

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

“AUTOMATIZACIÓN DE UN BANCO DE CALOSTRO”

PROYECTO N°: 1811C

AUTORES:

EGEL, MARCELO RUBÉN
LONDRA, LEANDRO MATÍAS

TUTOR:

ING. MARTIN, MATÍAS

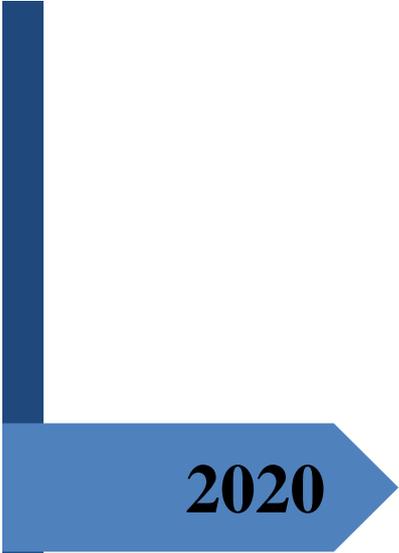
DIRECCIÓN DE PROYECTOS:

ING. PUENTE, GUSTAVO
ING. DE CARLI, ANÍBAL CARLOS

Año 2020

TABLA DE CONTENIDOS

- ❖ RESUMEN EJECUTIVO.
- ❖ ANEXO II
- ❖ CAPÍTULO A – INTRODUCCIÓN Y SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.
- ❖ CAPÍTULO B – OBJETIVOS, ALCANCES Y PLAN DE TRABAJO.
- ❖ CAPÍTULO C – INGENIERÍA BÁSICA.
- ❖ CAPÍTULO D – INGENIERÍA DE DETALLES.
- ❖ CAPÍTULO E – MEMORIAS DE CÁLCULO.
- ❖ CAPÍTULO F – ANEXOS COMPLEMENTARIOS.
 - ❖ ANEXO A – NORMATIVAS DE APLICACIÓN.
 - ❖ ANEXO B – ESTÁNDARES PROPIOS DEL PROYECTO.
 - ❖ ANEXO D – DEFINICIONES Y GLOSARIO.
 - ❖ ANEXO E – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.
 - ❖ ANEXO H – CATÁLOGOS.
- ❖ ANEXO III.



2020

AUTOMATIZACIÓN DE UN BANCO DE CALOSTRO

RESUMEN EJECUTIVO



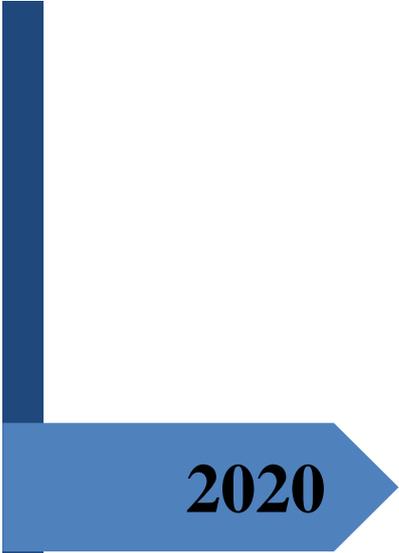
EGEL, MARCELO; LONDRA, LEANDRO
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL – FACULTAD
REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

ABSTRACT

A thermostatic bath was designed with a user-friendly graphical interface providing the means for thawing previously frozen bovine colostrum without decreasing the immunoglobulins concentration – its quality-. On top of this, capabilities for pasteurizing the batches of colostrum before being fed or frozen were designed and added. This project includes thermal calculations for the thawing times, electrical and electronic design including the development of the firmware for the CPU, colostrum bottles and structural design for the whole system.

RESUMEN EJECUTIVO

Se diseñó un baño termostático con una interfaz gráfica de usuario intuitiva, proporcionando así un medio para descongelar calostro bovino previamente congelado para su almacenamiento de una forma segura, es decir, sin la potencial reducción en la concentración de inmunoglobulinas. Además de esto, se diseñó en el mismo equipo el proceso de pasteurizado de calostro para reducir en la mayor medida posible la población bacteriana presente antes de utilizarlo como alimento para un ternero o de congelarlo. Este proyecto incluye el cálculo térmico para los tiempos de descongelado, diseño eléctrico y electrónico del equipo – incluyendo el desarrollo del firmware del microprocesador -, las botellas de calostro y el diseño estructural para el soporte de todo el equipo.

A thick dark blue vertical bar runs down the left side of the page. A blue arrow-shaped graphic points to the right from the bar, containing the year '2020' in white text.

2020

AUTOMATIZACIÓN DE UN BANCO DE CALOSTRO

PFC – 1811C – ANEXO II

A series of thin, light blue wavy lines originate from the bottom left corner and curve upwards and to the right, creating a decorative graphic element.

