.72	1.24	0.85	0.008	1448804
225 M6	2.11	4.8	4.1	2.6	0.0165	0.80	1.27	0.51	0.014	1146619
225 M8	2.56	5.1	4.0	1.9	0.0143	0.93	1.10	0.44	0.014	1632621
250 M2	1.91	3.6	3.5	3.4	0.0301	0.70	1.52	1.57	0.005	1915853
250 M4	2.00	4.1	3.0	3.0	0.0222	0.82	1.30	0.88	0.008	2866744
250 M6	2.14	4.3	3.7	2.4	0.0182	0.78	1.22	0.46	0.009	2129829
250 M8	2.63	4.2	3.9	1.9	0.0155	0.89	1.04	0.39	0.010	3242016

Tabla 5-1-28P. Exigencias constructivas de motores de 2 a 8 polos, 380 V, 50 Hz, 25 °C

Tipo	Akw (A/kw)	Amm2 (A/mm ²)	Amm2br (A/mm ²)	Amm2ar (A/mm ²)	Flujo (wb)	Teh (T)	Tce (T)	Tcr (T)	TW (K/W)	Heh (A/m)
280 M22	1.86	3.7	3.7	3.6	0.0450	0.63	1.37	1.42	0.004	1542131
280 M34	1.88	4.5	3.0	3.0	0.0361	0.81	1.27	0.87	0.005	2603640
280 M2-6	2.13	3.9	4.7	1.4	0.0247	0.77	1.20	0.47	0.006	2254910
280 M8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315 C2	1.86	2.4	3.5	2.8	0.0519	0.66	1.59	1.37	0.003	2315300
315 C4	1.96	3.4	2.7	1.9	0.0469	0.89	1.46	0.99	0.004	2612719
315 C6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315 C8	2.31	2.9	4.3	3.2	0.0215	0.79	1.08	0.34	0.005	3272880
315 M12	1.83	2.5	3.4	2.7	0.0635	0.68	1.65	1.42	0.004	2872306
315 M14	1.98	3.5	3.4	2.4	0.0449	0.74	1.22	0.82	0.003	3086157
315 M2-6	1.96	3.1	4.7	4.6	0.0375	0.79	1.44	0.46	0.004	2582407
315 M3-6	2.04	3.1	5.0	4.9	0.0430	0.82	1.51	0.48	0.004	3339386
315 M8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Observaciones:

Dentro de cada tamaño, y con el mayor número de polos, las tendencias - en general - son:

- Los Akw son variables y crecientes
- Los Amm2, Amm2br y Amm2ar son variables pero cercanos
- El Flujo, las Teh, Tce son variables, pero dentro del mismo orden
- La Tcr es variable
- La TW es variable, con menores valores en mayores tamaños
- La Heh es variable. En algunos casos, creciente con la mayor cantidad de polos

Tabla 5-1-28P. Exigencias constructivas de motores de 2 a 8 polos, 380 V, 50 Hz, 25 °C

Tipo	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
71 B2	0.1298	0.1437	0.5790	1.9221	0.0638	0.1437	0.1298	0.6969	0.5790	3.4010	0.0856	-0.5358	0.1298	0.7505	0.5790	3.9777	0.0621	0.7505
71 B4	0.1828	0.1291	0.2273	0.6918	0.0594	0.1291	0.1828	0.5988	0.2273	1.1561	0.0364	-0.6912	0.1828	0.6201	0.2273	1.1868	0.0263	0.6201
71 B6	0.2111	0.1421	0.1180	0.6913	0.0942	0.1421	0.2111	0.5607	0.1180	1.0302	0.0511	-0.4657	0.2111	0.5850	0.1180	1.0844	0.0347	0.5850
71 B8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80 A2	0.1159	0.1353	0.2503	1.6246	0.0736	0.1353	0.1159	0.6440	0.2503	2.6559	0.0613	-0.5008	0.1159	0.6794	0.2503	2.9863	0.0422	0.6794
80 B4	0.1351	0.1268	0.1506	0.9601	0.0828	0.1268	0.1351	0.5604	0.1506	1.4861	0.0499	-0.4590	0.1351	0.5832	0.1506	1.5667	0.0381	0.5832
80 B6	0.1930	0.1509	0.1035	0.7185	0.1253	0.1509	0.1930	0.5212	0.1035	0.9776	0.0842	-0.3457	0.1930	0.5491	0.1035	1.0096	0.0414	0.5491
80 B8	0.2847	0.2145	0.1087	0.6143	0.2730	0.2145	0.2847	0.5234	0.1087	0.6781	0.0855	-0.4141	0.2847	0.5431	0.1087	0.6757	0.0212	0.5431
90 C2	0.0713	0.1553	0.9157	3.4454	0.0424	0.1553	0.0713	0.7784	0.9157	6.0284	0.0545	-0.5893	0.0713	0.8136	0.9157	6.8513	0.0339	0.8136
90 L4	0.0939	0.1298	0.2809	1.7674	0.0652	0.1298	0.0939	0.6036	0.2809	2.8922	0.0525	-0.3844	0.0939	0.6303	0.2809	3.2065	0.0356	0.6303
90 L6	0.1025	0.1130	0.1209	0.9679	0.1055	0.1130	0.1025	0.5268	0.1209	1.2711	0.0714	-0.2138	0.1025	0.5508	0.1209	1.3705	0.0494	0.5508
90 L8	0.2183	0.1607	0.1384	0.6302	0.1292	0.1607	0.2183	0.5232	0.1384	0.7358	0.1113	-0.2443	0.2183	0.5463	0.1384	0.7889	0.0284	0.5463
100 L2	0.0503	0.1309	0.9710	3.6037	0.0354	0.1309	0.0503	0.6689	0.9710	6.6404	0.0443	-0.5645	0.0503	0.6904	0.9710	7.0628	0.0292	0.6904
100 L24	0.0806	0.1387	0.1572	1.6753	0.0927	0.1387	0.0806	0.5117	0.1572	2.5451	0.0528	-0.1917	0.0806	0.5300	0.1572	2.7237	0.0393	0.5300
100 L6	0.1067	0.1783	0.1944	1.4702	0.0889	0.1783	0.1067	0.5381	0.1944	2.1609	0.0749	-0.1420	0.1067	0.5631	0.1944	2.4429	0.0486	0.5631
100 L2-8	0.1608	0.1946	0.1255	0.8353	0.1128	0.1946	0.1608	0.5253	0.1255	1.0402	0.0961	-0.1529	0.1608	0.5490	0.1255	1.1706	0.0340	0.5490
112 M2	0.0497	0.1699	1.1894	4.8804	0.0635	0.1699	0.0497	0.6202	1.1894	7.9658	0.0428	-0.1577	0.0497	0.6389	1.1894	8.7268	0.0401	0.6389
112 M4	0.0688	0.1228	0.1597	1.3942	0.0560	0.1228	0.0688	0.5570	0.1597	2.2034	0.0373	-0.3989	0.0688	0.5736	0.1597	2.3003	0.0356	0.5736
112 M6	0.0783	0.1315	0.3069	1.4377	0.0763	0.1315	0.0783	0.5384	0.3069	2.1436	0.0535	-0.2290	0.0783	0.5576	0.3069	2.3283	0.0329	0.5576
112 M8	0.1241	0.1495	0.1333	0.9792	0.1047	0.1495	0.1241	0.5041	0.1333	1.3543	0.0748	-0.1235	0.1241	0.5241	0.1333	1.4757	0.0317	0.5241
132 M2	0.0430	0.1912	1.9919	6.9691	0.0677	0.1912	0.0430	0.6962	1.9919	10.9334	0.0372	-0.1113	0.0430	0.7146	1.9919	12.2960	0.0311	0.7146
132 M24	0.0424	0.1161	0.3305	2.5842	0.0479	0.1161	0.0424	0.5374	0.3305	4.1746	0.0372	-0.0730	0.0424	0.5519	0.3305	4.5364	0.0000	0.5519
132 M2-6	0.0486	0.1571	0.4135	1.6456	0.0683	0.1571	0.0486	0.5502	0.4135	2.3618	0.0432	-0.1157	0.0486	0.5645	0.4135	2.6502	0.0288	0.5645
132 M8	0.0851	0.2176	0.2735	1.4818	0.0921	0.2176	0.0851	0.5080	0.2735	2.1223	0.0799	0.0401	0.0851	0.5265	0.2735	2.4183	0.0529	0.5265

Tabla 5-2-28P. Relaciones de resistencias y reactancias de motores de 2 a 8 polos, 380 V, 50 Hz, 25 °C

Tipo	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Rn	R20/Rn	X20/Rn
160 L2	0.0247	0.1215	0.8645	4.4174	0.0558	0.1215	0.0247	0.5896	0.8645	6.7683	0.0238	-0.1409	0.0247	0.6000	0.8645	7.2519	0.0000	0.6000
160 L4	0.0289	0.0924	0.1725	1.6880	0.0500	0.0924	0.0289	0.5434	0.1725	2.5380	0.0185	-0.3475	0.0289	0.5510	0.1725	2.5965	0.0000	0.5510
160 L2-6	0.0454	0.1388	0.2452	2.1389	0.0507	0.1388	0.0454	0.5703	0.2452	3.4175	0.0318	-0.2975	0.0454	0.5837	0.2452	3.6403	0.0426	0.5837
160 L8	0.0501	0.1975	0.2583	1.5263	0.0819	0.1975	0.0501	0.5330	0.2583	2.2406	0.0567	-0.1871	0.0501	0.5494	0.2583	2.4056	0.0369	0.5494
180 L2	0.0229	0.1539	1.3391	5.2395	0.0582	0.1539	0.0229	0.6125	1.3391	8.0694	0.0220	-0.0005	0.0229	0.6218	1.3391	8.9617	0.0000	0.6218
180 L14	0.0234	0.1033	0.2249	1.8694	0.0597	0.1033	0.0234	0.5410	0.2249	2.7179	0.0188	-0.2719	0.0234	0.5483	0.2249	2.8204	0.0000	0.5483
180 L6	0.0336	0.1668	0.3191	1.9988	0.0422	0.1668	0.0336	0.5626	0.3191	3.1806	0.0282	-0.2611	0.0336	0.5728	0.3191	3.3835	0.0000	0.5728
180 L2-8	0.0472	0.1969	0.1916	1.4660	0.0634	0.1969	0.0472	0.5437	0.1916	2.1288	0.0236	-0.1623	0.0472	0.5508	0.1916	2.3436	0.0000	0.5508
200 L12	0.0227	0.1734	1.1358	5.2106	0.0673	0.1734	0.0227	0.6441	1.1358	7.8723	0.0146	-0.1415	0.0227	0.6504	1.1358	8.6327	0.0000	0.6504
200 L24	0.0234	0.1373	0.5635	3.5264	0.0524	0.1373	0.0234	0.5631	0.5635	5.5800	0.0222	-0.1334	0.0234	0.5717	0.5635	5.9439	0.0000	0.5717
200 L2-6	0.0294	0.1471	0.3041	2.1191	0.0812	0.1471	0.0294	0.5524	0.3041	3.0080	0.0289	-0.1231	0.0294	0.5628	0.3041	3.2947	0.0000	0.5628
200 L8	0.0402	0.1653	0.2080	1.3776	0.0841	0.1653	0.0402	0.5227	0.2080	1.9682	0.0340	-0.1868	0.0402	0.5325	0.2080	2.0840	0.0000	0.5325
225 M2	0.0159	0.1529	0.9408	4.3455	0.0354	0.1529	0.0159	0.5980	0.9408	7.2333	0.0150	-0.1174	0.0159	0.6040	0.9408	7.7527	0.0000	0.6040
225 M4	0.0203	0.1797	0.4566	3.2809	0.0656	0.1797	0.0203	0.5431	0.4566	5.1646	0.0228	-0.0680	0.0203	0.5505	0.4566	5.5137	0.0000	0.5505
225 M6	0.0247	0.1407	0.2870	2.3853	0.0763	0.1407	0.0247	0.5299	0.2870	3.4994	0.0295	-0.0865	0.0247	0.5399	0.2870	3.7480	0.0000	0.5399
225 M8	0.0333	0.1481	0.2012	1.4298	0.0920	0.1481	0.0333	0.5687	0.2012	1.8958	0.0208	-0.3240	0.0333	0.5775	0.2012	2.0302	0.0000	0.5775
250 M2	0.0135	0.1638	0.9815	4.5793	0.0497	0.1638	0.0135	0.6218	0.9815	7.2785	0.0163	-0.2026	0.0135	0.6288	0.9815	7.7567	0.0000	0.6288
250 M4	0.0174	0.1118	0.2753	2.1704	0.0515	0.1118	0.0174	0.5045	0.2753	3.3542	0.0121	-0.1035	0.0174	0.5084	0.2753	3.4944	0.0000	0.5084
250 M6	0.0222	0.1066	0.1721	1.9032	0.0470	0.1066	0.0222	0.5270	0.1721	2.8978	0.0174	-0.1392	0.0222	0.5333	0.1721	3.0666	0.0000	0.5333
250 M8	0.0272	0.1206	0.0672	1.1272	0.1029	0.1206	0.0272	0.5150	0.0672	1.4376	0.0180	-0.1883	0.0272	0.5203	0.0672	1.4942	0.0000	0.5203
280 M22	0.0111	0.1487	1.2568	6.0228	0.0571	0.1487	0.0111	0.5760	1.2568	9.3036	0.0074	0.0368	0.0111	0.5788	1.2568	10.0072	0.0000	0.5788
280 M34	0.0136	0.1262	0.2515	2.8238	0.0363	0.1262	0.0136	0.5459	0.2515	4.6590	0.0109	-0.2649	0.0136	0.5501	0.2515	4.7862	0.0000	0.5501
280 M2-6	0.0173	0.1283	0.2124	2.0766	0.0610	0.1283	0.0173	0.5382	0.2124	3.0740	0.0171	-0.1518	0.0173	0.5443	0.2124	3.2615	0.0000	0.5443
280 M8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315 C2	0.0071	0.1901	0.9769	5.0533	0.0298	0.1901	0.0071	0.6738	0.9769	8.5863	0.0105	-0.3198	0.0071	0.6786	0.9769	9.0796	0.0000	0.6786
315 C4	0.0106	0.1526	0.3926	3.2108	0.0606	0.1526	0.0106	0.5482	0.3926	4.9394	0.0113	-0.0666	0.0106	0.5524	0.3926	5.2726	0.0000	0.5524
315 C6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315 C8	0.0151	0.1416	0.1392	1.5444	0.0799	0.1416	0.0151	0.5302	0.1392	2.1603	0.0159	-0.1812	0.0151	0.5353	0.1392	2.2753	0.0000	0.5353
315 M12	0.0040	0.1652	0.5125	4.0302	0.0222	0.1652	0.0040	0.6270	0.5125	6.9787	0.0069	-0.3508	0.0040	0.6306	0.5125	7.2309	0.0000	0.6306
315 M14	0.0107	0.1673	0.3377	3.5622	0.0626	0.1673	0.0107	0.5735	0.3377	5.4574	0.0107	-0.0784	0.0107	0.5772	0.3377	5.8930	0.0000	0.5772
315 M2-6	0.0103	0.1655	0.3130	2.9820	0.0512	0.1655	0.0103	0.5827	0.3130	4.7032	0.0107	-0.2318	0.0103	0.5873	0.3130	4.9575	0.0000	0.5873
315 M3-6	0.0097	0.1523	0.2250	2.4940	0.0526	0.1523	0.0097	0.5830	0.2250	3.8258	0.0107	-0.2692	0.0097	0.5875	0.2250	4.0324	0.0000	0.5875
315 M8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Observaciones:

Dentro de cada tamaño, y con el mayor número de polos, las tendencias - en general – son:

- R1a/Rn, R1n/Rn y R10/Rn son variables y crecientes
- X1a/Xn, X1n/Xn y X10/Xn son variables y del mismo orden
- Rma/Rn, Rmn/Rn y Rm0/Rn son variables
- X2a/Xn, X2n/Xn y X20/Xn son variables y del mismo orden

Tabla 5-2-28P. Relaciones de resistencias y reactancias de motores de 2 a 8 polos, 380 V, 50 Hz, 25 °C

Motores trifásicos de inducción. Aplicación del circuito equivalente

Tipo	Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)	Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
71 B2	Nominal	9.3	5.2	32.8	52.6	Eff. Máx	10.1	6.7	33.6	49.6
71 B4	Nominal	1.4	3.5	44.2	50.9	Eff. Máx	1.4	3.1	43.2	52.7
71 B6	Nominal	11.9	3.6	22.5	62.1	Eff. Máx	12.6	3.1	19.9	64.4
71 B8	-	-	-	-	-	Eff. Máx	-	-	-	-
80 A2	Nominal	23.0	4.9	22.1	50.0	Eff. Máx	24.1	6.3	23.4	46.2
80 B4	Nominal	13.7	3.3	26.4	56.6	Eff. Máx	13.7	3.3	24.8	57.9
80 B6	Nominal	2.0	2.8	21.9	73.3	Eff. Máx	2.0	2.3	20.1	75.3
80 B8	Nominal	5.8	2.3	22.6	69.3	Eff. Máx	6.3	1.5	20.3	72.0
90 C2	Nominal	19.3	5.8	36.0	38.9	Eff. Máx	20.5	6.2	33.0	40.5
90 L4	Nominal	12.1	3.1	28.5	56.3	Eff. Máx	13.2	3.9	31.2	51.7
90 L6	Nominal	15.0	2.6	23.2	59.3	Eff. Máx	15.7	2.9	22.7	58.9
90 L8	Nominal	15.2	1.5	24.3	59.0	Eff. Máx	17.5	1.1	18.4	63.1
100 L2	Nominal	19.0	4.1	43.9	33.0	Eff. Máx	18.4	3.6	38.0	39.9
100 L24	Nominal	4.8	2.9	22.5	69.8	Eff. Máx	5.1	4.0	29.5	61.4
100 L6	Nominal	14.7	2.4	19.8	63.1	Eff. Máx	16.1	3.7	25.5	54.7
100 L2-8	Nominal	13.2	1.6	20.5	64.7	Eff. Máx	14.7	1.8	19.2	64.5
112 M2	Nominal	0.7	5.7	44.3	49.4	Eff. Máx	0.8	6.2	42.6	50.5
112 M4	Nominal	9.1	2.7	31.8	56.4	Eff. Máx	9.5	2.9	32.4	55.3
112 M6	Nominal	0.0	2.7	42.3	55.0	Eff. Máx	0.0	2.7	39.6	57.7
112 M8	Nominal	0.0	2.4	24.3	73.3	Eff. Máx	0.0	2.9	25.3	71.8
132 M2	Nominal	21.1	3.1	37.4	38.4	Eff. Máx	22.4	3.5	35.3	38.8
132 M24	Nominal	12.9	2.3	30.6	54.1	Eff. Máx	13.8	3.0	35.8	47.4
132 M2-6	Nominal	8.5	1.7	48.7	41.2	Eff. Máx	9.6	1.7	40.4	48.3
132 M8	Nominal	0.8	2.0	29.4	67.8	Eff. Máx	0.9	2.8	36.3	60.0
160 L2	Nominal	7.0	4.0	53.6	35.4	Eff. Máx	7.6	3.6	42.8	46.0
160 L4	Nominal	26.5	2.2	38.1	33.3	Eff. Máx	26.8	1.9	32.5	38.8
160 L2-6	Nominal	21.4	1.7	31.0	45.9	Eff. Máx	22.2	1.9	32.2	43.7
160 L8	Nominal	9.2	1.3	38.6	50.9	Eff. Máx	9.6	1.4	39.1	49.9
180 L2	Nominal	23.9	3.0	44.5	28.6	Eff. Máx	26.0	2.8	34.4	36.8
180 L14	Nominal	8.4	2.5	52.8	36.3	Eff. Máx	9.0	2.1	41.8	47.2
180 L6	Nominal	21.7	1.4	41.2	35.7	Eff. Máx	22.5	1.3	35.0	41.2
180 L2-8	Nominal	23.9	1.4	33.2	41.4	Eff. Máx	25.9	1.5	29.6	43.1
200 L12	Nominal	28.5	3.0	45.4	23.1	Eff. Máx	31.5	2.5	31.7	34.3
200 L24	Nominal	15.2	1.8	47.2	35.8	Eff. Máx	16.0	1.7	39.7	42.7
200 L2-6	Nominal	21.5	1.4	39.6	37.4	Eff. Máx	23.2	1.4	34.6	40.7
200 L8	Nominal	14.2	1.5	42.1	42.2	Eff. Máx	14.6	1.4	36.9	47.1
225 M2	Nominal	26.8	3.1	48.8	21.3	Eff. Máx	29.5	2.4	33.4	34.7
225 M4	Nominal	23.9	1.6	39.9	34.6	Eff. Máx	24.7	1.5	35.3	38.5
225 M6	Nominal	22.1	1.8	36.3	39.8	Eff. Máx	22.8	1.8	34.8	40.6
225 M8	Nominal	1.9	1.4	57.4	39.3	Eff. Máx	2.3	1.2	46.2	50.3
250 M2	Nominal	7.7	3.7	64.7	23.9	Eff. Máx	9.2	2.9	44.3	43.6
250 M4	Nominal	0.6	2.6	61.7	35.1	Eff. Máx	0.7	2.1	45.9	51.3
250 M6	Nominal	19.9	2.4	38.0	39.7	Eff. Máx	20.7	2.3	34.0	43.0
250 M8	Nominal	38.9	1.5	25.0	34.6	Eff. Máx	39.5	1.5	22.6	36.5
280 M22	Nominal	11.1	3.9	64.1	20.9	Eff. Máx	13.6	3.2	41.2	42.0
280 M34	Nominal	23.1	1.8	46.2	28.9	Eff. Máx	24.1	1.5	36.2	38.2
280 M2-6	Nominal	23.4	1.8	42.1	32.7	Eff. Máx	24.9	1.6	33.9	39.6
280 M8	Nominal	-	-	-	-	Eff. Máx	-	-	-	-

Tabla 5-3-28P. Relaciones de pérdidas de motores de 8 polos, 380 V, 50 Hz, 25 °C

Motores trifásicos de inducción. Aplicación del circuito equivalente

315 C2	Nominal	13.1	3.2	67.8	15.9	Eff. Máx	17.0	2.1	42.4	38.4
315 C4	Nominal	22.8	1.9	50.2	25.1	Eff. Máx	25.3	1.6	36.1	37.1
315 C6	Nominal	-	-	-	-	Eff. Máx	-	-	-	-
315 C8	Nominal	20.8	1.9	45.6	31.7	Eff. Máx	22.6	1.6	34.8	41.0
315 M12	Nominal	26.3	3.3	58.3	12.1	Eff. Máx	32.6	2.0	35.3	30.1
315 M14	Nominal	34.2	1.8	38.7	25.2	Eff. Máx	37.1	1.6	29.5	31.8
315 M2-6	Nominal	30.3	1.3	46.4	22.0	Eff. Máx	33.3	1.0	33.5	32.2
315 M3-6	Nominal	47.5	0.8	34.4	17.3	Eff. Máx	50.4	0.6	24.7	24.3
315 M8	Nominal	-	-	-	-	Eff. Máx	-	-	-	-

Observaciones:

Con el aumento de la cantidad de polos,

- *las pérdidas adicionales P_{ad}/PP son muy variables y en algunos casos, llegan a proporciones importantes*
- *las pérdidas mecánicas P_{me} / PP son variables y de pequeñas proporciones*
- *las pérdidas en el hierro P_{fe} / PP son variables y aumentan sus proporciones con el mayor tamaño*
- *las pérdidas en el cobre P_{cu}/PP son variables y tienden a reducir sus proporciones con el mayor tamaño*

Tabla 5-3-28P. Relaciones de pérdidas de motores de 8 polos, 380 V, 50 Hz, 25 °C

Capítulo 6. Motores BBB de 4 polos

6-1. Motor asincrónico trifásico 100 L. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
BBB	14865485	100 L	2.2	400	E	50	4	1430	80.0	0.82	4.84	5.6	2.4	2.6	F 55	W22-IE1	14865485

Tabla 6-1-100. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	2.76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	25.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	2.76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	25.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	400	1500.0	-	-	130	-	2.5	0.07
Arranque	-	-	400	0.0	35.3	-	-	-	27.1	-
Carga 75%	-	-	400	1448.0	10.9	80.0	2063	1650	4.0	0.75
Carga 50%	-	-	400	1465.0	7.2	79.0	1392	1100	3.4	0.6
Temperat. carcasa	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 6-2-100. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	5.273	6.706	2.76	3.353	inf	inf	2.513	3.353	0.0	0.0	-
Nominal1	1430	36.132	31.250	2.76	15.625	inf	inf	1.557	15.625	0.0	0.0	-
Vacio	1500	6.936	92.225	2.76	16.226	3.419	76.077	2.000	16.226	2.5	4.3	-86.3
Nominal2	1430	39.173	27.343	2.76	15.625	3.419	71.305	1.815	-9.618	2.6	2.6	-104.3

Tabla 6-3-100. Impedancias iniciales a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 27.0, Cad = 7.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	35.3	0.0	11621	0	0	0	0	11621	0.0	-	113.6	1.3	27.1	-51.8	27.1	27.1	-51.8
Nominal1	1430	14.7	87.0	2539	2200	22	14	0	303	154.0	-40.9	178.3	-15.8	4.8	-40.9	4.8	4.8	-40.9
Vacio	1500	0.0	0.0	137	0	0	21	64	52	190.2	1.0	190.3	1.2	0.0	1.0	2.5	2.5	-85.7
Nominal2	1430	14.7	79.9	2752	2200	154	19	69	310	171.3	-3.2	185.1	-17.1	4.6	-3.2	4.8	4.8	-34.9

Tabla 6-4-100. Momentos iniciales a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 27.0, Cad = 7.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
0	4.945	6.565	2.76	3.353	3.419	45.405	2.513	3.353	2.4	2.4	-82.9
1	5.091	6.629	2.76	3.996	3.419	46.939	2.476	2.673	2.1	2.1	-89.8
2	5.252	6.673	2.76	4.640	3.419	48.472	2.440	1.992	1.8	1.8	-98.6
3	5.430	6.699	2.76	5.284	3.419	50.006	2.403	1.312	1.6	1.6	-109.1
4	5.628	6.708	2.76	5.927	3.419	51.540	2.367	0.632	1.5	1.5	-121.0
5	5.850	6.703	2.76	6.571	3.419	53.073	2.330	-0.048	1.5	1.5	-132.8
6	6.101	6.683	2.76	7.215	3.419	54.607	2.294	-0.729	1.6	1.6	-143.1
7	6.385	6.653	2.76	7.858	3.419	56.140	2.257	-1.409	1.7	1.7	-151.1
8	6.713	6.613	2.76	8.502	3.419	57.674	2.220	-2.089	1.9	1.9	-156.7
9	7.095	6.567	2.76	9.146	3.419	59.207	2.184	-2.770	2.0	2.0	-160.2
10	7.547	6.520	2.76	9.789	3.419	60.741	2.147	-3.450	2.2	2.2	-161.9
11	8.092	6.477	2.76	10.433	3.419	62.275	2.111	-4.130	2.4	2.4	-162.1
12	8.764	6.449	2.76	11.077	3.419	63.808	2.074	-4.810	2.5	2.5	-160.9
13	9.615	6.452	2.76	11.720	3.419	65.342	2.037	-5.491	2.6	2.6	-158.4
14	10.732	6.515	2.76	12.364	3.419	66.875	2.001	-6.171	2.7	2.7	-154.6
15	11.25	6.699	2.76	13.008	3.419	68.409	1.964	-6.851	2.8	2.8	-149.4
16	12.00	7.141	2.76	13.651	3.419	69.942	1.928	-7.531	2.7	2.7	-142.4
17	12.75	8.221	2.76	14.295	3.419	71.476	1.891	-8.212	2.7	2.7	-133.3
18	13.50	11.320	2.76	14.938	3.419	73.010	1.854	-8.892	2.6	2.6	-121.4
19	14.25	24.554	2.76	15.582	3.419	74.543	1.818	-9.572	2.5	2.5	-105.8
20	15.00	92.225	2.76	16.226	3.419	76.077	1.781	-10.252	2.5	2.5	-86.3

Tabla 6-5-100. Impedancias en función de la velocidad a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	32.6	0.0	11741	0	0	0	59	11682	0.0	-	109.3	2.8	26.1	-50.4	28.1	28.1	-53.0
1	75	31.6	2.1	11688	248	17	0	44	11379	3.4	-49.7	97.3	-4.0	26.1	-49.7	27.7	27.7	-52.5
2	150	32.8	4.4	11681	515	36	0	33	11097	7.1	-48.9	87.6	-12.6	26.0	-48.9	27.2	27.2	-51.8
3	225	34.1	6.9	11711	803	56	0	27	10825	11.0	-47.9	81.0	-23.1	26.0	-47.9	26.8	26.8	-51.0
4	300	35.5	9.5	11772	1117	78	0	24	10553	15.4	-46.8	78.5	-34.8	25.9	-46.8	26.4	26.4	-50.0
5	375	37.1	12.3	11854	1457	102	1	23	10271	20.1	-45.6	80.4	-46.5	25.9	-45.6	26.0	26.0	-48.9
6	450	38.8	15.3	11949	1826	128	1	26	9968	25.3	-44.1	86.4	-56.7	25.7	-44.1	25.6	25.6	-47.6
7	525	40.5	18.5	12044	2226	156	2	30	9631	31.1	-42.5	95.8	-64.6	25.6	-42.5	25.1	25.1	-46.2
8	600	42.2	21.9	12125	2654	186	2	36	9248	37.4	-40.7	107.5	-70.1	25.3	-40.7	24.5	24.5	-44.6
9	675	44.0	25.5	12174	3108	218	3	42	8803	44.5	-38.6	120.6	-73.5	24.9	-38.6	23.9	23.9	-42.8
10	750	45.6	29.4	12169	3580	251	4	50	8284	52.4	-36.4	134.4	-75.2	24.4	-36.4	23.2	23.2	-40.8
11	825	47.0	33.6	12080	4057	284	5	58	7676	61.1	-33.9	148.1	-75.3	23.7	-33.9	22.3	22.3	-38.7
12	900	47.9	38.1	11871	4518	316	6	65	6966	70.8	-31.1	161.1	-74.0	22.8	-31.1	21.2	21.2	-36.4
13	975	48.3	42.9	11502	4931	345	7	71	6147	81.6	-28.1	172.6	-71.4	21.6	-28.1	20.0	20.0	-33.9
14	1050	47.7	48.1	10920	5249	367	9	76	5219	93.6	-24.8	182.1	-67.5	20.0	-24.8	18.4	18.4	-31.3
15	1125	45.9	53.7	10071	5407	378	10	78	4198	106.7	-21.1	188.7	-62.2	18.1	-21.1	16.5	16.5	-28.6
16	1200	42.3	59.8	8897	5318	372	12	77	3118	121.1	-17.2	192.1	-55.2	15.7	-17.2	14.3	14.3	-26.2
17	1275	36.5	66.3	7346	4874	341	14	74	2043	136.7	-13.0	191.9	-46.0	12.8	-13.0	11.6	11.6	-24.4
18	1350	27.9	73.3	5374	3941	276	16	69	1072	153.5	-8.4	189.1	-34.1	9.2	-8.4	8.5	8.5	-24.7
19	1425	15.9	79.9	2962	2367	166	19	64	347	171.4	-3.7	186.6	-18.4	5.0	-3.7	5.1	5.1	-32.5
20	1500	0.0	0.0	137	0	0	21	64	52	190.2	1.2	190.3	1.2	0.0	1.0	2.5	2.5	-85.7

Tabla 6-6-100. Momentos en función de la velocidad a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	30.5	0.0	11740	3	0	0	59	11677	0.0	-50.4	109.1	2.7	26.1	-50.4	28.1	28.1	-53.0
Máximo	971	48.3	42.6	11526	4911	344	7	71	6193	81.0	-28.3	172.1	-71.6	21.6	-28.3	20.0	20.0	-34.0

Tabla 6-7-100. Momentos límite a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	1385.0	22.7	76.6	4304.0	3296.0	231.0	17.0	66.0	693.0	161.7	-6.3	187.6	-27.3	7.3	-6.3	6.9	6.9	-26.6
125 %	1409.6	18.6	78.8	3492.8	2750.1	192.8	18.0	65.0	467.0	167.6	-4.7	186.8	-22.0	5.9	-4.7	5.8	5.8	-29.5
100 %	1431.3	14.6	80.3	2739.0	2199.7	154.4	19.0	64.0	302.9	173.0	-3.3	186.5	-16.9	4.6	-3.3	4.8	4.8	-34.2
75 %	1450.7	10.9	81.1	2034.6	1650.4	115.6	19.0	63.0	186.6	177.7	-2.0	186.7	-12.2	3.3	-2.0	3.9	3.9	-41.2
50 %	1468.3	7.1	80.3	1370.6	1100.4	77.1	20.0	63.0	110.1	182.2	-0.9	187.4	-7.5	2.2	-0.9	3.2	3.2	-51.7
25 %	1484.5	3.5	74.4	739.1	550.0	38.6	21.0	63.0	67.1	186.3	0.2	188.6	-3.2	1.1	0.2	2.7	2.7	-66.8
Eff máx	1453.0	10.4	81.1	1949.0	1581.0	111.0	19.0	63.0	175.0	178.3	-1.9	186.8	-11.6	3.2	-1.9	3.8	3.8	-42.3

Tabla 6-8-100. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque							
Valores ingresados	0.0	35.3	0.0	-	0.0	27.1	-
Valores calculados	0.0	32.6	0.0	11741.0	0.0	28.1	-53.0
Diferencias (%)	-	7.6	-	-	-	-3.7	-
Mto Máximo							
Valores ingresados	-	38.2	-	-	-	-	-
Valores calculados	971.0	48.3	42.6	11526.0	4911.0	20.0	-34.0
Diferencias (%)	-	-26.4	-	-	-	-	-
Nominal							
Valores ingresados	1430.0	14.7	80.0	2746.4	2200.0	4.8	-34.9
Valores calculados	1431.3	14.6	80.3	2739.0	2199.7	4.8	-34.2
Diferencias (%)	-0.1	0.6	-0.4	0.3	0.0	0.8	2.1
75% carga							
Valores ingresados	1448.0	10.9	80.0	2063.0	1650.0	4.0	-41.4
Valores calculados	1450.7	10.9	81.1	2034.6	1650.4	3.9	-41.2
Diferencias (%)	-0.2	0.0	-1.4	1.4	-0.0	3.0	0.5

Tabla 6-9-100. Diferencias de valores característicos a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) PII(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	1465.0	7.2	79.0	1392.0	1100.0	3.4	-53.1
Valores calculados	1468.3	7.1	80.3	1370.6	1100.4	3.2	-51.7
Diferencias (%)	-0.2	1.0	-1.6	1.5	-0.0	4.5	2.7
Vacío							
Valores ingresados	1500.0	0.0	0.0	129.8	0.0	2.5	-85.7
Valores calculados	1500.0	0.0	0.0	137.0	0.0	2.5	-85.7
Diferencias (%)	-	-	-	-5.5	-	0.0	0.0

Tabla 6-9-100. Diferencias de valores característicos a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0705	0.1226	0.0873	1.6606	0.0642	0.1226	0.0705	0.5714	0.0873	2.6078	0.0463	-0.3518	0.0705	0.5934	0.0873	2.7823	0.0511	0.5934

Tabla 6-11-100. Relaciones de resistencias y reactancias a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	27.9	3.4	12.5	56.2
Eff. Máx	30.2	5.2	17.1	47.6

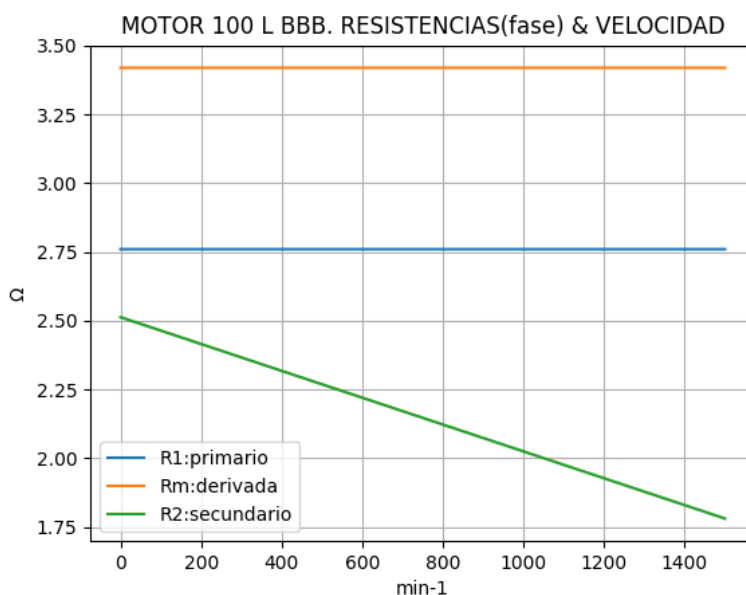
Tabla 6-12-100. Relaciones de pérdidas a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Zc(Ω)	Zf(Ω)	X1c(Ω)	X1f(Ω)	X2c(Ω)	X2f(Ω)	R2c(Ω)	R2f(Ω)	Mejc(Nm)	Mejf(Nm)	I1lc(A)	I1lf(A)
0	8.219	8.531	3.353	3.353	3.353	3.353	2.513	2.513	32.6	35.3	28.1	27.1
75	8.358	8.469	3.996	3.312	2.673	3.312	2.476	2.391	31.6	33.5	27.7	27.3
150	8.492	8.469	4.640	3.350	1.992	3.350	2.440	2.178	32.8	32.2	27.2	27.3
225	8.623	8.501	5.284	3.401	1.312	3.401	2.403	1.988	34.1	30.9	26.8	27.2
300	8.757	8.501	5.927	3.420	0.632	3.420	2.367	1.829	35.5	30.2	26.4	27.2
375	8.897	8.501	6.571	3.439	-0.048	3.439	2.330	1.675	37.1	29.5	26.0	27.2
450	9.049	8.532	7.215	3.453	-0.729	3.453	2.294	1.576	38.8	29.5	25.6	27.1
525	9.221	8.532	7.858	3.441	-1.409	3.441	2.257	1.483	40.5	29.9	25.1	27.1
600	9.423	8.532	8.502	3.413	-2.089	3.413	2.220	1.415	42.2	30.9	24.5	27.1
675	9.668	8.563	9.146	3.361	-2.770	3.361	2.184	1.400	44.0	33.1	23.9	27.0
750	9.974	8.692	9.789	3.322	-3.450	3.322	2.147	1.422	45.6	35.9	23.2	26.6
825	10.365	8.859	10.433	3.317	-4.130	3.317	2.111	1.400	47.0	37.8	22.3	26.1
900	10.881	9.103	11.077	3.387	-4.810	3.387	2.074	1.328	47.9	38.2	21.2	25.4
975	11.579	9.437	11.720	3.521	-5.491	3.521	2.037	1.233	48.3	37.7	20.0	24.5
1050	12.555	10.053	12.364	3.805	-6.171	3.805	2.001	1.142	47.7	35.9	18.4	23.0
1125	13.976	11.170	13.008	4.324	-6.851	4.324	1.964	1.078	45.9	32.9	16.5	20.7
1200	16.173	12.990	13.651	5.175	-7.531	5.175	1.928	1.018	42.3	28.7	14.3	17.8
1275	19.878	16.398	14.295	6.755	-8.212	6.755	1.891	0.980	36.5	23.1	11.6	14.1
1350	27.118	22.668	14.938	9.659	-8.892	9.659	1.854	0.910	27.9	16.8	8.5	10.2
1425	45.645	42.817	15.582	18.961	-9.572	18.961	1.818	0.856	15.9	8.8	5.1	5.4
1500	92.486	92.486	16.226	16.226	-10.252	16.226	1.781	2.000	0.0	0.0	2.5	2.5

Tabla 6-13-100. Valores calculados versus fabricante

6-2. Motor asincrónico trifásico 100 L. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	4.945	2.76	3.419	2.513
75	5.091	2.76	3.419	2.476
150	5.252	2.76	3.419	2.440
225	5.430	2.76	3.419	2.403
300	5.628	2.76	3.419	2.367
375	5.850	2.76	3.419	2.330
450	6.101	2.76	3.419	2.294
525	6.385	2.76	3.419	2.257
600	6.713	2.76	3.419	2.220
675	7.095	2.76	3.419	2.184
750	7.547	2.76	3.419	2.147
825	8.092	2.76	3.419	2.111
900	8.764	2.76	3.419	2.074
975	9.615	2.76	3.419	2.037
1050	10.732	2.76	3.419	2.001
1125	12.266	2.76	3.419	1.964
1200	14.511	2.76	3.419	1.928
1275	18.098	2.76	3.419	1.891
1350	24.642	2.76	3.419	1.854
1425	38.478	2.76	3.419	1.818
1500	6.936	2.76	3.419	1.781

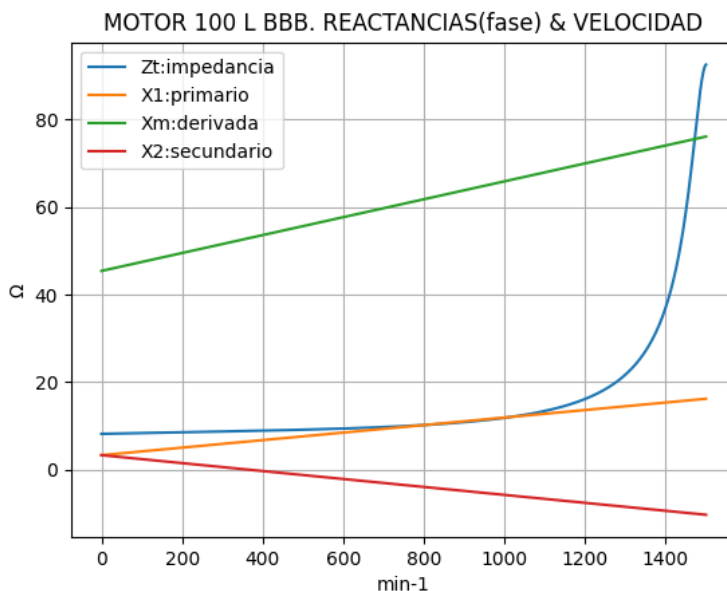


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) decrece con la velocidad

Fig. 6-1-100. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	8.219	6.565	3.353	45.405	3.353
75	8.358	6.629	3.996	46.939	2.673
150	8.492	6.673	4.640	48.472	1.992
225	8.623	6.699	5.284	50.006	1.312
300	8.757	6.708	5.927	51.540	0.632
375	8.897	6.703	6.571	53.073	-0.048
450	9.049	6.683	7.215	54.607	-0.729
525	9.221	6.653	7.858	56.140	-1.409
600	9.423	6.613	8.502	57.674	-2.089
675	9.668	6.567	9.146	59.207	-2.770
750	9.974	6.520	9.789	60.741	-3.450
825	10.365	6.477	10.433	62.275	-4.130
900	10.881	6.449	11.077	63.808	-4.810
975	11.579	6.452	11.720	65.342	-5.491
1050	12.555	6.515	12.364	66.875	-6.171
1125	13.976	6.699	13.008	68.409	-6.851
1200	16.173	7.141	13.651	69.942	-7.531
1275	19.878	8.221	14.295	71.476	-8.212
1350	27.118	11.320	14.938	73.010	-8.892
1425	45.645	24.554	15.582	74.543	-9.572
1500	92.486	92.225	16.226	76.077	-10.252

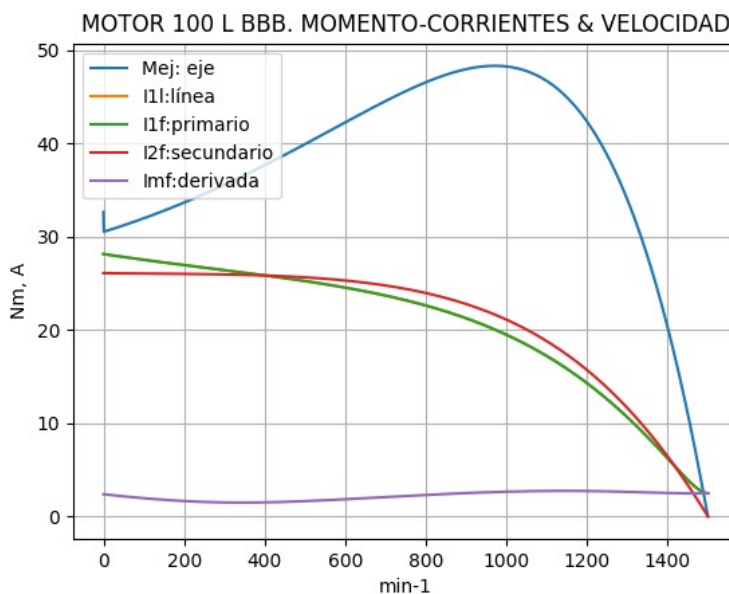


Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) presenta valores positivos hasta cerca de 375 min⁻¹ y luego negativos