EGEL, MARCELO; LONDRA, LEANDRO
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL – FACULTAD
REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY



Anexo II PFC

Título del PFC: “Automatización de un banco de calostro”

Tipo de PFC: “Desarrollo Tecnológico”

Alumnos: Egel, Marcelo -- Londra, Leandro

Tutor: Ing. Martin, Matías

Problemática:

En la mayoría de los tambos el calostro se almacena congelado para poder contar con una reserva al momento del nacimiento de un nuevo animal. Para que este alimento pueda ser ingerido por el ternero es necesario descongelarlo. Actualmente, esto se logra a través de un baño maría pero sin un control preciso de la temperatura del agua, lo cual genera un exceso de la temperatura del agua por encima de cierta temperatura crítica, provocando así una pérdida de calidad en el calostro.

Desde el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) se plantea la posibilidad de diseñar una máquina capaz de controlar automáticamente el proceso de descongelado y pasteurización de calostro bovino, regulando los tiempos y las temperaturas del mismo.

Objetivos:

Proyectar y diseñar una máquina capaz de descongelar y pasteurizar recipientes contenedores de calostro congelado.

Marco teórico de referencia y del estado de arte:

El consumo de calostro es una excelente fuente de nutrientes e inmunoglobulinas (*Igs*) que protegen a los terneros recién nacidos, transmitiéndoles anticuerpos de la vaca a la ternera. Debido a que la administración de calostro al animal es indispensable, los productores deben muchas veces tomar medidas para tener una fuente de calostro disponible cuando la vaca no provea suficiente o no sea de alta calidad para el ternero. Las dos formas más comunes de almacenar calostro son la refrigeración y el congelamiento. Se refrigera cuando se sabe que se va a utilizar en un lapso corto de tiempo y se congela para almacenarlo durante largos períodos de tiempo, evitando la proliferación bacteriana en el calostro.

La principal línea de defensa contra los agentes patógenos invasores en terneras recién nacidas se deriva de las *Igs* del calostro. Las terneras que no reciben suficiente cantidad o no pueden absorber las *Igs* del calostro, pueden sufrir una mayor tasa de morbilidad y mortalidad, lo cual afecta directamente la rentabilidad del productor.



Asignaturas relacionadas

Programación en computación, automatización y control industrial, economía, mecánica de los fluidos y máquinas fluidodinámicas, elementos de máquinas, higiene y seguridad industrial, conocimiento de materiales, máquinas eléctricas, hidrodinámica y neumática, diseño y fabricación asistido por computadora, electrónica industrial.

Alcances:

- Ingeniería básica del diseño del descongelador.
- Ingeniería de detalle del descongelador.
 - Diseño del recipiente de calostro.
 - Diseño del recipiente del agua para baño maría.
 - Diseño de sistema de calefacción y control de temperatura.
 - Sistema homogeneizador.
 - Protecciones eléctricas.
- Señalización y cartelería de seguridad.
- Cómputo de materiales y cálculo de costos.

Por otro lado, **no se considerarán** los siguientes puntos:

- Construcción del equipo.

Metodología general:

1. Entender la problemática.
2. Investigación de las propiedades del calostro.
3. Buscar las alternativas existentes.
4. Ingenierías básica y de detalle para las mejoras a proponerse.

Impacto:

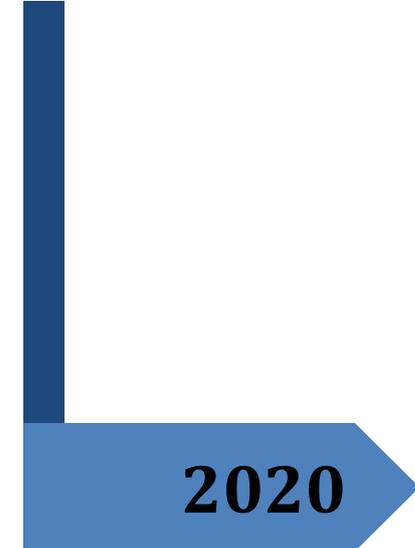
- Mantener la calidad del calostro.
- Se facilita el proceso de descongelado.
- Se elimina la necesidad de supervisión continua del proceso.