Fig. 6-2-100. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	32.6	26.1	28.1	28.1	2.4
75	31.6	26.1	27.7	27.7	2.1
150	32.8	26.0	27.2	27.2	1.8
225	34.1	26.0	26.8	26.8	1.6
300	35.5	25.9	26.4	26.4	1.5
375	37.1	25.9	26.0	26.0	1.5
450	38.8	25.7	25.6	25.6	1.6
525	40.5	25.6	25.1	25.1	1.7
600	42.2	25.3	24.5	24.5	1.9
675	44.0	24.9	23.9	23.9	2.0
750	45.6	24.4	23.2	23.2	2.2
825	47.0	23.7	22.3	22.3	2.4
900	47.9	22.8	21.2	21.2	2.5
975	48.3	21.6	20.0	20.0	2.6
1050	47.7	20.0	18.4	18.4	2.7
1125	45.9	18.1	16.5	16.5	2.8
1200	42.3	15.7	14.3	14.3	2.7
1275	36.5	12.8	11.6	11.6	2.7
1350	27.9	9.2	8.5	8.5	2.6
1425	15.9	5.0	5.1	5.1	2.5
1500	0.0	0.0	2.5	2.5	2.5

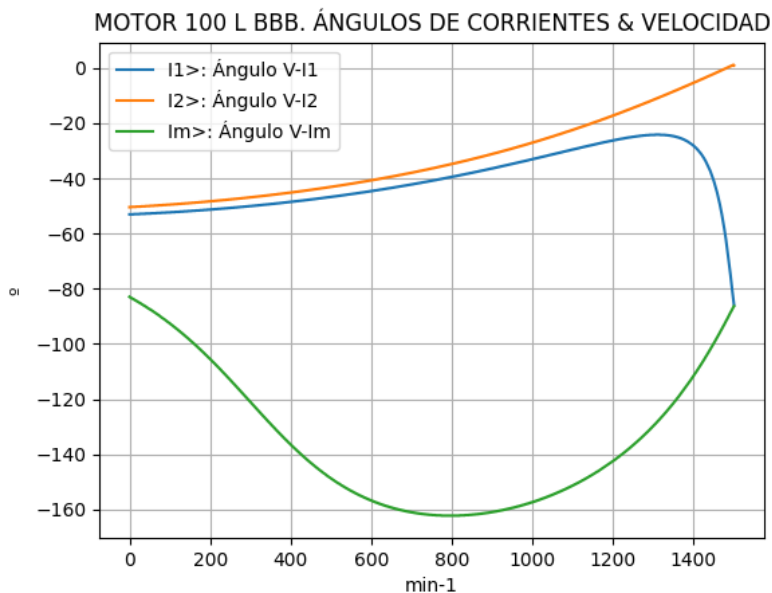


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 975 min⁻¹
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f entre 450 y 1425 min-1, aproximadamente
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación e inicia una depresión cerca de 300 min⁻¹

Fig. 6-3-100. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-50.4	-53.0	-82.9
75	-49.7	-52.5	-89.8
150	-48.9	-51.8	-98.6
225	-47.9	-51.0	-109.1
300	-46.8	-50.0	-121.0
375	-45.6	-48.9	-132.8
450	-44.1	-47.6	-143.1
525	-42.5	-46.2	-151.1
600	-40.7	-44.6	-156.7
675	-38.6	-42.8	-160.2
750	-36.4	-40.8	-161.9
825	-33.9	-38.7	-162.1
900	-31.1	-36.4	-160.9
975	-28.1	-33.9	-158.4
1050	-24.8	-31.3	-154.6
1125	-21.1	-28.6	-149.4
1200	-17.2	-26.2	-142.4
1275	-13.0	-24.4	-133.3
1350	-8.4	-24.7	-121.4
1425	-3.7	-32.5	-105.8
1500	1.0	-85.7	-86.3

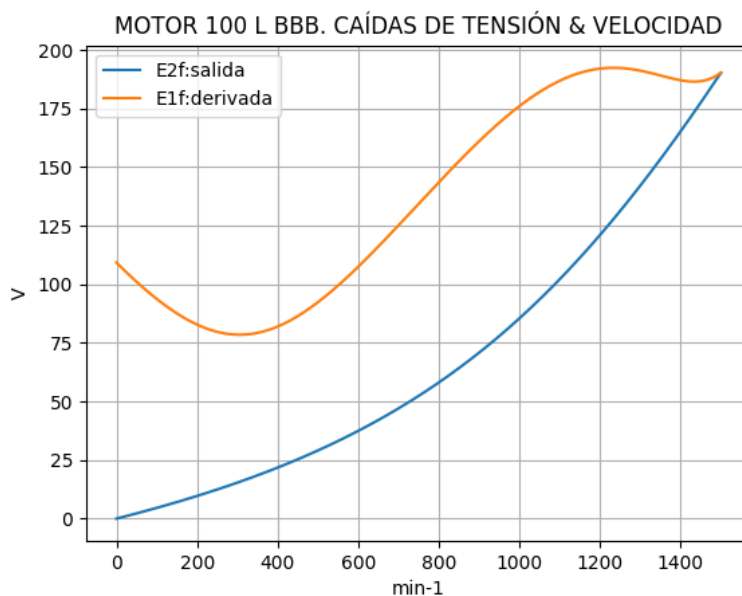


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 1275 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente, haciéndose positivo cerca de 1500 min⁻¹
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 825 min⁻¹

Fig. 6-4-100. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	109.3
75	3.4	97.3
150	7.1	87.6
225	11.0	81.0
300	15.4	78.5
375	20.1	80.4
450	25.3	86.4
525	31.1	95.8
600	37.4	107.5
675	44.5	120.6
750	52.4	134.4
825	61.1	148.1
900	70.8	161.1
975	81.6	172.6
1050	93.6	182.1
1125	106.7	188.7
1200	121.1	192.1
1275	136.7	191.9
1350	153.5	189.1
1425	171.4	186.6
1500	190.2	190.3

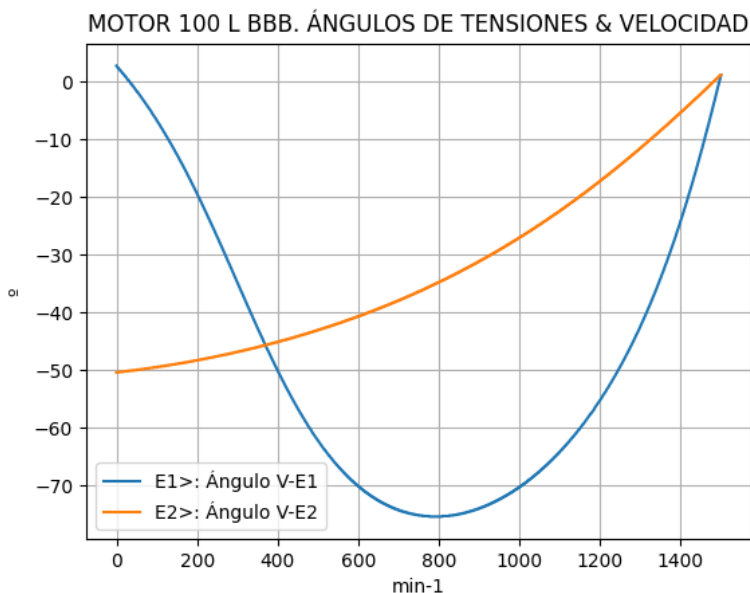


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 300 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente, con leve cambio de pendiente

Fig. 6-5-100. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	2.8
75	-49.7	-4.0
150	-48.9	-12.6
225	-47.9	-23.1
300	-46.8	-34.8
375	-45.6	-46.5
450	-44.1	-56.7
525	-42.5	-64.6
600	-40.7	-70.1
675	-38.6	-73.5
750	-36.4	-75.2
825	-33.9	-75.3
900	-31.1	-74.0
975	-28.1	-71.4
1050	-24.8	-67.5
1125	-21.1	-62.2
1200	-17.2	-55.2
1275	-13.0	-46.0
1350	-8.4	-34.1
1425	-3.7	-18.4
1500	1.2	1.2

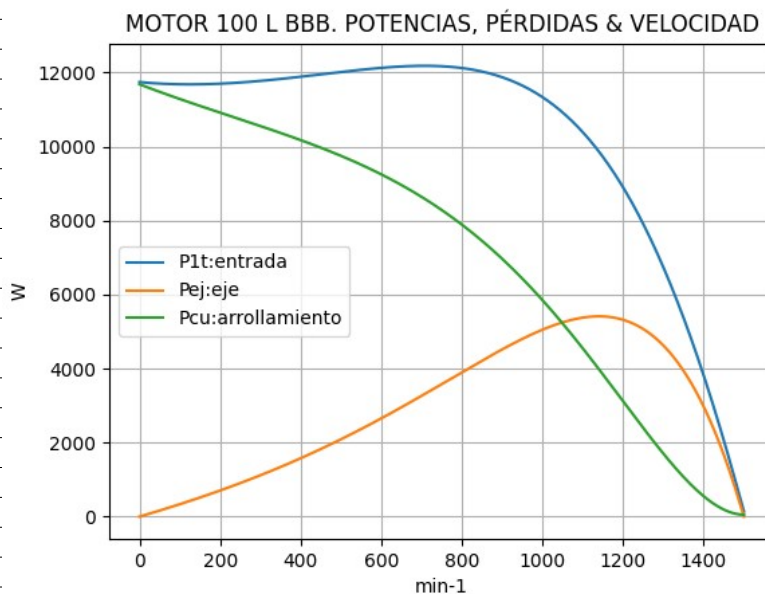


Observaciones:

- El ángulo V-E1 comienza positivo. Luego es negativo y se maximiza cerca de 825 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 6-6-100. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	11741	0	11682
75	11688	248	11379
150	11681	515	11097
225	11711	803	10825
300	11772	1117	10553
375	11854	1457	10271
450	11949	1826	9968
525	12044	2226	9631
600	12125	2654	9248
675	12174	3108	8803
750	12169	3580	8284
825	12080	4057	7676
900	11871	4518	6966
975	11502	4931	6147
1050	10920	5249	5219
1125	10071	5407	4198
1200	8897	5318	3118
1275	7346	4874	2043
1350	5374	3941	1072
1425	2962	2367	347
1500	137	0	52

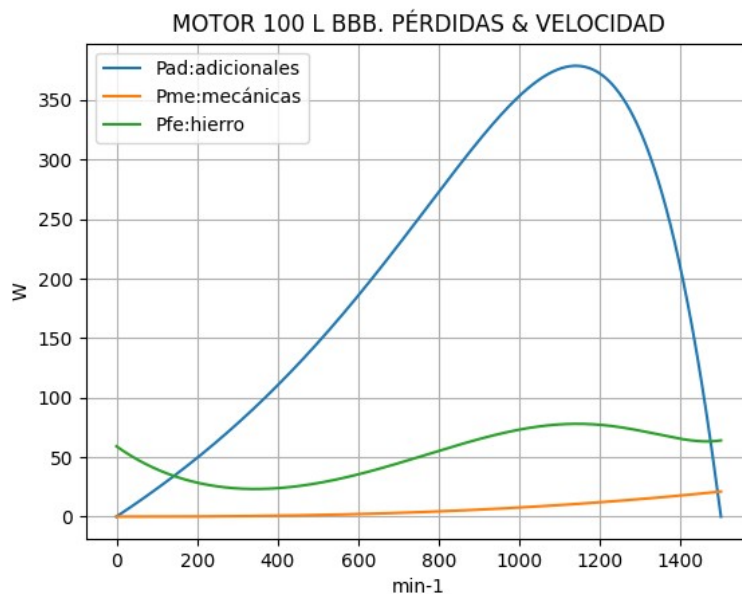


Observaciones:

- La potencia de entrada P1t = (Peje + Pérdidas) crece levemente hasta cerca de 675 min⁻¹ y luego cae regularmente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 1125 min⁻¹
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular, con leve cambio de pendiente

Fig. 6-7-100. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	59
75	17	0	44
150	36	0	33
225	56	0	27
300	78	0	24
375	102	1	23
450	128	1	26
525	156	2	30
600	186	2	36
675	218	3	42
750	251	4	50
825	284	5	58
900	316	6	65
975	345	7	71
1050	367	9	76
1125	378	10	78
1200	372	12	77
1275	341	14	74
1350	276	16	69
1425	166	19	64
1500	0	21	64

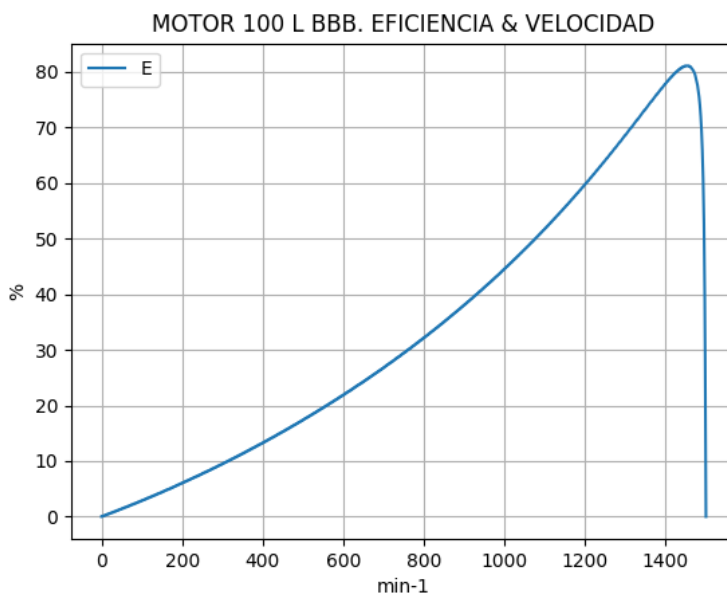


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales Pad = Peje · Cad / 100 son máximas cerca de las 1125 min⁻¹
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro Pfe = 3 · Rm · Im² se minimizan cerca de 375 min⁻¹ y se maximizan cerca de 1125 min⁻¹

Fig. 6-8-100. Curvas de otras pérdidas

nx(min-1)	Eff(%)
0	0.0
75	2.1
150	4.4
225	6.9
300	9.5
375	12.3
450	15.3
525	18.5
600	21.9
675	25.5
750	29.4
825	33.6
900	38.1
975	42.9
1050	48.1
1125	53.7
1200	59.8
1275	66.3
1350	73.3
1425	79.9
1500	0.0

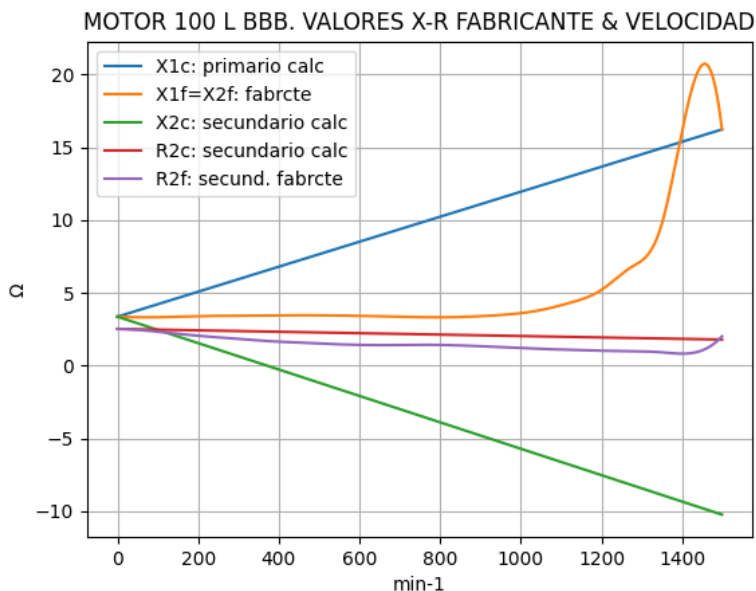


Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 1425 min^{-1} y luego decrece, con mayor pendiente

Fig. 6-9-100. Curva de eficiencia

nx(min-1)	X1c(Ω)	X1f(Ω)	X2c(Ω)	R2c(Ω)	R2f(Ω)
0	3.353	3.353	3.353	2.513	2.513
75	3.996	3.312	2.673	2.476	2.391
150	4.640	3.350	1.992	2.440	2.178
225	5.284	3.401	1.312	2.403	1.988
300	5.927	3.420	0.632	2.367	1.829
375	6.571	3.439	-0.048	2.330	1.675
450	7.215	3.453	-0.729	2.294	1.576
525	7.858	3.441	-1.409	2.257	1.483
600	8.502	3.413	-2.089	2.220	1.415
675	9.146	3.361	-2.770	2.184	1.400
750	9.789	3.322	-3.450	2.147	1.422
825	10.433	3.317	-4.130	2.111	1.400
900	11.077	3.387	-4.810	2.074	1.328
975	11.720	3.521	-5.491	2.037	1.233
1050	12.364	3.805	-6.171	2.001	1.142
1125	13.008	4.324	-6.851	1.964	1.078
1200	13.651	5.175	-7.531	1.928	1.018
1275	14.295	6.755	-8.212	1.891	0.980
1350	14.938	9.659	-8.892	1.854	0.910
1425	15.582	18.961	-9.572	1.818	0.856
1500	16.226	16.226	-10.252	1.781	2.000

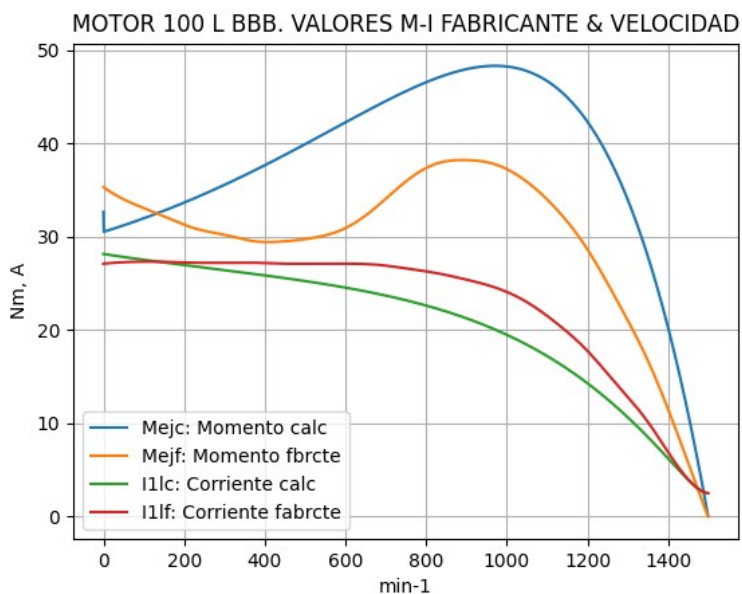


Observaciones:

- Las reactancias $X1f = X2f$ no son lineales y alcanzan máximos cerca de 1425 min^{-1}
 - La resistencia $R2f$ tampoco es lineal y presenta un cambio de pendiente cerca de 1400 min^{-1}

Fig. 6-10-100. Curvas comparativas X-R del fabricante

$n_x(\text{min}^{-1})$	Mejc(Nm)	Mejf(Nm)	I1lc(A)	I1lf(A)
0	32.6	35.3	28.1	27.1
75	31.6	33.5	27.7	27.3
150	32.8	32.2	27.2	27.3
225	34.1	30.9	26.8	27.2
300	35.5	30.2	26.4	27.2
375	37.1	29.5	26.0	27.2
450	38.8	29.5	25.6	27.1
525	40.5	29.9	25.1	27.1
600	42.2	30.9	24.5	27.1
675	44.0	33.1	23.9	27.0
750	45.6	35.9	23.2	26.6
825	47.0	37.8	22.3	26.1
900	47.9	38.2	21.2	25.4
975	48.3	37.7	20.0	24.5
1050	47.7	35.9	18.4	23.0
1125	45.9	32.9	16.5	20.7
1200	42.3	28.7	14.3	17.8
1275	36.5	23.1	11.6	14.1
1350	27.9	16.8	8.5	10.2
1425	15.9	8.8	5.1	5.4
1500	0.0	0.0	2.5	2.5



Observaciones:

- El momento Mejf presenta un mínimo muy pronunciado cerca de 375 min^{-1} , un máximo cerca de 900 min^{-1} y es, en general, menor que el calculado
- La corriente I1f es, en general, mayor a la de cálculo

Fig. 6-11-100. Curvas comparativas M-I del fabricante

6-3. Motor asincrónico trifásico 112 M. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	KW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
BBB	PT15239	112 M	4.0	380	T	50	4	1430	83.1	0.84	8.59	6.9	2.6	2.8	F 55		Ex(d)

Tabla 6-1-112. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	3.345	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	23.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	3.345	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	23.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	1500.0	-	-	339	-	4.3	0.12
Arranque	-	-	380	0.0	69.4	-	-	-	59.3	-
Carga 75%	-	-	380	1448.0	19.8	83.0	3614	3000	7.0	0.78
Carga 50%	-	-	380	1465.0	13.0	82.5	2424	2000	5.5	0.67
Temperat. carcasa	-	23.8	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 6-2-112. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	6.458	9.017	3.361	4.509	inf	inf	3.098	4.509	0.0	0.0	-
Nominal1	1430	61.353	45.747	3.361	22.874	inf	inf	2.706	22.874	0.0	0.0	-
Vacio	1500	18.193	151.797	3.361	23.773	13.797	128.261	3.000	23.773	2.5	4.3	-83.6
Nominal2	1430	64.286	41.525	3.361	22.874	13.797	123.936	3.175	-16.017	2.5	4.4	-99.5

Tabla 6-3-112. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 10.0, Cad = 2.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	69.4	0.0	22743	0	0	0	0	22743	0.0	-	187.4	1.1	34.3	-54.4	34.3	59.3	-54.4
Nominal1	1430	26.7	88.0	4538	4000	40	49	0	449	274.5	-36.7	309.5	-15.2	5.0	-36.7	5.0	8.6	-36.7
Vacio	1500	0.0	0.0	345	0	0	28	255	62	320.3	0.1	320.3	0.2	0.0	0.1	2.5	4.3	-83.2
Nominal2	1430	26.7	83.0	4820	4000	80	25	266	449	297.9	-2.4	316.4	-15.8	4.6	-2.4	5.0	8.6	-32.9

Tabla 6-4-112. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 10.0, Cad = 2.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	6.150	8.817	3.361	4.509	13.797	75.040	3.098	4.509	2.4	4.1	-77.6
1	75	6.364	8.835	3.361	5.472	13.797	77.701	3.102	3.432	2.0	3.4	-85.9
2	150	6.608	8.825	3.361	6.435	13.797	80.362	3.106	2.356	1.7	2.9	-97.1
3	225	6.885	8.789	3.361	7.398	13.797	83.023	3.110	1.279	1.5	2.7	-111.0
4	300	7.201	8.729	3.361	8.361	13.797	85.684	3.114	0.203	1.5	2.6	-125.9
5	375	7.560	8.648	3.361	9.325	13.797	88.345	3.118	-0.874	1.6	2.7	-139.1
6	450	7.973	8.549	3.361	10.288	13.797	91.006	3.122	-1.951	1.7	3.0	-149.0
7	525	8.448	8.435	3.361	11.251	13.797	93.667	3.126	-3.027	2.0	3.4	-155.6
8	600	9.001	8.310	3.361	12.214	13.797	96.328	3.130	-4.104	2.2	3.8	-159.3
9	675	9.650	8.180	3.361	13.177	13.797	98.989	3.134	-5.180	2.4	4.2	-160.8
10	750	10.425	8.052	3.361	14.141	13.797	101.650	3.138	-6.257	2.6	4.5	-160.7
11	825	11.364	7.938	3.361	15.104	13.797	104.311	3.142	-7.333	2.8	4.8	-159.3
12	900	12.525	7.853	3.361	16.067	13.797	106.972	3.146	-8.410	2.9	5.1	-156.6
13	975	14.002	7.828	3.361	17.030	13.797	109.633	3.150	-9.486	3.0	5.2	-152.9
14	1050	15.943	7.915	3.361	17.993	13.797	112.294	3.154	-10.563	3.0	5.3	-148.1
15	1125	18.609	8.220	3.361	18.957	13.797	114.955	3.158	-11.639	3.0	5.2	-142.1
16	1200	22.503	8.986	3.361	19.920	13.797	117.616	3.162	-12.716	2.9	5.1	-134.8
17	1275	28.698	10.875	3.361	20.883	13.797	120.277	3.166	-13.792	2.8	4.8	-125.8
18	1350	39.881	16.261	3.361	21.846	13.797	122.938	3.170	-14.869	2.6	4.6	-114.5
19	1425	62.968	38.570	3.361	22.810	13.797	125.599	3.174	-15.945	2.5	4.3	-100.4
20	1500	18.193	151.797	3.361	23.773	13.797	128.261	3.179	-17.022	2.5	4.3	-83.6

Tabla 6-5-112. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	65.1	0.0	23055	0	0	0	234	22821	0.0	-	181.4	2.0	33.2	-53.5	35.4	61.2	-55.1
1	75	67.5	2.3	23254	530	11	0	165	22549	5.4	-52.4	157.4	-6.0	33.2	-52.4	34.9	60.4	-54.2
2	150	71.5	4.8	23552	1123	22	0	120	22286	11.5	-51.1	139.0	-16.8	33.3	-51.1	34.5	59.6	-53.2
3	225	75.8	7.5	23929	1787	36	0	97	22008	18.3	-49.7	129.0	-30.4	33.3	-49.7	34.0	58.9	-51.9
4	300	80.5	10.4	24361	2529	51	0	92	21689	25.9	-48.0	129.5	-45.0	33.2	-48.0	33.6	58.1	-50.5
5	375	85.4	13.5	24821	3354	67	1	103	21297	34.4	-46.1	140.7	-58.0	33.1	-46.1	33.1	57.2	-48.8
6	450	90.4	16.9	25274	4262	85	1	125	20800	44.0	-44.0	160.2	-67.7	32.9	-44.0	32.5	56.2	-47.0
7	525	95.5	20.4	25678	5250	105	2	158	20163	54.8	-41.7	185.1	-73.9	32.6	-41.7	31.8	55.1	-45.0
8	600	100.3	24.3	25981	6304	126	3	198	19350	66.9	-39.2	212.8	-77.4	32.1	-39.2	31.0	53.7	-42.7
9	675	104.7	28.3	26120	7401	148	4	241	18327	80.3	-36.5	241.3	-78.8	31.3	-36.5	30.0	52.0	-40.3
10	750	108.2	32.7	26026	8501	170	5	285	17066	95.3	-33.5	269.0	-78.4	30.4	-33.5	28.8	49.9	-37.7
11	825	110.5	37.3	25621	9549	191	6	324	15551	111.7	-30.4	294.5	-76.8	29.1	-30.4	27.4	47.4	-34.9
12	900	111.1	42.2	24826	10469	209	8	356	13785	129.7	-27.0	316.3	-74.0	27.5	-27.0	25.7	44.5	-32.1
13	975	109.4	47.4	23571	11167	223	9	377	11795	149.1	-23.6	333.3	-70.1	25.5	-23.6	23.7	41.0	-29.2
14	1050	104.9	52.9	21799	11533	231	11	383	9641	170.0	-20.0	344.2	-65.1	23.1	-20.0	21.3	36.9	-26.4
15	1125	97.2	58.8	19478	11447	229	13	375	7414	192.1	-16.3	348.3	-59.0	20.3	-16.3	18.7	32.3	-23.8
16	1200	85.8	65.0	16603	10785	216	16	353	5234	215.5	-12.7	345.7	-51.5	17.0	-12.7	15.7	27.1	-21.8
17	1275	70.6	71.4	13200	9426	189	18	321	3246	240.0	-9.1	337.3	-42.3	13.4	-9.1	12.4	21.4	-20.8
18	1350	51.3	77.9	9314	7251	145	21	287	1609	265.6	-5.8	326.0	-30.9	9.3	-5.8	8.8	15.3	-22.2
19	1425	27.8	82.8	5003	4144	83	24	261	491	292.3	-2.6	317.3	-16.7	4.8	-2.6	5.1	8.9	-31.5
20	1500	0.0	0.0	345	0	0	28	255	62	320.3	0.3	320.3	0.2	0.0	0.1	2.5	4.3	-83.2

Tabla 6-6-112. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	1	63.9	0.0	23057	7	0	0	233	22817	0.1	-53.5	181.1	1.9	33.2	-53.5	35.3	61.1	-55.1
Máximo	883	111.1	41.0	25044	10276	206	7	350	14206	125.5	-27.8	311.8	-74.7	27.9	-27.8	26.1	45.2	-32.7

Tabla 6-7-112. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	1383.0	41.5	80.4	7466.0	6006.0	120.0	23.0	274.0	1043.0	277.2	-4.3	321.4	-25.0	7.4	-4.3	7.2	12.5	-24.6
125 %	1406.6	33.9	82.0	6098.0	5000.1	100.4	24.0	266.0	708.5	285.7	-3.3	318.7	-20.5	6.0	-3.3	6.0	10.4	-27.7
100 %	1428.0	26.7	82.9	4824.1	3999.7	80.0	24.0	260.0	459.4	293.4	-2.5	317.1	-16.1	4.7	-2.5	5.0	8.7	-32.3
75 %	1447.7	19.8	82.8	3622.1	2999.7	60.3	25.0	256.3	280.4	300.7	-1.7	316.5	-11.8	3.4	-1.7	4.1	7.1	-39.1
50 %	1466.1	13.1	80.7	2479.6	2000.2	39.9	26.0	254.0	159.6	307.5	-1.0	316.8	-7.7	2.2	-1.0	3.3	5.8	-49.2
25 %	1483.3	6.5	72.0	1389.5	999.8	19.7	27.0	254.0	89.0	314.0	-0.3	318.1	-3.6	1.1	-0.3	2.8	4.8	-63.8
Eff máx	1437.0	23.6	83.0	4277.0	3552.0	71.0	25.0	258.0	371.0	296.7	-2.1	316.7	-14.1	4.1	-2.1	4.6	7.9	-35.0

Tabla 6-8-112. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	69.4	0.0	-	0.0	59.3	-
Valores calculados		0.0	65.1	0.0	23055.0	0.0	61.2	-55.1
Diferencias (%)		-	6.2	-	-	-	-3.2	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	74.8	-	-	-	-	-
Valores calculados		883.0	111.1	41.0	25044.0	10276.0	45.2	-32.7
Diferencias (%)		-	-48.5	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		1430.0	26.7	83.1	4743.5	4000.0	8.6	-32.9
Valores calculados		1428.0	26.7	82.9	4824.1	3999.7	8.7	-32.3
Diferencias (%)		0.1	0.0	0.2	-1.7	0.0	-1.3	1.7
75% carga								
Valores ingresados		1448.0	19.8	83.0	3614.0	3000.0	7.0	-38.7
Valores calculados		1447.7	19.8	82.8	3622.1	2999.7	7.1	-39.1
Diferencias (%)		0.0	0.0	0.2	-0.2	0.0	-0.7	-0.9

Tabla 6-9-112. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	1465.0	13.0	82.5	2424.0	2000.0	5.5	-47.9
Valores calculados	1466.1	13.1	80.7	2479.6	2000.2	5.8	-49.2
Diferencias (%)	-0.1	-0.8	2.2	-2.3	-0.0	-5.5	-2.6
Vacío							
Valores ingresados	1500.0	0.0	0.0	339.0	0.0	4.3	-83.2
Valores calculados	1500.0	0.0	0.0	345.0	0.0	4.3	-83.2
Diferencias (%)	-	-	-	-1.8	-	0.0	-0.0

Tabla 6-9-112. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0523	0.1086	0.2146	1.8071	0.0482	0.1086	0.0523	0.5508	0.2146	2.9846	0.0494	-0.3857	0.0523	0.5725	0.2146	3.0888	0.0467	0.5725

Tabla 6-11-112. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	9.8	3.0	32.5	54.8
Eff. Máx	9.8	3.4	35.6	51.2

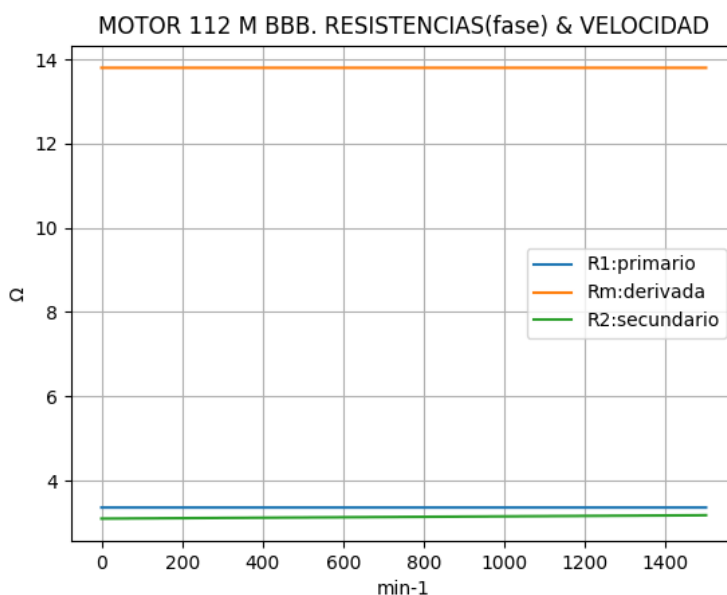
Tabla 6-12-112. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Zc(Ω)	Zf(Ω)	X1c(Ω)	X1f(Ω)	X2c(Ω)	X2f(Ω)	R2c(Ω)	R2f(Ω)	Mejc(Nm)	Mejf(Nm)	I1lc(A)	I1lf(A)
0	10.750	11.091	4.509	4.509	4.509	4.509	3.098	3.098	65.1	69.4	61.2	59.3
75	10.888	11.067	5.472	4.537	3.432	4.537	3.102	2.826	67.5	65.7	60.4	59.4
150	11.025	11.086	6.435	4.575	2.356	4.575	3.106	2.609	71.5	63.8	59.6	59.3
225	11.165	11.105	7.398	4.620	1.279	4.620	3.110	2.379	75.8	61.4	58.9	59.2
300	11.316	11.105	8.361	4.639	0.203	4.639	3.114	2.192	80.5	60.1	58.1	59.2
375	11.487	11.105	9.325	4.656	-0.874	4.656	3.118	2.018	85.4	59.0	57.2	59.2
450	11.690	11.124	10.288	4.668	-1.951	4.668	3.122	1.880	90.4	58.7	56.2	59.1
525	11.938	11.124	11.251	4.664	-3.027	4.664	3.126	1.755	95.5	59.0	55.1	59.1
600	12.250	11.124	12.214	4.656	-4.104	4.656	3.130	1.634	100.3	59.5	53.7	59.1
675	12.651	11.180	13.177	4.659	-5.180	4.659	3.134	1.549	104.7	60.9	52.0	58.8
750	13.173	11.296	14.141	4.693	-6.257	4.693	3.138	1.461	108.2	61.9	49.9	58.2
825	13.861	11.513	15.104	4.750	-7.333	4.750	3.142	1.415	110.5	64.1	47.4	57.1
900	14.784	11.781	16.067	4.813	-8.410	4.813	3.146	1.373	111.1	66.8	44.5	55.8
975	16.042	12.242	17.030	4.947	-9.486	4.947	3.150	1.347	109.4	69.4	41.0	53.7
1050	17.799	13.070	17.993	5.198	-10.563	5.198	3.154	1.368	104.9	72.1	36.9	50.3
1125	20.344	14.576	18.957	5.635	-11.639	5.635	3.158	1.471	97.2	74.8	32.3	45.1
1200	24.231	16.943	19.920	6.455	-12.716	6.455	3.162	1.522	85.8	71.6	27.1	38.8
1275	30.689	21.275	20.883	8.121	-13.792	8.121	3.166	1.557	70.6	61.9	21.4	30.9
1350	43.068	29.480	21.846	11.408	-14.869	11.408	3.170	1.531	51.3	47.5	15.3	22.3
1425	73.842	54.783	22.810	21.804	-15.945	21.804	3.174	1.490	27.8	26.7	8.9	12.0
1500	152.884	152.884	23.773	23.773	-17.022	23.773	3.179	3.000	0.0	0.0	4.3	4.3

Tabla 6-13-112. Valores calculados versus fabricante

6-4. Motor asincrónico trifásico 112 M. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	6.150	3.361	13.797	3.098
75	6.364	3.361	13.797	3.102
150	6.608	3.361	13.797	3.106
225	6.885	3.361	13.797	3.110
300	7.201	3.361	13.797	3.114
375	7.560	3.361	13.797	3.118
450	7.973	3.361	13.797	3.122
525	8.448	3.361	13.797	3.126
600	9.001	3.361	13.797	3.130
675	9.650	3.361	13.797	3.134
750	10.425	3.361	13.797	3.138
825	11.364	3.361	13.797	3.142
900	12.525	3.361	13.797	3.146
975	14.002	3.361	13.797	3.150
1050	15.943	3.361	13.797	3.154
1125	18.609	3.361	13.797	3.158
1200	22.503	3.361	13.797	3.162
1275	28.698	3.361	13.797	3.166
1350	39.881	3.361	13.797	3.170
1425	62.968	3.361	13.797	3.174
1500	18.193	3.361	13.797	3.179

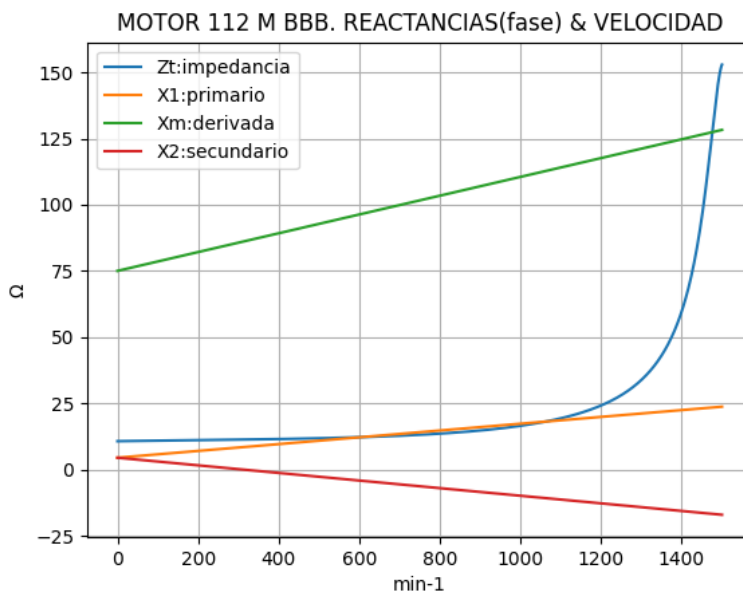


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) crece con la velocidad

Fig. 6-1-112. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	10.750	8.817	4.509	75.040	4.509
75	10.888	8.835	5.472	77.701	3.432
150	11.025	8.825	6.435	80.362	2.356
225	11.165	8.789	7.398	83.023	1.279
300	11.316	8.729	8.361	85.684	0.203
375	11.487	8.648	9.325	88.345	-0.874
450	11.690	8.549	10.288	91.006	-1.951
525	11.938	8.435	11.251	93.667	-3.027
600	12.250	8.310	12.214	96.328	-4.104
675	12.651	8.180	13.177	98.989	-5.180
750	13.173	8.052	14.141	101.650	-6.257
825	13.861	7.938	15.104	104.311	-7.333
900	14.784	7.853	16.067	106.972	-8.410
975	16.042	7.828	17.030	109.633	-9.486
1050	17.799	7.915	17.993	112.294	-10.563
1125	20.344	8.220	18.957	114.955	-11.639
1200	24.231	8.986	19.920	117.616	-12.716
1275	30.689	10.875	20.883	120.277	-13.792
1350	43.068	16.261	21.846	122.938	-14.869
1425	73.842	38.570	22.810	125.599	-15.945
1500	152.884	151.797	23.773	128.261	-17.022

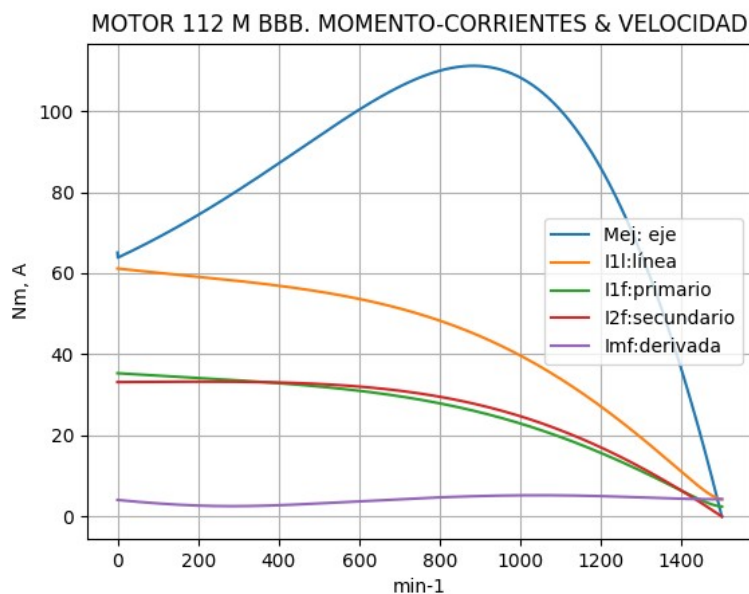


Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) es positiva hasta cerca de 300 min⁻¹ y luego es negativa

Fig. 6-2-112. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	65.1	33.2	35.4	61.2	2.4
75	67.5	33.2	34.9	60.4	2.0
150	71.5	33.3	34.5	59.6	1.7
225	75.8	33.3	34.0	58.9	1.5
300	80.5	33.2	33.6	58.1	1.5
375	85.4	33.1	33.1	57.2	1.6
450	90.4	32.9	32.5	56.2	1.7
525	95.5	32.6	31.8	55.1	2.0
600	100.3	32.1	31.0	53.7	2.2
675	104.7	31.3	30.0	52.0	2.4
750	108.2	30.4	28.8	49.9	2.6
825	110.5	29.1	27.4	47.4	2.8
900	111.1	27.5	25.7	44.5	2.9
975	109.4	25.5	23.7	41.0	3.0
1050	104.9	23.1	21.3	36.9	3.0
1125	97.2	20.3	18.7	32.3	3.0
1200	85.8	17.0	15.7	27.1	2.9
1275	70.6	13.4	12.4	21.4	2.8
1350	51.3	9.3	8.8	15.3	2.6
1425	27.8	4.8	5.1	8.9	2.5
1500	0.0	0.0	2.5	4.3	2.5

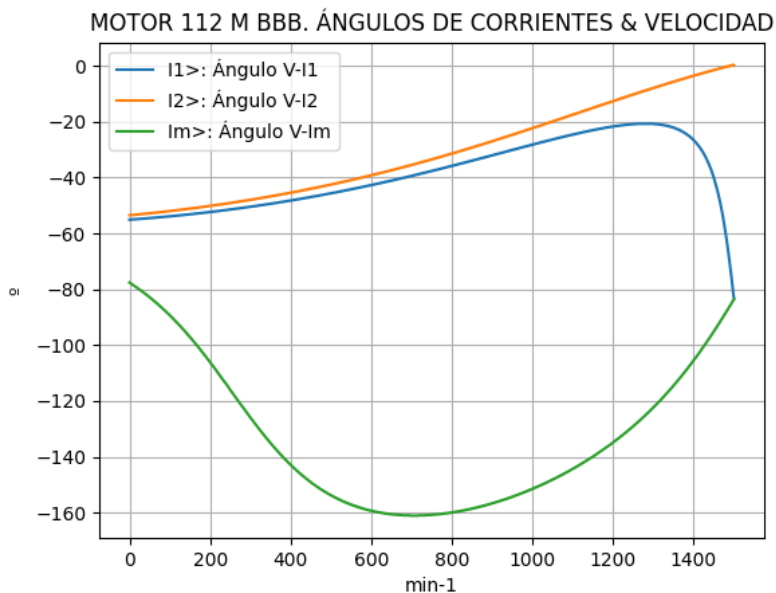


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca del arranque y el máximo cerca de 900 min⁻¹.
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f entre 450 y 1350 min⁻¹, aproximadamente
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación e inicia una depresión cerca de 225 min⁻¹

Fig. 6-3-112. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-53.5	-55.1	-77.6
75	-52.4	-54.2	-85.9
150	-51.1	-53.2	-97.1
225	-49.7	-51.9	-111.0
300	-48.0	-50.5	-125.9
375	-46.1	-48.8	-139.1
450	-44.0	-47.0	-149.0
525	-41.7	-45.0	-155.6
600	-39.2	-42.7	-159.3
675	-36.5	-40.3	-160.8
750	-33.5	-37.7	-160.7
825	-30.4	-34.9	-159.3
900	-27.0	-32.1	-156.6
975	-23.6	-29.2	-152.9
1050	-20.0	-26.4	-148.1
1125	-16.3	-23.8	-142.1
1200	-12.7	-21.8	-134.8
1275	-9.1	-20.8	-125.8
1350	-5.8	-22.2	-114.5
1425	-2.6	-31.5	-100.4
1500	0.1	-83.2	-83.6

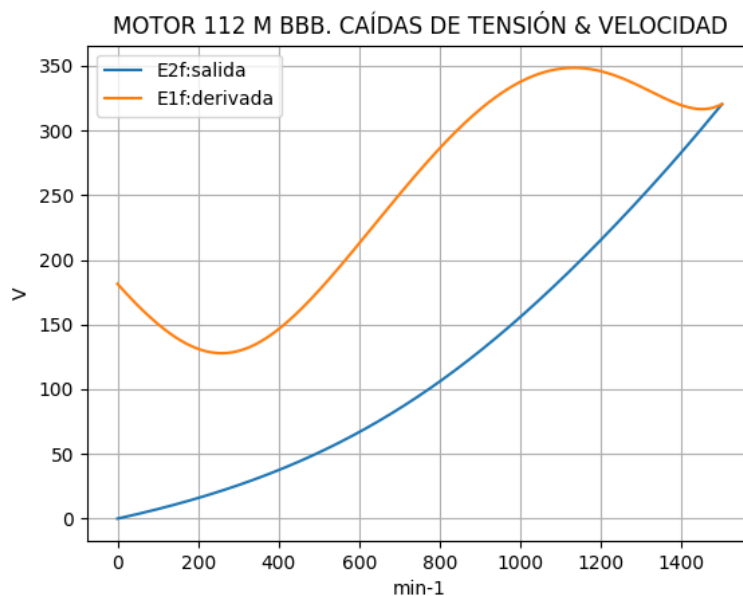


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 1275 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 675 min⁻¹

Fig. 6-4-112. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	181.4
75	5.4	157.4
150	11.5	139.0
225	18.3	129.0
300	25.9	129.5
375	34.4	140.7
450	44.0	160.2
525	54.8	185.1
600	66.9	212.8
675	80.3	241.3
750	95.3	269.0
825	111.7	294.5
900	129.7	316.3
975	149.1	333.3
1050	170.0	344.2
1125	192.1	348.3
1200	215.5	345.7
1275	240.0	337.3
1350	265.6	326.0
1425	292.3	317.3
1500	320.3	320.3

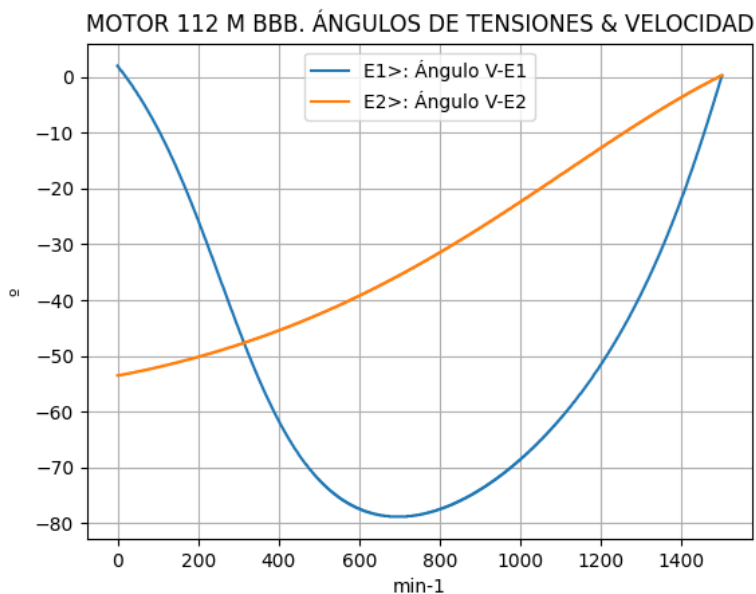


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 225 min^{-1} y alcanza un máximo cerca de 1275 min^{-1}
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente

Fig. 6-5-112. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	2.0
75	-52.4	-6.0
150	-51.1	-16.8
225	-49.7	-30.4
300	-48.0	-45.0
375	-46.1	-58.0
450	-44.0	-67.7
525	-41.7	-73.9
600	-39.2	-77.4
675	-36.5	-78.8
750	-33.5	-78.4
825	-30.4	-76.8
900	-27.0	-74.0
975	-23.6	-70.1
1050	-20.0	-65.1
1125	-16.3	-59.0
1200	-12.7	-51.5
1275	-9.1	-42.3
1350	-5.8	-30.9
1425	-2.6	-16.7
1500	0.3	0.2

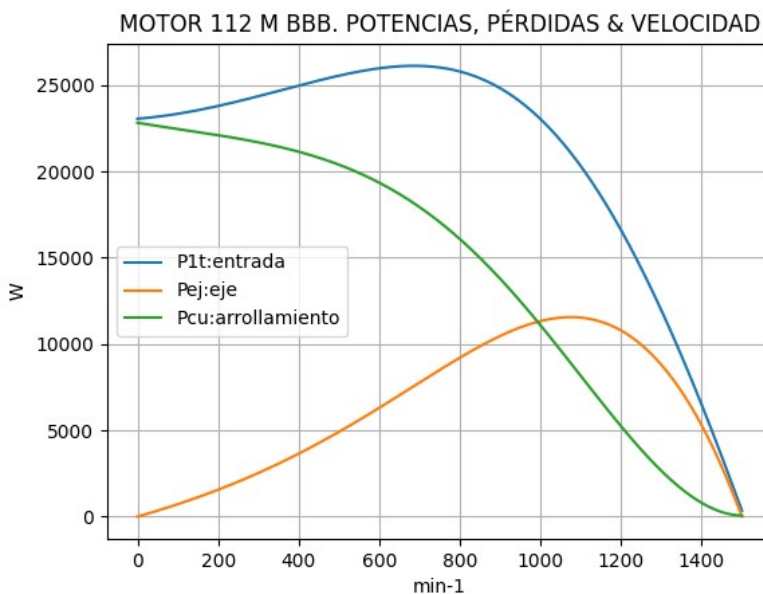


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 675 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 6-6-112. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	23055	0	22821
75	23254	530	22549
150	23552	1123	22286
225	23929	1787	22008
300	24361	2529	21689
375	24821	3354	21297
450	25274	4262	20890
525	25678	5250	20163
600	25981	6304	19350
675	26120	7401	18327
750	26026	8501	17066
825	25621	9549	15551
900	24826	10469	13785
975	23571	11167	11795
1050	21799	11533	9641
1125	19478	11447	7414
1200	16603	10785	5234
1275	13200	9426	3246
1350	9314	7251	1609
1425	5003	4144	491
1500	345	0	62

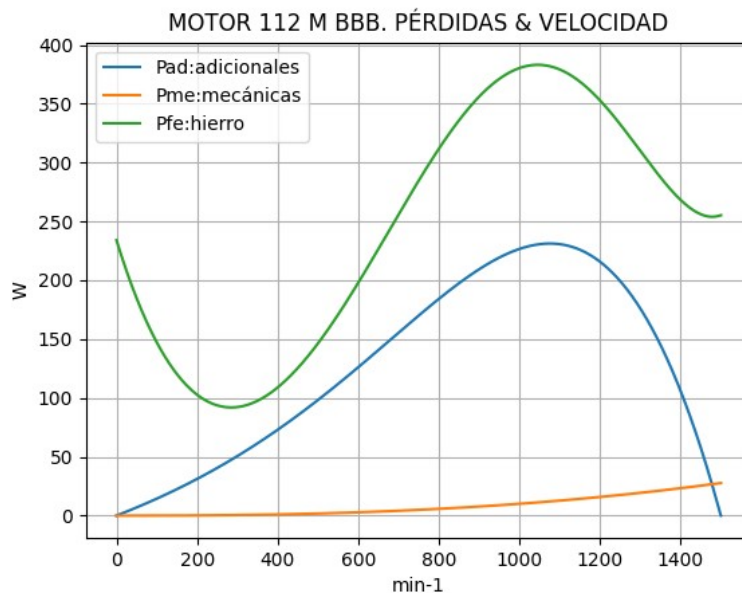


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ presenta un máximo cerca de 675 min^{-1} y luego cae con distinta pendiente
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 1050 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular, con leves variaciones de pendientes

Fig. 6-7-112. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	234
75	11	0	165
150	22	0	120
225	36	0	97
300	51	0	92
375	67	1	103
450	85	1	125
525	105	2	158
600	126	3	198
675	148	4	241
750	170	5	285
825	191	6	324
900	209	8	356
975	223	9	377
1050	231	11	383
1125	229	13	375
1200	216	16	353
1275	189	18	321
1350	145	21	287
1425	83	24	261
1500	0	28	255

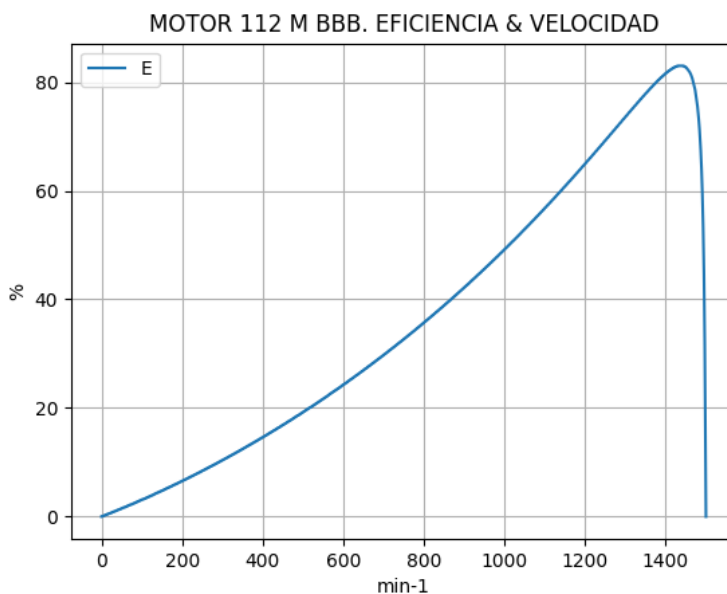


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 1050 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 300 min^{-1} y se maximizan cerca de 1050 min^{-1}

Fig. 6-8-112. Curvas de otras pérdidas

nx(min-1)	Eff(%)
0	0.0
75	2.3
150	4.8
225	7.5
300	10.4
375	13.5
450	16.9
525	20.4
600	24.3
675	28.3
750	32.7
825	37.3
900	42.2
975	47.4
1050	52.9
1125	58.8
1200	65.0
1275	71.4
1350	77.9
1425	82.8
1500	0.0

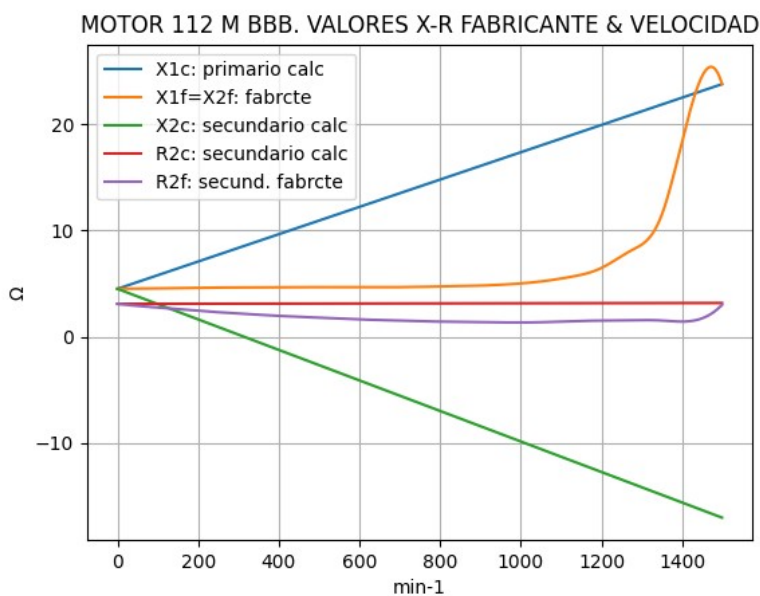


Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 1425 min^{-1} y luego decrece

Fig. 6-9-112. Curva de eficiencia

nx(min-1)	X1c(Ω)	X1f(Ω)	X2c(Ω)	R2c(Ω)	R2f(Ω)
0	4.509	4.509	4.509	3.098	3.098
75	5.472	4.537	3.432	3.102	2.826
150	6.435	4.575	2.356	3.106	2.609
225	7.398	4.620	1.279	3.110	2.379
300	8.361	4.639	0.203	3.114	2.192
375	9.325	4.656	-0.874	3.118	2.018
450	10.288	4.668	-1.951	3.122	1.880
525	11.251	4.664	-3.027	3.126	1.755
600	12.214	4.656	-4.104	3.130	1.634
675	13.177	4.659	-5.180	3.134	1.549
750	14.141	4.693	-6.257	3.138	1.461
825	15.104	4.750	-7.333	3.142	1.415
900	16.067	4.813	-8.410	3.146	1.373
975	17.030	4.947	-9.486	3.150	1.347
1050	17.993	5.198	-10.563	3.154	1.368
1125	18.957	5.635	-11.639	3.158	1.471
1200	19.920	6.455	-12.716	3.162	1.522
1275	20.883	8.121	-13.792	3.166	1.557
1350	21.846	11.408	-14.869	3.170	1.531
1425	22.810	21.804	-15.945	3.174	1.490
1500	23.773	23.773	-17.022	3.179	3.000



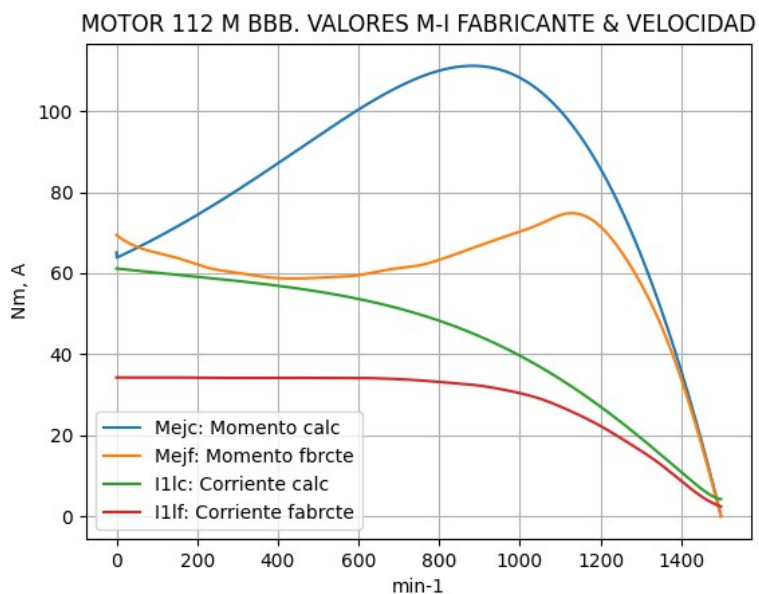
Observaciones:

- Las reactancias $X1f = X2f$ no son lineales y alcanzan máximos cerca de 1500 min^{-1}

- La resistencia $R2f$ tampoco es lineal, e inicia un crecimiento cerca de 1425 min^{-1}

Fig. 6-10-112. Curvas comparativas X-R del fabricante

$n_x(\text{min}^{-1})$	Mejc(Nm)	Mejf(Nm)	I1lc(A)	I1lf(A)
0	65.1	69.4	61.2	59.3
75	67.5	65.7	60.4	59.4
150	71.5	63.8	59.6	59.3
225	75.8	61.4	58.9	59.2
300	80.5	60.1	58.1	59.2
375	85.4	59.0	57.2	59.2
450	90.4	58.7	56.2	59.1
525	95.5	59.0	55.1	59.1
600	100.3	59.5	53.7	59.1
675	104.7	60.9	52.0	58.8
750	108.2	61.9	49.9	58.2
825	110.5	64.1	47.4	57.1
900	111.1	66.8	44.5	55.8
975	109.4	69.4	41.0	53.7
1050	104.9	72.1	36.9	50.3
1125	97.2	74.8	32.3	45.1
1200	85.8	71.6	27.1	38.8
1275	70.6	61.9	21.4	30.9
1350	51.3	47.5	15.3	22.3
1425	27.8	26.7	8.9	12.0
1500	0.0	0.0	4.3	4.3



Observaciones:

- El momento Mejf es menor que el calculado. Presenta un mínimo cerca de 450 min^{-1} y un máximo cerca de 1425 min^{-1}
- La corriente I1f es menor a la de cálculo, disminuyendo la diferencia con el aumento de velocidad

Fig. 6-11-112. Curvas comparativas M-I del fabricante

6-5. Motor asincrónico trifásico 200 L. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	KW	V	Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
BBB	14865487	200 L	37.0	400	T	50	4	1470	92.0	0.85	68.3	6.6	2.3	2.5	F 55		Normal

Tabla 6-1-200. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.083	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.083	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	25.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	400	1500.0	-	-	1543	-	15.7	0.14
Arranque	-	-	400	0.0	552.8	-	-	-	450.8	-
Carga 75%	-	-	400	1478.0	179.4	92.4	30032	27750	53.6	0.81
Carga 50%	-	-	400	1485.0	119.0	92.0	21109	18500	43	0.71
Temperat. carcasa	-	25.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 6-2-200. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.509	1.448	0.083	0.724	inf	inf	0.426	0.724	0.0	0.0	-
Nominal1	1470	8.301	5.809	0.083	2.904	inf	inf	0.164	2.904	0.0	0.0	-
Vacio	1500	6.259	43.630	0.083	2.949	5.883	40.770	0.000	2.949	9.1	15.7	-82.3
Nominal2	1470	8.612	5.337	0.083	2.904	5.883	37.571	0.190	0.453	9.2	15.9	-97.0

Tabla 6-3-200. Impedancias iniciales a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 5.7, Cad = 1.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	552.8	0.0	103743	0	0	0	0	103743	0.0	-	218.9	-11.1	260.6	-70.6	260.6	450.8	-70.6
Nominal1	1470	240.5	95.0	38816	37000	370	290	0	1157	318.0	-35.0	344.1	-15.5	39.5	-35.0	39.5	68.3	-35.0
Vacio	1500	0.0	0.0	1558	0	0	87	1450	21	373.4	-0.5	373.4	-0.5	0.1	-0.5	9.1	15.7	-81.8
Nominal2	1470	240.5	92.3	40101	37000	370	83	1496	1152	341.3	-18.6	350.2	-15.9	36.6	-18.6	39.5	68.3	-31.8

Tabla 6-4-200. Momentos iniciales a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 5.7, Cad = 1.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.489	1.429	0.083	0.724	5.883	23.905	0.426	0.724	8.8	15.1	-87.2
1	75	0.499	1.528	0.083	0.835	5.883	24.748	0.414	0.710	7.9	13.7	-89.5
2	150	0.510	1.627	0.083	0.947	5.883	25.591	0.402	0.696	7.2	12.4	-91.8
3	225	0.522	1.726	0.083	1.058	5.883	26.434	0.390	0.683	6.6	11.3	-93.9
4	300	0.536	1.825	0.083	1.169	5.883	27.278	0.378	0.669	6.0	10.4	-96.1
5	375	0.551	1.924	0.083	1.280	5.883	28.121	0.366	0.655	5.5	9.6	-98.2
6	450	0.569	2.023	0.083	1.392	5.883	28.964	0.354	0.641	5.1	8.9	-100.4
7	525	0.589	2.122	0.083	1.503	5.883	29.807	0.342	0.627	4.8	8.3	-102.6
8	600	0.613	2.221	0.083	1.614	5.883	30.651	0.330	0.614	4.5	7.8	-104.8
9	675	0.641	2.320	0.083	1.725	5.883	31.494	0.318	0.600	4.2	7.3	-107.1
10	750	0.674	2.419	0.083	1.836	5.883	32.337	0.306	0.586	4.0	7.0	-109.5
11	825	0.714	2.519	0.083	1.948	5.883	33.181	0.294	0.572	3.9	6.7	-112.0
12	900	0.765	2.618	0.083	2.059	5.883	34.024	0.282	0.558	3.7	6.5	-114.6
13	975	0.830	2.719	0.083	2.170	5.883	34.867	0.270	0.545	3.7	6.4	-117.2
14	1050	0.916	2.820	0.083	2.281	5.883	35.710	0.258	0.531	3.7	6.4	-119.8
15	1125	1.036	2.923	0.083	2.393	5.883	36.554	0.246	0.517	3.8	6.6	-122.3
16	1200	1.216	3.030	0.083	2.504	5.883	37.397	0.234	0.503	4.0	7.0	-124.3
17	1275	1.516	3.146	0.083	2.615	5.883	38.240	0.222	0.489	4.5	7.8	-125.2
18	1350	2.111	3.293	0.083	2.726	5.883	39.083	0.210	0.475	5.4	9.4	-123.2
19	1425	3.862	3.639	0.083	2.838	5.883	39.927	0.198	0.462	7.2	12.5	-113.0
20	1500	6.259	43.630	0.083	2.949	5.883	40.770	0.186	0.448	9.1	15.7	-82.3

Tabla 6-5-200. Impedancias en función de la velocidad a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	535.4	0.0	102909	0	0	0	1352	101557	0.0	-	215.5	-11.1	256.4	-70.6	264.8	458.1	-71.1
1	75	480.1	4.1	92681	3770	38	0	1103	87770	5.3	-71.4	201.1	-12.9	241.3	-71.4	248.8	430.4	-71.9
2	150	438.5	8.2	84174	6887	69	0	909	76308	10.2	-72.0	188.5	-14.7	227.8	-72.0	234.5	405.8	-72.6
3	225	403.7	12.3	77057	9512	95	1	757	66691	14.9	-72.6	177.4	-16.5	215.7	-72.6	221.8	383.7	-73.2
4	300	374.6	16.6	71080	11768	118	2	637	58556	19.4	-73.0	167.7	-18.2	204.7	-73.0	210.3	363.7	-73.6
5	375	350.2	20.8	66053	13752	138	3	541	51619	23.8	-73.3	159.1	-20.0	194.8	-73.3	199.8	345.7	-74.0
6	450	329.9	25.1	61832	15545	155	4	465	45663	28.2	-73.6	151.7	-21.9	185.7	-73.6	190.3	329.3	-74.3
7	525	313.1	29.5	58310	17214	172	6	404	40514	32.7	-73.8	145.3	-23.7	177.4	-73.8	181.6	314.2	-74.5
8	600	299.6	34.0	55408	18823	188	9	354	36034	37.3	-73.8	139.9	-25.7	169.8	-73.8	173.6	300.3	-74.6
9	675	289.0	38.5	53074	20430	204	12	316	32112	42.3	-73.8	135.5	-27.7	162.6	-73.8	166.2	287.5	-74.6
10	750	281.4	43.1	51280	22102	221	15	285	28656	47.7	-73.6	132.2	-29.8	156.0	-73.6	159.3	275.6	-74.4
11	825	276.8	47.8	50025	23913	239	19	263	25590	53.8	-73.3	130.0	-32.0	149.8	-73.3	152.8	264.3	-74.2
12	900	275.4	52.6	49337	25957	260	24	248	22848	60.8	-72.7	129.3	-34.4	143.8	-72.7	146.6	253.7	-73.7
13	975	277.8	57.5	49287	28362	284	30	240	20372	69.2	-72.0	130.4	-36.7	138.1	-72.0	140.7	243.5	-73.0
14	1050	284.8	62.6	50006	31314	313	36	241	18102	79.7	-70.8	133.8	-39.1	132.5	-70.8	134.9	233.4	-72.0
15	1125	297.9	67.9	51716	35095	351	42	255	15972	93.4	-69.1	140.7	-41.4	126.7	-69.1	129.0	223.1	-70.5
16	1200	319.5	73.3	54773	40146	401	50	289	13887	112.5	-66.5	153.1	-43.2	120.3	-66.5	122.5	212.0	-68.1
17	1275	352.7	78.9	59656	47095	471	58	361	11671	141.2	-62.3	175.0	-43.9	112.4	-62.3	114.5	198.2	-64.3
18	1350	397.2	84.8	66211	56147	561	67	524	8912	189.0	-54.5	215.3	-41.7	100.2	-54.5	102.3	176.9	-57.4
19	1425	399.8	90.6	65842	59660	597	76	919	4590	274.8	-38.0	291.2	-31.3	73.2	-38.0	75.4	130.4	-43.3
20	1500	0.0	0.0	1558	0	0	87	1450	21	373.4	-0.5	373.4	-0.5	0.1	-0.5	9.1	15.7	-81.8

Tabla 6-6-200. Momentos en función de la velocidad a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	892	275.4	52.1	49381	25724	257	24	249	23127	60.0	-72.8	129.3	-34.1	144.5	-72.8	147.3	254.8	-73.8
Máximo	1397	415.0	88.5	68607	60719	607	73	730	6479	236.9	-45.8	257.5	-36.8	86.4	-45.8	88.6	153.2	-49.8

Tabla 6-7-200. Momentos límite a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	1442.0	367.1	91.8	60418.0	55438.0	554.0	79.0	1061.0	3287.0	300.9	-31.8	314.3	-26.6	62.1	-31.8	64.4	111.4	-38.5
125 %	1459.5	302.6	92.6	49928.6	46250.2	462.5	81.0	1217.5	1918.0	328.6	-24.0	338.4	-20.4	47.4	-24.0	49.8	86.3	-33.4
100 %	1470.7	240.2	92.8	39885.8	37000.1	369.9	83.0	1312.4	1120.4	345.1	-18.3	352.4	-15.6	36.2	-18.3	38.8	67.0	-30.9
75 %	1479.4	179.1	92.2	30090.4	27749.9	277.6	84.0	1375.8	603.1	356.6	-13.4	361.7	-11.5	26.3	-13.4	29.2	50.4	-30.7
50 %	1486.9	118.8	90.5	20459.1	18500.0	184.8	85.0	1417.3	272.1	364.6	-8.9	367.9	-7.7	17.2	-8.9	20.7	35.7	-34.3
25 %	1493.6	59.1	84.4	10954.6	9249.9	92.6	86.0	1441.8	84.5	370.0	-4.6	371.6	-4.0	8.5	-4.6	13.3	23.1	-46.8
Eff máx	1468.0	256.8	92.8	42550.0	39482.0	395.0	82.0	1291.0	1301.0	341.4	-19.7	349.2	-16.8	39.0	-19.7	41.5	71.9	-31.4

Tabla 6-8-200. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	552.8	0.0	-	0.0	450.8	-
Valores calculados		0.0	535.4	0.0	102909.0	0.0	458.1	-71.1
Diferencias (%)		-	3.1	-	-	-	-1.6	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	600.9	-	-	-	-	-
Valores calculados		1397.0	415.0	88.5	68607.0	60719.0	153.2	-49.8
Diferencias (%)		-	30.9	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		1470.0	240.4	92.0	40174.1	37000.0	68.3	-31.8
Valores calculados		1470.7	240.2	92.8	39885.8	37000.1	67.0	-30.9
Diferencias (%)		-0.0	0.1	-0.9	0.7	-0.0	1.9	2.8
75% carga								
Valores ingresados		1478.0	179.4	92.4	30032.0	27750.0	53.6	-35.9
Valores calculados		1479.4	179.1	92.2	30090.4	27749.9	50.4	-30.7
Diferencias (%)		-0.1	0.2	0.2	-0.2	0.0	6.0	14.5

Tabla 6-9-200. Diferencias de valores característicos a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos nx(min-1) Mej(Nm) Eff(%) P1t(W) Pej(W) I1l(A) I1>(°)							
50% carga							
Valores ingresados	1485.0	119.0	92.0	21109.0	18500.0	43	-44.8
Valores calculados	1486.9	118.8	90.5	20459.1	18500.0	35.7	-34.3
Diferencias (%)	-0.1	0.2	1.6	3.1	0.0	17.0	23.4
Vacío							
Valores ingresados	1500.0	0.0	0.0	1543.0	0.0	15.7	-81.8
Valores calculados	1500.0	0.0	0.0	1558.0	0.0	15.7	-81.8
Diferencias (%)	-	-	-	-1.0	-	0.0	0.1

Tabla 6-9-200. Diferencias de valores característicos a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0096	0.1357	0.6831	4.4791	0.0495	0.1357	0.0096	0.5441	0.6831	7.0397	0.0221	0.0849	0.0096	0.5526	0.6831	7.6391	0.0	0.5526

Tabla 6-11-200. Relaciones de resistencias y reactancias a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	11.9	2.7	48.2	37.2
Eff. Máx	12.9	2.7	42.1	42.4

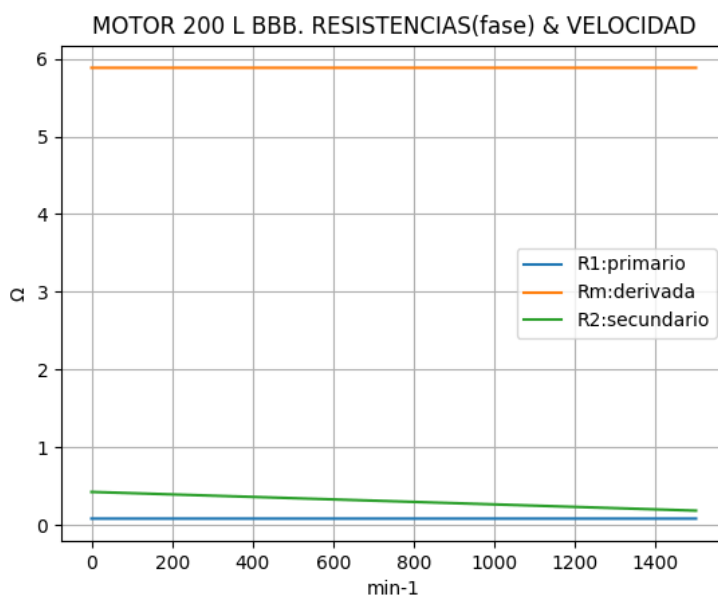
Tabla 6-12-200. Relaciones de pérdidas a 400 V, 50 Hz, 25.0 °C

nx(min-1)	Zc(Ω)	Zf(Ω)	X1c(Ω)	X1f(Ω)	X2c(Ω)	X2f(Ω)	R2c(Ω)	R2f(Ω)	Mejc(Nm)	Mejf(Nm)	I1lc(A)	I1lf(A)
0	1.510	1.535	0.724	0.724	0.724	0.724	0.426	0.426	535.4	552.8	458.1	450.8
75	1.608	1.535	0.835	0.725	0.710	0.725	0.414	0.397	480.1	537.3	430.4	450.8
150	1.705	1.513	0.947	0.718	0.696	0.718	0.402	0.353	438.5	517.8	405.8	457.3
225	1.804	1.515	1.058	0.721	0.683	0.721	0.390	0.323	403.7	501.2	383.7	456.9
300	1.902	1.516	1.169	0.723	0.669	0.723	0.378	0.297	374.6	489.0	363.7	456.6
375	2.002	1.517	1.280	0.725	0.655	0.725	0.366	0.271	350.2	476.0	345.7	456.2
450	2.102	1.518	1.392	0.727	0.641	0.727	0.354	0.248	329.9	465.2	329.3	455.9
525	2.202	1.519	1.503	0.728	0.627	0.728	0.342	0.225	313.1	454.4	314.2	455.6
600	2.304	1.547	1.614	0.742	0.614	0.742	0.330	0.212	299.6	447.1	300.3	447.4
675	2.407	1.559	1.725	0.748	0.600	0.748	0.318	0.194	289.0	439.9	287.5	443.9
750	2.511	1.576	1.836	0.756	0.586	0.756	0.306	0.180	281.4	438.5	275.6	439.2
825	2.618	1.588	1.948	0.762	0.572	0.762	0.294	0.163	276.8	434.9	264.3	435.8
900	2.728	1.621	2.059	0.777	0.558	0.777	0.282	0.150	275.4	432.7	253.7	426.9
975	2.842	1.661	2.170	0.794	0.545	0.794	0.270	0.140	277.8	439.9	243.5	416.6
1050	2.965	1.709	2.281	0.814	0.531	0.814	0.258	0.130	284.8	449.3	233.4	405.0
1125	3.101	1.803	2.393	0.852	0.517	0.852	0.246	0.126	297.9	470.2	223.1	383.8
1200	3.265	1.956	2.504	0.910	0.503	0.910	0.234	0.126	319.5	499.8	212.0	353.8
1275	3.492	2.251	2.615	1.011	0.489	1.011	0.222	0.136	352.7	540.9	198.2	307.4
1350	3.912	2.870	2.726	1.166	0.475	1.166	0.210	0.159	397.2	584.2	176.9	241.1
1425	5.306	4.943	2.838	1.287	0.462	1.287	0.198	0.207	399.8	512.1	130.4	140.0
1500	44.076	44.076	2.949	2.949	0.448	2.949	0.186	0.000	0.0	0.0	15.7	15.7

Tabla 6-13-200. Valores calculados versus fabricante

6-6. Motor asincrónico trifásico 200 L. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	0.489	0.083	5.883	0.426
75	0.499	0.083	5.883	0.414
150	0.510	0.083	5.883	0.402
225	0.522	0.083	5.883	0.390
300	0.536	0.083	5.883	0.378
375	0.551	0.083	5.883	0.366
450	0.569	0.083	5.883	0.354
525	0.589	0.083	5.883	0.342
600	0.613	0.083	5.883	0.330
675	0.641	0.083	5.883	0.318
750	0.674	0.083	5.883	0.306
825	0.714	0.083	5.883	0.294
900	0.765	0.083	5.883	0.282
975	0.830	0.083	5.883	0.270
1050	0.916	0.083	5.883	0.258
1125	1.036	0.083	5.883	0.246
1200	1.216	0.083	5.883	0.234
1275	1.516	0.083	5.883	0.222
1350	2.111	0.083	5.883	0.210
1425	3.862	0.083	5.883	0.198
1500	6.259	0.083	5.883	0.186

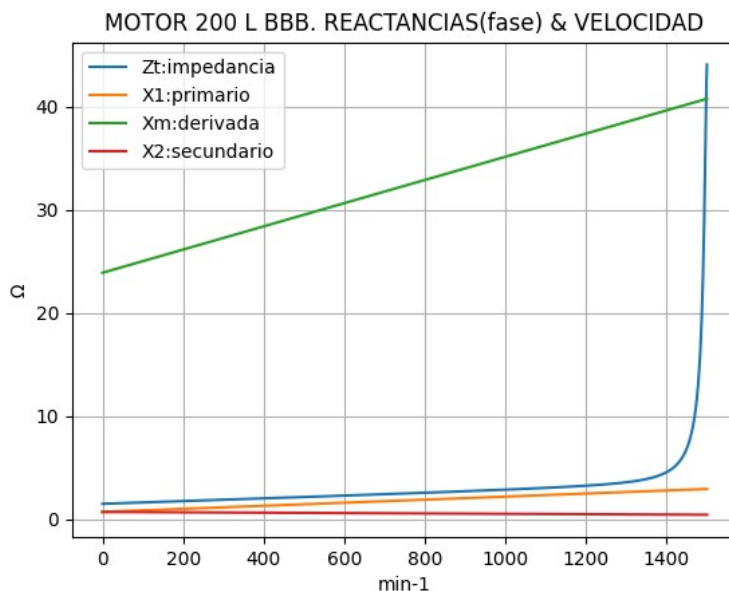


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) decrece con la velocidad

Fig. 6-1-200. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	1.510	1.429	0.724	23.905	0.724
75	1.608	1.528	0.835	24.748	0.710
150	1.705	1.627	0.947	25.591	0.696
225	1.804	1.726	1.058	26.434	0.683
300	1.902	1.825	1.169	27.278	0.669
375	2.002	1.924	1.280	28.121	0.655
450	2.102	2.023	1.392	28.964	0.641
525	2.202	2.122	1.503	29.807	0.627
600	2.304	2.221	1.614	30.651	0.614
675	2.407	2.320	1.725	31.494	0.600
750	2.511	2.419	1.836	32.337	0.586
825	2.618	2.519	1.948	33.181	0.572
900	2.728	2.618	2.059	34.024	0.558
975	2.842	2.719	2.170	34.867	0.545
1050	2.965	2.820	2.281	35.710	0.531
1125	3.101	2.923	2.393	36.554	0.517
1200	3.265	3.030	2.504	37.397	0.503
1275	3.492	3.146	2.615	38.240	0.489
1350	3.912	3.293	2.726	39.083	0.475
1425	5.306	3.639	2.838	39.927	0.462
1500	44.076	43.630	2.949	40.770	0.448

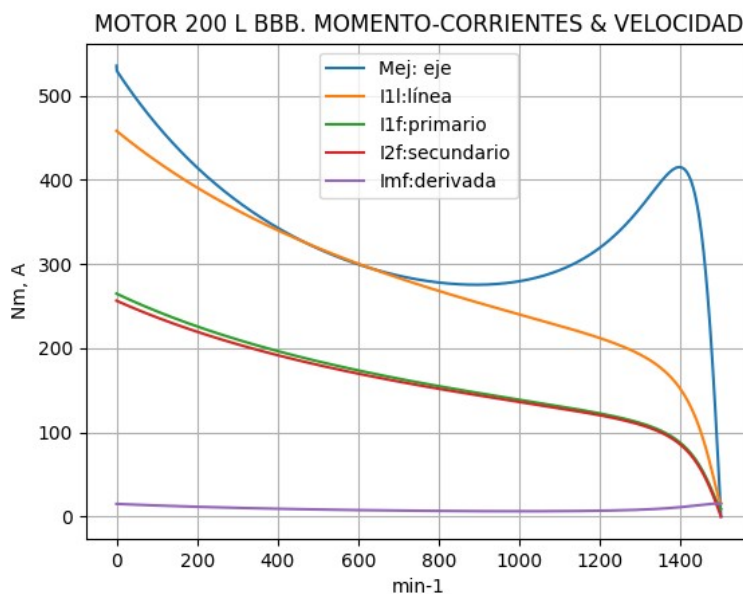


Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) presenta valores positivos y decrecientes

Fig. 6-2-200. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	535.4	256.4	264.8	458.1	8.8
75	480.1	241.3	248.8	430.4	7.9
150	438.5	227.8	234.5	405.8	7.2
225	403.7	215.7	221.8	383.7	6.6
300	374.6	204.7	210.3	363.7	6.0
375	350.2	194.8	199.8	345.7	5.5
450	329.9	185.7	190.3	329.3	5.1
525	313.1	177.4	181.6	314.2	4.8
600	299.6	169.8	173.6	300.3	4.5
675	289.0	162.6	166.2	287.5	4.2
750	281.4	156.0	159.3	275.6	4.0
825	276.8	149.8	152.8	264.3	3.9
900	275.4	143.8	146.6	253.7	3.7
975	277.8	138.1	140.7	243.5	3.7
1050	284.8	132.5	134.9	233.4	3.7
1125	297.9	126.7	129.0	223.1	3.8
1200	319.5	120.3	122.5	212.0	4.0
1275	352.7	112.4	114.5	198.2	4.5
1350	397.2	100.2	102.3	176.9	5.4
1425	399.8	73.2	75.4	130.4	7.2
1500	0.0	0.1	9.1	15.7	9.1

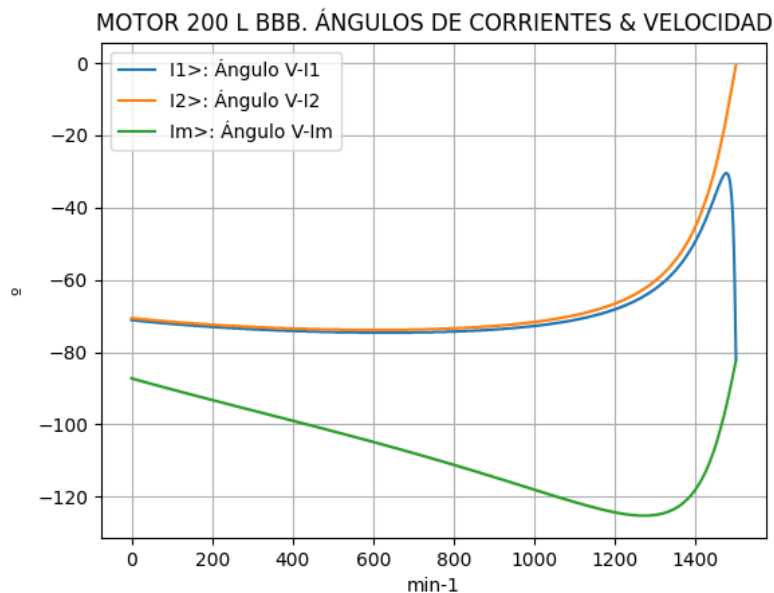


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 900 min⁻¹ y el máximo cerca de 1425 min⁻¹.
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf es, en todas las velocidades, cercana e inferior a I1f
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación e inicia una depresión cerca de 900 min⁻¹

Fig. 6-3-200. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-70.6	-71.1	-87.2
75	-71.4	-71.9	-89.5
150	-72.0	-72.6	-91.8
225	-72.6	-73.2	-93.9
300	-73.0	-73.6	-96.1
375	-73.3	-74.0	-98.2
450	-73.6	-74.3	-100.4
525	-73.8	-74.5	-102.6
600	-73.8	-74.6	-104.8
675	-73.8	-74.6	-107.1
750	-73.6	-74.4	-109.5
825	-73.3	-74.2	-112.0
900	-72.7	-73.7	-114.6
975	-72.0	-73.0	-117.2
1050	-70.8	-72.0	-119.8
1125	-69.1	-70.5	-122.3
1200	-66.5	-68.1	-124.3
1275	-62.3	-64.3	-125.2
1350	-54.5	-57.4	-123.2
1425	-38.0	-43.3	-113.0
1500	-0.5	-81.8	-82.3

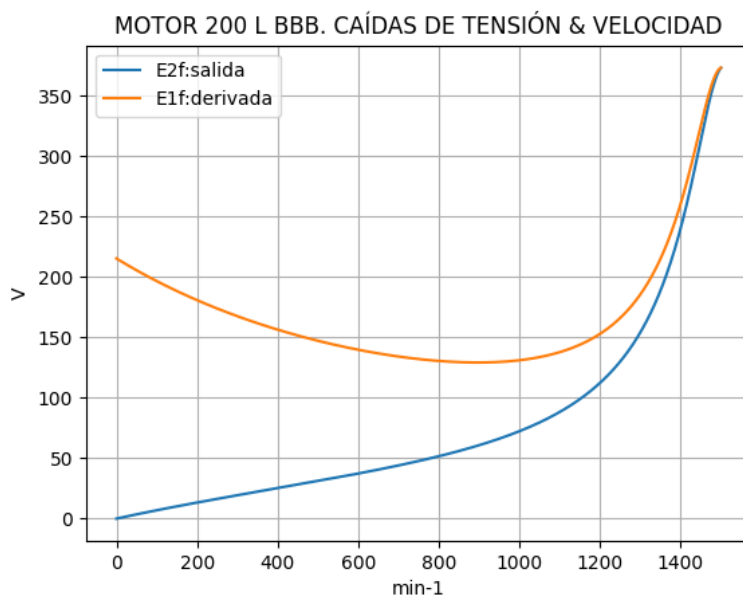


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 1425 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente, con cambio de pendiente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 1275 min⁻¹

Fig. 6-4-200. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	215.5
75	5.3	201.1
150	10.2	188.5
225	14.9	177.4
300	19.4	167.7
375	23.8	159.1
450	28.2	151.7
525	32.7	145.3
600	37.3	139.9
675	42.3	135.5
750	47.7	132.2
825	53.8	130.0
900	60.8	129.3
975	69.2	130.4
1050	79.7	133.8
1125	93.4	140.7
1200	112.5	153.1
1275	141.2	175.0
1350	189.0	215.3
1425	274.8	291.2
1500	373.4	373.4

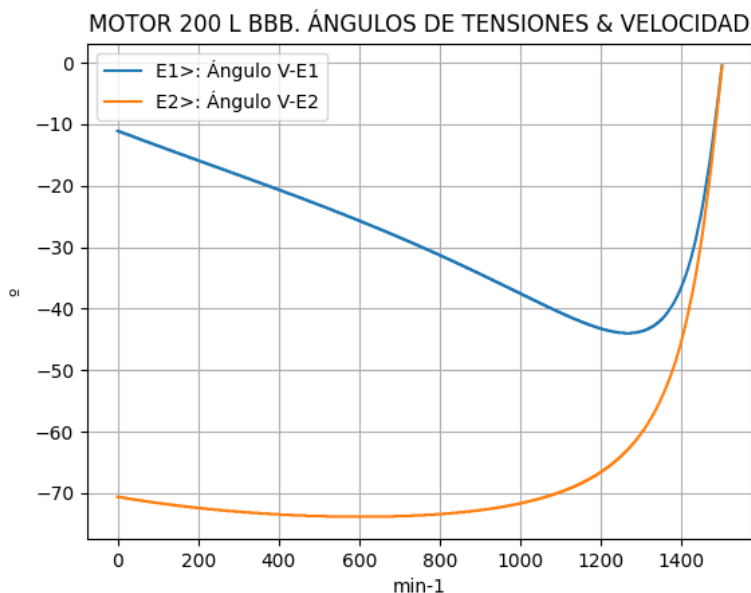


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 900 min^{-1} y luego crece con otra pendiente
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente y cambia de pendiente

Fig. 6-5-200. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-11.1
75	-71.4	-12.9
150	-72.0	-14.7
225	-72.6	-16.5
300	-73.0	-18.2
375	-73.3	-20.0
450	-73.6	-21.9
525	-73.8	-23.7
600	-73.8	-25.7
675	-73.8	-27.7
750	-73.6	-29.8
825	-73.3	-32.0
900	-72.7	-34.4
975	-72.0	-36.7
1050	-70.8	-39.1
1125	-69.1	-41.4
1200	-66.5	-43.2
1275	-62.3	-43.9
1350	-54.5	-41.7
1425	-38.0	-31.3
1500	-0.5	-0.5

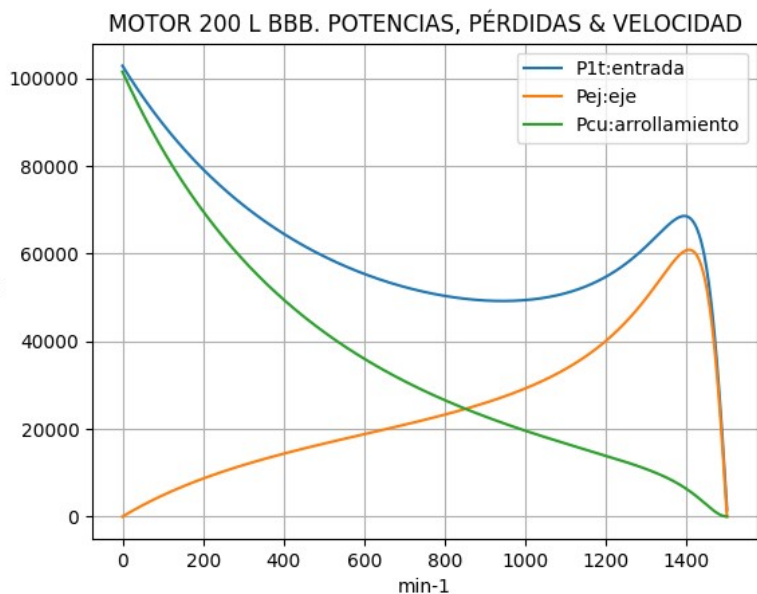


Observaciones:

- El ángulo $V-E1$ es negativo y se maximiza cerca de 1275 min^{-1}
- El ángulo $V-E2$ es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 6-6-200. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	102909	0	101557
75	92681	3770	87770
150	84174	6887	76308
225	77057	9512	66691
300	71080	11768	58556
375	66053	13752	51619
450	61832	15545	45663
525	58310	17214	40514
600	55408	18823	36034
675	53074	20430	32112
750	51280	22102	28656
825	50025	23913	25590
900	49337	25957	22848
975	49287	28362	20372
1050	50006	31314	18102
1125	51716	35095	15972
1200	54773	40146	13887
1275	59656	47095	11671
1350	66211	56147	8912
1425	65842	59660	4590
1500	1558	0	21

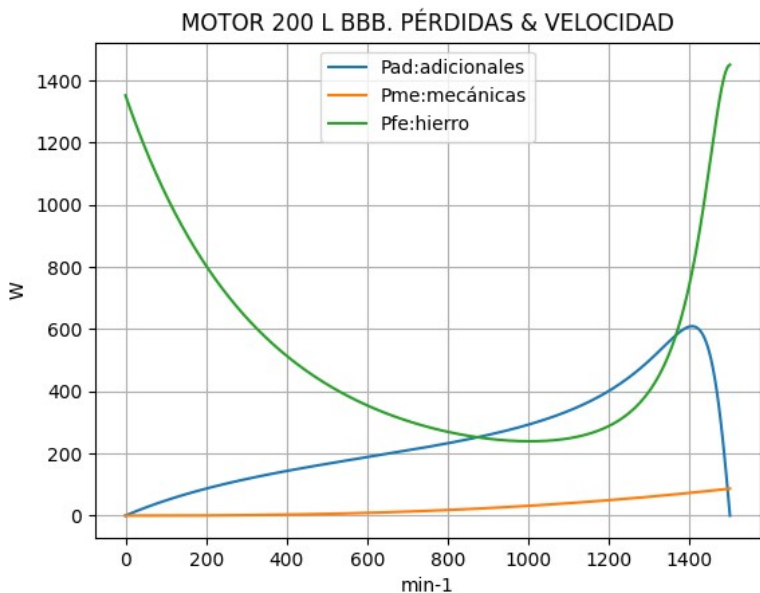


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ presenta un mínimo cerca 975 min^{-1} y un máximo cerca de 1350 min^{-1}
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 1425 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 6-7-200. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	1352
75	38	0	1103
150	69	0	909
225	95	1	757
300	118	2	637
375	138	3	541
450	155	4	465
525	172	6	404
600	188	9	354
675	204	12	316
750	221	15	285
825	239	19	263
900	260	24	248
975	284	30	240
1050	313	36	241
1125	351	42	255
1200	401	50	289
1275	471	58	361
1350	561	67	524
1425	597	76	919
1500	0	87	1450

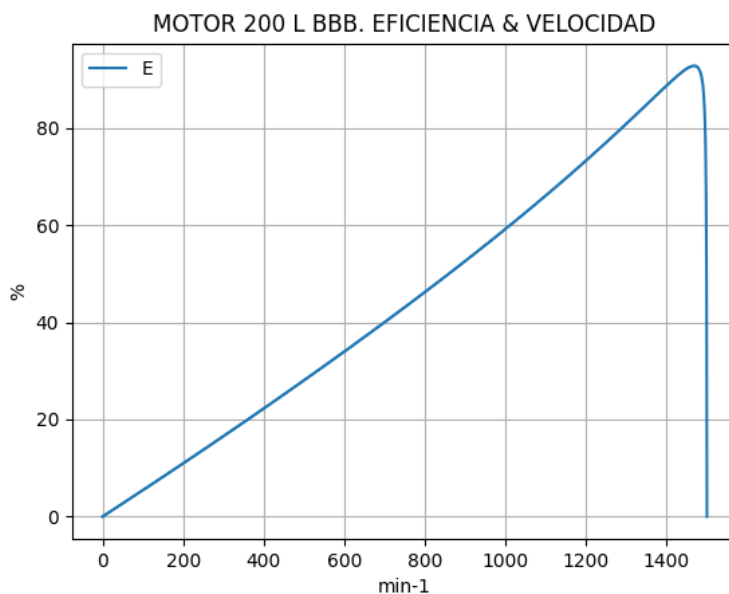


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 1425 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ se minimizan cerca de 975 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 6-8-200. Curvas de otras pérdidas

nx(min-1)	Eff(%)
0	0.0
75	4.1
150	8.2
225	12.3
300	16.6
375	20.8
450	25.1
525	29.5
600	34.0
675	38.5
750	43.1
825	47.8
900	52.6
975	57.5
1050	62.6
1125	67.9
1200	73.3
1275	78.9
1350	84.8
1425	90.6
1500	0.0

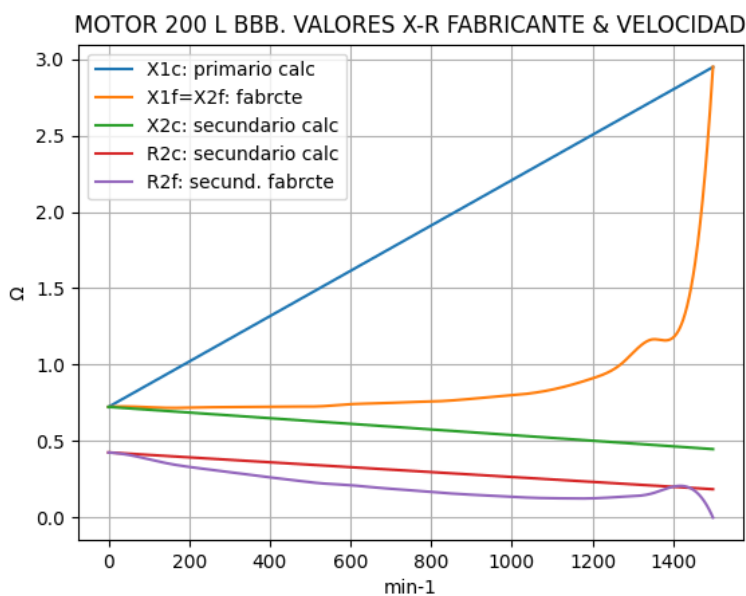


Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 1425 min-1 y luego decrece

Fig. 6-9-200. Curva de eficiencia

nx(min-1)	X1c(Ω)	X1f(Ω)	X2c(Ω)	R2c(Ω)	R2f(Ω)
0	0.724	0.724	0.724	0.426	0.426
75	0.835	0.725	0.710	0.414	0.397
150	0.947	0.718	0.696	0.402	0.353
225	1.058	0.721	0.683	0.390	0.323
300	1.169	0.723	0.669	0.378	0.297
375	1.280	0.725	0.655	0.366	0.271
450	1.392	0.727	0.641	0.354	0.248
525	1.503	0.728	0.627	0.342	0.225
600	1.614	0.742	0.614	0.330	0.212
675	1.725	0.748	0.600	0.318	0.194
750	1.836	0.756	0.586	0.306	0.180
825	1.948	0.762	0.572	0.294	0.163
900	2.059	0.777	0.558	0.282	0.150
975	2.170	0.794	0.545	0.270	0.140
1050	2.281	0.814	0.531	0.258	0.130
1125	2.393	0.852	0.517	0.246	0.126
1200	2.504	0.910	0.503	0.234	0.126
1275	2.615	1.011	0.489	0.222	0.136
1350	2.726	1.166	0.475	0.210	0.159
1425	2.838	1.287	0.462	0.198	0.207
1500	2.949	2.949	0.448	0.186	0.000



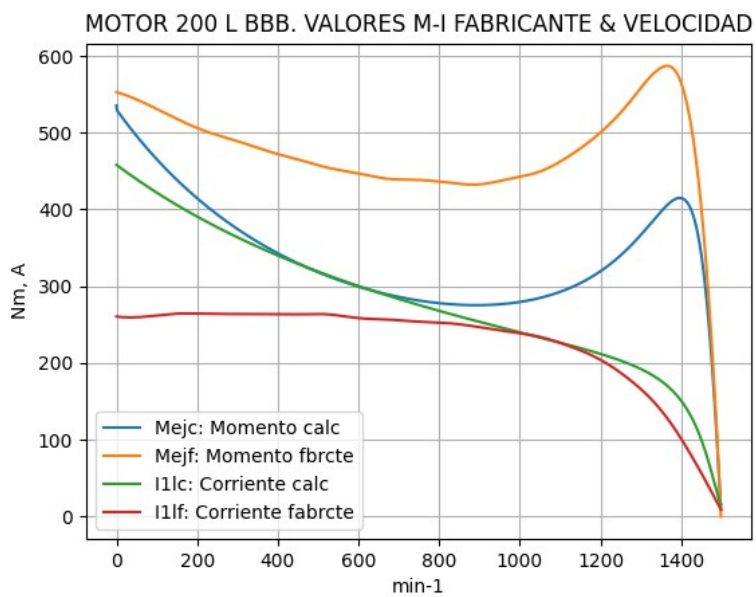
Observaciones:

- Las reactancias $X1f = X2f$ no son lineales y alcanzan máximos cerca de vacío.

- La resistencia $R2f$ tampoco es lineal y alcanza un pico cerca de 1425 min⁻¹

Fig. 6-10-200. Curvas comparativas X-R del fabricante

$n_x(\text{min}^{-1})$	Mejc(Nm)	Mejf(Nm)	I1lc(A)	I1lf(A)
0	535.4	552.8	458.1	450.8
75	480.1	537.3	430.4	450.8
150	438.5	517.8	405.8	457.3
225	403.7	501.2	383.7	456.9
300	374.6	489.0	363.7	456.6
375	350.2	476.0	345.7	456.2
450	329.9	465.2	329.3	455.9
525	313.1	454.4	314.2	455.6
600	299.6	447.1	300.3	447.4
675	289.0	439.9	287.5	443.9
750	281.4	438.5	275.6	439.2
825	276.8	434.9	264.3	435.8
900	275.4	432.7	253.7	426.9
975	277.8	439.9	243.5	416.6
1050	284.8	449.3	233.4	405.0
1125	297.9	470.2	223.1	383.8
1200	319.5	499.8	212.0	353.8
1275	352.7	540.9	198.2	307.4
1350	397.2	584.2	176.9	241.1
1425	399.8	512.1	130.4	140.0
1500	0.0	0.0	15.7	15.7



Observaciones:

- El momento Mejf presenta mayores valores que el calculado, y es máximo cerca de 1425 min^{-1}
- La corriente I1f es, en general, menor a la de cálculo

Fig. 6-11-200. Curvas comparativas M-I del fabricante

6-7. Motor asincrónico trifásico 315 SM, 110 kW. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
BBB	1056642028	315 SM	110.0	380	T	50	4	1490	95.6	0.85	205.0	7.0	2.5	2.6	F W55	Normal

Tabla 6-1-315. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	19.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.026	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	19.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	55.4	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacío	-	-	380	1500.0	-	-	1874	-	77.2	0.04
Arranque	-	-	380	0.0	1762.4	-	-	-	1435.0	-
Carga 75%	-	-	380	1493.0	528.0	96.2	85759	82509	163.0	0.8
Carga 50%	-	-	380	1496.0	351.3	95.7	57471	55007	124.0	0.71
Temperat. carcasa	-	74.5	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 6-2-315. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.156	0.431	0.022	0.215	inf	inf	0.134	0.215	0.0	0.0	-
Nominal1	1490	2.685	1.753	0.022	0.877	inf	inf	0.018	0.877	0.0	0.0	-
Vacío	1500	0.340	8.504	0.022	0.881	0.286	7.626	0.000	0.881	44.6	77.2	-88.0
Nominal2	1490	2.726	1.689	0.022	0.877	0.286	7.438	0.020	-0.287	45.0	77.8	-102.9

Tabla 6-3-315. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 14.0, Cad = 1.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	1762.4	0.0	321761	0	0	0	0	321761	0.0	-	210.5	-12.0	829.5	-70.1	829.5	1435.0	-70.1
Nominal1	1490	705.3	97.0	113108	110000	1100	343	0	1665	313.5	-33.1	332.3	-14.9	118.5	-33.1	118.5	205.0	-33.1
Vacío	1500	0.0	0.0	2084	0	0	244	1710	130	340.7	-0.1	340.7	-0.1	0.2	-0.1	44.6	77.2	-87.7
Nominal2	1490	705.3	95.9	114737	110000	1100	240	1733	1664	330.5	-9.5	334.6	-15.1	112.3	-9.5	118.5	205.0	-31.8

Tabla 6-4-315. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 14.0, Cad = 1.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.145	0.424	0.022	0.215	0.286	4.712	0.134	0.215	43.5	75.3	-98.2
1	75	0.147	0.434	0.022	0.249	0.286	4.857	0.128	0.190	38.2	66.0	-101.9
2	150	0.149	0.444	0.022	0.282	0.286	5.003	0.123	0.165	33.4	57.8	-106.3
3	225	0.152	0.454	0.022	0.315	0.286	5.149	0.117	0.140	29.3	50.7	-111.5
4	300	0.155	0.463	0.022	0.349	0.286	5.294	0.111	0.114	25.8	44.6	-117.6
5	375	0.158	0.473	0.022	0.382	0.286	5.440	0.105	0.089	22.9	39.6	-124.8
6	450	0.161	0.481	0.022	0.415	0.286	5.586	0.100	0.064	20.6	35.6	-133.1
7	525	0.164	0.490	0.022	0.448	0.286	5.732	0.094	0.038	19.0	32.8	-142.4
8	600	0.168	0.498	0.022	0.482	0.286	5.877	0.088	0.013	18.0	31.2	-152.1
9	675	0.172	0.506	0.022	0.515	0.286	6.023	0.082	-0.012	17.7	30.6	-161.8
10	750	0.176	0.514	0.022	0.548	0.286	6.169	0.077	-0.037	17.9	31.0	-170.7
11	825	0.182	0.522	0.022	0.582	0.286	6.314	0.071	-0.063	18.6	32.1	-178.5
12	900	0.189	0.530	0.022	0.615	0.286	6.460	0.065	-0.088	19.6	33.8	-184.8
13	975	0.197	0.538	0.022	0.648	0.286	6.606	0.059	-0.113	20.8	36.0	-189.6
14	1050	0.208	0.545	0.022	0.681	0.286	6.752	0.054	-0.139	22.2	38.4	-193.0
15	1125	0.222	0.553	0.022	0.715	0.286	6.897	0.048	-0.164	23.8	41.2	-194.7
16	1200	0.243	0.561	0.022	0.748	0.286	7.043	0.042	-0.189	25.6	44.2	-194.4
17	1275	0.278	0.570	0.022	0.781	0.286	7.189	0.036	-0.214	27.7	47.9	-191.2
18	1350	0.347	0.581	0.022	0.815	0.286	7.334	0.031	-0.240	30.6	52.9	-182.6
19	1425	0.550	0.611	0.022	0.848	0.286	7.480	0.025	-0.265	35.8	61.9	-160.0
20	1500	0.340	8.504	0.022	0.881	0.286	7.626	0.019	-0.290	44.6	77.2	-88.0

Tabla 6-5-315. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	1678.7	0.0	312269	0	0	0	1625	310644	0.0	-	205.4	-11.7	809.5	-69.8	848.1	1467.1	-71.2
1	75	1618.7	4.2	302878	12714	127	0	1249	288789	5.4	-69.9	185.6	-15.3	795.9	-69.9	828.5	1433.4	-71.3
2	150	1580.3	8.4	294563	24824	248	1	958	268532	10.7	-70.0	167.5	-19.6	783.2	-70.0	810.4	1402.0	-71.4
3	225	1546.5	12.7	287210	36438	364	2	736	249669	15.9	-70.1	151.1	-24.7	771.3	-70.1	793.5	1372.8	-71.5
4	300	1516.9	17.0	280734	47655	477	4	570	232028	21.1	-70.1	136.7	-30.7	760.1	-70.1	777.7	1345.5	-71.5
5	375	1491.3	21.3	275073	58565	586	8	449	215466	26.3	-70.2	124.6	-37.8	749.4	-70.2	762.9	1319.7	-71.6
6	450	1469.8	25.6	270187	69261	693	12	364	199857	31.5	-70.1	115.2	-46.0	739.2	-70.1	748.8	1295.4	-71.6
7	525	1452.2	30.0	266058	79837	798	18	309	185096	36.9	-70.1	109.0	-55.2	729.5	-70.1	735.5	1272.4	-71.5
8	600	1438.7	34.4	262692	90396	904	25	279	171088	42.3	-70.0	106.1	-64.9	720.1	-70.0	722.7	1250.4	-71.4
9	675	1429.7	38.9	260125	101062	1011	33	269	157751	47.9	-69.8	106.7	-74.5	710.9	-69.8	710.5	1229.2	-71.3
10	750	1425.8	43.3	258428	111981	1120	43	275	145008	53.7	-69.6	110.6	-83.4	701.9	-69.6	698.7	1208.7	-71.1
11	825	1427.8	47.9	257723	123349	1233	55	296	132789	60.0	-69.3	117.4	-91.1	692.9	-69.3	687.0	1188.6	-70.8
12	900	1437.0	52.5	258205	135432	1354	68	328	121022	66.7	-68.9	126.4	-97.4	683.8	-68.9	675.5	1168.6	-70.4
13	975	1455.6	57.1	260186	148617	1486	83	371	109629	74.2	-68.4	137.4	-102.1	674.3	-68.4	663.7	1148.3	-69.9
14	1050	1486.9	61.9	264166	163494	1635	100	423	98514	82.9	-67.6	150.0	-105.4	664.0	-67.6	651.4	1127.0	-69.2
15	1125	1536.5	66.8	270975	181019	1810	119	486	87542	93.5	-66.4	164.2	-107.1	652.3	-66.4	637.8	1103.5	-68.1
16	1200	1614.1	71.9	282038	202833	2028	140	561	76475	107.2	-64.7	180.3	-106.7	637.6	-64.7	621.6	1075.4	-66.6
17	1275	1736.7	77.3	299835	231881	2319	163	658	64815	126.7	-61.9	199.3	-103.5	616.6	-61.9	599.4	1037.0	-64.0
18	1350	1930.2	83.2	327804	272877	2729	188	803	51208	158.9	-56.7	224.5	-94.8	578.7	-56.7	561.3	971.0	-59.2
19	1425	2127.6	90.0	352820	317486	3175	215	1098	30846	224.3	-44.0	267.8	-72.2	476.9	-44.0	462.4	799.9	-48.0
20	1500	0.0	0.0	2084	0	0	244	1710	130	340.7	-0.1	340.7	-0.1	0.2	-0.1	44.6	77.2	-87.7

Tabla 6-6-315. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	765	1425.7	44.2	258203	114212	1142	45	278	142525	54.9	-69.6	111.8	-85.0	700.1	-69.6	696.3	1204.6	-71.0
Máximo	1424	2127.7	89.9	352972	317279	3173	214	1092	31214	223.0	-44.3	267.0	-72.7	479.4	-44.3	464.7	804.0	-48.2

Tabla 6-7-315. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	1484.0	1060.4	95.8	172042.0	164794.0	1648.0	238.0	1617.0	3746.0	322.8	-14.7	329.9	-23.2	172.1	-14.7	172.8	298.9	-29.1
125 %	1487.2	882.9	95.9	143324.8	137500.3	1374.8	239.0	1643.3	2567.1	327.6	-12.1	332.9	-19.0	141.6	-12.1	144.6	250.2	-29.6
100 %	1490.1	704.9	95.9	114655.9	110000.2	1100.4	240.0	1665.5	1649.8	331.6	-9.5	335.4	-15.0	111.9	-9.5	117.9	203.9	-31.5
75 %	1492.7	527.8	95.7	86220.7	82499.9	825.4	241.0	1682.5	972.1	334.8	-7.1	337.3	-11.2	83.2	-7.1	92.9	160.8	-35.6
50 %	1495.3	351.2	94.8	57991.4	54999.7	549.8	242.3	1695.1	504.1	337.3	-4.7	338.8	-7.4	55.1	-4.7	70.6	122.0	-43.9
25 %	1497.7	175.3	91.6	29951.1	27499.9	274.7	243.0	1704.0	228.5	339.3	-2.4	340.0	-3.7	27.5	-2.4	52.9	91.5	-60.4
Eff máx	1489.0	772.1	96.0	125459.0	120392.0	1204.0	240.0	1658.0	1966.0	330.2	-10.5	334.5	-16.5	123.0	-10.5	127.8	221.0	-30.5

Tabla 6-8-315. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	1762.4	0.0	-	0.0	1435.0	-
Valores calculados		0.0	1678.7	0.0	312269.0	0.0	1467.1	-71.2
Diferencias (%)		-	4.7	-	-	-	-2.2	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	1832.9	-	-	-	-	-
Valores calculados		1424.0	2127.7	89.9	352972.0	317279.0	804.0	-48.2
Diferencias (%)		-	-16.1	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		1490.0	705.0	95.6	114551.9	110000.0	205.0	-31.8
Valores calculados		1490.1	704.9	95.9	114655.9	110000.2	203.9	-31.5
Diferencias (%)		-0.0	0.0	-0.3	-0.1	-0.0	0.5	0.9
75% carga								
Valores ingresados		1493.0	528.0	96.2	85759.0	82509.0	163.0	-36.9
Valores calculados		1492.7	527.8	95.7	86220.7	82499.9	160.8	-35.6
Diferencias (%)		0.0	0.0	0.5	-0.5	0.0	1.3	3.5

Tabla 6-9-315. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	$n_x(\min-1)$	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
50% carga							
Valores ingresados	1496.0	351.3	95.7	57471.0	55007.0	124.0	-44.8
Valores calculados	1495.3	351.2	94.8	57991.4	54999.7	122.0	-43.9
Diferencias (%)	0.0	0.0	0.9	-0.9	0.0	1.6	1.9
Vacío							
Valores ingresados	1500.0	0.0	0.0	1874.0	0.0	77.2	-87.7
Valores calculados	1500.0	0.0	0.0	2084.0	0.0	77.2	-87.7
Diferencias (%)	-	-	-	-11.2	-	0.1	0.0

Tabla 6-9-315. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0081	0.1273	0.1049	2.7898	0.0492	0.1273	0.0081	0.5192	0.1049	4.4038	0.0073	-0.1699	0.0081	0.5216	0.1049	4.5151	0.0	0.5216

Tabla 6-11-315. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	23.2	5.1	36.6	35.1
Eff. Máx	23.8	4.7	32.7	38.8

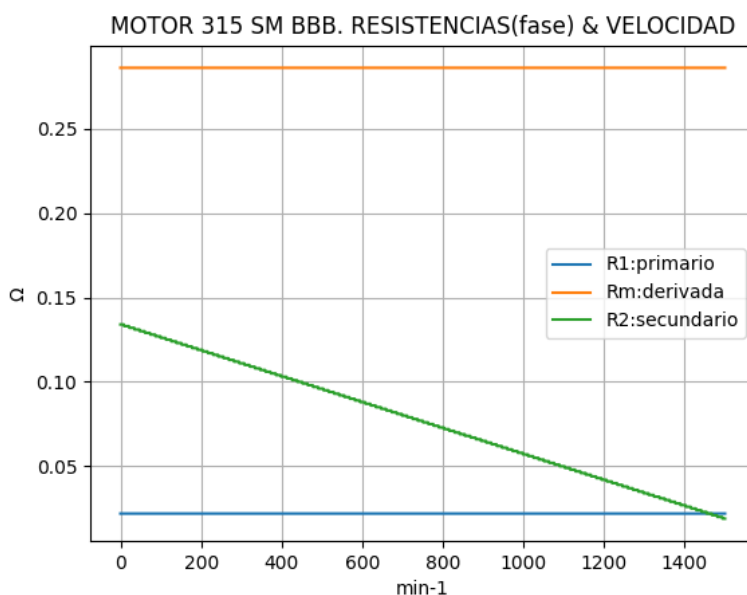
Tabla 6-12-315. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

$n_x(\min-1)$	Zc(Ω)	Zf(Ω)	X1c(Ω)	X1f(Ω)	X2c(Ω)	X2f(Ω)	R2c(Ω)	R2f(Ω)	Mejc(Nm)	Mejf(Nm)	I1lc(A)	I1lf(A)
0	0.448	0.458	0.215	0.215	0.215	0.215	0.134	0.134	1678.7	1762.4	1467.1	1435.0
75	0.459	0.458	0.249	0.216	0.190	0.216	0.128	0.127	1618.7	1734.3	1433.4	1435.0
150	0.469	0.459	0.282	0.216	0.165	0.216	0.123	0.117	1580.3	1692.0	1402.0	1433.0
225	0.479	0.459	0.315	0.217	0.140	0.217	0.117	0.110	1546.5	1670.8	1372.8	1430.9
300	0.489	0.460	0.349	0.218	0.114	0.218	0.111	0.102	1516.9	1645.5	1345.5	1428.9
375	0.498	0.461	0.382	0.219	0.089	0.219	0.105	0.094	1491.3	1611.6	1319.7	1424.8
450	0.507	0.462	0.415	0.219	0.064	0.219	0.100	0.087	1469.8	1586.2	1295.4	1422.7
525	0.517	0.463	0.448	0.220	0.038	0.220	0.094	0.080	1452.2	1565.1	1272.4	1420.6
600	0.526	0.463	0.482	0.220	0.013	0.220	0.088	0.073	1438.7	1546.1	1250.4	1418.6
675	0.535	0.465	0.515	0.221	-0.012	0.221	0.082	0.067	1429.7	1529.1	1229.2	1414.5
750	0.544	0.472	0.548	0.224	-0.037	0.224	0.077	0.062	1425.8	1512.2	1208.7	1394.0
825	0.553	0.475	0.582	0.226	-0.063	0.226	0.071	0.056	1427.8	1501.6	1188.6	1383.8
900	0.563	0.484	0.615	0.230	-0.088	0.230	0.065	0.051	1437.0	1497.4	1168.6	1359.1
975	0.573	0.493	0.648	0.234	-0.113	0.234	0.059	0.046	1455.6	1486.8	1148.3	1332.5
1050	0.583	0.509	0.681	0.241	-0.139	0.241	0.054	0.042	1486.9	1482.6	1127.0	1291.5
1125	0.596	0.536	0.715	0.253	-0.164	0.253	0.048	0.039	1536.5	1483.7	1103.5	1225.9
1200	0.611	0.583	0.748	0.272	-0.189	0.272	0.042	0.037	1614.1	1501.6	1075.4	1127.5
1275	0.634	0.678	0.781	0.307	-0.214	0.307	0.036	0.040	1736.7	1582.0	1037.0	969.6
1350	0.677	0.855	0.815	0.356	-0.240	0.356	0.031	0.045	1930.2	1681.4	971.0	768.8
1425	0.822	1.458	0.848	0.082	-0.265	0.082	0.025	0.071	2127.6	1832.9	799.9	451.0
1500	8.511	8.511	0.881	0.881	-0.290	0.881	0.019	0.000	0.0	0.0	77.2	77.2

Tabla 6-13-315. Valores calculados versus fabricante

6-8. Motor asincrónico trifásico 315 SM, 110 kW. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	0.145	0.022	0.286	0.134
75	0.147	0.022	0.286	0.128
150	0.149	0.022	0.286	0.123
225	0.152	0.022	0.286	0.117
300	0.155	0.022	0.286	0.111
375	0.158	0.022	0.286	0.105
450	0.161	0.022	0.286	0.100
525	0.164	0.022	0.286	0.094
600	0.168	0.022	0.286	0.088
675	0.172	0.022	0.286	0.082
750	0.176	0.022	0.286	0.077
825	0.182	0.022	0.286	0.071
900	0.189	0.022	0.286	0.065
975	0.197	0.022	0.286	0.059
1050	0.208	0.022	0.286	0.054
1125	0.222	0.022	0.286	0.048
1200	0.243	0.022	0.286	0.042
1275	0.278	0.022	0.286	0.036
1350	0.347	0.022	0.286	0.031
1425	0.550	0.022	0.286	0.025
1500	0.340	0.022	0.286	0.019

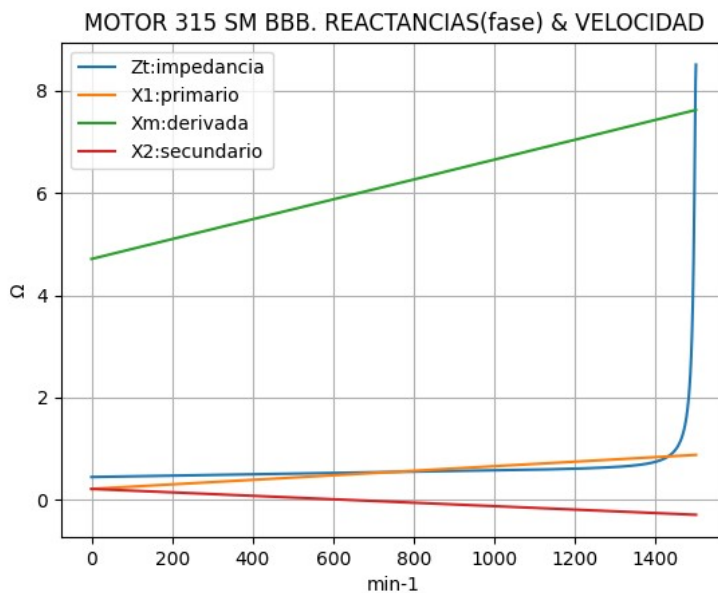


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) decrece con la velocidad

Fig. 6-1-315. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	0.448	0.424	0.215	4.712	0.215
75	0.459	0.434	0.249	4.857	0.190
150	0.469	0.444	0.282	5.003	0.165
225	0.479	0.454	0.315	5.149	0.140
300	0.489	0.463	0.349	5.294	0.114
375	0.498	0.473	0.382	5.440	0.089
450	0.507	0.481	0.415	5.586	0.064
525	0.517	0.490	0.448	5.732	0.038
600	0.526	0.498	0.482	5.877	0.013
675	0.535	0.506	0.515	6.023	-0.012
750	0.544	0.514	0.548	6.169	-0.037
825	0.553	0.522	0.582	6.314	-0.063
900	0.563	0.530	0.615	6.460	-0.088
975	0.573	0.538	0.648	6.606	-0.113
1050	0.583	0.545	0.681	6.752	-0.139
1125	0.596	0.553	0.715	6.897	-0.164
1200	0.611	0.561	0.748	7.043	-0.189
1275	0.634	0.570	0.781	7.189	-0.214
1350	0.677	0.581	0.815	7.334	-0.240
1425	0.822	0.611	0.848	7.480	-0.265
1500	8.511	8.504	0.881	7.626	-0.290

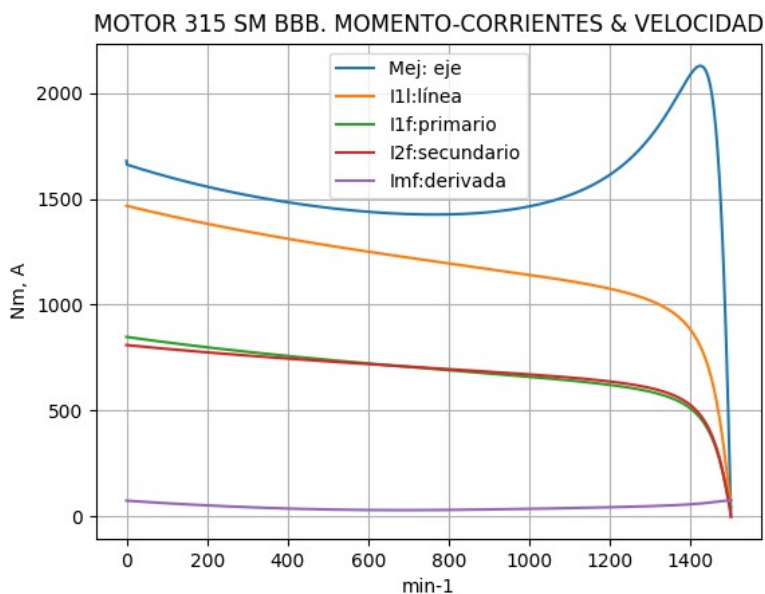


Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) presenta valores positivos hasta cerca de 675 min⁻¹ y luego negativos

Fig. 6-2-315. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	1678.7	809.5	848.1	1467.1	43.5
75	1618.7	795.9	828.5	1433.4	38.2
150	1580.3	783.2	810.4	1402.0	33.4
225	1546.5	771.3	793.5	1372.8	29.3
300	1516.9	760.1	777.7	1345.5	25.8
375	1491.3	749.4	762.9	1319.7	22.9
450	1469.8	739.2	748.8	1295.4	20.6
525	1452.2	729.5	735.5	1272.4	19.0
600	1438.7	720.1	722.7	1250.4	18.0
675	1429.7	710.9	710.5	1229.2	17.7
750	1425.8	701.9	698.7	1208.7	17.9
825	1427.8	692.9	687.0	1188.6	18.6
900	1437.0	683.8	675.5	1168.6	19.6
975	1455.6	674.3	663.7	1148.3	20.8
1050	1486.9	664.0	651.4	1127.0	22.2
1125	1536.5	652.3	637.8	1103.5	23.8
1200	1614.1	637.6	621.6	1075.4	25.6
1275	1736.7	616.6	599.4	1037.0	27.7
1350	1930.2	578.7	561.3	971.0	30.6
1425	2127.6	476.9	462.4	799.9	35.8
1500	0.0	0.2	44.6	77.2	44.6

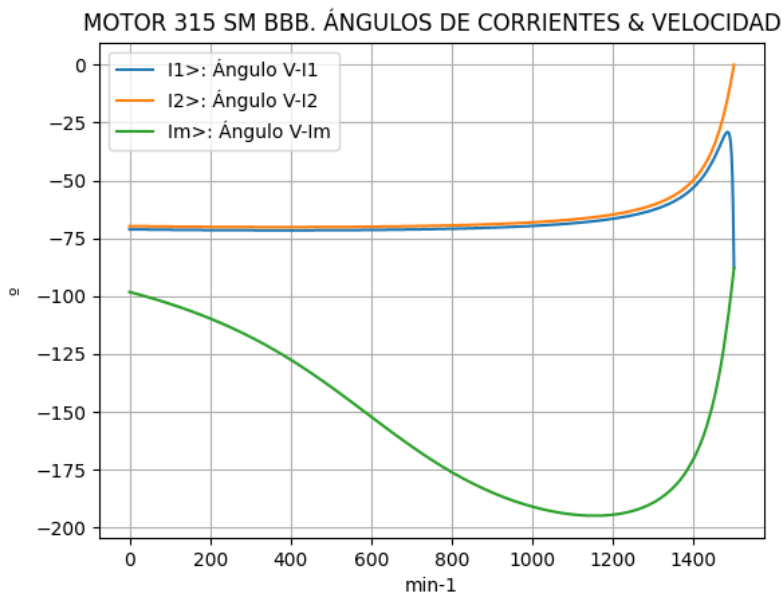


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 750 min⁻¹ y el máximo cerca de 1425 min⁻¹.
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera a I1f cerca de 675 min⁻¹
- La corriente derivada Imf = E1 / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 675 min⁻¹

Fig. 6-3-315. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-69.8	-71.2	-98.2
75	-69.9	-71.3	-101.9
150	-70.0	-71.4	-106.3
225	-70.1	-71.5	-111.5
300	-70.1	-71.5	-117.6
375	-70.2	-71.6	-124.8
450	-70.1	-71.6	-133.1
525	-70.1	-71.5	-142.4
600	-70.0	-71.4	-152.1
675	-69.8	-71.3	-161.8
750	-69.6	-71.1	-170.7
825	-69.3	-70.8	-178.5
900	-68.9	-70.4	-184.8
975	-68.4	-69.9	-189.6
1050	-67.6	-69.2	-193.0
1125	-66.4	-68.1	-194.7
1200	-64.7	-66.6	-194.4
1275	-61.9	-64.0	-191.2
1350	-56.7	-59.2	-182.6
1425	-44.0	-48.0	-160.0
1500	-0.1	-87.7	-88.0

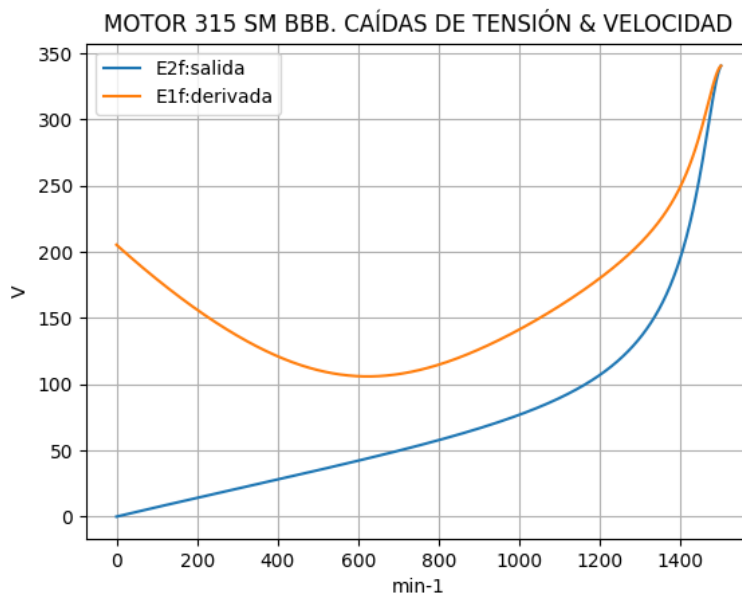


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 1200 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente, con cambio de pendiente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 1125 min⁻¹

Fig. 6-4-315. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	205.4
75	5.4	185.6
150	10.7	167.5
225	15.9	151.1
300	21.1	136.7
375	26.3	124.6
450	31.5	115.2
525	36.9	109.0
600	42.3	106.1
675	47.9	106.7
750	53.7	110.6
825	60.0	117.4
900	66.7	126.4
975	74.2	137.4
1050	82.9	150.0
1125	93.5	164.2
1200	107.2	180.3
1275	126.7	199.3
1350	158.9	224.5
1425	224.3	267.8
1500	340.7	340.7

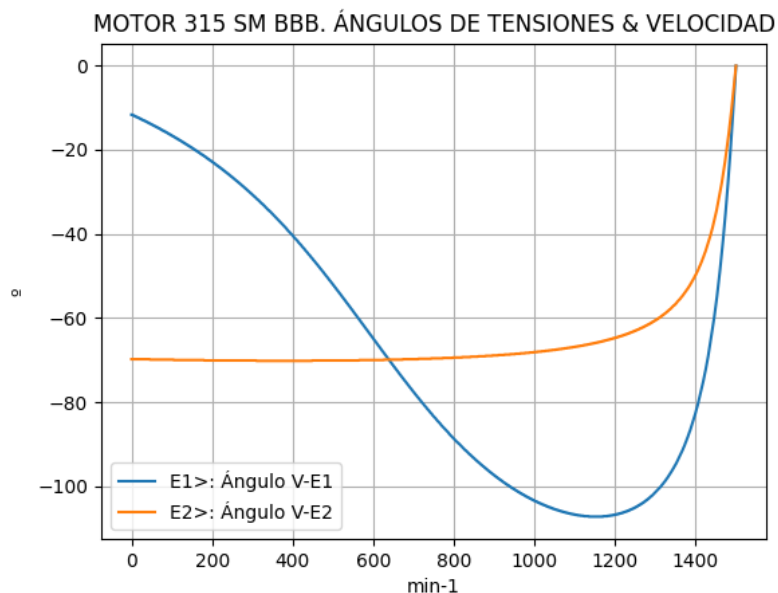


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 600 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente, con cambio de pendiente

Fig. 6-5-315. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-11.7
75	-69.9	-15.3
150	-70.0	-19.6
225	-70.1	-24.7
300	-70.1	-30.7
375	-70.2	-37.8
450	-70.1	-46.0
525	-70.1	-55.2
600	-70.0	-64.9
675	-69.8	-74.5
750	-69.6	-83.4
825	-69.3	-91.1
900	-68.9	-97.4
975	-68.4	-102.1
1050	-67.6	-105.4
1125	-66.4	-107.1
1200	-64.7	-106.7
1275	-61.9	-103.5
1350	-56.7	-94.8
1425	-44.0	-72.2
1500	-0.1	-0.1

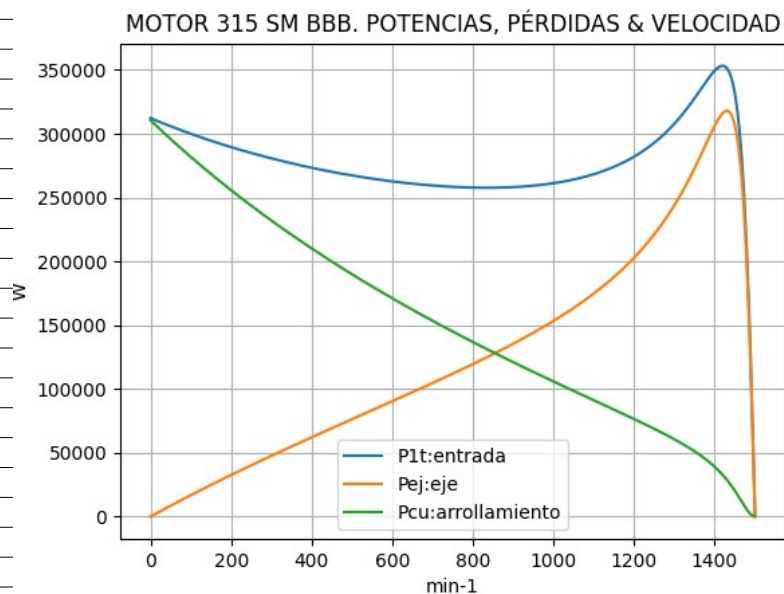


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 1125 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 6-6-315. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	312269	0	310644
75	302878	12714	288789
150	294563	24824	268532
225	287210	36438	249669
300	280734	47655	232028
375	275073	58565	215466
450	270187	69261	199857
525	266058	79837	185096
600	262692	90396	171088
675	260125	101062	157751
750	258428	111981	145008
825	257723	123349	132789
900	258205	135432	121022
975	260186	148617	109629
1050	264166	163494	98514
1125	270975	181019	87542
1200	282038	202833	76475
1275	299835	231881	64815
1350	327804	272877	51208
1425	352820	317486	30846
1500	2084	0	130

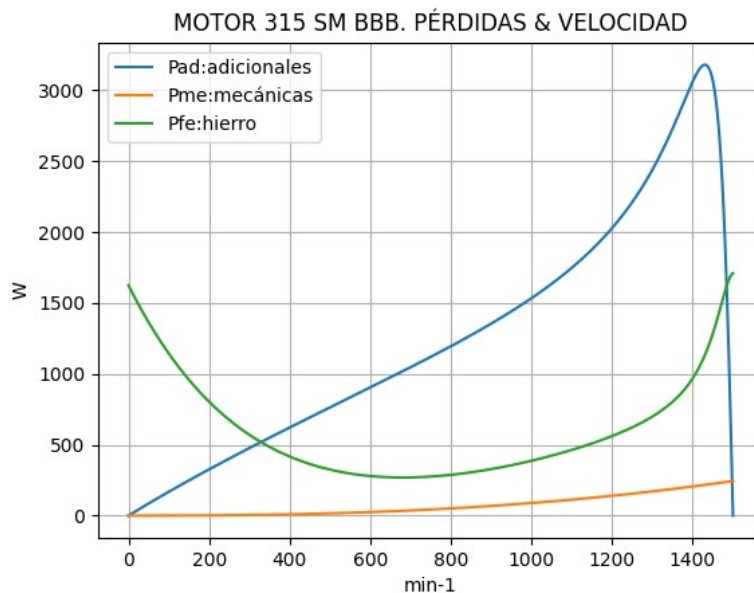


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ presenta un mínimo cerca de 825 min^{-1} y un máximo cerca de 1425 min^{-1}
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 1425 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 6-7-315. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	1625
75	127	0	1249
150	248	1	958
225	364	2	736
300	477	4	570
375	586	8	449
450	693	12	364
525	798	18	309
600	904	25	279
675	1011	33	269
750	1120	43	275
825	1233	55	296
900	1354	68	328
975	1486	83	371
1050	1635	100	423
1125	1810	119	486
1200	2028	140	561
1275	2319	163	658
1350	2729	188	803
1425	3175	215	1098
1500	0	244	1710

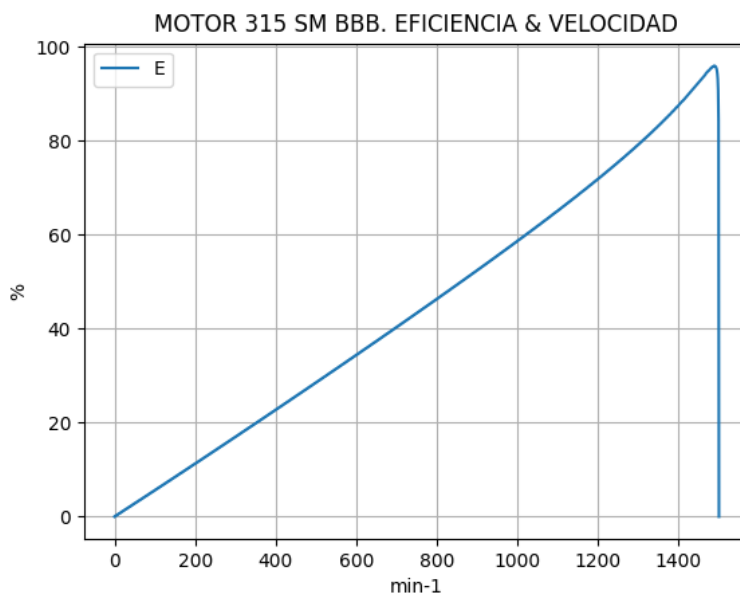


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 1425 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Imf^2$ se minimizan cerca de 675 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 6-8-315. Curvas de otras pérdidas

nx(min-1)	Eff(%)
0	0.0
75	4.2
150	8.4
225	12.7
300	17.0
375	21.3
450	25.6
525	30.0
600	34.4
675	38.9
750	43.3
825	47.9
900	52.5
975	57.1
1050	61.9
1125	66.8
1200	71.9
1275	77.3
1350	83.2
1425	90.0
1500	0.0

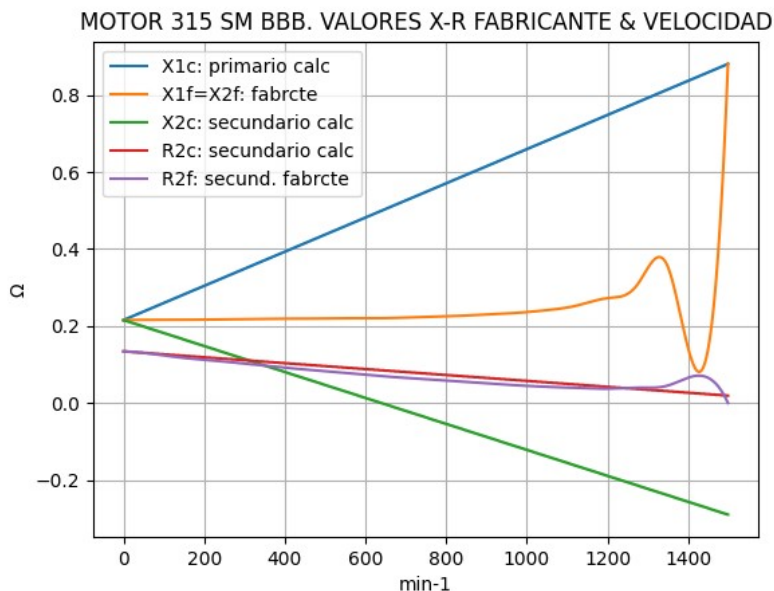


Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de 1425 min^{-1} y luego decrece, con cambio de pendiente

Fig. 6-9-315. Curva de eficiencia

nx(min-1)	X1c(Ω)	X1f(Ω)	X2c(Ω)	R2c(Ω)	R2f(Ω)
0	0.215	0.215	0.215	0.134	0.134
75	0.249	0.216	0.190	0.128	0.127
150	0.282	0.216	0.165	0.123	0.117
225	0.315	0.217	0.140	0.117	0.110
300	0.349	0.218	0.114	0.111	0.102
375	0.382	0.219	0.089	0.105	0.094
450	0.415	0.219	0.064	0.100	0.087
525	0.448	0.220	0.038	0.094	0.080
600	0.482	0.220	0.013	0.088	0.073
675	0.515	0.221	-0.012	0.082	0.067
750	0.548	0.224	-0.037	0.077	0.062
825	0.582	0.226	-0.063	0.071	0.056
900	0.615	0.230	-0.088	0.065	0.051
975	0.648	0.234	-0.113	0.059	0.046
1050	0.681	0.241	-0.139	0.054	0.042
1125	0.715	0.253	-0.164	0.048	0.039
1200	0.748	0.272	-0.189	0.042	0.037
1275	0.781	0.307	-0.214	0.036	0.040
1350	0.815	0.356	-0.240	0.031	0.045
1425	0.848	0.082	-0.265	0.025	0.071
1500	0.881	0.881	-0.290	0.019	0.000

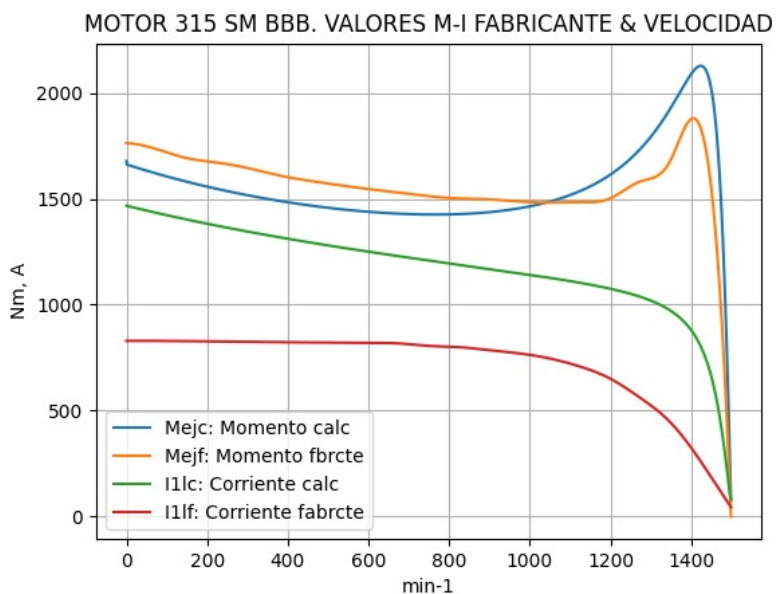


Observaciones:

- Las reactancias $X1f = X2f$ no son lineales y alcanzan máximos y mínimos entre 1350 y 1425 min^{-1} , aproximadamente
 - La resistencia $R2f$ tampoco es lineal, y muestra un pico cerca de 1425 min^{-1}

Fig. 6-10-315. Curvas comparativas X-R del fabricante

nx(min-1)	Mejc(Nm)	Mejf(Nm)	I1lc(A)	I1lf(A)
0	1678.7	1762.4	1467.1	1435.0
75	1618.7	1734.3	1433.4	1435.0
150	1580.3	1692.0	1402.0	1433.0
225	1546.5	1670.8	1372.8	1430.9
300	1516.9	1645.5	1345.5	1428.9
375	1491.3	1611.6	1319.7	1424.8
450	1469.8	1586.2	1295.4	1422.7
525	1452.2	1565.1	1272.4	1420.6
600	1438.7	1546.1	1250.4	1418.6
675	1429.7	1529.1	1229.2	1414.5
750	1425.8	1512.2	1208.7	1394.0
825	1427.8	1501.6	1188.6	1383.8
900	1437.0	1497.4	1168.6	1359.1
975	1455.6	1486.8	1148.3	1332.5
1050	1486.9	1482.6	1127.0	1291.5
1125	1536.5	1483.7	1103.5	1225.9
1200	1614.1	1501.6	1075.4	1127.5
1275	1736.7	1582.0	1037.0	969.6
1350	1930.2	1681.4	971.0	768.8
1425	2127.6	1832.9	799.9	451.0
1500	0.0	0.0	77.2	77.2



Observaciones:

- El momento Mejf presenta mayores valores que el calculado hasta cerca de 975 min-1; a partir de allí sus valores son inferiores
- La corriente I1lf es, en general, bastante menor a la de cálculo

Fig. 6-11-315. Curvas comparativas M-I del fabricante

6-9. Motor asincrónico trifásico 315 SM, 132 kW. Valores de funcionamiento

Marca	Cód/N°	Tipo	kW	V Conn	Hz	Polos	min-1	Eff	Fdp	A	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	Aisl	IP	Especialidad
BBB	1056642030	315 SM	132.0	380	T	50	4	1490	95.8	0.86	243.0	7.5	2.5	2.7	F W55	Normal

Tabla 6-1-315 SM. Datos del motor

Ensayo	R1(Ω)	(°C/K)	Tens(V)	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	Fdp
Rest frío	0.017	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb frío	-	24.6	-	-	-	-	-	-	-	-
Rest cal	0.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamb cal	-	24.6	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretemp	-	58.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacio	-	-	380	1500.0	-	-	1961	-	76.3	0.04
Arranque	-	-	380	0.0	2114.9	-	-	-	1822.5	-
Carga 75%	-	-	380	1493.0	634.0	96.4	102804	99073	188.2	0.83
Carga 50%	-	-	380	1496.0	422.0	96.0	68822	66077	139.0	0.75
Temperat. carcasa	-	83.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 6-2-315 SM. Datos de ensayos

Estado	nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)
Arranque	0	0.117	0.341	0.017	0.171	inf	inf	0.100	0.171	0.0	0.0	-
Nominal1	1490	2.291	1.439	0.017	0.719	inf	inf	0.015	0.719	0.0	0.0	-
Vacio	1500	0.345	8.609	0.017	0.723	0.295	7.888	0.000	0.723	44.1	76.3	-87.9
Nominal2	1490	2.327	1.381	0.017	0.719	0.295	7.591	0.017	-0.109	44.4	76.8	-102.5

Tabla 6-3-315 SM. Impedancias iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 12.0, Cad = 2.0

Estado	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque	0	2114.9	0.0	389335	0	0	0	0	389335	0.0	-	208.2	-11.4	1053.5	-71.1	1053.5	1822.5	-71.1
Nominal1	1490	846.4	97.0	135599	132000	1320	366	0	1913	317.3	-32.1	335.0	-14.6	140.5	-32.1	140.5	243.0	-32.1
Vacio	1500	0.0	0.0	2047	0	0	223	1724	100	348.1	-0.1	348.1	-0.1	0.2	-0.1	44.1	76.3	-87.7
Nominal2	1490	846.4	95.3	138529	132000	2640	220	1749	1921	336.9	-12.3	337.4	-14.7	133.4	-12.3	140.5	243.0	-30.7

Tabla 6-4-315 SM. Momentos iniciales a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C, Cmec = 12.0, Cad = 2.0

nx(min-1)	Rt(Ω)	Xt(Ω)	R1(Ω)	X1(Ω)	Rm(Ω)	Xm(Ω)	R2(Ω)	X2(Ω)	Imf(A)	Iml(A)	Im>(°)	
0	0	0.110	0.337	0.017	0.171	0.295	4.719	0.100	0.171	43.2	74.7	-97.6
1	75	0.112	0.351	0.017	0.198	0.295	4.877	0.096	0.157	38.0	65.7	-100.6
2	150	0.113	0.366	0.017	0.226	0.295	5.036	0.091	0.143	33.4	57.8	-103.9
3	225	0.115	0.380	0.017	0.253	0.295	5.194	0.087	0.128	29.5	51.0	-107.5
4	300	0.117	0.395	0.017	0.281	0.295	5.353	0.083	0.114	26.0	45.0	-111.6
5	375	0.119	0.409	0.017	0.309	0.295	5.511	0.079	0.100	23.1	39.9	-116.1
6	450	0.121	0.423	0.017	0.336	0.295	5.670	0.075	0.086	20.6	35.6	-121.1
7	525	0.123	0.437	0.017	0.364	0.295	5.828	0.071	0.072	18.5	31.9	-126.7
8	600	0.126	0.451	0.017	0.392	0.295	5.987	0.066	0.058	16.8	29.0	-132.9
9	675	0.129	0.465	0.017	0.419	0.295	6.145	0.062	0.044	15.4	26.7	-139.5
10	750	0.132	0.479	0.017	0.447	0.295	6.304	0.058	0.030	14.5	25.0	-146.3
11	825	0.136	0.493	0.017	0.475	0.295	6.462	0.054	0.016	13.8	23.9	-153.3
12	900	0.141	0.506	0.017	0.502	0.295	6.621	0.050	0.002	13.5	23.4	-159.9
13	975	0.148	0.520	0.017	0.530	0.295	6.779	0.046	-0.012	13.6	23.4	-165.8
14	1050	0.156	0.534	0.017	0.557	0.295	6.938	0.041	-0.026	13.9	24.0	-170.8
15	1125	0.168	0.548	0.017	0.585	0.295	7.096	0.037	-0.040	14.5	25.0	-174.5
16	1200	0.185	0.562	0.017	0.613	0.295	7.255	0.033	-0.054	15.5	26.8	-176.3
17	1275	0.213	0.577	0.017	0.640	0.295	7.413	0.029	-0.068	17.2	29.7	-175.4
18	1350	0.269	0.593	0.017	0.668	0.295	7.572	0.025	-0.082	20.2	35.0	-169.9
19	1425	0.437	0.621	0.017	0.696	0.295	7.730	0.021	-0.096	27.6	47.7	-152.8
20	1500	0.345	8.609	0.017	0.723	0.295	7.888	0.016	-0.110	44.1	76.3	-87.9

Tabla 6-5-315 SM. Impedancias en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
0	0	2035.5	0.0	380564	0	0	0	1655	378910	0.0	-	204.3	-11.1	1033.5	-70.8	1072.3	1855.0	-71.9
1	75	1873.1	4.1	356028	14711	294	0	1279	339744	5.0	-71.3	185.6	-14.1	997.0	-71.3	1030.3	1782.4	-72.4
2	150	1765.0	8.3	334407	27725	554	1	990	305137	9.8	-71.8	168.6	-17.3	963.2	-71.8	991.7	1715.6	-72.8
3	225	1669.4	12.5	315296	39334	787	2	769	274404	14.4	-72.2	153.2	-20.8	931.9	-72.2	956.0	1654.0	-73.2
4	300	1584.7	16.7	298370	49785	996	4	600	246986	18.8	-72.5	139.5	-24.7	902.7	-72.5	923.0	1596.8	-73.5
5	375	1509.8	20.9	283372	59288	1186	7	472	222419	23.0	-72.8	127.3	-29.2	875.3	-72.8	892.3	1543.6	-73.8
6	450	1443.7	25.2	270099	68031	1361	11	374	200322	27.2	-73.1	116.7	-34.1	849.7	-73.1	863.6	1494.0	-74.1
7	525	1385.7	29.5	258399	76184	1524	16	302	180374	31.4	-73.3	107.7	-39.6	825.6	-73.3	836.7	1447.5	-74.3
8	600	1335.5	33.8	248163	83911	1678	23	249	162303	35.5	-73.4	100.4	-45.7	802.8	-73.4	811.4	1403.7	-74.4
9	675	1292.7	38.2	239327	91379	1828	30	211	145879	39.8	-73.5	94.9	-52.2	781.1	-73.5	787.5	1362.4	-74.5
10	750	1257.6	42.6	231877	98773	1975	39	185	130903	44.2	-73.5	91.3	-59.0	760.5	-73.5	764.9	1323.3	-74.6
11	825	1230.5	47.1	225859	106310	2126	50	170	117203	48.8	-73.5	89.5	-65.9	740.8	-73.5	743.4	1286.0	-74.5
12	900	1212.4	51.6	221403	114267	2285	62	163	104626	53.9	-73.3	89.8	-72.4	721.8	-73.3	722.7	1250.3	-74.4
13	975	1205.0	56.2	218766	123036	2461	76	163	93031	59.5	-73.1	92.0	-78.3	703.2	-73.1	702.7	1215.7	-74.2
14	1050	1211.4	61.0	218413	133206	2664	92	170	82282	66.2	-72.6	96.2	-83.3	684.9	-72.6	683.0	1181.7	-73.7
15	1125	1237.2	65.9	221191	145750	2915	109	186	72232	74.4	-71.8	102.8	-86.9	666.3	-71.8	663.2	1147.4	-73.0
16	1200	1292.6	71.0	228708	162429	3249	128	213	62689	85.5	-70.5	112.5	-88.6	646.4	-70.5	642.4	1111.3	-71.8
17	1275	1398.9	76.5	244240	186782	3736	149	261	53312	102.0	-68.2	127.3	-87.7	623.0	-68.2	618.1	1069.4	-69.7
18	1350	1602.9	82.4	274886	226607	4532	172	363	43212	131.0	-63.7	153.4	-82.1	588.6	-63.7	583.3	1009.1	-65.6
19	1425	1963.2	89.2	328324	292958	5859	196	674	28636	197.3	-51.8	213.3	-65.0	505.1	-51.8	500.6	866.1	-54.9
20	1500	0.0	0.0	2047	0	0	223	1724	100	348.1	-0.1	348.1	-0.1	0.2	-0.1	44.1	76.3	-87.7

Tabla 6-6-315 SM. Momentos en función de la velocidad a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Momento	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
Mínimo	981	1205.0	56.6	218646	123788	2476	77	163	92141	60.0	-73.0	92.2	-78.8	701.8	-73.0	701.1	1212.9	-74.1
Máximo	1445	2024.0	91.2	335703	306273	6125	203	871	22230	230.7	-44.9	243.7	-55.6	451.6	-44.9	448.0	775.1	-48.9

Tabla 6-7-315 SM. Momentos límite a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)	Pcu(W)	E2f(V)	E2>(°)	E1f(V)	E1>(°)	I2f(A)	I2>(°)	I1f(A)	I1l(A)	I1>(°)
150 %	1483.0	1288.6	95.0	210573.0	200114.0	4002.0	217.0	1520.0	4720.0	320.9	-19.6	325.4	-23.7	212.2	-19.6	214.9	371.8	-30.7
125 %	1486.8	1059.7	95.3	173175.5	165000.0	3300.3	218.0	1589.0	3067.9	329.6	-15.7	333.0	-18.8	170.5	-15.7	174.9	302.6	-29.7
100 %	1489.9	846.1	95.4	138423.9	131999.7	2640.1	219.9	1638.0	1926.2	335.8	-12.3	338.4	-14.8	133.9	-12.3	140.4	242.8	-30.2
75 %	1492.7	633.3	95.2	103977.2	98999.9	1979.8	220.7	1673.8	1103.1	340.5	-9.1	342.4	-10.9	99.1	-9.1	108.4	187.6	-32.8
50 %	1495.3	421.5	94.6	69782.7	65999.9	1320.2	221.3	1700.1	541.3	344.1	-6.0	345.2	-7.2	65.4	-6.0	79.4	137.4	-39.7
25 %	1497.7	210.4	92.0	35813.4	33000.1	659.8	222.7	1716.4	215.1	346.5	-3.0	347.1	-3.6	32.6	-3.0	55.7	96.4	-55.8
Eff máx	1490.0	841.2	95.4	137634.0	131247.0	2625.0	220.0	1639.0	1903.0	335.9	-12.2	338.5	-14.7	133.1	-12.2	139.6	241.5	-30.2

Tabla 6-8-315 SM. Valores a estados de carga y máxima eficiencia 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos		nx(min-1)	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
Arranque								
Valores ingresados		0.0	2114.9	0.0	-	0.0	1822.5	-
Valores calculados		0.0	2035.5	0.0	380564.0	0.0	1855.0	-71.9
Diferencias (%)		-	3.8	-	-	-	-1.8	-
Mto Máximo								
Valores ingresados		-	2284.1	-	-	-	-	-
Valores calculados		1445.0	2024.0	91.2	335703.0	306273.0	775.1	-48.9
Diferencias (%)		-	11.4	-	-	-	-	-
Nominal								
Valores ingresados		1490.0	846.0	95.8	137383.5	132000.0	243.0	-30.7
Valores calculados		1489.9	846.1	95.4	138423.9	131999.7	242.8	-30.2
Diferencias (%)		0.0	-0.0	0.4	-0.8	0.0	0.1	1.6
75% carga								
Valores ingresados		1493.0	634.0	96.4	102804.0	99073.0	188.2	-33.9
Valores calculados		1492.7	633.3	95.2	103977.2	98999.9	187.6	-32.8
Diferencias (%)		0.0	0.1	1.2	-1.1	0.1	0.3	3.3

Tabla 6-9-315 SM. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Datos	$n_x(\min-1)$	Mej(Nm)	Eff(%)	P1t(W)	Pej(W)	I1l(A)	I1>(°)
50% carga							
Valores ingresados	1496.0	422.0	96.0	68822.0	66077.0	139.0	-41.4
Valores calculados	1495.3	421.5	94.6	69782.7	65999.9	137.4	-39.7
Diferencias (%)	0.0	0.1	1.5	-1.4	0.1	1.2	4.1
Vacío							
Valores ingresados	1500.0	0.0	0.0	1961.0	0.0	76.3	-87.7
Valores calculados	1500.0	0.0	0.0	2047.0	0.0	76.3	-87.7
Diferencias (%)	-	-	-	-4.4	-	0.0	0.0

Tabla 6-9-315 SM. Diferencias de valores característicos a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Relación	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
Valor	0.0073	0.1238	0.1268	3.4171	0.043	0.1238	0.0073	0.5206	0.1268	5.4967	0.0073	-0.0789	0.0073	0.5235	0.1268	5.7118	0.0	0.5235

Tabla 6-11-315 SM. Relaciones de resistencias y reactancias a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
Nominal	40.4	3.4	26.8	29.4
Eff. Máx	41.1	3.4	25.7	29.8

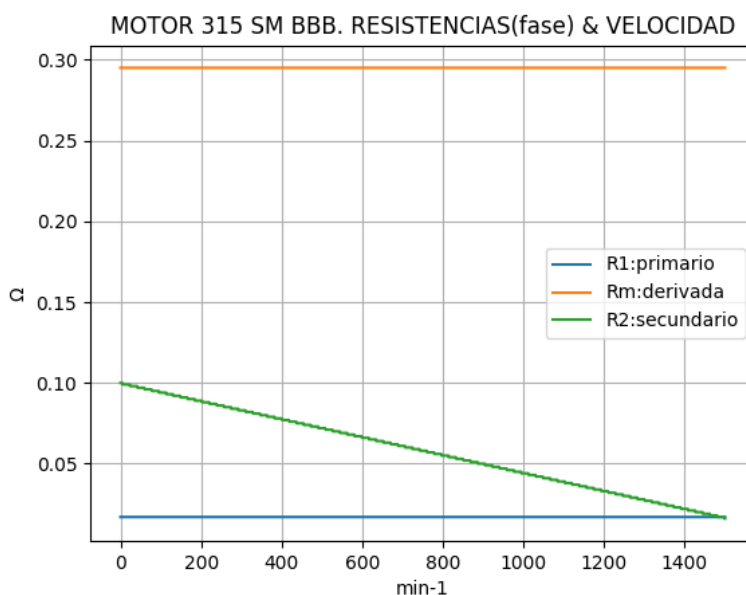
Tabla 6-12-315 SM. Relaciones de pérdidas a 380 V, 50 Hz, 25.0 °C

$n_x(\min-1)$	Zc(Ω)	Zf(Ω)	X1c(Ω)	X1f(Ω)	X2c(Ω)	X2f(Ω)	R2c(Ω)	R2f(Ω)	Mejc(Nm)	Mejf(Nm)	I1lc(A)	I1lf(A)
0	0.354	0.361	0.171	0.171	0.171	0.171	0.100	0.100	2035.5	2114.9	1855.0	1822.5
75	0.369	0.359	0.198	0.170	0.157	0.170	0.096	0.094	1873.1	2076.1	1782.4	1829.8
150	0.383	0.360	0.226	0.170	0.143	0.170	0.091	0.088	1765.0	2038.0	1715.6	1827.4
225	0.397	0.360	0.253	0.171	0.128	0.171	0.087	0.081	1669.4	1987.3	1654.0	1824.9
300	0.412	0.361	0.281	0.172	0.114	0.172	0.083	0.075	1584.7	1954.3	1596.8	1822.5
375	0.426	0.362	0.309	0.172	0.100	0.172	0.079	0.070	1509.8	1923.8	1543.6	1817.6
450	0.440	0.363	0.336	0.173	0.086	0.173	0.075	0.065	1443.7	1890.8	1494.0	1810.4
525	0.454	0.364	0.364	0.174	0.072	0.174	0.071	0.059	1385.7	1860.4	1447.5	1805.5
600	0.468	0.366	0.392	0.175	0.058	0.175	0.066	0.055	1335.5	1847.7	1403.7	1798.2
675	0.483	0.367	0.419	0.175	0.044	0.175	0.062	0.050	1292.7	1822.3	1362.4	1793.3
750	0.497	0.371	0.447	0.177	0.030	0.177	0.058	0.046	1257.6	1809.6	1323.3	1773.9
825	0.511	0.373	0.475	0.178	0.016	0.178	0.054	0.042	1230.5	1796.9	1286.0	1761.8
900	0.526	0.381	0.502	0.182	0.002	0.182	0.050	0.038	1212.4	1789.3	1250.3	1725.3
975	0.541	0.389	0.530	0.186	-0.012	0.186	0.046	0.035	1205.0	1779.1	1215.7	1688.9
1050	0.556	0.402	0.557	0.191	-0.026	0.191	0.041	0.032	1211.4	1779.1	1181.7	1635.4
1125	0.573	0.424	0.585	0.200	-0.040	0.200	0.037	0.030	1237.2	1822.3	1147.4	1550.3
1200	0.592	0.460	0.613	0.215	-0.054	0.215	0.033	0.029	1292.6	1860.4	1111.3	1428.8
1275	0.615	0.530	0.640	0.241	-0.068	0.241	0.029	0.030	1398.9	1949.2	1069.4	1239.3
1350	0.651	0.671	0.668	0.282	-0.082	0.282	0.025	0.035	1602.9	2081.2	1009.1	979.3
1425	0.759	1.151	0.696	0.123	-0.096	0.123	0.021	0.055	1963.2	2259.0	866.1	571.1
1500	8.616	8.616	0.723	0.723	-0.110	0.723	0.016	0.000	0.0	0.0	76.3	76.3

Tabla 6-13-315 SM. Valores calculados versus fabricante

6-10. Motor asincrónico trifásico 315 SM, 132.0 kW. Curvas características

nx(min-1)	Rt(Ω)	R1(Ω)	Rm(Ω)	R2(Ω)
0	0.110	0.017	0.295	0.100
75	0.112	0.017	0.295	0.096
150	0.113	0.017	0.295	0.091
225	0.115	0.017	0.295	0.087
300	0.117	0.017	0.295	0.083
375	0.119	0.017	0.295	0.079
450	0.121	0.017	0.295	0.075
525	0.123	0.017	0.295	0.071
600	0.126	0.017	0.295	0.066
675	0.129	0.017	0.295	0.062
750	0.132	0.017	0.295	0.058
825	0.136	0.017	0.295	0.054
900	0.141	0.017	0.295	0.050
975	0.148	0.017	0.295	0.046
1050	0.156	0.017	0.295	0.041
1125	0.168	0.017	0.295	0.037
1200	0.185	0.017	0.295	0.033
1275	0.213	0.017	0.295	0.029
1350	0.269	0.017	0.295	0.025
1425	0.437	0.017	0.295	0.021
1500	0.345	0.017	0.295	0.016

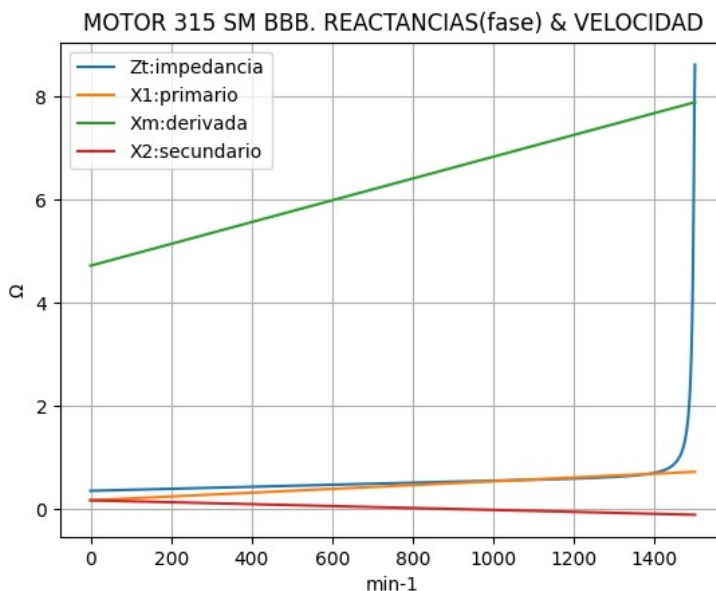


Observaciones:

- La resistencia R1 primaria y la Rm derivada son constantes
- La resistencia secundaria R2 = R2a - (nx / n) · (R2a - R2n) decrece con la velocidad

Fig. 6-1-315 SM. Curvas de resistencias

nx(min-1)	Zt(Ω)	Xt(Ω)	X1(Ω)	Xm(Ω)	X2(Ω)
0	0.354	0.337	0.171	4.719	0.171
75	0.369	0.351	0.198	4.877	0.157
150	0.383	0.366	0.226	5.036	0.143
225	0.397	0.380	0.253	5.194	0.128
300	0.412	0.395	0.281	5.353	0.114
375	0.426	0.409	0.309	5.511	0.100
450	0.440	0.423	0.336	5.670	0.086
525	0.454	0.437	0.364	5.828	0.072
600	0.468	0.451	0.392	5.987	0.058
675	0.483	0.465	0.419	6.145	0.044
750	0.497	0.479	0.447	6.304	0.030
825	0.511	0.493	0.475	6.462	0.016
900	0.526	0.506	0.502	6.621	0.002
975	0.541	0.520	0.530	6.779	-0.012
1050	0.556	0.534	0.557	6.938	-0.026
1125	0.573	0.548	0.585	7.096	-0.040
1200	0.592	0.562	0.613	7.255	-0.054
1275	0.615	0.577	0.640	7.413	-0.068
1350	0.651	0.593	0.668	7.572	-0.082
1425	0.759	0.621	0.696	7.730	-0.096
1500	8.616	8.609	0.723	7.888	-0.110

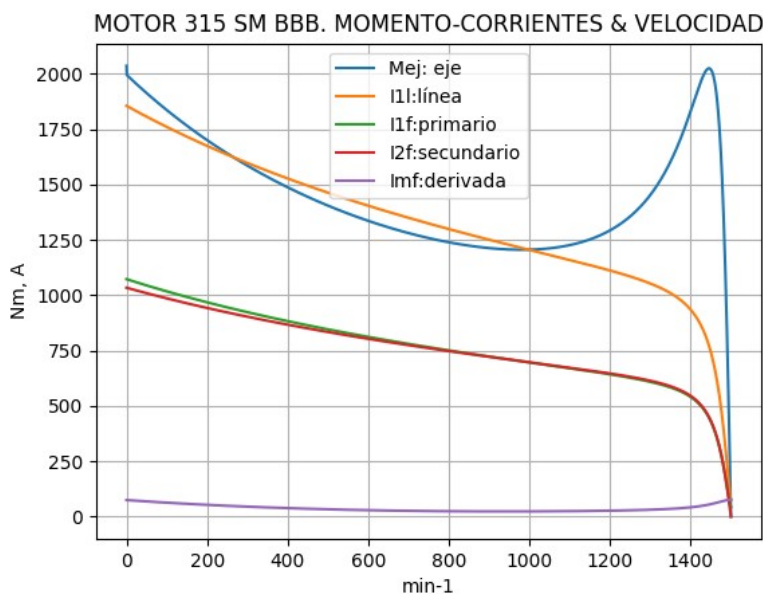


Observaciones:

- La reactancia primaria X1 = X1a + (nx / n) · (X1n - X1a) y Xm crecen linealmente y con valores positivos
- La reactancia secundaria X2 = X2a - (nx / n) · (X2a - X2n) presenta valores positivos hasta cerca de 975 min⁻¹ y luego negativos

Fig. 6-2-315 SM. Curvas de impedancias y reactancias

nx(min-1)	Mej(Nm)	I2f(A)	I1f(A)	I1l(A)	Imf(A)
0	2035.5	1033.5	1072.3	1855.0	43.2
75	1873.1	997.0	1030.3	1782.4	38.0
150	1765.0	963.2	991.7	1715.6	33.4
225	1669.4	931.9	956.0	1654.0	29.5
300	1584.7	902.7	923.0	1596.8	26.0
375	1509.8	875.3	892.3	1543.6	23.1
450	1443.7	849.7	863.6	1494.0	20.6
525	1385.7	825.6	836.7	1447.5	18.5
600	1335.5	802.8	811.4	1403.7	16.8
675	1292.7	781.1	787.5	1362.4	15.4
750	1257.6	760.5	764.9	1323.3	14.5
825	1230.5	740.8	743.4	1286.0	13.8
900	1212.4	721.8	722.7	1250.3	13.5
975	1205.0	703.2	702.7	1215.7	13.6
1050	1211.4	684.9	683.0	1181.7	13.9
1125	1237.2	666.3	663.2	1147.4	14.5
1200	1292.6	646.4	642.4	1111.3	15.5
1275	1398.9	623.0	618.1	1069.4	17.2
1350	1602.9	588.6	583.3	1009.1	20.2
1425	1963.2	505.1	500.6	866.1	27.6
1500	0.0	0.2	44.1	76.3	44.1

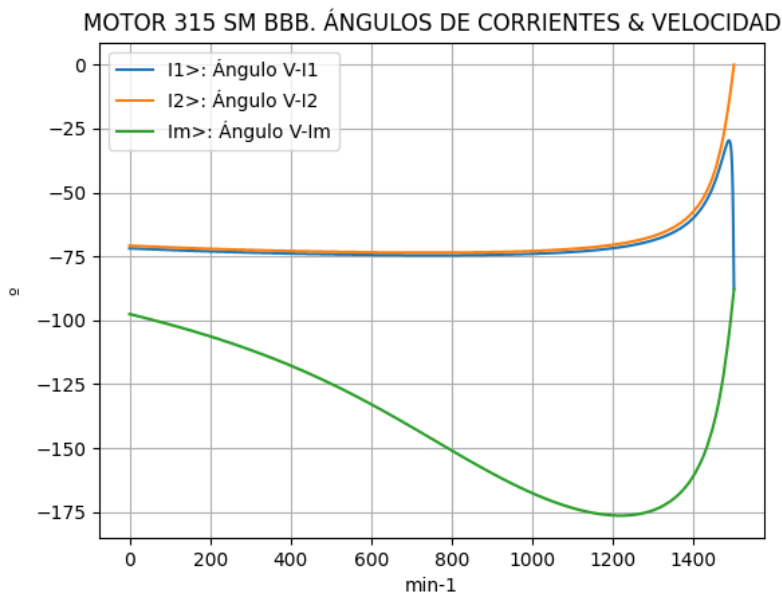


Observaciones:

- El momento mínimo se presenta cerca de 975 min⁻¹ y el máximo cerca de 1425 min⁻¹.
- La corriente I1l de línea desciende regularmente hasta el valor de vacío, al igual que la I1f primaria
- La corriente secundaria I2f = I1f - Imf supera ligeramente a I1 entre 975 y 1425 min⁻¹, aproximadamente
- La corriente derivada Imf = E1f / Zm es de escasa fluctuación y muestra una depresión cerca de 900 min⁻¹

Fig. 6-3-315 SM. Curvas de momentos y corrientes

nx(min-1)	I2>(°)	I1>(°)	Im>(°)
0	-70.8	-71.9	-97.6
75	-71.3	-72.4	-100.6
150	-71.8	-72.8	-103.9
225	-72.2	-73.2	-107.5
300	-72.5	-73.5	-111.6
375	-72.8	-73.8	-116.1
450	-73.1	-74.1	-121.1
525	-73.3	-74.3	-126.7
600	-73.4	-74.4	-132.9
675	-73.5	-74.5	-139.5
750	-73.5	-74.6	-146.3
825	-73.5	-74.5	-153.3
900	-73.3	-74.4	-159.9
975	-73.1	-74.2	-165.8
1050	-72.6	-73.7	-170.8
1125	-71.8	-73.0	-174.5
1200	-70.5	-71.8	-176.3
1275	-68.2	-69.7	-175.4
1350	-63.7	-65.6	-169.9
1425	-51.8	-54.9	-152.8
1500	-0.1	-87.7	-87.9

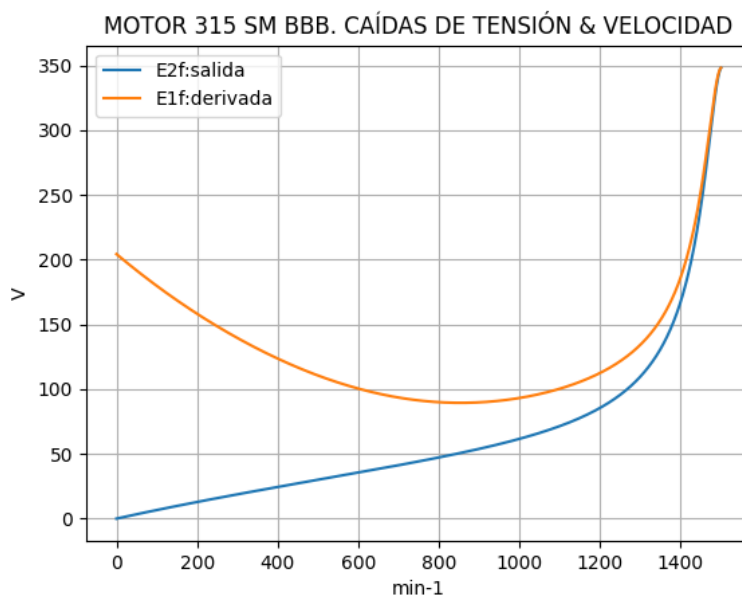


Observaciones:

- El ángulo V-I1 es negativo y se minimiza cerca de 1425 min⁻¹
- El ángulo V-I2 es negativo y decrece regularmente, con cambio de pendiente
- El ángulo V-Im es negativo, y se maximiza cerca de 1200 min⁻¹

Fig. 6-4-315 SM. Curvas de ángulos de corrientes

nx(min-1)	E2f(V)	E1f(V)
0	0.0	204.3
75	5.0	185.6
150	9.8	168.6
225	14.4	153.2
300	18.8	139.5
375	23.0	127.3
450	27.2	116.7
525	31.4	107.7
600	35.5	100.4
675	39.8	94.9
750	44.2	91.3
825	48.8	89.5
900	53.9	89.8
975	59.5	92.0
1050	66.2	96.2
1125	74.4	102.8
1200	85.5	112.5
1275	102.0	127.3
1350	131.0	153.4
1425	197.3	213.3
1500	348.1	348.1

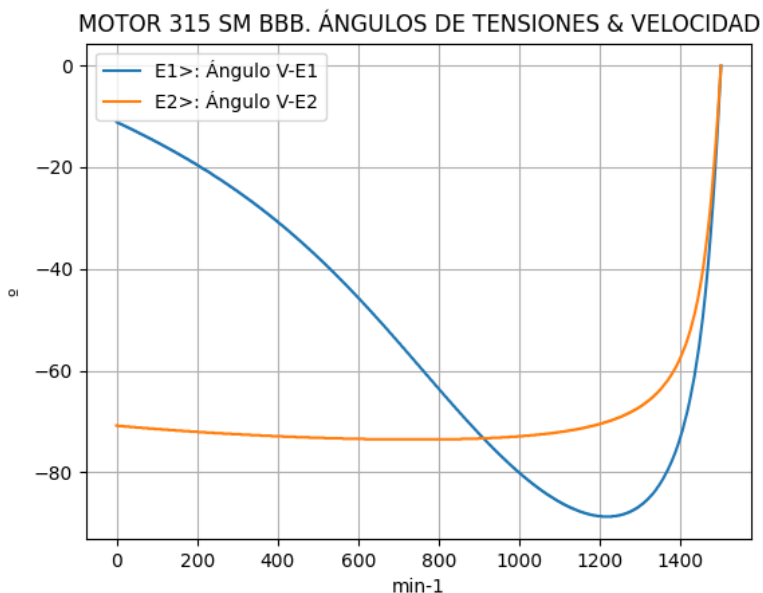


Observaciones:

- La (caída de) tensión $E1f = E1 = V1 - I1 \cdot Z1$ desciende hasta cerca de 825 min^{-1} y luego crece
- La (caída de) tensión $E2f = E2 = E1 - I2 \cdot Z2$ crece regularmente, con cambio de pendiente

Fig. 6-5-315 SM. Curvas de caídas de tensión

nx(min-1)	E2>(°)	E1>(°)
0	-	-11.1
75	-71.3	-14.1
150	-71.8	-17.3
225	-72.2	-20.8
300	-72.5	-24.7
375	-72.8	-29.2
450	-73.1	-34.1
525	-73.3	-39.6
600	-73.4	-45.7
675	-73.5	-52.2
750	-73.5	-59.0
825	-73.5	-65.9
900	-73.3	-72.4
975	-73.1	-78.3
1050	-72.6	-83.3
1125	-71.8	-86.9
1200	-70.5	-88.6
1275	-68.2	-87.7
1350	-63.7	-82.1
1425	-51.8	-65.0
1500	-0.1	-0.1

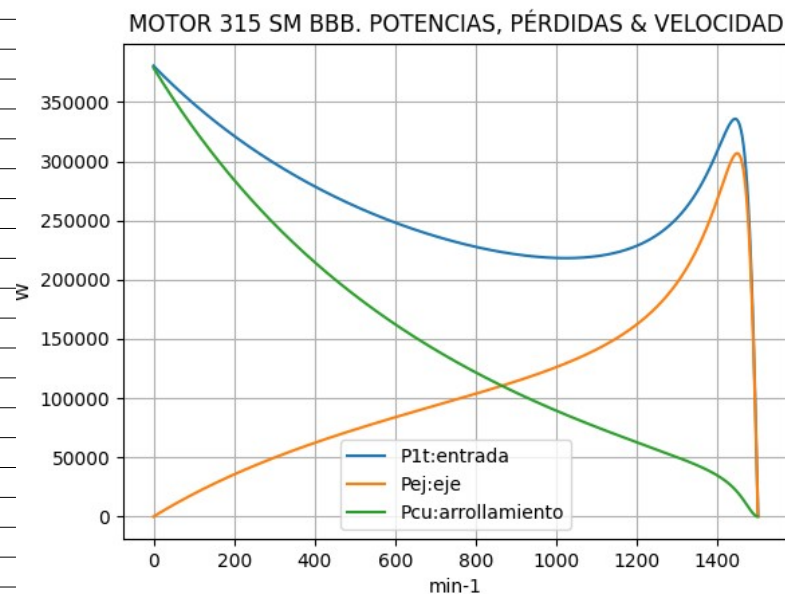


Observaciones:

- El ángulo V-E1 es negativo y se maximiza cerca de 1200 min^{-1}
- El ángulo V-E2 es indeterminado en el arranque ($E2 = 0$) y es el de la corriente $I2$ en todas las velocidades

Fig. 6-6-315 SM. Curvas de ángulos de tensiones

nx(min-1)	P1t(W)	Pej(W)	Pcu(W)
0	380564	0	378910
75	356028	14711	339744
150	334407	27725	305137
225	315296	39334	274404
300	298370	49785	246986
375	283372	59288	222419
450	270099	68031	200322
525	258399	76184	180374
600	248163	83911	162303
675	239327	91379	145879
750	231877	98773	130903
825	225859	106310	117203
900	221403	114267	104626
975	218766	123036	93031
1050	218413	133206	82282
1125	221191	145750	72232
1200	228708	162429	62689
1275	244240	186782	53312
1350	274886	226607	43212
1425	328324	292958	28636
1500	2047	0	100

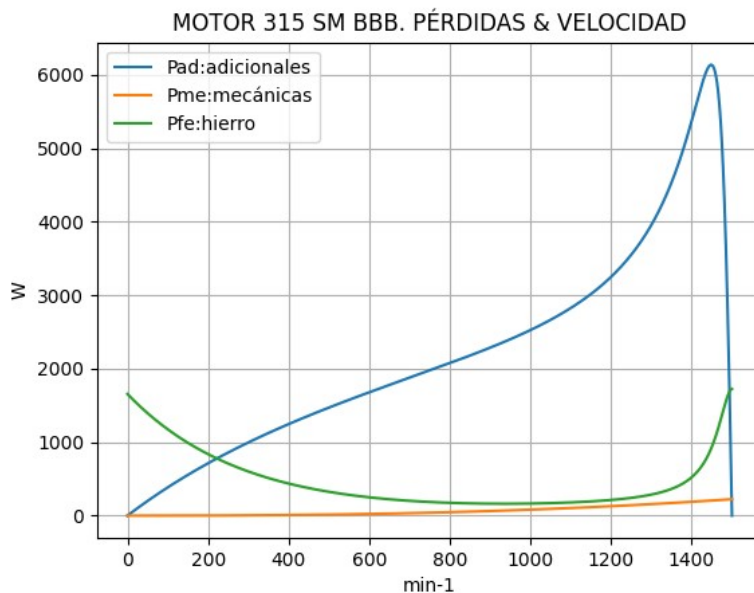


Observaciones:

- La potencia de entrada $P1t = (Peje + Pérdidas)$ presenta decrece hasta cerca de 1050 min^{-1} y alcanza un pico cerca de 1425 min^{-1}
- La potencia en el eje Pej presenta un máximo cerca de 1425 min^{-1}
- Las pérdidas calóricas Pcu en el arrollamiento presentan un descenso regular

Fig. 6-7-315 SM. Curvas de potencias y pérdidas de arrollamiento

nx(min-1)	Pad(W)	Pme(W)	Pfe(W)
0	0	0	1655
75	294	0	1279
150	554	1	990
225	787	2	769
300	996	4	600
375	1186	7	472
450	1361	11	374
525	1524	16	302
600	1678	23	249
675	1828	30	211
750	1975	39	185
825	2126	50	170
900	2285	62	163
975	2461	76	163
1050	2664	92	170
1125	2915	109	186
1200	3249	128	213
1275	3736	149	261
1350	4532	172	363
1425	5859	196	674
1500	0	223	1724

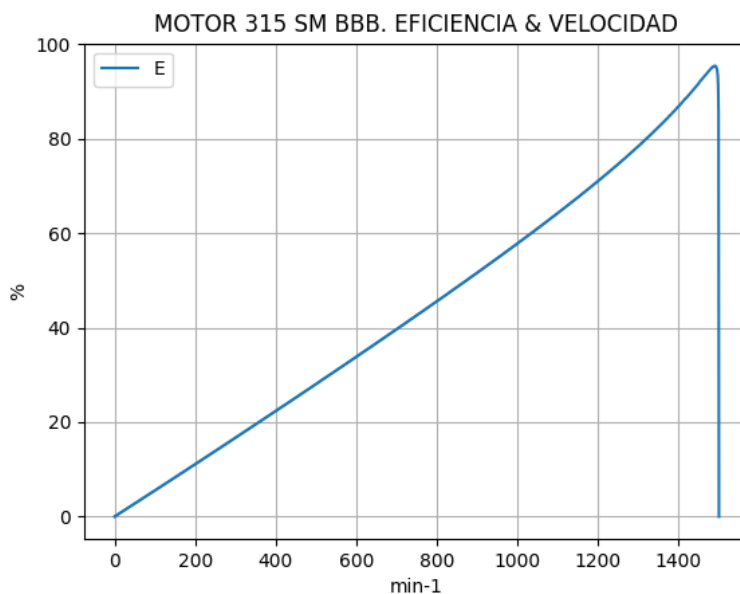


Observaciones:

- Las pérdidas adicionales $Pad = Peje \cdot Cad / 100$ son máximas cerca de las 1425 min^{-1}
- Las pérdidas mecánicas Pme crecen suavemente
- Las pérdidas en el hierro $Pfe = 3 \cdot Rm \cdot Im^2$ inician un valle cerca de 900 min^{-1} y se maximizan en vacío

Fig. 6-8-315 SM. Curvas de otras pérdidas

nx(min-1)	Eff(%)
0	0.0
75	4.1
150	8.3
225	12.5
300	16.7
375	20.9
450	25.2
525	29.5
600	33.8
675	38.2
750	42.6
825	47.1
900	51.6
975	56.2
1050	61.0
1125	65.9
1200	71.0
1275	76.5
1350	82.4
1425	89.2
1500	0.0

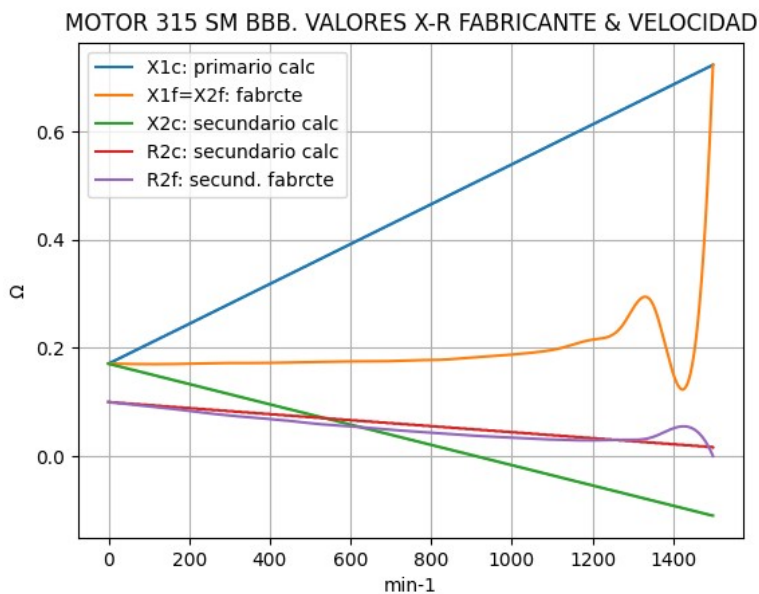


Observaciones:

- La eficiencia $Eff = 100 \cdot Peje / (Peje + Pérdidas)$ crece hasta un máximo cerca de min^{-1} y luego decrece

Fig. 6-9-315 SM. Curva de eficiencia

nx(min-1)	X1c(Ω)	X1f(Ω)	X2c(Ω)	R2c(Ω)	R2f(Ω)
0	0.171	0.171	0.171	0.100	0.100
75	0.198	0.170	0.157	0.096	0.094
150	0.226	0.170	0.143	0.091	0.088
225	0.253	0.171	0.128	0.087	0.081
300	0.281	0.172	0.114	0.083	0.075
375	0.309	0.172	0.100	0.079	0.070
450	0.336	0.173	0.086	0.075	0.065
525	0.364	0.174	0.072	0.071	0.059
600	0.392	0.175	0.058	0.066	0.055
675	0.419	0.175	0.044	0.062	0.050
750	0.447	0.177	0.030	0.058	0.046
825	0.475	0.178	0.016	0.054	0.042
900	0.502	0.182	0.002	0.050	0.038
975	0.530	0.186	-0.012	0.046	0.035
1050	0.557	0.191	-0.026	0.041	0.032
1125	0.585	0.200	-0.040	0.037	0.030
1200	0.613	0.215	-0.054	0.033	0.029
1275	0.640	0.241	-0.068	0.029	0.030
1350	0.668	0.282	-0.082	0.025	0.035
1425	0.696	0.123	-0.096	0.021	0.055
1500	0.723	0.723	-0.110	0.016	0.000



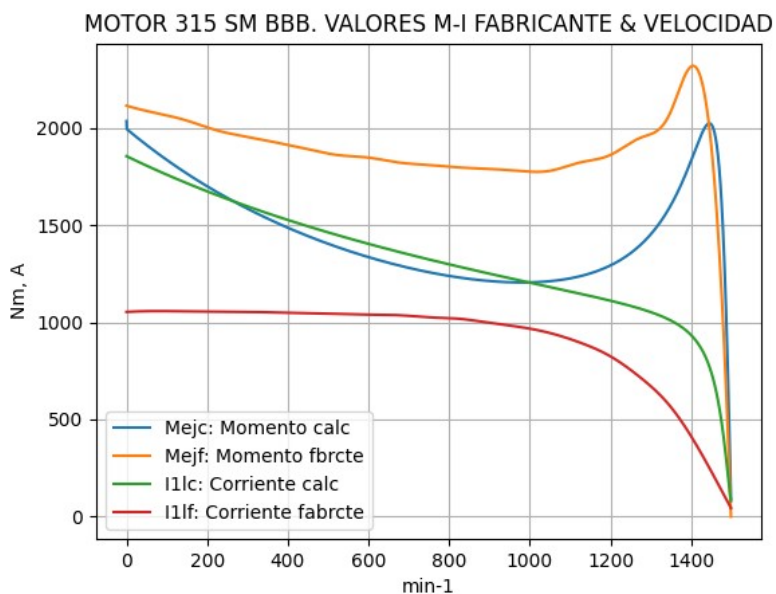
Observaciones:

- Las reactancias $X1f = X2f$ no son lineales y alcanzan máximos y mínimos entre 1350 y 1425 min^{-1} , aproximadamente

- La resistencia $R2f$ tampoco es lineal, y muestra un pico cerca de 1425 min^{-1}

Fig. 6-10-315 SM. Curvas comparativas X-R del fabricante

nx(min-1)	Mejc(Nm)	Mejf(Nm)	I1lc(A)	I1lf(A)
0	2035.5	2114.9	1855.0	1822.5
75	1873.1	2076.1	1782.4	1829.8
150	1765.0	2038.0	1715.6	1827.4
225	1669.4	1987.3	1654.0	1824.9
300	1584.7	1954.3	1596.8	1822.5
375	1509.8	1923.8	1543.6	1817.6
450	1443.7	1890.8	1494.0	1810.4
525	1385.7	1860.4	1447.5	1805.5
600	1335.5	1847.7	1403.7	1798.2
675	1292.7	1822.3	1362.4	1793.3
750	1257.6	1809.6	1323.3	1773.9
825	1230.5	1796.9	1286.0	1761.8
900	1212.4	1789.3	1250.3	1725.3
975	1205.0	1779.1	1215.7	1688.9
1050	1211.4	1779.1	1181.7	1635.4
1125	1237.2	1822.3	1147.4	1550.3
1200	1292.6	1860.4	1111.3	1428.8
1275	1398.9	1949.2	1069.4	1239.3
1350	1602.9	2081.2	1009.1	979.3
1425	1963.2	2259.0	866.1	571.1
1500	0.0	0.0	76.3	76.3



Observaciones:

- El momento Mejf presenta mayores valores que el calculado y diferencias en las velocidades de máximos
- La corriente I1lf es, en general, bastante menor a la de cálculo

Fig. 6-11-315 SM. Curvas comparativas M-I del fabricante

6-11. Motores de 4 polos. Tablas y gráficos comparativos Marcas AAA y BBB, del mismo tamaño

Tipo	R1a/Rn	X1a/Xn	Rma/Rn	Xma/Xn	R2a/Rn	X2a/Xn	R1n/Rn	X1n/Xn	Rmn/Rn	Xmn/Xn	R2n/Rn	X2n/Xn	R10/Rn	X10/Xn	Rm0/Rn	Xm0/Xn	R20/Rn	X20/Xn
AAA 100 L24	0.0806	0.1387	0.1572	1.6753	0.0927	0.1387	0.0806	0.5117	0.1572	2.5451	0.0528	-0.1917	0.0806	0.5300	0.1572	2.7237	0.0393	0.5300
BBB 100 L	0.0705	0.1226	0.0873	1.6606	0.0642	0.1226	0.0705	0.5714	0.0873	2.6078	0.0463	-0.3518	0.0705	0.5934	0.0873	2.7823	0.0511	0.5934
AAA 112 M4	0.0688	0.1228	0.1597	1.3942	0.0560	0.1228	0.0688	0.5570	0.1597	2.2034	0.0373	-0.3989	0.0688	0.5736	0.1597	2.3003	0.0356	0.5736
BBB 112 M	0.0523	0.1086	0.2146	1.8071	0.0482	0.1086	0.0523	0.5508	0.2146	2.9846	0.0494	-0.3857	0.0523	0.5725	0.2146	3.0888	0.0467	0.5725
AAA 200 L24	0.0234	0.1373	0.5635	3.5264	0.0524	0.1373	0.0234	0.5631	0.5635	5.5800	0.0222	-0.1334	0.0234	0.5717	0.5635	5.9439	0.0000	0.5717
BBB 200 L	0.0096	0.1357	0.6831	4.4791	0.0495	0.1357	0.0096	0.5441	0.6831	7.0397	0.0221	0.0849	0.0096	0.5526	0.6831	7.6391	0.0000	0.5526
AAA 315 C4	0.0106	0.1526	0.3926	3.2108	0.0606	0.1526	0.0106	0.5482	0.3926	4.9394	0.0113	-0.0666	0.0106	0.5524	0.3926	5.2726	0.0000	0.5524
BBB 315 SM	0.0081	0.1273	0.1049	2.7898	0.0492	0.1273	0.0081	0.5192	0.1049	4.4038	0.0073	-0.1699	0.0081	0.5216	0.1049	4.5151	0.0000	0.5216
AAA 315 M14	0.0107	0.1673	0.3377	3.5622	0.0626	0.1673	0.0107	0.5735	0.3377	5.4574	0.0107	-0.0784	0.0107	0.5772	0.3377	5.8930	0.0000	0.5772
BBB 315 SM	0.0073	0.1238	0.1268	3.4171	0.0430	0.1238	0.0073	0.5206	0.1268	5.4967	0.0073	-0.0789	0.0073	0.5235	0.1268	5.7118	0.0000	0.5235

Observaciones:

Con el aumento de tamaño y potencia,

- las relaciones R1a/Rn, R1n/Rn son menores en los motores BBB

- la mayoría de los restantes valores son del mismo orden y cercanos entre sí

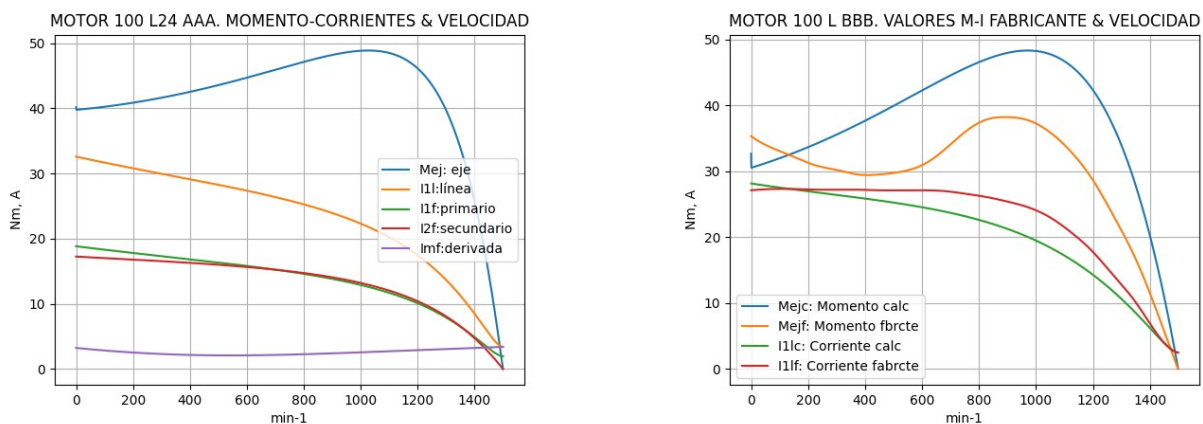
Tabla 6-1-4P. Relaciones de resistencias y reactancias de motores de 4 polos, 380 V, 50 Hz, 25 °C

Tipo	Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)	Carga	Pad/PP(%)	Pme/PP(%)	Pfe/PP(%)	Pcu/PP(%)
AAA 100 L24	Nominal	4.8	2.9	22.5	69.8	Eff. Máx	5.1	4.0	29.5	61.4
BBB 100 L	Nominal	27.9	3.4	12.5	56.2	Eff. Máx	30.2	5.2	17.1	47.6
AAA 112 M4	Nominal	9.1	2.7	31.8	56.4	Eff. Máx	9.5	2.9	32.4	55.3
BBB 112 M	Nominal	9.8	3.0	32.5	54.8	Eff. Máx	9.8	3.4	35.6	51.2
AAA 200 L24	Nominal	15.2	1.8	47.2	35.8	Eff. Máx	16.0	1.7	39.7	42.7
BBB 200 L	Nominal	11.9	2.7	48.2	37.2	Eff. Máx	12.9	2.7	42.1	42.4
AAA 315 C4	Nominal	22.8	1.9	50.2	25.1	Eff. Máx	25.3	1.6	36.1	37.1
BBB 315 SM	Nominal	23.2	5.1	36.6	35.1	Eff. Máx	23.8	4.7	32.7	38.8
AAA 315 M14	Nominal	34.2	1.8	38.7	25.2	Eff. Máx	37.1	1.6	29.5	31.8
BBB 315 SM	Nominal	40.4	3.4	26.8	29.4	Eff. Máx	41.1	3.4	25.7	29.8

Observaciones:

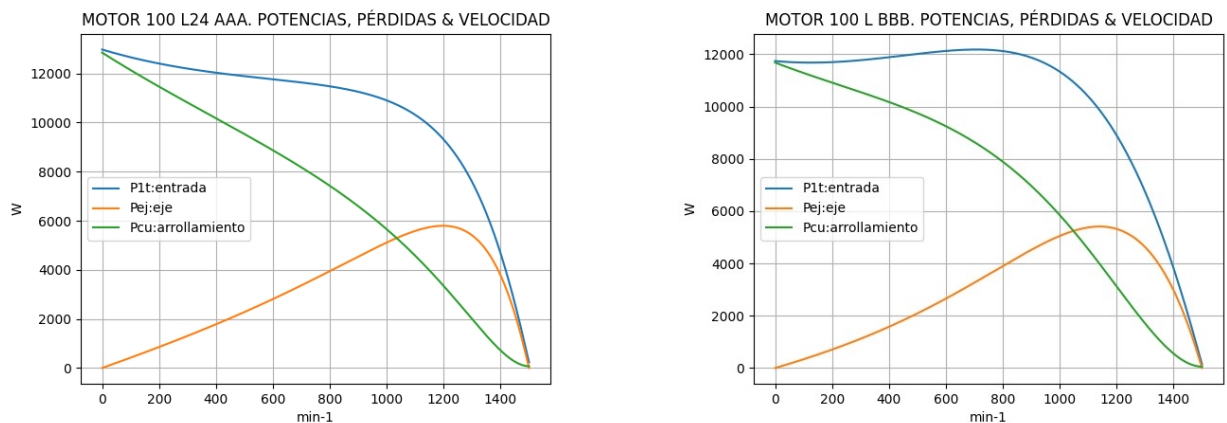
Salvo en el tamaño 100, los valores relativos de pérdidas son bastante próximos en ambas marcas.

Tabla 6-2-4P. Relaciones de pérdidas de motores de 4 polos, 380 V, 50 Hz, 25 °C



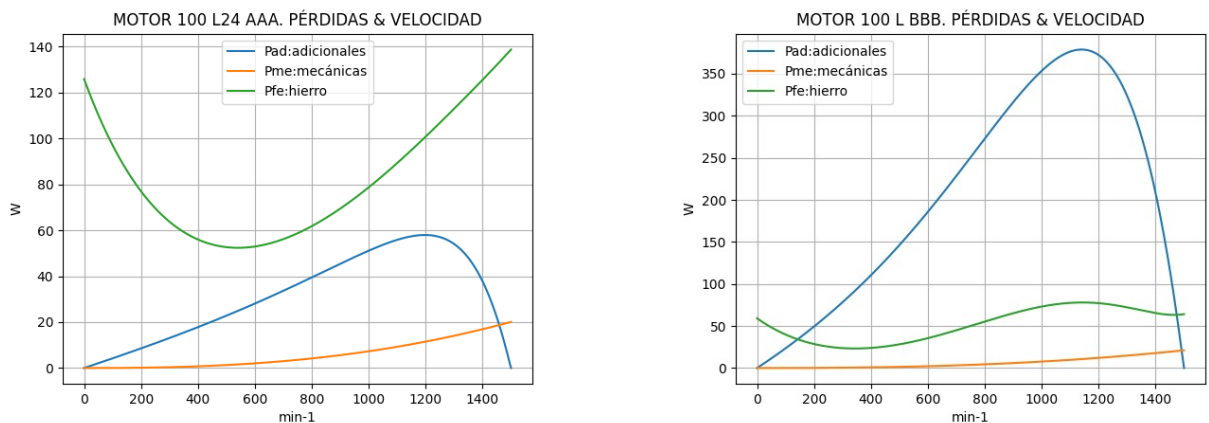
Observaciones: Mayor momento teórico de arranque en el motor AAA y menores corrientes de cálculo

Fig. 6-1-4P. Curvas de momentos y corrientes



Observaciones: Mayores pérdidas en el cobre en el motor AAA

Fig. 6-2-4P. Curvas de potencias y pérdidas en arrollamientos



Observaciones: Son muy notables las diferencias en la evolución de las pérdidas con la velocidad

Fig. 6-3-4P. Curvas de otras pérdidas

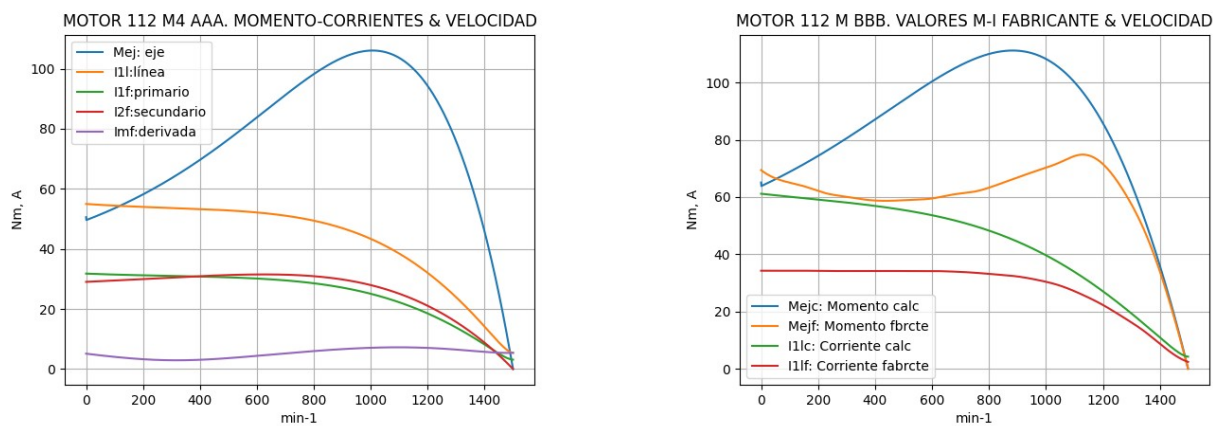


Fig. 6-4-4P. Curvas de momentos y corrientes

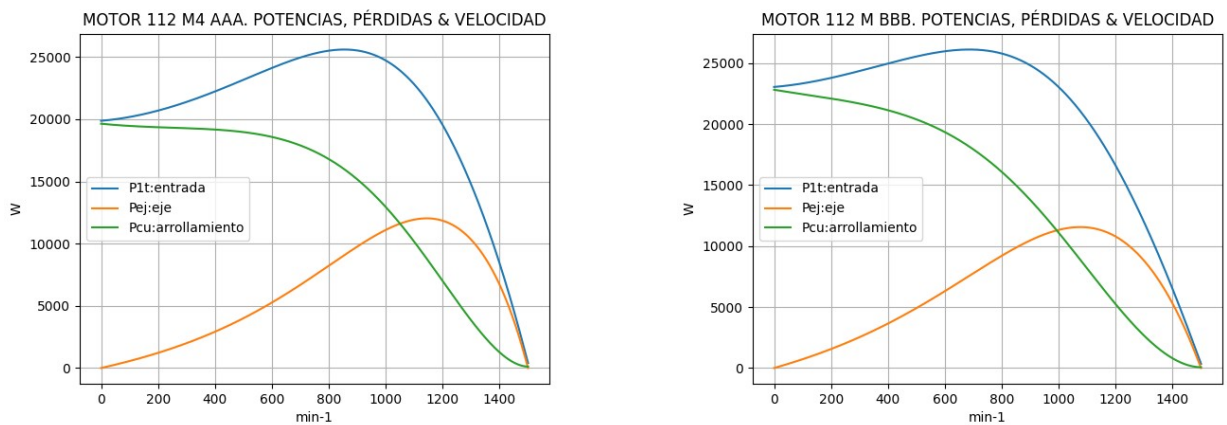


Fig. 6-5-4P. Curvas de potencias y pérdidas en arrollamientos

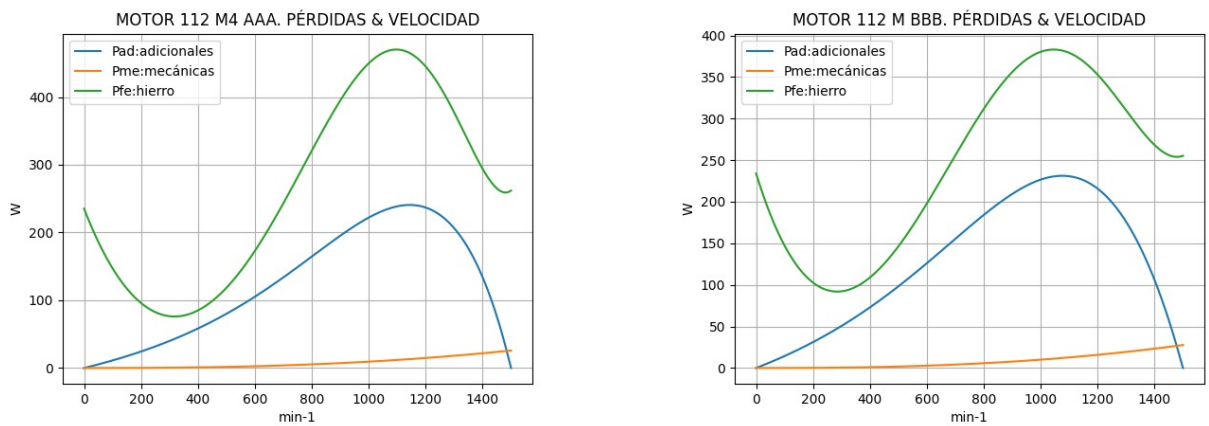
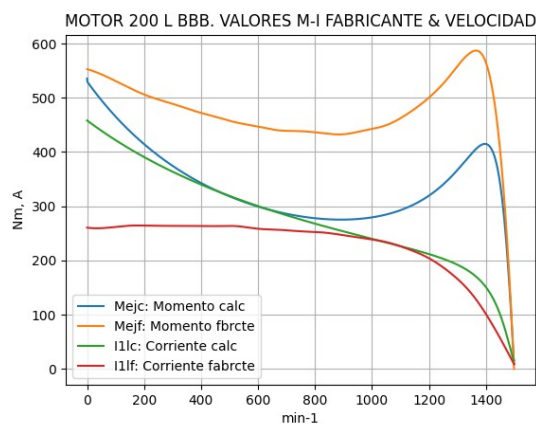
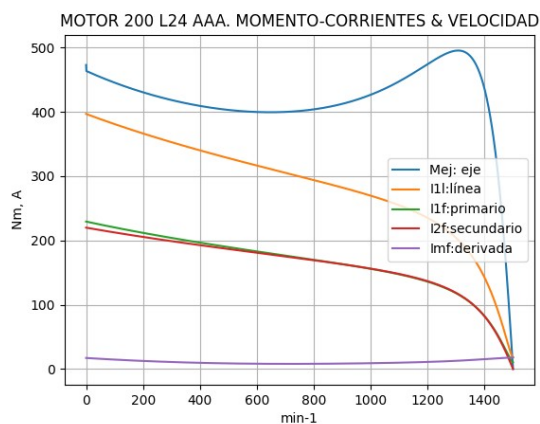
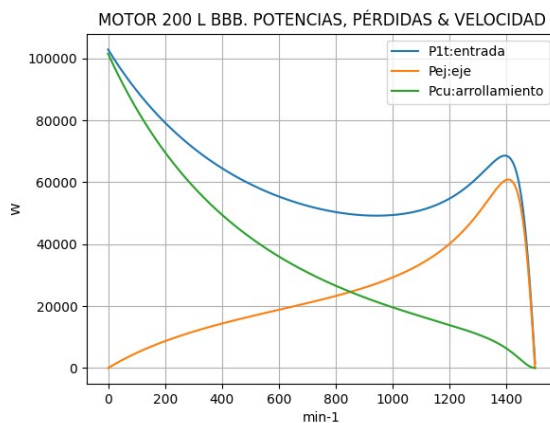
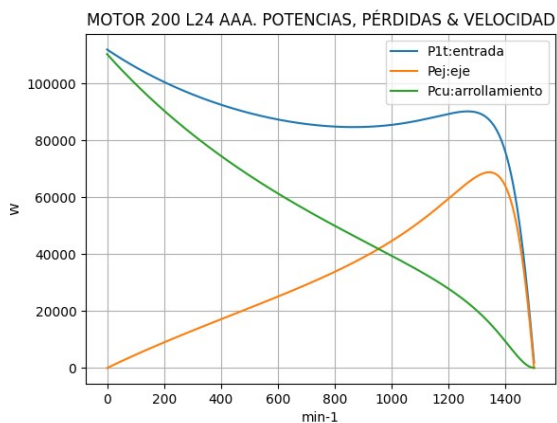


Fig. 6-6-4P. Curvas de otras pérdidas



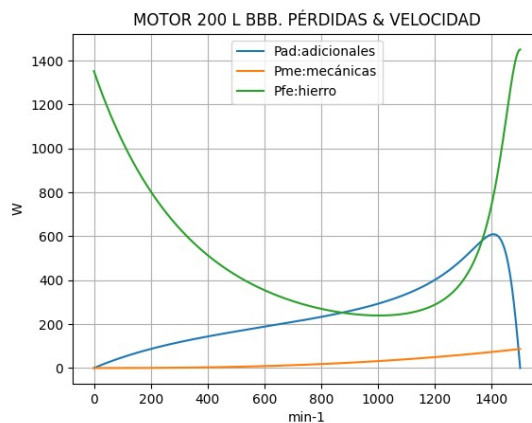
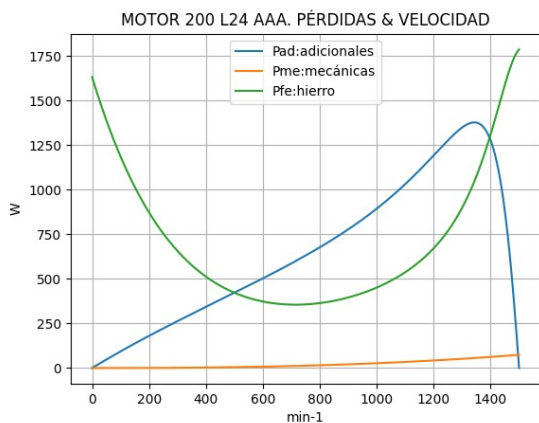
Observaciones: Menor momento teórico de arranque en el motor AAA y diferentes curvas de corrientes

Fig. 6-7-4P. Curvas de momentos y corrientes



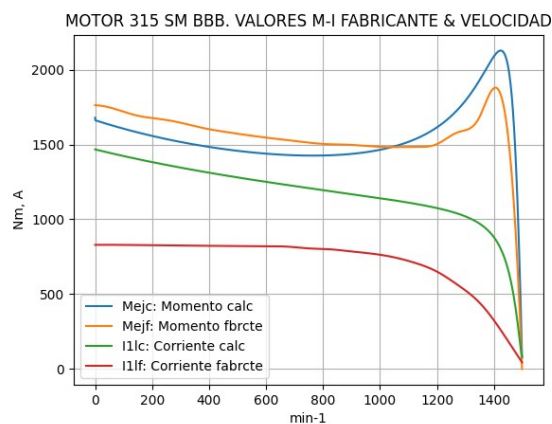
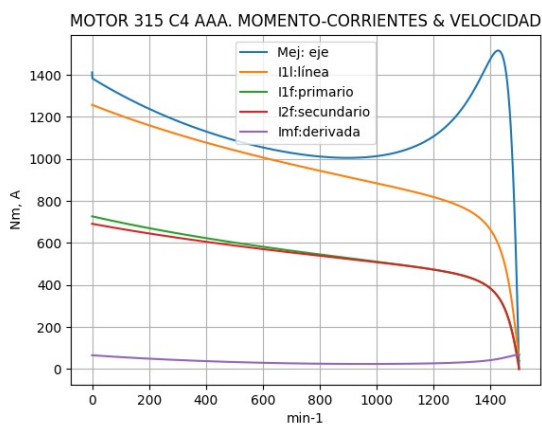
Observaciones: Mayores pérdidas en el cobre en el motor AAA, en general

Fig. 6-8-4P. Curvas de potencias y pérdidas en arrollamientos



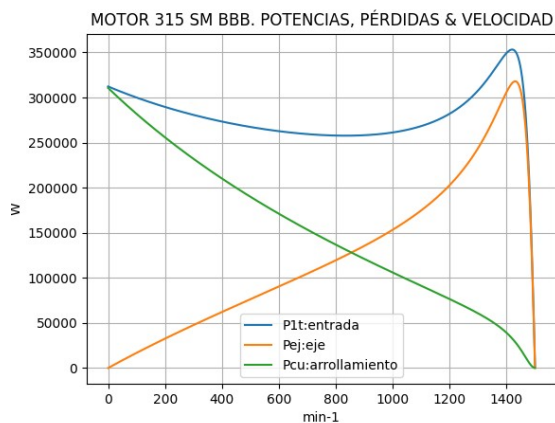
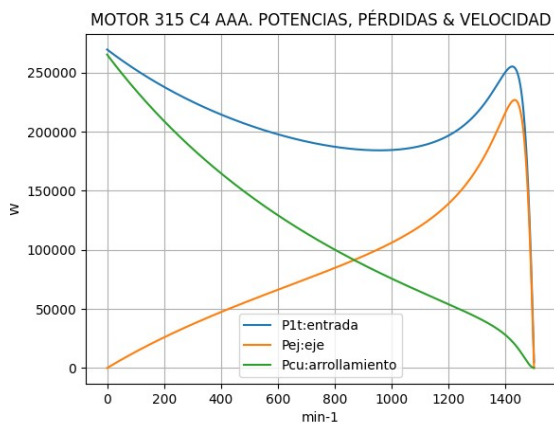
Observaciones: Las diferencias de las pérdidas adicionales y en el hierro con la velocidad son notables

Fig. 6-9-4P. Curvas de otras pérdidas



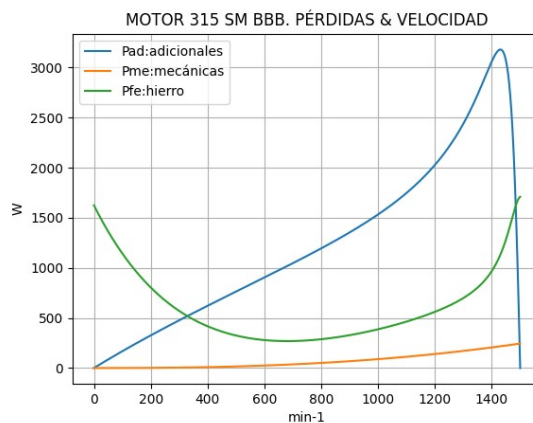
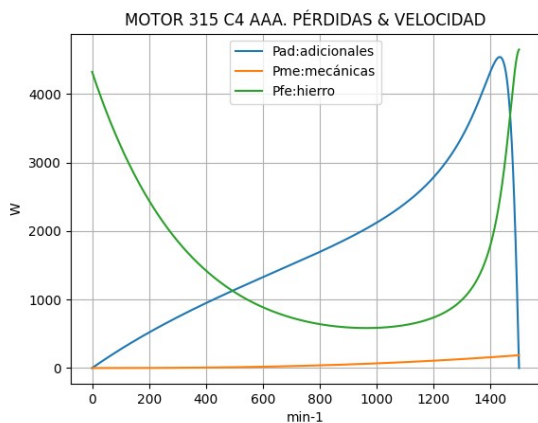
Observaciones: Menor momento teórico de arranque en el motor AAA y menores corrientes, en general

Fig. 6-10-4P. Curvas de momentos y corrientes



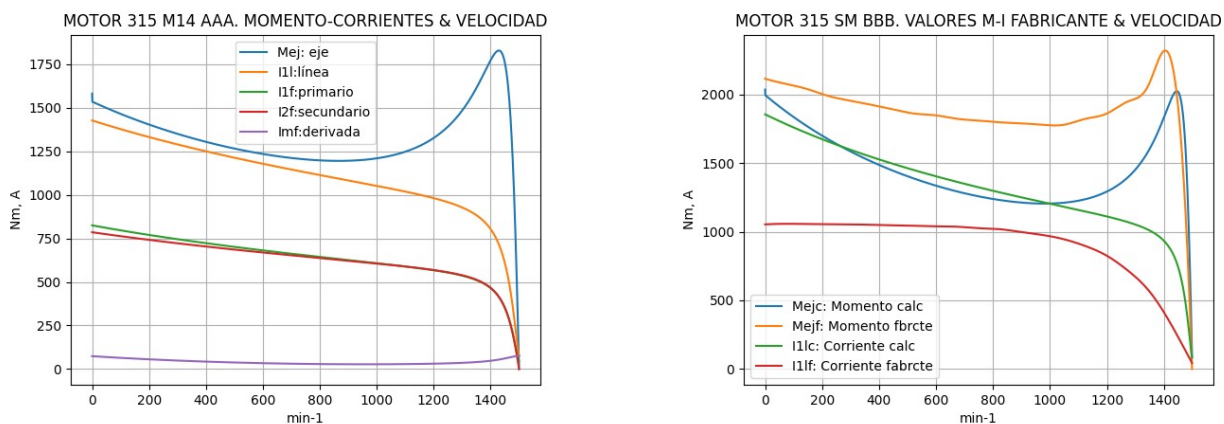
Observaciones: Menores pérdidas en el cobre en el motor AAA, en general

Fig. 6-11-4P. Curvas de potencias y pérdidas en arrollamientos



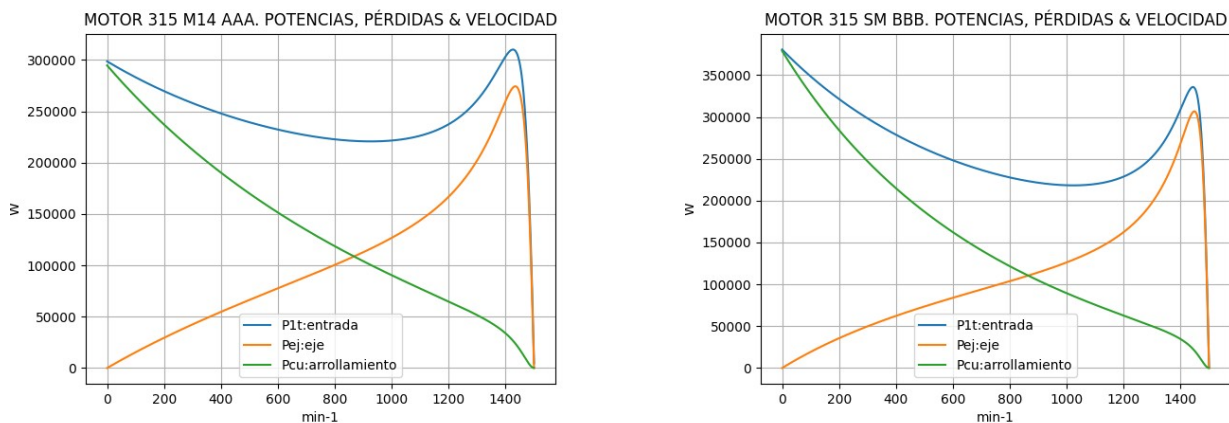
Observaciones: Las diferencias de las pérdidas adicionales y en el hierro con la velocidad son notables

Fig. 6-12-4P. Curvas de otras pérdidas



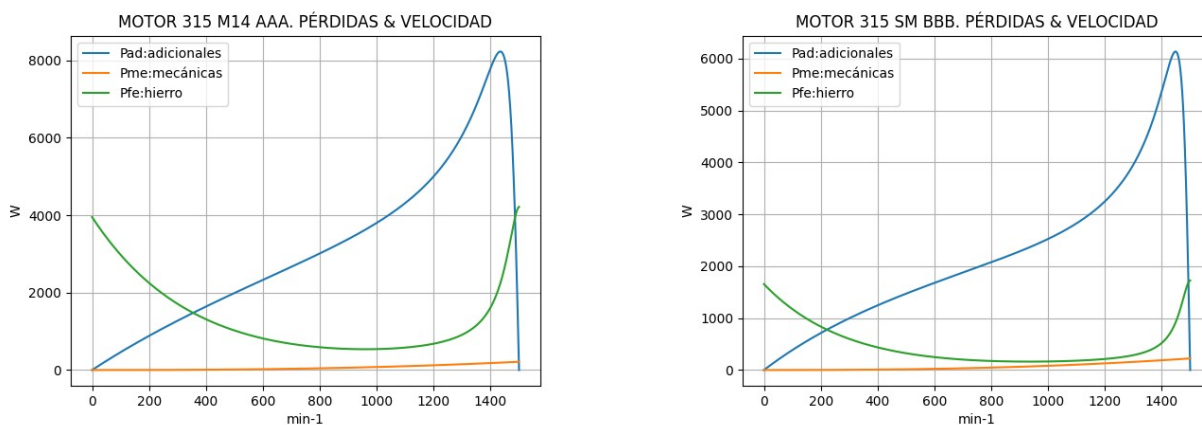
Observaciones: Menor momento teórico de arranque en el motor AAA y menores corrientes, en general

Fig. 6-13-315 SM. Curvas de momentos y corrientes



Observaciones: Menores pérdidas en el cobre en el motor AAA, en general

Fig. 6-14-315 SM. Curvas de potencias y pérdidas en arrollamientos



Observaciones: Las diferencias de las pérdidas adicionales y en el hierro con la velocidad son notables

Fig. 6-15-315 SM. Curvas de otras pérdidas

Capítulo 7. Software de aplicación

Se muestra a continuación una parte del software en Python 3, usado para obtener los valores de los capítulos anteriores. No se incluye el código de ingreso y ni el de almacenado de datos, además de otras fracciones del programa no consideradas importantes.

Es un software muy básico, que utiliza las herramientas más sencillas del lenguaje. Esta característica origina una mayor extensión de la codificación para lograr los fines requeridos.

```
import cmath                # Complejos
import math                 # Operaciones matemáticas
import matplotlib.pyplot as plt  # Gráficos
import pandas as pd        # Tabulación
from pylab import *        # Gráficos
import numpy as np
from numpy import *

from scipy.interpolate import make_interp_spline  # Interpolación curvas
import seaborn as sns          # Gráficos

# -*- coding: utf-8 -*-
''' PARÁMETROS DE UN MOTOR ASINCRÓNICO TRIFÁSICO EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD
Autor: Omar D. Gallo - odgallo@gmail.com
Fecha de inicio: 08/05/2020 '''
```

7-1. OBJETIVOS

```
''' a) Obtener los valores de los parámetros eléctricos y mecánicos del motor,
desde el arranque hasta vacío, partiendo de datos de ensayos
b) Ingresar, cuando es posible, los datos constructivos básicos del motor para
calcular las principales exigencias eléctricas y magnéticas
c) Exportar estos valores a una planilla de cálculo u otro para conservar
archivos sencillamente formateables, que permitan tabular valores, obtener
curvas y comparar los resultados con otros datos obtenidos de ensayos
d) Graficar las curvas de las magnitudes obtenidas, en función de la velocidad'''
```

7-2. FUNDAMENTOS FÍSICOS Y MATEMÁTICOS

```
'''Se usa el circuito equivalente tradicional del motor asincrónico trifásico,
por fase (Liwschitz-Garik, M; Whipple, C, Máquinas Eléctricas, CECSA, 1974) y
recomendaciones de normas (IEC 60034 y otras). El circuito equivalente, por fase,
es el siguiente:
```

```

-----XXXX-----XXXX-----
      Z1, I1  |   Z2, I2  |
V1, P1      X       X
            X   Ec, Rc X
      E1, Zm, Im |       |
-----
```

- La rama izquierda del circuito es la del primario (o del estator), la rama derecha es la del secundario (o del rotor reducida) y la central es la derivada (o del circuito magnético). Las XX son impedancias, por fase.

- Primario: V1: tensión aplicada, P1: potencia, Z1: impedancia, I1: corriente

- Rama derivada: E1 tensión a bornes, Zm impedancia, Im corriente

- Secundario: Z2: impedancia, I2: corriente, Ec: tensión de carga, Rc: resistencia de carga
- Son constantes: la resistencia del primario y la de la rama derivada
- Son variables: los restantes parámetros
- No se consideran los efectos de los armónicos ni los transitorios '''

7-3. REFERENCIAS

''' Subíndices generales

```
'1' : referido al primario,
'm' : referido a la rama magnética,
'2' : referido al secundario
'c' : referido a la carga,
'a' : referido al arranque,
'n' : referido a valores nominales,
'0' : referido a vacío,
't' : referido a total del circuito,
'x' : referido a valor variable,
'r' : valor redondeado,
'p' : valor polar
'f' : valor por fase
'l' : valor de línea
'e' : referido a tensión o estabilizado
```

Los restantes índices y subíndices se indican en cada apartado '''

7-4. HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN

''' Se utilizan solo algunas herramientas básicas de Python 3 a los fines de calcular con variables complejas, tabular, graficar y almacenar los valores obtenidos'''

7-5. INGRESO DE DATOS DEL MOTOR (ALMACENADOS O NUEVOS)

''' Opción de usar datos nuevos del motor o almacenados. El código de ingreso de los datos del motor y sus ensayos no se incluye aquí'''

7-6. DATOS ALMACENADOS DE MOTORES

7-6.1 al 7-6.3

''' No se incluyen aquí'''

7-6.4 Datos almacenados de motores de igual polaridad

''' Se muestran, como ejemplo, solo los valores de un motor tamaño 315, en 4 polos '''

Motor AAA 315 C4, 110 kW

```
if tipo == '315 S' and polos == 4:
```

```
    # Datos de placa
```

```
    dat_motor = ['AAA', 'xxx', '315 C4', 110.0, 380, 'T', 1.73, 1, 50,
                 4, 1485, 91.6, 0.84, 216.0, 5.68, 2.1, 2.5, 'B', '44',
                 'Normal']
```

```
    # Datos de resistencia de arrollamiento
```

```
    dat_res = [0.0265, 15.8, 0.0358, 24.5, 25.0, 235]
```

```
    # Datos de ensayo en vacío
```

```
    dat_vac = [380, 68.0, 4800, 20, 1, 0.11, 380, 1]
```

```
    # Datos al 75% de carga
```

```
    dat_75c = [383, 1490, 530.0, 90600, 166.0, 82655, 91.2, 0.82]
```

```

# Datos al 50% de carga
dat_50c = [388, 1490, 353.4, 61200, 122.0, 55114, 90.1, 0.75]

# Datos de estabilización térmica
dat_est = [118560.0, 110400.0, 56.0, 'x']

# Datos de curva de velocidad, momento y corriente del fabricante
datncf = []
datMcf = []
datIilcf = []

# Datos constructivos mecánicos
dat_cmec = [495.0, 390.0, 310.0, 208.4, 120.0, 340.0, 60, 377.5, 48,
            184.9, 20.0, 0.9, 1.0]

# Datos de bobinado
dat_cbob = ['12/14/16', 1, 0.957, 13.3, '16/16/8', 6, 1.4,
            0, 0.0, 4, 58.5, 39.1]

# 7-6.5 Asignación múltiple de datos almacenados
[Marca, Cod, Heje, Pn, Vn, conn, IlIf, VLVf, f, polos, n, eff, pf, In, IIa,
 MMA, MMmax, Aisl, IP, Esp] = dat_motor
[R1ff, tff, R1c, tc, tf, Ct] = dat_res
[V0, I0, P0, Cmec, Cad, pf0, Va, VnVa] = dat_vac
[V75, n75, M75, PP75, I75, Peje75, eff75, pf75] = dat_75c
[V50, n50, M50, PP50, I50, Peje50, eff50, pf50] = dat_50c
[P1e, Pejee, tcare, Dconst] = dat_est
[Dex, Dce, Dro, Dcr, Dej, Lpa, Nre, Sre, Nrr, Srr, Esa, Fap, Eh] = dat_cmec
[Paso, Cap, Far, Ebo, Ebor, Na1, Da1, Na2, Da2, Cbo, kgc, Rre] = dat_cbob

# 7-7. VALORES GENERALES
''' Cálculo y redondeo de valores generales requeridos en adelante'''

# Marca de fantasía para motores
Marca = 'AAA'
print(tipo, polos)

# Resistencia a temperatura normalizada
R1f = R1ff * (Ct+tf)/(Ct+tff)
R1fr = round(R1f, 3)

# Velocidad sincrónica y deslizamiento
ns = round(120*f / polos)
s = ((ns-n) / ns)

# Incremento de temperatura del bobinado
Dt = round((Ct + tff)*R1c / R1ff-Ct-tc, 1)

# Pérdidas mecánicas en vacío y pérdidas adicionales (preliminares)
Pmec0 = Cmec * (P0-3*R1f*(I0/IlIf)**2) / 100
Pmec0r = round(Pmec0)
Pad = 1000*Pn*Cad / 100
Padr = round(Pad)

# Corriente de arranque, momento nominal, de arranque y máximo
Ia = In * IIa
Iar = round(Ia, 1)
MMn = 1000*60*Pn / (2 * 3.1416 * n)
MMnr = round(MMn, 1)
Ma = MMn * MMA

```

```

Mar = round(Ma, 1)
Mmax = MMn * MMmax
MMmaxr = round(Mmax, 1)
# Ángulos tensión-corriente en vacío, 75 % y 50 % de carga
ang0 = math.acos(pf0)*(-57.3)
ang0r = round(ang0, 1)
ang75 = math.acos(pf75) * (-57.3)
ang75r = round(ang75, 1)
ang50 = math.acos(pf50) * (-57.3)
ang50r = round(ang50, 1)

# 7-8. VALORES PRELIMINARES
''' Valores usados como referencias para obtener impedancias variables'''
# 7-8.1 Valores iniciales de arranque con circuito simplificado
''' Cálculo simplificado de impedancias, caídas de tensión, potencia de salida
y entrada, momento y corrientes en dos ramas del circuito equivalente durante el
arranque del motor. Se desprecia la corriente de la rama derivada y los efectos
que ésta produce'''

# Velocidad y deslizamiento arranque
nejea = 0
sa = 1

# Pérdidas mecánicas, adicionales y resistencia secundario arranque
Pmeca = 0
Pmecar = round(Pmeca)
Pada = 0
Padar = round(Pada)

Rca = 0
R2a = (Ma*2*3.1416*ns/60) / (3*(Ia/IlIf)**2)
R2ar = round(R2a, 3)

# Impedancias entrada y primario arranque
Zza = (Vn/VLVf) / (Ia/IlIf)
R1a = R1f
R1ar = round(R1a, 3)
Ra = R1a + R2a + Rca
Rar = round(Ra, 3)
Xa = (Zza**2 - Ra**2) ** 0.5
Xar = round(Xa, 3)
Za = complex(Ra, Xa)

X1a = Xa / 2
X1ar = round(X1a, 3)
Z1a = complex(R1a, X1a)

# Impedancias secundario y derivada arranque
X2a = (Xa / 2)
X2ar = round(X2a, 3)
Z2a = complex((R2a + Rca), X2a)
Rmar = float('Infinity')
Xmar = float('Infinity')
Zma = float('Infinity')

# Tensiones y corrientes primario y derivada arranque
V1a = complex(Vn / VLVf, 0)
I1a = V1a / Za
I1ap = [cmath.polar(I1a)]
I1ar = round(abs(I1a), 1)
I1alr = round(abs(I1a)*IlIf, 1)

```

```

ang1a = I1ap[0][1] * 57.3
ang1ar = round(ang1a, 1)
E1a = V1a - I1a*Z1a
E1ap = [cmath.polar(E1a)]
E1ar = round(abs(E1a), 1)
ange1a = E1ap[0][1] * 57.3
ange1ar = round(ange1a, 1)
Ima = complex(0, 0)
Imap = [cmath.polar(Ima)]
Imar = round(abs(Ima), 1)
Imal = (abs(Ima)*IlIf)
Imalr = round(Imal, 1)
angmar = '-'

# Tensiones y corrientes secundario arranque
I2a = I1a
I2ap = I1ap
I2ar = round(abs(I2a), 1)
ang2a = ang1a
ang2ar = round(ang2a, 1)

Eca = E1a - I2a * (Z2a - Rca)
Ecap = [cmath.polar(Eca)]
Ecar = round(abs(Eca), 1)
angcar = '-'

# Potencias, pérdidas y momentos arranque
Pca = 0
Pfea = 0
Pfear = round(Pfea)
Pcua = 3*R2a*(abs(I2a)**2) + 3*R1a * (abs(I1a)**2)
Pcuar = round(Pcua)

P1a = Pca + Pfea + Pcua
P1ar = round(P1a)
Pejea = Pca - Pmeca - Pada
Pejear = round(Pejea)

Effa = 100*Pejea/P1a
Effar = round(Effa)
Mejea = Ma
Mejear = round(Mejea, 1)

# 7-8.2 Valores en carga nominal y circuito simplificado
''' Cálculo simplificado de impedancias, caídas de tensión, potencia de salida
y entrada, momento y corrientes en dos ramas del circuito equivalente a carga
nominal. Se desprecia la corriente de la rama derivada y los efectos que ésta
produce'''

# Velocidad nominal simplificado
nejen = n
sn = (ns-nejen) / ns

# Resistencia secundario nominal simplificado
Pmecn = Pmec0 * (1 - sn)**2.5
Pmecnr = round(Pmecn)
Padn = Cad * Pn * 1000 / 100
Padnr = round(Padn)

Rcn = ((MMn*2*3.1416*nejen/60 + Pmecn + Padn)) / (3*(In/IlIf)**2)
R2n = Rcn*sn / (1-sn)

```

```

R2nr = round(R2n, 3)

# Impedancias entrada y primario nominal simplificado
Zzn = (Vn/VlVf) / (In/IlIf)
R1n = R1f
R1nr = round(R1n, 3)
Rn = R1n + R2n + Rcn
Rnr = round(Rn, 3)
Xn = (Zzn ** 2 - Rn ** 2)**0.5
Xnr = round(Xn, 3)
Zn = complex(Rn, Xn)

X1n = Xn / 2
X1nr = round(X1n, 3)
Z1n = complex(R1n, X1n)

# Impedancia secundario y derivada nominal simplificado
X2n = Xn / 2
X2nr = round(X2n, 3)
Z2n = complex((R2n + Rcn), X2n)

Rmnr = float('Infinity')
Xmnr = float('Infinity')

# Tensiones y corrientes primario y derivada nominal simplificado
V1n = complex(Vn / VLvf, 0)
I1n = V1n / Zn
I1np = [cmath.polar(I1n)]
I1nr = round(abs(I1n), 1)
I1nlr = round(abs(I1n) * IlIf, 1)
ang1n = I1np[0][1] * 57.3
ang1nr = round(ang1n, 1)

E1n = V1n - I1n * Z1n
E1np = [cmath.polar(E1n)]
E1nr = round(abs(E1n), 1)
ange1n = E1np[0][1] * 57.3
ange1nr = round(ange1n, 1)

Imn = complex(0, 0)
Imnr = round(abs(Imn), 1)
Imnp = [cmath.polar(Imn)]
Imnlr = round(abs(Imn) * IlIf, 1)
angmnr = '-'

# Corrientes y tensiones secundario nominal simplificado
I2n = I1n
I2nr = I1nr
ang2nr = ang1nr

Ecn = E1n - I2n * (Z2n - Rcn)
Ecnr = round(abs(Ecn), 1)
Ecnp = [cmath.polar(Ecn)]
angcn = Ecnp[0][1] * 57.3
angcnr = round(angcn, 1)

# Potencias, pérdidas y momentos nominal simplificado
Pcn = 3*abs(I2n) * abs(Ecn)
Pfen = 0
Pfenr = round(Pfen)
Pcun = 3*R2n * (abs(I2n)**2) + 3 * R1n * (abs(I1n)**2)
Pcunr = round(Pcun)

```

```
P1n = Pcn + Pfen + Pcn
P1nr = round(P1n)
Pejen = Pcn - Pmecn - Padn
Pejenr = round(Pejen)
```

```
Effn = 100 * Pejen / P1n
Effnr = round(Effn)
Mejen = Pejen * 60 / (6.28 * nejen)
Mejenr = round(Mejen, 1)
```

7-8.3 Valores iniciales en vacío y circuito completo

```
''' Cálculo de impedancias, caídas de tensión, potencia de salida y entrada,
momentos y corrientes en las tres ramas del circuito equivalente en vacío.
A partir de aquí, se incluye la rama derivada y los efectos que ésta produce y
las resistencias y reactancias variables.
El bucle permite aproximar las pérdidas mecánicas a las reales'''
```

```
# Velocidad vacío
neje0 = ns
s0 = 0
```

```
# Impedancia entrada vacío
Zz0 = (Vn/VlVf) / (I0/I1If)
R10 = R1f
R10r = round(R10, 3)
R0 = Zz0 * pf0
R0r = round(R0, 3)
X0 = (Zz0**2 - R0**2) ** 0.5
X0r = round(X0, 3)
Z0 = complex(R0, X0)
```

```
# Valores primario vacío
X10 = X1a + (neje0/nejen) * (X1n - X1a)
X10r = round(X10, 3)
Z10 = complex(R10, X10)
V10 = complex(Vn/VlVf, 0)
I10 = V10 / Z0
I10p = [cmath.polar(I10)]
I10r = round(abs(I10), 1)
I10lr = round(abs(I10)*I1If, 1)
ang10 = I10p[0][1] * 57.3
ang10r = round(ang10, 1)
E10 = V10 - I10*Z10
E10p = [cmath.polar(E10)]
E10r = round(abs(E10), 1)
ange10 = E10p[0][1] * 57.3
ange10r = round(ange10, 1)
```

```
# Ajuste de pérdidas mecánicas
''' Elección y ajuste del Cmec a la potencia en vacío. Se adopta un valor
aceptable de Pmec para el menor tamaño y se extrapola a los otros'''
```

```
print('')
print('AJUSTE DE LAS PÉRDIDAS MECÁNICAS')
print('Acercamiento de las pérdidas mecánicas en vacío a las reales')
```

```
# Ajuste de Cmec al tamaño y potencia del motor. Pmec razonables
'''Se toman como base las Pmec del menor motor (71) y a partir de ellas se
obtienen las razonables restantes, dependientes del tamaño '''
```

```
# Pérdidas mecánicas razonables, según el tamaño
```



```

if int(Heje[0:2]) >= 71 and int(Heje[0:2]) <= 90:
    diam = int(Heje[0:2])
if int(Heje[0:3]) >= 100 and int(Heje[0:3]) <= 315:
    diam = int(Heje[0:3])
print('Diámetro = ', diam)
print('Pmec iniciales = ', Pmec0r, ' W')
if polos == 2:
    Pmec71, diam71 = 21, 71
if polos == 4:
    Pmec71, diam71 = 11, 71
if polos == 6:
    Pmec71, diam71 = 7, 71
if polos == 8:
    Pmec71, diam71 = 5, 71
print('Pmec razonables = ', round(Pmec71*(diam/diam71)**2), ' W')

# Ajuste de Pmec
while True:
    print('')
    print('Cmec fijado = ', Cmec)
    askme = input('Desea cambiar Cmec? (s/n): ')
    if askme == 'n':
        # Valores finales de Cmec
        print('Valores finales')
        print('Cmec = ', Cmec)
        print('Pmec0 = ', Pmec0r, 'W')
        print('P0 = ', P0, 'W')
        print('P10r = ', P10r, 'W')
        break
    else:
        # Potencia en vacío con Cmec elegido
        Cmec = float(input('Nuevo Cmec?: '))
        # Cmec = Cmec71 * (radio/35.5)**2
        Pmec0 = Cmec * (P0 - 3*R1f*(I0/IlIf)**2)/100
        Pmec0r = round(Pmec0)
        Pad0 = 0
        Pad0r = round(Pad0)
        Rc0 = (Vn/VlVf)**2 / (Pmec0 / 3)
        R20 = R2a - (neje0/nejen)*(R2a - R2n)          # R2x = R2a-(nx/n)*(R2a-R2)
        R20r = round(R20)
        X20 = X2a - (neje0/nejen)*(X2a - X2n)          # X2x = X2a-(nx/n)*(X2a-X2)
        X20r = round(X20, 3)
        Z20 = complex((R20+Rc0), X20)

        # Valores rama derivada vacío
        Zm0 = (Z0*Z20-Z10*Z20) / (Z20-Z0+Z10)
        Rm0 = Zm0.real
        Rm0r = round(Rm0, 3)
        Xm0 = Zm0.imag
        Xm0r = round(Xm0, 3)
        Im0 = E10 / Zm0
        Im0p = [cmath.polar(Im0)]
        Im0r = round(abs(Im0), 1)
        Im0lr = round(abs(Im0) * 1.73, 1)
        angm0 = Im0p[0][1] * 57.3
        angm0r = round(angm0, 1)

        # Otros valores secundario vacío
        I20 = I10 - Im0
        I20p = [cmath.polar(I20)]
        I20r = round(abs(I20), 1)
        ang20 = I20p[0][1] * 57.3

```

```

ang20r = round(ang20, 1)
Ec0 = E10 - I20*(Z20-Rc0)
Ec0p = [cmath.polar(Ec0)]
Ec0r = round(abs(Ec0), 1)
angc0 = Ec0p[0][1] * 57.3
angc0r = round(angc0, 1)

# Potencias, pérdidas y momentos vacío circuito completo
Pc0 = Pmec0
Pfe0 = 3 * Rm0 * (abs(Im0)**2)
Pfe0r = round(Pfe0)
Pcu0 = 3 * R20 * (abs(I20)**2) + 3 * R10 * (abs(I10)**2)
Pcu0r = round(Pcu0)
P10 = Pc0 + Pfe0 + Pcu0
P10r = round(P10)
Peje0 = 0
Peje0r = round(Peje0)
Eff0 = 100 * Peje0 / P10
Eff0r = round(Eff0, 1)
Meje0 = 0
Meje0r = round(Meje0, 1)
print('Valores provisorios')
print('Pmec0 = ', Pmec0r, 'W')
print('P0 = ', P0, 'W')
print('P10r = ', P10r, 'W', ' (Debe acercarse a P0)')
print('')

```

7-8.4 Valores iniciales en carga nominal y circuito completo

''' Cálculo de impedancias, caídas de tensión, potencia de salida y entrada, momento y corrientes en las tres ramas del circuito equivalente completo a carga nominal. Se incluyen resistencias y reactancias variables. El bucle permite determinar un nuevo Cad y aproximar las pérdidas adicionales a las reales'''

```

# Velocidad nominal
neje = n
s = (ns-n)/ns

# Impedancia entrada nominal
Zz = (Vn/Vlvf) / (In/IlIf)
R = Zz * pf
Rr = round(R, 3)
X = (Zz**2 - R**2)**0.5
Xr = round(X, 3)
Z = complex(R, X)

# Impedancia primario y rama derivada nominal
R1 = R1f
R1r = round(R1, 3)
X1 = X1a + (n/ns)*(X10 - X1a)
X1r = round(X1, 3)
Z1 = complex(R1, X1)

Rm = Rm0
Rmr = round(Rm, 3)
Xm = Xm0 * abs(E1n)/abs(E10)
Xmr = round(Xm, 3)
Zm = complex(Rm, Xm)

# Tensiones y corrientes primario y derivada nominal
V1 = complex(Vn/Vlvf, 0)

```

```

I1 = V1 / Z
I1p = [cmath.polar(I1)]
I1r = round(abs(I1), 1)
I1lr = round(abs(I1)*IIf, 1)
ang1 = I1p[0][1] * 57.3
ang1r = round(ang1, 1)

E1 = V1 - I1*Z1
E1p = [cmath.polar(E1)]
E1r = round(abs(E1), 1)
ange1 = E1p[0][1] * 57.3
ange1r = round(ange1, 1)

Im = E1 / Zm
Imp = [cmath.polar(Im)]
Imr = round(abs(Im), 1)
Imlr = round(abs(Im)*IIf, 1)
angm = Imp[0][1] * 57.3
angmr = round(angm, 1)

# Tensiones, corrientes e impedancias secundario nominal
I2 = I1 - Im
I2p = [cmath.polar(I2)]
I2r = round(abs(I2), 1)
ang2 = I2p[0][1] * 57.3
ang2r = round(ang2, 1)

Pmec = Pmec0 * (1-s)**2.5
Pmecr = round(Pmec)

# Ajuste del Cad en carga nominal
''' Elección del Cad ajustado al rendimiento nominal '''

print('')
print('AJUSTE DE LAS PÉRDIDAS ADICIONALES')
print('Acercamiento de las pérdidas adicionales en carga a las reales')
while True:
    print('')
    print('Cad fijado = ', Cad)
    askad = input('Desea cambiar Cad? (s/n): ')
    if askad == 'n':
        # Valores finales de Cad
        print('Valores finales')
        print('Cad = ', Cad)
        print('Pad =', Padr, 'W')
        print('Eff placa = ', eff, '%')
        print('Eff calculada = ', Effr, '%')
        print('Effr debe acercarse a Eff placa')
        break
    else:
        # Rendimiento con Cad elegido
        Cad = float(input('Nuevo valor Cad?: '))
        Pad = Cad*Pn*1000 / 100
        Padr = round(Pad)
        Rc = ((MMn*2*3.1416*n/60 + Pmec + Pad)) / (3*abs(I2)**2)
        R2 = Rc*s / (1-s)
        R2r = round(R2, 3)
        Z2 = E1 / I2
        X2 = Z2.imag
        X2r = round(X2, 3)
        Ec = E1 - I2*(Z2-Rc)
        Ecp = [cmath.polar(Ec)]

```

```

Ecr = round(abs(Ec), 1)
angc = Ecp[0][1] * 57.3
angcr = round(angc, 1)
# Potencias, pérdidas y momentos nominales con circuito completo
Pc = 3 * abs(Ec) * abs(I2)
Pfe = 3 * Rm * (abs(Im)**2)
Pfer = round(Pfe)
Pcu = 3 * R2 * (abs(I2)**2) + 3 * R1 * (abs(I1)**2)
Pcur = round(Pcu)
P1 = Pc + Pfe + Pcu
P1r = round(P1)
Peje = Pc - Pmec - Pad
Pejer = round(Peje)
Eff = 100 * Peje / P1
Effr = round(Eff, 1)
Meje = 60 * Peje / (6.28*n)
Mejer = round(Meje, 1)
print('Valores provisorios')
print('Eff placa = ', eff, '%')
print('Pad =', Padr, 'W')
print('Eff calculada = ', Effr, '%', ' (Debe acercarse a Eff placa)')
print('')

# Valores normalizados de potencias en el eje (Desde 150% hasta 25% de carga)
''' Para impresión de los distintos estados de carga '''
P150 = 1.50 * 1000 * Pn
P125 = 1.25 * 1000 * Pn
P100 = 1.00 * 1000 * Pn
P075 = 0.75 * 1000 * Pn
P050 = 0.50 * 1000 * Pn
P025 = 0.25 * 1000 * Pn

# 7-9. IMPRESIÓN DE DATOS INGRESADOS
'''Devolución de los datos característicos del motor '''
# 7-9.1 Impresión de datos del motor
print('')
print('DATOS INGRESADOS DEL MOTOR')
Dmotor = {'Marca': [Marca], 'Cód/N°': [Cod], 'Tipo': [Heje], 'kW': [Pn],
          'V': [Vn], 'Conn': [conn], 'Hz': [f], 'Polos': [polos],
          'min-1': [n], 'Eff': [eff], 'Fdp': [pf], 'A': [In], 'Ia/In': [IIa],
          'Ma/Mn': [MMA], 'Mm/Mn': [MMmax], 'Aisl': [Aisl], 'IP': [IP],
          'Especialidad': [Esp]}
Dmotor1 = pd.DataFrame(Dmotor, columns=['Marca', 'Cód/N°', 'Tipo', 'kW', 'V',
                                       'Conn', 'Hz', 'Polos', 'min-1', 'Eff',
                                       'Fdp', 'A', 'Ia/In', 'Ma/Mn', 'Mm/Mn',
                                       'Aisl', 'IP', 'Especialidad'])

print('')
print(Dmotor1.to_string(index=True))

# 7-9.2 Impresión de datos de ensayos
''' Devolución de los datos bobinado y ensayo del motor'''

print('')
print('DATOS INGRESADOS DE ARROLLAMIENTO Y ENSAYOS')
# Decimal para indicar un 0 después de la coma y alinear
w = 0.01
Test = {'Ensayo': ['Rest frío', 'Tamb frío', 'Rest cal', 'Tamb cal',
                  'Sobretemp', 'Vacío', 'Arranque', 'Carga 75%', 'Carga 50%',
                  'Temperat. carcasa'],
        'R1(Ω)': [round(R1ff, 3), '-', round(R1c, 3), '-', '-', '-', '-', '-']}

```

```

    '- ', '- '],
    '(°C/K)': ['- ', round(tff, 1), '- ', round(tc, 1), round(Dt, 1), '- ',
               '- ', '- ', '- ', round(tcara, 1)],
    'Tens(V)': ['- ', '- ', '- ', '- ', '- ', V0, Va, V75, V50, '- '],
    'nx(min-1)': ['- ', '- ', '- ', '- ', '- ', round(120*f/polos, 1), 0.0,
                  round(n75 + w, 1), round(n50 + w, 1), '- '],
    'Mej(Nm)': ['- ', '- ', '- ', '- ', '- ', '- ', round(Mar, 1), round(M75, 1),
                round(M50, 1), '- '],
    'Eff(%)': ['- ', '- ', '- ', '- ', '- ', '- ', '- ', round(eff75, 1),
               round(eff50, 1), '- '],
    'P1t(W)': ['- ', '- ', '- ', '- ', '- ', round(P0), '- ', round(PP75),
               round(PP50), '- '],
    'Pej(W)': ['- ', '- ', '- ', '- ', '- ', '- ', '- ', round(Peje75),
               round(Peje50), '- '],
    'I1l(A)': ['- ', '- ', '- ', '- ', '- ', round(I0, 1), round(Iar, 1),
               round(I75, 1), round(I50, 1), '- '],
    'Fdp': ['- ', '- ', '- ', '- ', '- ', round(pf0, 2), '- ', round(pf75, 2),
            round(pf50, 2), '- ']}
Test1 = pd.DataFrame(Test, columns=['Ensayo', 'R1(Ω)', '(°C/K)', 'Tens(V)',
                                   'nx(min-1)', 'Mej(Nm)', 'Eff(%)', 'P1t(W)',
                                   'Pej(W)', 'I1l(A)', 'Fdp'])

print('')
print(Test1.to_string(index=True))

```

7-9.3 Impresión de valores iniciales de impedancias

''' Devolución de valores calculados de impedancias y corrientes derivadas durante el arranque, vacío y carga nominal'''

```

print('')
print('VALORES INICIALES DE IMPEDANCIAS A ', Vn, 'V, ', f, 'Hz, ', tf, '°C')
print('')
print('Coeficientes de pérdidas : Cmec =', Cmec, '; Cad =', Cad)
Zprelim = {'Estado': ['Arranque', 'Nominal1', 'Vacío', 'Nominal2'],
           'nx(min-1)': [0, n, ns, n],
           'Rt(Ω)': [Rar, Rnr, R0r, Rr],
           'Xt(Ω)': [Xar, Xnr, X0r, Xr],
           'R1(Ω)': [R1ar, R1nr, R10r, R1r],
           'X1(Ω)': [X1ar, X1nr, X10r, X1r],
           'Rm(Ω)': [Rmar, Rmnr, Rm0r, Rmr],
           'Xm(Ω)': [Xmar, Xmnr, Xm0r, Xmr],
           'R2(Ω)': [R2ar, R2nr, R20r, R2r],
           'X2(Ω)': [X2ar, X2nr, X20r, X2r],
           'Imf(A)': [Imar, Imnr, Im0r, Imr],
           'Iml(A)': [Imalr, Imnlr, Im0lr, Imlr],
           'Im>(°)': [angmar, angmnr, angm0r, angmr]}
Zprelim1 = pd.DataFrame(Zprelim, columns=['Estado', 'nx(min-1)',
                                         'Rt(Ω)', 'Xt(Ω)', 'R1(Ω)', 'X1(Ω)',
                                         'Rm(Ω)', 'Xm(Ω)', 'R2(Ω)', 'X2(Ω)',
                                         'Imf(A)', 'Iml(A)', 'Im>(°)'])

print('')
print(Zprelim1)

```

7-9.4 Impresión de valores iniciales de momentos y otros

''' Devolución de los restantes valores calculados durante el arranque, vacío y carga nominal'''

```

print('')
print('VALORES INICIALES DE MOMENTOS Y OTROS PARÁMETROS A ', Vn, 'V, ', f,
      'Hz, ', tf, '°C')
print('')

```

```

print('Coeficientes de pérdidas: Cmec =', Cmec, '; Cad =', Cad)
Pprelim = {'Estado': ['Arranque', 'Nominal1', 'Vacío', 'Nominal2'],
           'nx(min-1)': [0, n, ns, n],
           'Mej(Nm)': [Mejear, Mejenr, Meje0r, Mejer],
           'Eff(%)': [Effar, Effnr, Eff0r, Effr],
           'P1t(W)': [P1ar, P1nr, P10r, P1r],
           'Pej(W)': [Pejear, Pejenr, Peje0r, Pejer],
           'Pad(W)': [Padar, Padnr, Pad0r, Padr],
           'Pme(W)': [Pmecar, Pmecnr, Pmec0r, Pmecr],
           'Pfe(W)': [Pfear, Pfenr, Pfe0r, Pfer],
           'Pcu(W)': [Pcuar, Pcunr, Pcu0r, Pcur],
           'E2f(V)': [Ecar, Ecnr, Ec0r, Ecr],
           'E2>(°)': [angcar, angcnr, angc0r, angcr],
           'E1f(V)': [E1ar, E1nr, E10r, E1r],
           'E1>(°)': [ange1ar, ange1nr, ange10r, ange1r],
           'I2f(A)': [I2ar, I2nr, I20r, I2r],
           'I2>(°)': [ang2ar, ang2nr, ang20r, ang2r],
           'I1f(A)': [I1ar, I1nr, I10r, I1r],
           'I1l(A)': [I1alr, I1nlr, I10lr, I1lr],
           'I1>(°)': [ang1ar, ang1nr, ang10r, ang1r]}
Pprelim1 = pd.DataFrame(Pprelim, columns=['Estado', 'nx(min-1)', 'Mej(Nm)',
                                         'Eff(%)', 'P1t(W)', 'Pej(W)',
                                         'Pad(W)', 'Pme(W)',
                                         'Pfe(W)', 'Pcu(W)',
                                         'E2f(V)', 'E2>(°)',
                                         'E1f(V)', 'E1>(°)',
                                         'I2f(A)', 'I2>(°)',
                                         'I1f(A)', 'I1l(A)', 'I1>(°)'])

print('')
print(Pprelim1)

# 7-10. IMPEDANCIAS DEL FABRICANTE EN PUNTOS INTERMEDIOS DE LA CURVA
''' Los valores de impedancias del fabricante, desde 0 a ns, obtenidos a partir
de los datos relevados de las curvas, se aplican para aproximar la curva
calculada a la real en los títulos siguientes. Este cálculo no se incluye aquí
'''

# 7-11. VALORES EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD
''' Obtención de los parámetros y valores del circuito equivalente, desde el
arranque del motor, hasta vacío (aproximadamente velocidad ns).
El proceso es similar a los anteriores, pero con velocidades crecientes,
desde 0 hasta la ns sincrónica, usando circuito equivalente completo.
Las impedancias son variables con la velocidad y puede elegirse su ley de
variación lineal o de acuerdo a la curva del fabricante '''

# Datos de parámetros generales
''' Estas listas están conformadas por las listas de momentos, eficiencias y
otros valores obtenidos del cálculo para cada velocidad'''

datV0 = [[0 for x in range(18)], [0, 2*Mmax]+[0 for x in range(16)]]
datV0r = [[0 for x in range(18)], [0, 2*Mmax]+[0 for x in range(16)]]

# Datos de velocidades, resistencias y reactancias (redondeados)
''' Para impresión de valores redondeados al intervalo jump (ns/25 u otro)'''
datnx, datZtx = [], []
datRtx, datXtx = [], []
datR1x, datX1x = [], []
datRmx, datXmx = [], []
datR2x, datX2x = [], []

```

```

# Datos de corrientes de fase y línea y ángulo rama derivada (redondeados)
datImx, datImlx, datangmx = [], [], []
# Datos de momentos, potencias y pérdidas(redondeados)
datMx, datEffx = [], []
datP1x, datPejex = [], []
datPadx, datPmecx, datPfex, datPcux = [], [], [], []

# Datos de tensiones, ángulos y corrientes (redondeados)
datEcx, datangcx, datE1x, datange1x = [], [], [], []
datI2x, datang2x, datI1x, datI1lx, datang1x = [], [], [], [], []

# Datos de momentos, aceleraciones y potencia/segundo
''' Para trazado de curvas continuas (intervalo de velocidad = 1)'''
datMmin, datMM = [], []
datnacel, datacel = [], []
datnVPs, datVPs = [], []

# Datos de velocidades, resistencias y reactancias continuas
datnxcu, datZtxcu = [], []
datR1xcu, datX1xcu = [], []
datRmxcu, datXmxcu = [], []
datR2xcu, datX2xcu = [], []
datImlxcu = []

# Datos de momentos y otros para curvas continuas
datMxcu = []
datP1xcu, datPejexcu = [], []
datPadxcu, datPmecxcu, datPfexcu, datPcuxcu = [], [], [], []
datEcxcu, datE1xcu = [], []
datI2xcu, datI1xcu, datI1lxcu = [], [], []

# Datos de ángulos para curvas continuas
datang1cu, datang2cu, datangmccu = [], [], []
datange1cu, datangccu = [], []

# Otros datos de velocidades, momentos y corrientes
''' Para comparación con curvas del fabricante a ns/20 u otro '''
datncc, datMcc, datIlcc = [], [], []

# Datos de eficiencias en el último tramo de la curva (ut)
''' Para graficación luego del momento máximo '''
# niut = round(ns-1.25*s*ns)
nut, Effut = [], []

# Desarrollo de los cálculos generales en función de la velocidad
for nx in range(0, (ns+1), 1):
    nxr = round(nx)
    R1x = R1f
    R1xr = round(R1f, 3)

    # a) Variación teórica de X1, X2 y R2 con la velocidad
    ''' Variación lineal a lo largo de la curva'''
    X1x = X1a+(nx/n)*(X1-X1a)
    X2x = X2a-(nx/n)*(X2a-X2) # Opción 1: X2 lineal decreciente
    # X2x = X1x # Opción 2: X2 = X1
    R2x = R2a-(nx/n)*(R2a-R2)

    # b) Variación de X1, X2 y R2 según la curva del fabricante
    ''' Variación lineal entre saltos de velocidad. No se incluye '''

    # c) Variación de X1, X2 y R2 interpoladas con la velocidad
    ''' Valores discretos del fabricante interpolados a lo largo de la curva

```

```

No se incluye'''

# Impedancias rama primario y derivada
X1xr = round(X1x, 3)
X2xr = round(X2x, 3)
R2xr = round(R2x, 3)
sx = ((ns-nx)/ns)
Z1x = complex(R1x, X1x)

kxm = (abs(E1a)+(nx/ns)*(abs(E10)-abs(E1a)))/abs(E10)
Zmx = complex(Zm0.real, Zm0.imag*kxm)
Rmx = Zm0.real
Rmxr = round(Zm0.real, 3)
Xmx = Zm0.imag*kxm
Xmxr = round(Zm0.imag*kxm, 3)

# Impedancias rama secundario y total (t)
Z2x = complex(R2x, X2x)

if nx == int(ns):
    Z22x = Z20
    Ztx = complex(R0, X0)
else:
    Z22x = complex(R2x/sx, X2x)
    Ztx = Z1x+(Zmx*Z22x)/(Zmx+Z22x)

Ztxr = round(abs(Ztx), 3)
Rtx = Ztx.real
Rtxr = round(Rtx, 3)
Xtx = Ztx.imag
Xtxr = round(Xtx, 3)

# Tensiones, corrientes y ángulos
V1x = complex(Vn/VlVf, 0)
I1x = V1x / Ztx
I1xp = [cmath.polar(I1x)]
I1xr = round(I1xp[0][0], 1)
I1lx = I1xp[0][0]*1lIf
I1lxr = round(I1lx, 1)
ang1x = I1xp[0][1]*57.3
ang1xr = round(ang1x, 1)

E1x = V1 - I1x*Z1x
E1xp = [cmath.polar(E1x)]
E1xr = round(E1xp[0][0], 1)
ange1x = E1xp[0][1]*57.3
ange1xr = round(ange1x, 1)

Imx = E1x / Zmx
Imxp = [cmath.polar(Imx)]
Imxr = round(Imxp[0][0], 1)
Imlx = Imxp[0][0]*1lIf
Imlxr = round(Imxp[0][0]*1lIf, 1)
angmx = Imxp[0][1]*57.3
if angmx > 0:
    angmx = angmx - 360
angmxr = round(angmx, 1)

I2x = I1x - Imx
I2xp = [cmath.polar(I2x)]
I2xr = round(I2xp[0][0], 1)
ang2x = I2xp[0][1]*57.3

```



```

ang2xr = round(ang2x, 1)

Ecx = E1x - I2x*Z2x
Ecxp = [cmath.polar(Ecx)]
Ecxr = round(Ecxp[0][0], 1)
angcx = Ecxp[0][1]*57.3
angcxr = round(angcx, 1)

# Potencias, pérdidas y rendimientos
Pcx = 3*abs(I2x)*abs(Ecx)
Pcxr = round(Pcx)

'''      Cad ya obtenido del cálculo nominal inicial '''
Cadx = Cad

if nx == int(ns):
    ''' Condiciones particulares para vacío. Cmec del cálculo inicial '''
    Pmecx = Pmec0
    Pmecxr = round(Pmecx)
    Padx = 0.0
    Padxr = round(Padx)
    Pfex = 3*Zmx.real * abs(Imx)**2
    Pcux = 3*(R1f*abs(I1x)**2 + R2x*abs(I2x)**2)
    Pejex = 0.0
    Pejexr = round(Pejex)
    P1x = Pmecx + Pfex + Pcux
    P1xr = round(P1x)

    # Lista dat0 de datos en vacío
    ''' Para comparación con datos de ensayos'''
    dat0 = [ns, 0.0, 0.0, P1xr, 0.0, I1lxr, ang1xr]

else:
    Pmecx = Pmec0 * (1-sx)**2.5
    Pmecxr = round(Pmecx)
    Pfex = 3*Zmx.real * abs(Imx)**2
    Pcux = 3*(R1f*abs(I1x)**2 + R2x*abs(I2x)**2)
    Pejex = (Pcx - Pmecx) / (1 + Cad/100)
    if Pejex < 0:
        Pejex = 0
    Pejexr = round(Pejex)
    Padx = Pejex * Cadx/100
    Padxr = round(Padx)
    P1x = Pcx + Pfex + Pcux

P1xr = round(P1x)
Pfexr = round(Pfex)
Pcuxr = round(Pcux)
Effx = 100*Pejex / P1x
Effxr = round(Effx, 1)

if nx == 0:
    ''' Condiciones particulares de momento para el arranque'''
    Mx = 60*3*(R2x/sx)*abs(I2x)**2 / (2*3.1416*ns)
    Mxr = round(Mx, 1)

    ''' Lista data de datos en el arranque (para comparación) '''
    data = [0.0, Mxr, '0.0', P1xr, Pejexr, I1lxr, ang1xr]

else:

```

```

Mx = 60*Pejex / (2*3.1416*nx)
Mxr = round(Mx, 1)
# Otras listas para curvas optativas
if nx > 0:
    ''' Curva del momento = f(velocidad)'''
    acelx = Mx/nx
    acelxr = round(acelx, 3)
    datnacel.append(nx)
    datacel.append(acelxr)
if nx > 0 and nx < ns:
    ''' Curva de potencia eje = f(Tensión)'''
    # VPs = abs(V1n)**2/Pejex
    VPs = Pejex/abs(V1n)
    datVPs.append(VPs)
    datnVPs.append(nx)

# Listas de datos de momentos, eficiencias y otros, para cada velocidad
''' Usadas para imprimir los datos, realizar comparaciones y obtener el
momento mínimo y el máximo '''

datVx = [nx, Mx, Effx, P1x, Pejex, Padx, Pmecx, Pfex, Pcux,
         abs(Ecx), angcx, abs(E1x), ange1x,
         abs(I2x), ang2x, abs(I1x), I1lx, ang1x]
datV0.append(datVx)

datVxr = [nxr, Mxr, Effxr, P1xr, Pejexr, Padxr, Pmecxr, Pfexr, Pcuxr,
         Ecxr, angcxr, E1xr, ange1xr,
         I2xr, ang2xr, I1xr, I1lxr, ang1xr]
datV0r.append(datVxr)

# Impedancias de la curva a saltos de velocidad
''' Valores de impedancias a las velocidades establecidas por
jump = ns/25 (u otra opción). Para listas de impresión '''

if nx % jump == 0:
    datnx.append(nxr)
    datZtx.append(Ztxr)
    datRtx.append(Rtxr)
    datXtx.append(Xtxr)
    datR1x.append(R1xr)
    datX1x.append(X1xr)
    datR2x.append(R2xr)
    datX2x.append(X2xr)
    datRmx.append(Rmxr)
    datXmx.append(Xmxr)
    datImx.append(Imxr)
    datImlx.append(Imlxr)
    datangmx.append(angmxr)

# Momentos, eficiencias y pérdidas a saltos de velocidad
''' Agregado de datos de momentos y otros valores a las velocidades
establecidas por jump = ns/25 (u otra). Para listas de impresión'''

if nx % jump == 0:
    ''' Para imprimir las impedancias a jump = ns/25 (u otra opción)'''
    datMx.append(Mxr)
    datEffx.append(Effxr)
    datP1x.append(P1xr)
    datPejex.append(Pejexr)
    datPadx.append(Padxr)
    datPmecx.append(Pmecxr)
    datPfex.append(Pfexr)

```

```

datPcux.append(Pcuxr)
datEcx.append(Ecxr)
datangcx.append(angcxr)
datE1x.append(E1xr)
datange1x.append(ange1xr)
datI2x.append(I2xr)
datang2x.append(ang2xr)
datI1x.append(I1xr)
datI1lx.append(I1lxr)
datang1x.append(ang1xr)

```

7-11.1 Obtención del momento mínimo

```

''' Se aplica condición de mínimo en los momentos de las listas iniciales
generales y se genera la lista particular datMmin'''

```

```

if nx != ns and datV0[-3][1] > datV0[-2][1] and datV0[-2][1] < datV0[-1][1]:
    datMmin = datV0r[-2]

```

7-11.2 Obtención del momento máximo

```

'''Se aplica condición de máximo en los momentos de las listas iniciales
generales y se genera la lista particular datMM'''

```

```

if nx != ns and datV0[-3][1] < datV0[-2][1] and datV0[-2][1] > datV0[-1][1]:
    datMM = datV0r[-2]

```

7-11.3 Definición de estados de carga y máxima eficiencia

```

''' Obtención de valores aproximados a 150 %, 125 %, 100 %, 75 %, 50 % y
25 % de carga nominal, según establecen las normalizaciones; se obtienen
interpolando en la lista general y usando como referencia los datos
exactos de las potencias entregadas en el eje.
La máxima eficiencia es un dato de interés industrial.
Se crean listas de valores para imprimir '''

```

```

# Valores para 150 % de carga

```

```

if datMM is not None:

```

```

    ''' En caso de que exista el 150 % de carga se compara la potencia
    exacta real normalizada con los últimos términos de la lista y se
    interpola. Se repite el proceso con los estados de carga
    siguientes y se aplica igual criterio para los subíndices'''

```

```

    if (datV0[-2][4]) >= P150 and P150 >= (datV0[-1][4]):

```

```

        # Coeficiente de interpolación'''

```

```

        k150 = round((P150-datV0[-1][4])/(datV0[-2][4] - datV0[-1][4]))

```

```

        # Datos interpolados de momentos y otros al 150% de carga

```

```

        dat150 = [round(datV0r[-1][x] + (datV0r[-2][x]-datV0r[-1][x])*k150,
            1) for x in range(len(datMM))]

```

```

# Valores para 125 % de carga

```

```

if (datV0[-2][4]) >= P125 and P125 >= (datV0[-1][4]):

```

```

    k125 = round(P125-datV0[-1][4])/(datV0[-2][4] - datV0[-1][4])

```

```

    dat125 = [round(datV0r[-1][x] + (datV0r[-2][x]

```

```

        - datV0r[-1][x])*k125, 1)

```

```

        for x in range(len(datMM))]

```

```

# Valores para 100 % de carga

```

```

if (datV0[-2][4]) >= P100 and P100 >= (datV0[-1][4]):

```

```

    k100 = (P100-datV0[-1][4])/(datV0[-2][4] - datV0[-1][4])

```

```

    dat100 = [round(datV0r[-1][x] + (datV0r[-2][x]
        - datV0r[-1][x])*k100, 1)for x in range(len(datMM))]
# Valores para 75 % de carga
if (datV0[-2][4]) >= P075 and P075 >= (datV0[-1][4]):
    k075 = (P075-datV0[-1][4])/(datV0[-2][4] - datV0[-1][4])
    dat075 = [round(datV0r[-1][x] + (datV0r[-2][x]-datV0r[-1][x])*k075, 1)
        for x in range(len(datMM))]

# Valores para 50% de carga
if (datV0[-2][4]) >= P050 and P050 >= (datV0[-1][4]):
    k050 = (P050-datV0[-1][4])/(datV0[-2][4] - datV0[-1][4])
    dat050 = [round(datV0r[-1][x] + (datV0r[-2][x]-datV0r[-1][x])*k050, 1)
        for x in range(len(datMM))]

# Valores para 25% de carga
if (datV0[-2][4]) >= P025 and P025 >= (datV0[-1][4]):
    k025 = (P025-datV0[-1][4])/(datV0[-2][4] - datV0[-1][4])
    dat025 = [round(datV0r[-1][x] + (datV0r[-2][x]-datV0r[-1][x])*k025, 1)
        for x in range(len(datMM))]

# Valores de máxima eficiencia
if datV0[-3][2] < datV0[-2][2] and datV0[-2][2] > datV0[-1][2]:
    datEffM = datV0r[-2]

# 7-11.4 Valores para trazado de curvas continuas
''' Lista de velocidades, impedancias, momentos y otros para gráficas a
todas las velocidades'''

datnxcu.append(nxr)
datZtxcu.append(abs(Ztx))
datR1xcu.append(R1xr)
datX1xcu.append(X1xr)
datR2xcu.append(R2xr)
datX2xcu.append(X2xr)
datRmxcu.append(Rmrx)
datXmxcu.append(Xmrx)
datImlxcu.append(abs(Imlx))
datMxcu.append(Mx)
datP1xcu.append(P1x)
datPejexcu.append(Pejex)
datPadxcu.append(Padx)
datPmecxcu.append(Pmecx)
datPfexcu.append(Pfex)
datPcuxcu.append(Pcux)
datEcxcu.append(abs(Ecx))
datE1xcu.append(abs(E1x))
datI2xcu.append(abs(I2x))
datI1xcu.append(abs(I1x))
datI1lxcu.append(abs(I1lx))
datang1cu.append(ang1xr)
datang2cu.append(ang2xr)
datangmxcu.append(angmrx)
datange1cu.append(ange1xr)
datangccu.append(angcyr)

# Eficiencia en toda la curva
''' Desde velocidad de máximo par hasta ns, para gráficas '''
nut.append(nxr)
Effut.append(Effxr)

```

7-12. IMPRESIÓN DE VALORES DE CÁLCULO EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD

```
''' Devolución de los valores obtenidos, para distintos escalones de
velocidad'''
```

7-12.1 Impresión de impedancias

```
''' Velocidades, resistencias, reactancias, corrientes y ángulos de la rama
derivada'''
```

```
print('')
print('IMPEDANCIAS EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD A ', Vn, 'V, ', f, 'Hz, ',
      tf, '°C')
# Impedancias y corriente rama derivada
Zznx = {'nx(min-1)': datnx, 'Zt(Ω)': datZtx,
        'Rt(Ω)': datRtx, 'Xt(Ω)': datXtx,
        'R1(Ω)': datR1x, 'X1(Ω)': datX1x,
        'Rm(Ω)': datRmx, 'Xm(Ω)': datXmx,
        'R2(Ω)': datR2x, 'X2(Ω)': datX2x,
        'Imf(A)': datImx, 'Iml(A)': datImlx, 'Im>(°)': datangmx}

# Tabla que excluye impedancia total
Zznx1 = pd.DataFrame(Zznx, columns=['nx(min-1)', 'Rt(Ω)', 'Xt(Ω)',
                                   'R1(Ω)', 'X1(Ω)', 'Rm(Ω)', 'Xm(Ω)',
                                   'R2(Ω)', 'X2(Ω)', 'Imf(A)', 'Iml(A)',
                                   'Im>(°)'])

# Tabla de gráfico de resistencias.
ZznxR = pd.DataFrame(Zznx, columns=['nx(min-1)', 'Rt(Ω)',
                                   'R1(Ω)', 'Rm(Ω)', 'R2(Ω)'])

# Tabla de gráfico de impedancia y reactancias
ZznxX = pd.DataFrame(Zznx, columns=['nx(min-1)', 'Zt(Ω)', 'Xt(Ω)', 'X1(Ω)',
                                   'Xm(Ω)', 'X2(Ω)'])

print('')
print(Zznx1)

print('')
print('RESISTENCIAS & VELOCIDAD A ', Vn, 'V, ', f, 'Hz, ',
      tf, '°C')
print(ZznxR)

print('')
print('REACTANCIAS & VELOCIDAD A ', Vn, 'V, ', f, 'Hz, ',
      tf, '°C')
print(ZznxX)
```

7-12.2 Impresión de momentos, eficiencias y pérdidas

```
''' Velocidades, momentos, eficiencias, potencias, pérdidas, tensiones,
corriente y ángulos '''
```

```
print('')
print('MOMENTOS Y OTROS PARÁMETROS EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD A ', Vn, 'V, ',
      f, 'Hz, ', tf, '°C')

# Ángulo de tensión a 0 min-1 indeterminado
datangcx[0] = '-'

# Momentos, eficiencias y pérdidas
Paranx = {'nx(min-1)': datnx, 'Mej(Nm)': datMx, 'Eff(%)': datEffx,
          'P1t(W)': datP1x, 'Pej(W)': datPejex, 'Pad(W)': datPadx,
          'Pme(W)': datPmecx, 'Pfe(W)': datPfex, 'Pcu(W)': datPcux,
```

```

'E2f(V)': datEcX, 'E2>(°)': datangcx, 'E1f(V)': datE1x,
'E1>(°)': datange1x, 'I2f(A)': datI2x, 'I2>(°)': datang2x,
'I1f(A)': datI1x, 'I1l(A)': datI1lx, 'I1>(°)': datang1x}
Paranx1 = pd.DataFrame(Paranx, columns=['nx(min-1)',
                                       'Mej(Nm)', 'Eff(%)', 'P1t(W)',
                                       'Pej(W)', 'Pad(W)', 'Pme(W)',
                                       'Pfe(W)', 'Pcu(W)', 'E2f(V)',
                                       'E2>(°)', 'E1f(V)', 'E1>(°)',
                                       'I2f(A)', 'I2>(°)', 'I1f(A)', 'I1l(A)',
                                       'I1>(°)'])

print('')
print(Paranx1)

```

7-12.3 Impresión de momentos límite

```
''' Devolución de los valores de momentos mínimo y máximo'''
```

```

print('')
print('Momentos límite Y OTROS PARÁMETROS A ', Vn, 'V, ', f, 'Hz, ', tf, '°C')
MLim = {'Momento': ['Mínimo', 'Máximo'],
        'nx(min-1)': [datMmin[0], datMM[0]],
        'Mej(Nm)': [datMmin[1], datMM[1]],
        'Eff(%)': [datMmin[2], datMM[2]],
        'P1t(W)': [datMmin[3], datMM[3]],
        'Pej(W)': [datMmin[4], datMM[4]],
        'Pad(W)': [datMmin[5], datMM[5]],
        'Pme(W)': [datMmin[6], datMM[6]],
        'Pfe(W)': [datMmin[7], datMM[7]],
        'Pcu(W)': [datMmin[8], datMM[8]],
        'E2f(V)': [datMmin[9], datMM[9]],
        'E2>(°)': [datMmin[10], datMM[10]],
        'E1f(V)': [datMmin[11], datMM[11]],
        'E1>(°)': [datMmin[12], datMM[12]],
        'I2f(A)': [datMmin[13], datMM[13]],
        'I2>(°)': [datMmin[14], datMM[14]],
        'I1f(A)': [datMmin[15], datMM[15]],
        'I1l(A)': [datMmin[16], datMM[16]],
        'I1>(°)': [datMmin[17], datMM[17]]}
MLim1 = pd.DataFrame(MLim, columns=['Momento', 'nx(min-1)', 'Mej(Nm)',
                                    'Eff(%)', 'P1t(W)', 'Pej(W)',
                                    'Pad(W)', 'Pme(W)', 'Pfe(W)', 'Pcu(W)',
                                    'E2f(V)', 'E2>(°)', 'E1f(V)', 'E1>(°)',
                                    'I2f(A)', 'I2>(°)', 'I1f(A)', 'I1l(A)',
                                    'I1>(°)'])

print('')
print(MLim1)

```

7-12.4 Impresión de estados de carga y máxima eficiencia

```
''' Devolución de los valores calculados'''
```

```

print('')
print('ESTADOS DE CARGA Y RENDIMIENTO MÁXIMO A ', Vn, 'V, ', f, 'Hz, ', tf,
      '°C')

# Estados de carga para 150 % de carga admisible
''' Cuando existe el 150% de carga. En motores pequeños puede no existir'''
if P150 < datMM[4]:
    Ecarga = {'Carga': ['150 %', '125 %', '100 %', '75 %', '50 %', '25 %',
                       'Eff máx'],
              'nx(min-1)': [dat150[0], dat125[0], dat100[0], dat075[0],
                           dat050[0], dat025[0], datEffM[0]],

```

```
'Mej(Nm)': [dat150[1], dat125[1], dat100[1], dat075[1],
            dat050[1], dat025[1], datEffM[1]],
'Eff(%)': [dat150[2], dat125[2], dat100[2], dat075[2], dat050[2],
            dat025[2], datEffM[2]],
'P1t(W)': [dat150[3], dat125[3], dat100[3], dat075[3], dat050[3],
            dat025[3], datEffM[3]],
'Pej(W)': [dat150[4], dat125[4], dat100[4], dat075[4], dat050[4],
            dat025[4], datEffM[4]],
'Pad(W)': [dat150[5], dat125[5], dat100[5], dat075[5], dat050[5],
            dat025[5], datEffM[5]],
'Pme(W)': [dat150[6], dat125[6], dat100[6], dat075[6], dat050[6],
            dat025[6], datEffM[6]],
'Pfe(W)': [dat150[7], dat125[7], dat100[7], dat075[7], dat050[7],
            dat025[7], datEffM[7]],
'Pcu(W)': [dat150[8], dat125[8], dat100[8], dat075[8], dat050[8],
            dat025[8], datEffM[8]],
'E2f(V)': [dat150[9], dat125[9], dat100[9], dat075[9], dat050[9],
            dat025[9], datEffM[9]],
'E2>(°)': [dat150[10], dat125[10], dat100[10], dat075[10],
            dat050[10], dat025[10], datEffM[10]],
'E1f(V)': [dat150[11], dat125[11], dat100[11], dat075[11],
            dat050[11], dat025[11], datEffM[11]],
'E1>(°)': [dat150[12], dat125[12], dat100[12], dat075[12],
            dat050[12], dat025[12], datEffM[12]],
'I2f(A)': [dat150[13], dat125[13], dat100[13], dat075[13],
            dat050[13], dat025[13], datEffM[13]],
'I2>(°)': [dat150[14], dat125[14], dat100[14], dat075[14],
            dat050[14], dat025[14], datEffM[14]],
'I1f(A)': [dat150[15], dat125[15], dat100[15], dat075[15],
            dat050[15], dat025[15], datEffM[15]],
'I1l(A)': [dat150[16], dat125[16], dat100[16], dat075[16],
            dat050[16], dat025[16], datEffM[16]],
'I1>(°)': [dat150[17], dat125[17], dat100[17], dat075[17],
            dat050[17], dat025[17], datEffM[17]]]
```

Estados de carga para 150 % de carga no admisible

if P150 >= datMM[4]:

```
Ecarga = {'Carga': ['150 %', '125 %', '100 %', '75 %', '50 %', '25 %',
                    'Eff máx'],
          'nx(min-1)': ['- ', dat125[0], dat100[0], dat075[0], dat050[0],
                        dat025[0], datEffM[0]],
          'Mej(Nm)': ['- ', dat125[1], dat100[1], dat075[1], dat050[1],
                      dat025[1], datEffM[1]],
          'Eff(%)': ['- ', dat125[2], dat100[2], dat075[2], dat050[2],
                     dat025[2], datEffM[2]],
          'P1t(W)': ['- ', dat125[3], dat100[3], dat075[3], dat050[3],
                     dat025[3], datEffM[3]],
          'Pej(W)': ['- ', dat125[4], dat100[4], dat075[4], dat050[4],
                     dat025[4], datEffM[4]],
          'Pad(W)': ['- ', dat125[5], dat100[5], dat075[5], dat050[5],
                     dat025[5], datEffM[5]],
          'Pme(W)': ['- ', dat125[6], dat100[6], dat075[6], dat050[6],
                     dat025[6], datEffM[6]],
          'Pfe(W)': ['- ', dat125[7], dat100[7], dat075[7], dat050[7],
                     dat025[7], datEffM[7]],
          'Pcu(W)': ['- ', dat125[8], dat100[8], dat075[8], dat050[8],
                     dat025[8], datEffM[8]],
          'E2f(V)': ['- ', dat125[9], dat100[9], dat075[9], dat050[9],
                     dat025[9], datEffM[9]],
          'E2>(°)': ['- ', dat125[10], dat100[10], dat075[10], dat050[10],
                     dat025[10], datEffM[10]],
          'E1f(V)': ['- ', dat125[11], dat100[11], dat075[11], dat050[11],
```

```

        dat025[11], datEffM[11]],
'E1>(°)': ['- ', dat125[12], dat100[12], dat075[12], dat050[12],
        dat025[12], datEffM[12]],
'I2f(A)': ['- ', dat125[13], dat100[13], dat075[13], dat050[13],
        dat025[13], datEffM[13]],
'I2>(°)': ['- ', dat125[14], dat100[14], dat075[14], dat050[14],
        dat025[14], datEffM[14]],
'I1f(A)': ['- ', dat125[15], dat100[15], dat075[15], dat050[15],
        dat025[15], datEffM[15]],
'I1l(A)': ['- ', dat125[16], dat100[16], dat075[16], dat050[16],
        dat025[16], datEffM[16]],
'I1>(°)': ['- ', dat125[17], dat100[17], dat075[17], dat050[17],
        dat025[17], datEffM[17]]}
Ecarga1 = pd.DataFrame(Ecarga, columns=['Carga', 'nx(min-1)', 'Mej(Nm)',
        'Eff(%)', 'P1t(W)', 'Pej(W)', 'Pad(W)',
        'Pme(W)', 'Pfe(W)', 'Pcu(W)', 'E2f(V)',
        'E2>(°)', 'E1f(V)', 'E1>(°)',
        'I2f(A)', 'I2>(°)', 'I1f(A)',
        'I1l(A)', 'I1>(°)'])

print('')
print(Ecarga1)

```

7-13. COMPARACIÓN DE VALORES DE CÁLCULO CON ENSAYOS

''' Los valores de momento máximo y mínimo y los estados de carga y vacío, obtenidos por cálculo, se comparan con los de los ensayos o los del fabricante'''

13.1) Verificación de valores de arranque

''' Diferencia de momento y corriente'''
 MaMx = round((Mar-datA[1])*100/Mar, 1)
 IaIx = round((Iar-datA[-2])*100/Iar, 1)

7-13.2 Verificación de momento máximo

MMMMx = round((MMmaxr-datMM[1])*100/MMmaxr, 1)

7-13.3 Verificación de valores nominales

''' Diferencia de velocidad n, momento M, eficiencia Eff, potencia entrada P1 potencia en el eje Peje, corriente I1 y ángulo de corriente ang'''

nn100 = round((n-dat100[0])*100/n, 1)
 MM100 = round((MMn-dat100[1])*100/MMn, 1)
 EEff100 = round((eff-dat100[2])*100/eff, 1)
 P1100 = 1.73*Vn*In*pf
 P1100r = round(P1100, 1)
 PP100 = round((P1100-dat100[3])*100/P1100, 1)
 PPeje100 = round((Pn*1000-dat100[4])*100/(Pn*1000), 1)
 II100 = round((In-dat100[-2])*100/In, 1)
 ang100 = math.acos(pf)*(-57.3)
 ang100r = round(ang100, 1)
 aang100 = round((ang100-dat100[-1])*100/ang100, 1)

7-13.4 Verificación de valores al 75 % de carga

''' Mismos parámetros que 13.3'''
 nn75 = round((n75-dat075[0])*100/n75, 1)
 MM75 = round((M75-dat075[1])*100/M75, 1)
 EEff75 = round((eff75-dat075[2])*100/eff75, 1)
 PPP75 = round((PP75-dat075[3])*100/PP75, 1)


```

PPeje75 = round((Peje75-dat075[4])*100/Peje75, 1)
II75 = round((I75-dat075[-2])*100/I75, 1)
ang75 = math.acos(pf75)*57.3*(-1)
ang75r = round(ang75, 1)
aang75 = round((ang75-dat075[-1])*100/ang75, 1)

```

7-13.5 Verificación de valores al 50 % de carga

```

''' Mismos parámetros que 13.3'''
nn50 = round((n50-dat050[0])*100/n50, 1)
MM50 = round((M50-dat050[1])*100/M50, 1)
EEff50 = round((eff50-dat050[2])*100/eff50, 1)
PPP50 = round((PP50-dat050[3])*100/PP50, 1)
PPeje50 = round((Peje50-dat050[4])*100/Peje50, 1)
II50 = round((I50-dat050[-2])*100/I50, 1)
ang50 = math.acos(pf50)*57.3*(-1)
ang50r = round(ang50, 1)
aang50 = round((ang50-dat050[-1])*100/ang50, 1)

```

7-13.6 Verificación de valores en vacío

```

''' Potencia, corriente y ángulo'''
P0Px = round((P0-dat0[3])*100/P0, 1)
I0Ix = round((I0-dat0[-2])*100/I0, 1)
ang0 = math.acos(pf0)*57.3*(-1)
ang0r = round(ang0, 1)
aang0 = round((ang0-dat0[-1])*100/ang0, 1)

```

7-13.7 Impresión de verificación con estados de carga

```

''' Devolución de los datos calculados en comparación con los de los
ensayos'''

```

```

# Valores de ensayos o catálogo versus valores de cálculo

```

```

print(')

```

```

print('VERIFICACIÓN DE VALORES CARACTERÍSTICOS')

```

```

# Decimal para indicar un 0 después de la coma y alinear

```

```

w = 0.01

```

```

Verif = {'Datos': ['Arranque', 'Valores ingresados', 'Valores calculados',
'Diferencias (%)', '',
'Mto Máximo', 'Valores ingresados', 'Valores calculados',
'Diferencias (%)', '',
'Nominal', 'Valores ingresados', 'Valores calculados',
'Diferencias (%)', '',
'75% carga', 'Valores ingresados', 'Valores calculados',
'Diferencias (%)', '',
'50% carga', 'Valores ingresados', 'Valores calculados',
'Diferencias (%)', '',
'Vacío', 'Valores ingresados', 'Valores calculados',
'Diferencias (%)'],
'nx(min-1)': ['', '0.0', '0.0', '- ', '', '',
'- ', round(datMM[0] + w, 1), '- ', '', '',
round(n + w, 1), round(dat100[0], 1), nn100, '', '',
round(n75 + w, 1), round(dat075[0], 1), nn75, '', '',
round(n50 + w, 1), round(dat050[0], 1), nn50, '', '',
round(dat0[0] + w, 1), round(dat0[0] + w, 1), '- '],
'Mej(Nm)': ['', round(Mar, 1), round(datA[1], 1), MaMx, '', '',
round(MMmaxr, 1), round(datMM[1], 1), MMMMx, '', '',
round(MMnr, 1), round(dat100[1], 1), MM100, '', '',
round(M75, 1), round(dat075[1], 1), MM75, '', '',
round(M50, 1), round(dat050[1], 1), MM50, '', '',
'0.0', '0.0', '- '],

```

```

'Eff(%)': [' ', '0.0', datA[2], '-', ' ', ' ',
          '-', round(datMM[2], 1), '-', ' ', ' ',
          round(eff, 1), round(dat100[2], 1), EEff100, ' ', ' ',
          round(eff75, 1), round(dat075[2], 1), EEff75, ' ', ' ',
          round(eff50, 1), round(dat050[2], 1), EEff50,
          ' ', ' ', '0.0', round(dat0[2], 1), '-'],
'P1t(W)': [' ', '-', round(datA[3] + w, 1), '-', ' ', ' ',
          '-', round(datMM[3] + w, 1), '-', ' ', ' ',
          round(P1100r, 1), round(dat100[3], 1), PP100, ' ', ' ',
          round(PP75 + w, 1), round(dat075[3], 1), PPP75, ' ', ' ',
          round(PP50 + w, 1), round(dat050[3], 1), PPP50, ' ', ' ',
          round(P0 + w, 1), round(dat0[3] + w, 1), P0Px],
'Pej(W)': [' ', '0.0', '0.0', '-', ' ', ' ',
          '-', round(datMM[4] + w, 1), '-', ' ', ' ',
          round(Pn*1000, 1), round(dat100[4], 1), PPeje100, ' ', ' ',
          round(Peje75 + w, 1), round(dat075[4], 1), PPeje75, ' ', ' ',
          round(Peje50 + w, 1), round(dat050[4], 1), PPeje50, ' ', ' ',
          '0.0', round(dat0[4], 1), '-'],
'I1l(A)': [' ', round(Iar, 1), round(datA[-2], 1), IaIx, ' ', ' ',
          '-', datMM[-2], '-', ' ', ' ',
          round(In, 1), round(dat100[-2], 1), II100, ' ', ' ',
          round(I75, 1), round(dat075[-2], 1), II75, ' ', ' ',
          round(I50, 1), round(dat050[-2], 1), II50, ' ', ' ',
          round(I0, 1), round(dat0[-2], 1), I0Ix],
'I1>(°)': [' ', '-', round(datA[-1], 1), '-', ' ', ' ',
          '-', round(datMM[-1], 1), '-', ' ', ' ',
          round(ang100r, 1), round(dat100[-1], 1), aang100, ' ', ' ',
          round(ang75r, 1), round(dat075[-1], 1), aang75, ' ', ' ',
          round(ang50r, 1), round(dat050[-1], 1), aang50, ' ', ' ',
          round(ang0r, 1), round(dat0[-1], 1), aang0]}
Verif1 = pd.DataFrame(Verif, columns=['Datos', 'nx(min-1)', 'Mej(Nm)',
                                   'Eff(%)', 'P1t(W)', 'Pej(W)', 'I1l(A)',
                                   'I1>(°)'])

print('')
print(Verif1)

```

7-14. VERIFICACIÓN CON DATOS DE CURVA DEL FABRICANTE

'''Comparación de la velocidad n_f , momento M_f y corriente I_f del fabricante respecto a los datos calculados. No se incluye aquí'''

7-15. VALORES CONSTRUCTIVOS

7-15.1 al 7-15.4

'''No se muestran aquí'''

7-15.5 Cálculo de exigencias constructivas

if Dconst == 'x':

''' Se aplica a datos nuevos o almacenados'''

fcem a carga nominal

E1 = dat100[11]

Altura corona estator y rotor, sección anillo rotor

Hce = round((Dex-Dce)/2, 1)

Hcr = round((Dcr-Dej)/2, 1)

Sar = round((Dro-Dcr)*Esa/2)

Corriente por kw (A/kw), sección alambre y densidad corriente (A/mm²)

Ikw = round(In/Pn, 2)

Scu = Na1*3.1416*Da1**2/4 + Na2*3.1416*Da2**2/4

Amm2 = round(In/(IlIf*Cbo*Scu), 1)

Corriente (A) y densidad (A/mm²) en barra

```

Abr = round(Far*In*Ebo*Cap*Nre/(IlIf*Cbo*Nrr), 1)
Amm2br = round(Abr/Srr, 1)
Aar = round(Nrr*Abr/(3.1416*polos), 1)
Amm2ar = round(Aar/Sar, 1)

# Conductores por fase, flujo (Wb)
Cpf = Ebo*Cap*Nre/(3*Cbo)
Flujo = round(E1/(2.22*f*Far*Cpf), 4)

# Sección entrehierro (mm2), densidad de flujo entrehierro(Wb/m2)
Seh = 3.1416*Dro*Lpa/(polos*1000000)
Teh = round(3.1416*Flujo/(2*Seh), 2)

# Sección y densidad de flujo en corona estator
Sce = Hce*Lpa*Fap/1000000
Tce = round(Flujo/(2*Sce), 2)

# Sección y densidad de flujo en corona rotor
Scr = (Hcr*Lpa*Fap+Dej*Lpa/4)/1000000
Tcr = round(Flujo/(2*Scr), 2)

# Sobretemperatura / pérdidas (°/ W) e intensidad de campo (A/m)
TW = round((tcare-tc)/(P1e-Pejee), 3)
Heh = round(Cpf*abs(Im0)*1000/2*2*Eh)

```

7-15.6 Impresión de datos constructivos y cálculo de exigencias

```

if Dconst == 'x':
    ''' Se tabulan los datos ingresados o de archivo'''
    print('')
    print('DATOS CONSTRUCTIVOS MECÁNICOS, DE BOBINADO Y CÁLCULO',
          'DE EXIGENCIAS A CARGA NOMINAL')
    Dcyb = {'Dimensiones': ['Diámetro exterior estator (mm)',
                           'Altura corona estator (mm)',
                           'Diámetro interior estator (mm)',
                           'Altura corona rotor (mm)',
                           'Diámetro eje rotor (mm)',
                           'Longitud paquete de chapas (mm)',
                           'Número ranuras estator',
                           'Sección ranura estator (mm2)',
                           'Número ranuras rotor',
                           'Sección ranura rotor (mm2)',
                           'Espesor anillo rotor (mm)',
                           'Sección anillo rotor(mm2)',
                           'Longitud entrehierro (mm)'],
           'Datos dim.': [Dex, Hce, Dro, Hcr, Dej, Lpa, Nre, Sre, Nrr, Srr,
                          Esa, Sar, Eh],
           'Bobinado': ['Paso de bobinas en ranuras',
                        'Capas de bobinas por ranura',
                        'Factor de arrollamiento',
                        'Espiras por bobina (prom)',
                        'Espiras por bobina (real)',
                        'Número de alambres 1',
                        'Diámetro alambre 1 (mm)',
                        'Número de alambres 2',
                        'Diámetro alambre 2 (mm)',
                        'Conexión bobinado (vías)',
                        'Peso total cobre (kg)',
                        'Relleno ranura(%)', ''],
           'Datos bob.': [Paso, Cap, Far, Ebo, Ebor, Na1, Da1, Na2, Da2,
                          Cbo, kgc, Rre, ''],
           'Exigencias': ['Corriente por kW (A/kW)',

```

```

'Densidad corriente bobinado (A/mm2)',
'Corriente barra rotor (A)',
'Densidad corr. barra rotor(A/mm2)',
'Corriente anillo rotor (A)',
'Densidad corr. anillo rotor(A/mm2)',
'Flujo por polo (Wb)',
'Densidad flujo entrehierro (T)',
'Dens. flujo corona estator (T)',
'Dens. flujo corona rotor (T)',
'Sobretemperat. carcasa/pérdidas (K/W)',
'NI/l = H entrehierro, vacío (A/m)', ''],
'Valores exig.': [Ikw, Amm2, Abr, Amm2br, Aar, Amm2ar, Flujo,
                  Teh, Tce, Tcr, TW, Heh, '']]
Dcyb1 = pd.DataFrame(Dcyb, columns=['Dimensiones', 'Datos dim.',
                                   'Bobinado', 'Datos bob.', 'Exigencias',
                                   'Valores exig.'])

print('')
print(Dcyb1)
else:
    print('')
    print('DATOS CONSTRUCTIVOS MECÁNICOS, DE BOBINADO Y CÁLCULO',
          'DE EXIGENCIAS A CARGA NOMINAL')
    print('')
    print('Datos constructivos no ingresados')

```

7-16. RELACIONES DE VALORES DE PARÁMETROS DEL CIRCUITO

```

''' Se usan para evaluar o estimar datos de motores ensayados o calculados'''

# Relaciones de arranque
''' Entre resistencias y reactancias de las tres ramas del circuito, respecto
a la total en el arranque (opcional)'''
# R1Ra, R1Rar = Zznx['R1(Ω)'][0]/Zznx['Rt(Ω)'][0], round(R1Ra, 4)
# X1Xa, X1Xar = Zznx['X1(Ω)'][0]/Zznx['Xt(Ω)'][0], round(X1Xa, 4)
# RmRa, RmRar = Zznx['Rm(Ω)'][0]/Zznx['Rt(Ω)'][0], round(RmRa, 4)
# XmXa, XmXar = Zznx['Xm(Ω)'][0]/Zznx['Xt(Ω)'][0], round(XmXa, 4)
# R2Ra, R2Rar = Zznx['R2(Ω)'][0]/Zznx['Rt(Ω)'][0], round(R2Ra, 4)
# X2Xa, X2Xar = Zznx['X2(Ω)'][0]/Zznx['Xt(Ω)'][0], round(X2Xa, 4)

''' Entre resistencias y reactancias de las tres ramas del circuito en el
arranque, respecto a la total, en carga nominal '''
R1Rar = round(Zznx['R1(Ω)'][0]/Zprelim['Rt(Ω)'][3], 4)
X1Xar = round(Zznx['X1(Ω)'][0]/Zprelim['Xt(Ω)'][3], 4)
RmRar = round(Zznx['Rm(Ω)'][0]/Zprelim['Rt(Ω)'][3], 4)
XmXar = round(Zznx['Xm(Ω)'][0]/Zprelim['Xt(Ω)'][3], 4)
R2Rar = round(Zznx['R2(Ω)'][0]/Zprelim['Rt(Ω)'][3], 4)
X2Xar = round(Zznx['X2(Ω)'][0]/Zprelim['Xt(Ω)'][3], 4)

# Relaciones en carga nominal
''' Entre resistencias y reactancias de las tres ramas del circuito, respecto
a la total, en carga nominal'''
R1Rnr = round(Zprelim['R1(Ω)'][3]/Zprelim['Rt(Ω)'][3], 4)
X1Xnr = round(Zprelim['X1(Ω)'][3]/Zprelim['Xt(Ω)'][3], 4)
RmRnr = round(Zprelim['Rm(Ω)'][3]/Zprelim['Rt(Ω)'][3], 4)
XmXnr = round(Zprelim['Xm(Ω)'][3]/Zprelim['Xt(Ω)'][3], 4)
R2Rnr = round(Zprelim['R2(Ω)'][3]/Zprelim['Rt(Ω)'][3], 4)
X2Xnr = round(Zprelim['X2(Ω)'][3]/Zprelim['Xt(Ω)'][3], 4)

# Relaciones vacío nominal
''' Entre resistencias y reactancias de las tres ramas del circuito, en vacío,
respecto a sus valores totales nominales'''
R1R0r = round(R10r/Zprelim['Rt(Ω)'][3], 4)

```

```

X1X0r = round(X10r/Zprelim['Xt(Ω)'][3], 4)
RmR0r = round(Rm0r/Zprelim['Rt(Ω)'][3], 4)
XmX0r = round(Xm0r/Zprelim['Xt(Ω)'][3], 4)
R2R0r = round(R20r/Zprelim['Rt(Ω)'][3], 4)
X2X0r = round(X20r/Zprelim['Xt(Ω)'][3], 4)

```

7-16.1 Impresión de relaciones de impedancias

```

RelZ = {'Relación': ['Valor'], 'R1a/Rn': [R1Rar], 'X1a/Xn': [X1Xar],
        'Rma/Rn': [RmRar], 'Xma/Xn': [XmXar], 'R2a/Rn': [R2Rar],
        'X2a/Xn': [X2Xar], 'R1n/Rn': [R1Rnr], 'X1n/Xn': [X1Xnr],
        'Rmn/Rn': [RmRnr], 'Xmn/Xn': [XmXnr], 'R2n/Rn': [R2Rnr],
        'X2/Xn': [X2Xnr], 'R10/Rn': [R1R0r], 'X10/Xn': [X1X0r],
        'Rm0/Rn': [RmR0r], 'Xm0/Xn': [XmX0r], 'R20/Rn': [R2R0r],
        'X20/Xn': [X2X0r]}
RelZ1 = pd.DataFrame(RelZ, columns=['Relación', 'R1a/Rn', 'X1a/Xn', 'Rma/Rn',
                                   'Xma/Xn', 'R2a/Rn', 'X2a/Xn', 'R1n/Rn',
                                   'X1n/Xn', 'Rmn/Rn', 'Xmn/Xn', 'R2n/Rn',
                                   'X2/Xn', 'R10/Rn', 'X10/Xn', 'Rm0/Rn',
                                   'Xm0/Xn', 'R20/Rn', 'X20/Xn'])

print('')
print('RELACIONES DE IMPEDANCIAS')
print('')
print(RelZ1)

```

7-17. RELACIONES PORCENTUALES DE PÉRDIDAS PARCIALES / TOTALES

```
''' Porcentajes de cada pérdida respecto al total de ellas. Se usan para
evaluar o estimar datos de motores ensayados o calculados '''
```

Relaciones nominales

```
''' Entre pérdidas adicionales, mecánicas, en el hierro y arrollamiento,
respecto a la potencia nominal (del cálculo preliminar) '''
PadPPnr = round(Pad * 100/(P1-Peje), 1)
PmePPnr = round(Pmec * 100/(P1-Peje), 1)
PfePPnr = round(Pfe * 100/(P1-Peje), 1)
PcuPPnr = round(Pcu * 100/(P1-Peje), 1)

```

Relaciones a eficiencia máxima

```
''' Entre pérdidas adicionales, mecánicas, en el hierro y arrollamiento,
respecto a la potencia en ese estado '''
PadPPm = Ecarga['Pad(W)'][6]*100 / (Ecarga['P1t(W)'][6]-Ecarga['Pej(W)'][6])
PadPPmr = round(PadPPm, 1)
PmePPm = Ecarga['Pme(W)'][6]*100 / (Ecarga['P1t(W)'][6]-Ecarga['Pej(W)'][6])
PmePPmr = round(PmePPm, 1)
PfePPm = Ecarga['Pfe(W)'][6]*100 / (Ecarga['P1t(W)'][6]-Ecarga['Pej(W)'][6])
PfePPmr = round(PfePPm, 1)
PcuPPm = Ecarga['Pcu(W)'][6]*100 / (Ecarga['P1t(W)'][6]-Ecarga['Pej(W)'][6])
PcuPPmr = round(PcuPPm, 1)

```

7-17.1 Impresión de relaciones de pérdidas

```

RelPP = {'Carga': ['Nominal', 'Eff. Máx'], 'Pad/PP(%)': [PadPPnr, PadPPmr],
         'Pme/PP(%)': [PmePPnr, PmePPmr], 'Pfe/PP(%)': [PfePPnr, PfePPmr],
         'Pcu/PP(%)': [PcuPPnr, PcuPPmr]}
RelPP1 = pd.DataFrame(RelPP, columns=['Carga', 'Pad/PP(%)', 'Pme/PP(%)',
                                     'Pfe/PP(%)', 'Pcu/PP(%)'])

print('')
print('RELACIONES DE PÉRDIDAS')
print('')
print(RelPP1)

```

7-18.

```
''' No se muestra aquí '''
```

7-19. **GRAFICADO DE CURVAS CON DATOS TOTALES**

```
''' Curvas de todos los parámetros obtenidos en el punto 11'''
```

7-19.1 **Tabla y gráfico de resistencias**

```
Zznx2 = {'nxc': datnxcu, 'Zxc': datZtxcu, 'R1c': datR1xcu, 'X1c': datX1xcu,
         'Rmc': datRmxcu, 'Xmc': datXmxcu, 'R2c': datR2xcu, 'X2c': datX2xcu}
Zznx3 = pd.DataFrame(Zznx2, columns=['nxc', 'Zxc', 'R1c', 'X1c', 'Rmc', 'Xmc',
                                   'R2c', 'X2c'])
grafR = plot(Zznx3.nxc, Zznx3.R1c, Zznx3.nxc, Zznx3.Rmc, Zznx3.nxc,
            Zznx3.R2c)
grid()
title('MOTOR ' + str(Heje) + ' ' + str(Marca) + '.'
      + ' RESISTENCIAS(fase) & VELOCIDAD')
xlabel('min-1')
ylabel('Ω')
legend(('R1:primario', 'Rm:derivada', 'R2:secundario'),
      prop={'size': 10}, loc='best')
plt.savefig(str(Heje) + ' Resistencias.png')
show()
```

7-19.2 **Gráfico de impedancias y reactancias**

```
grafX = plot(Zznx3.nxc, Zznx3.Zxc, Zznx3.nxc, Zznx3.X1c, Zznx3.nxc, Zznx3.Xmc,
            Zznx3.nxc, Zznx3.X2c)
grid()
title('MOTOR ' + str(Heje) + ' ' + str(Marca) + '.'
      + ' REACTANCIAS(fase) & VELOCIDAD')
xlabel('min-1')
ylabel('Ω')
legend(('Zt:impedancia', 'X1:primario', 'Xm:derivada', 'X2:secundario'),
      prop={'size': 10}, loc='best')
plt.savefig(str(Heje) + ' Reactancias.png')
show()
```

7-19.3 **Tabla y gráfico de momentos y corrientes**

```
Paranx2 = {'nxc': datnxcu,
          'Mejc': datMxcu, 'P1tc': datP1xcu, 'Pejc': datPejexcu,
          'Padc': datPadxcu, 'Pmec': datPmecxcu, 'Pfec': datPfecxcu,
          'Pcuc': datPcuxcu, 'E2fc': datEcxcu, 'E1fc': datE1xcu,
          'I2fc': datI2xcu, 'I1fc': datI1xcu, 'I1lc': datI1lxcu,
          'Imlc': datImlxcu}
Paranx3 = pd.DataFrame(Paranx2, columns=['nxc',
                                       'Mejc', 'P1tc', 'Pejc',
                                       'Padc', 'Pmec', 'Pfec', 'Pcuc',
                                       'E2fc', 'E1fc', 'I2fc',
                                       'I1fc', 'I1lc', 'Imlc'])
grafMI = plot(Paranx3.nxc, Paranx3.Mejc, Paranx3.nxc, Paranx3.I1lc,
            Paranx3.nxc, Paranx3.I1fc, Paranx3.nxc, Paranx3.I2fc,
            Paranx3.nxc, Paranx3.Imlc)
grid()
title('MOTOR ' + str(Heje) + ' ' + str(Marca) + '.'
      + ' MOMENTO-CORRIENTES & VELOCIDAD')
xlabel('min-1')
ylabel('Nm, A')
legend(('Mej: eje', 'I1l:línea', 'I1f:primario', 'I2f:secundario',
      'Imf:derivada'), prop={'size': 10}, loc='best')
```

```
plt.savefig(str(Heje) + ' Momentos.png')
show()
```

7-19.4 Gráfico de potencias de entrada y salida y pérdidas calóricas

```
grafPP = plot(Paranx3.nxc, Paranx3.P1tc, Paranx3.nxc, Paranx3.Pejc,
             Paranx3.nxc, Paranx3.Pcuc)
grid()
title('MOTOR ' + str(Heje) + ' ' + str(Marca) + '.'
      + ' POTENCIAS, PÉRDIDAS & VELOCIDAD')
xlabel('min-1')
ylabel('W')
legend(('P1t:entrada', 'Pej:eje', 'Pcu:arrollamiento'),
       prop={'size': 10}, loc='best')
plt.savefig(str(Heje) + ' Potencias.png')
show()
```

7-19.5 Gráfico de caídas de tensión de salida y en rama derivada

```
grafEE = plot(Paranx3.nxc, Paranx3.E2fc, Paranx3.nxc, Paranx3.E1fc)
grid()
title('MOTOR ' + str(Heje) + ' ' + str(Marca) + '.'
      + ' CAÍDAS DE TENSIÓN & VELOCIDAD')
xlabel('min-1')
ylabel('V')
legend(('E2f:salida', 'E1f:derivada'), prop={'size': 10}, loc='best')
plt.savefig(str(Heje) + ' Caídas de tensión.png')
show()
```

7-19.6 Tabla y gráfico de eficiencia

```
datEffut = {'nxut': nut, 'Effut': Effut}
datEffut1 = pd.DataFrame(datEffut, columns=['nxut', 'Effut'])

grafEff = plot(datEffut1.nxut, datEffut1.Effut)
grid()
title(str('MOTOR ' + Heje) + ' ' + str(Marca) + '.'
      + ' EFICIENCIA & VELOCIDAD')
xlabel('min-1')
ylabel('%')
legend(('Eff: Eficiencia'), prop={'size': 10}, loc='best')
plt.savefig(str(Heje) + ' Eficiencias.png')
show()
```

7-19.7 Tabla y gráfico de pérdidas (excepto calóricas)

```
Paranx3 = pd.DataFrame(Paranx2, columns=['nxc', 'Mejc', 'P1tc', 'Pejc',
                                       'Padc', 'Pmec', 'Pfec', 'Pcuc',
                                       'E2fc', 'E1fc', 'I2fc',
                                       'I1fc', 'I1lc', 'Imlc'])

grafPer = plot(Paranx3.nxc, Paranx3.Padc, Paranx3.nxc, Paranx3.Pmec,
              Paranx3.nxc, Paranx3.Pfec)
grid()
title('MOTOR ' + str(Heje) + ' ' + str(Marca) + '.' + ' PÉRDIDAS & VELOCIDAD')
xlabel('min-1')
ylabel('W')
legend(('Pad:adicionales', 'Pme:mecánicas', 'Pfe:hierro'),
       prop={'size': 10}, loc='best')
plt.savefig(str(Heje) + ' Pérdidas.png')
show()
```

7-19.8 Tabla y gráfico de ángulos de corrientes

```
# Ángulo aproximado en el arranque (solo para graficar)
```

```
datangccu[0] = datangccu[1]
datangcu = {'nxcu': datnxcu, 'ang1': datang1cu, 'ang2': datang2cu,
            'angm': datangmcu, 'ange1': datange1cu, 'ange2': datangccu}
datangcu1 = pd.DataFrame(datangcu, columns=['nxcu', 'ang1', 'ang2', 'angm',
                                           'ange1', 'ange2'])
```

```
grafAngI = plot(datangcu1.nxcu, datangcu1.ang1,
               datangcu1.nxcu, datangcu1.ang2,
               datangcu1.nxcu, datangcu1.angm)

grid()
title('MOTOR ' + str(Heje) + ' ' + str(Marca) + '.'
      + ' ÁNGULOS DE CORRIENTES & VELOCIDAD')
xlabel('min-1')
ylabel('°')
legend(('I1>: Ángulo V-I1', 'I2>: Ángulo V-I2', 'Im>: Ángulo V-Im'),
      prop={'size': 10}, loc='best')
plt.savefig(str(Heje) + ' Ángulos de corrientes.png')
show()
```

7-19.9 Gráfico de ángulos de tensiones

```
grafAngE = plot(datangcu1.nxcu, datangcu1.ange1,
               datangcu1.nxcu, datangcu1.ange2)

grid()
title('MOTOR ' + str(Heje) + ' ' + str(Marca) + '.'
      + ' ÁNGULOS DE TENSIONES & VELOCIDAD')
xlabel('min-1')
ylabel('°')
legend(('E1>: Ángulo V-E1', 'E2>: Ángulo V-E2'),
      prop={'size': 10}, loc='best')
plt.savefig(str(Heje) + ' Ángulos de tensiones.png')
show()
```

```
# Indeterminación del ángulo de arranque (impresión de tabla final)
datangccu[0] = '-'
```

7-20. ARCHIVADO GENERAL DE DATOS

```
''' Generación de archivos de texto para convertir o copiar. No se incluye
aquí'''
```


Motores trifásicos de inducción

Aplicación del circuito equivalente

Este texto es el resultado de experiencias acumuladas durante años de enseñanza, diseño,

servicios y ensayos de motores eléctricos de baja tensión.

Se usa un modelo de circuito equivalente tradicional con parámetros variables y algunas hipótesis simplificativas para obtener los valores teóricos de funcionamiento de motores de inducción trifásicos de 380 V ó 400 V, 50 Hz, desde el arranque hasta vacío.

En el capítulo 1 se expresan los fundamentos de la teoría de desarrollo y se muestran, como ejemplos, algunas tablas y gráficos que luego se observarán en los capítulos posteriores.

Desde el capítulo 2 hasta el 5 se abordan tablas, gráficos, observaciones y comparaciones de motores de 2, 4, 6 y 8 polos respectivamente, de la marca AAA.

El capítulo 6 es similar a los anteriores, para motores de la marca BBB; se agregan además tablas y gráficos comparativos entre ambas marcas.

El capítulo 7 entrega el código básico, en lenguaje Python, del software que se aplicó para obtener los valores.

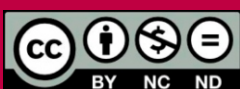
Los datos usados fueron tomados de ensayos reales de los fabricantes.

Se espera que este material sea una alternativa más de consulta para profesores y estudiantes, diseñadores y reparadores de motores eléctricos trifásicos de baja tensión.

Los autores desean agradecer especialmente a la Universidad Tecnológica Nacional Facultad San Francisco y a la firma multinacional WEG, filial Argentina, por su constante acompañamiento y apoyo a este emprendimiento.

Omar D. Gallo

Diego M. Ferreyra



ISBN 978-987-8992-27-3