.....
Alumno: Egel Marcelo

.....
Alumno: Londra Leandro

.....
Docente: Ing. Gustavo Puente

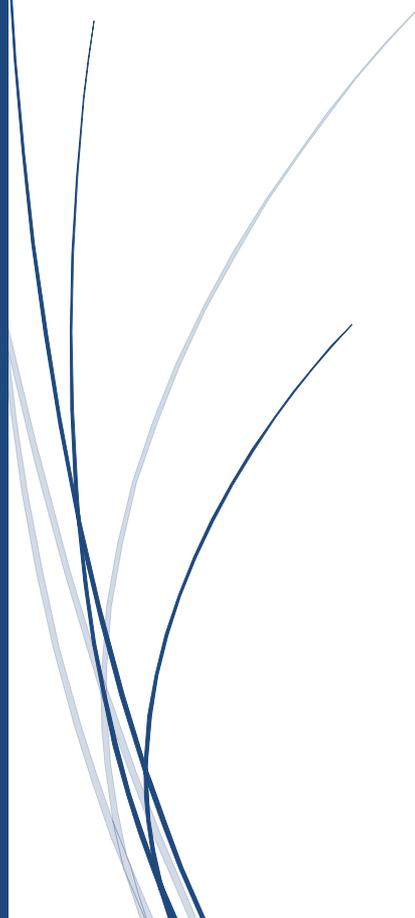
.....
Tutor: Ing. Matias Martin



2020

AUTOMATIZACIÓN DE UN BANCO DE CALOSTRO

PFC – 1811C – INTRODUCCIÓN Y SITUACIÓN PROBLEMÁTICA



EGEL, MARCELO; LONDRA, LEANDRO
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL – FACULTAD
REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

Índice

1. Situación problemática	2
2. Introducción.....	2
2.1. Importancia del calostro	2
2.2. Inmunoglobulinas en el calostro	2
2.3. Factores que afectan la transferencia de inmunidad pasiva	3
2.4. Cantidad de inmunoglobulinas absorbidas	3
2.5. Almacenamiento y utilización del calostro excedente	3
2.6. Pasteurización del calostro.....	3

Problemática planteada y propuesta por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), sede de Rafaela, Santa Fe.

1. Situación problemática

Las propiedades del calostro bovino se deterioran si, al ser descongelado o pasteurizado, las temperaturas del proceso superan valores críticos, dejando expuesto así al ternero a infecciones y enfermedades con el consecuente aumento de la tasa de mortandad.

2. Introducción

El sistema inmunológico de un ternero, al momento de nacer depende del calostro, el animal no posee la capacidad de producir las suficientes inmunoglobulinas (Ig) que sirven de barrera contra infecciones (Sasaki et al., 1983) en caso de contraer alguna enfermedad. Además de esto, la estructura de la placenta bovina imposibilita que se transfieran inmunoglobulinas séricas de la madre al feto antes del nacimiento. Todo esto hace que el ternero no posea una cantidad de anticuerpos adecuada, la que depende exclusivamente de la transferencia pasiva de Ig maternas presentes en el calostro.

2.1 Importancia del calostro

El calostro es la primera secreción que produce el bovino hembra después del parto, es particularmente rico en inmunoglobulinas y anticuerpos, los cuales brindan al ternero la protección inmunológica que éste carece durante las primeras semanas de vida, hasta que su propio sistema inmunológico llegue a ser completamente funcional.

El calostro es además la primera fuente de nutrientes para el ternero luego del nacimiento. Contiene casi el doble de sólidos totales que la leche, posee mayor contenido de proteínas, grasa, vitaminas y minerales. Resulta importante destacar cómo la concentración de proteínas disminuye rápidamente después del inicio de la lactancia. De la misma manera, la concentración de inmunoglobulinas disminuye significativamente en los ordeños subsiguientes.

2.2 Inmunoglobulinas en el calostro

El calostro contiene cantidades considerables de inmunoglobulinas que se transfieren desde el torrente sanguíneo de la madre (Larson et al., 1980; Sasaki et al., 1983) hacia el del ternero. En el calostro se pueden encontrar tres tipos de inmunoglobulinas relevantes: G, M y A. La mayor parte de las Ig en el calostro es del tipo G. Las IgG, IgA e IgM generalmente contabilizan aproximadamente 85%, 5% y 7% del total de Ig en el calostro, respectivamente.

Aunque las otras clases de Ig tienen distintos roles fisiológicos, la predominante cantidad de IgG hace que la medida de la concentración de ésta en el torrente sanguíneo sea un indicativo de la transferencia de inmunidad pasiva y se demostró que la concentración de

IgG en sangre de terneros está correlacionada con su salud y supervivencia (Besser & Gay, 1985).

2.3 Factores que afectan la transferencia de inmunidad pasiva

El intestino delgado del ternero recién nacido tiene la capacidad de absorber moléculas grandes, como lo son las *Ig* y otras proteínas, solamente durante las primeras 24 horas de vida (Stott & Menefee, 1978). Transcurrido este tiempo, se da el cierre intestinal (Bush & Staley, 1980). La absorción de suficientes *Ig* que provean la inmunidad pasiva debe ocurrir antes de dicho proceso. Es por esta razón que alcanzar un consumo temprano y adecuado de un calostro de alta calidad es el factor más importante de manejo que determina la salud y supervivencia de los terneros.

2.4 Cantidad de inmunoglobulinas absorbidas

Además de una toma oportuna de calostro, la concentración de *Ig* en el torrente sanguíneo depende también de la cantidad de *Ig* consumidas, la cual depende del volumen de calostro consumido, la concentración de *Ig* en el mismo y la eficiencia de absorción de *Ig* en el intestino. Por lo tanto, para asegurar un nivel adecuado de *Ig* en sangre, los terneros deberán recibir un volumen que provea la cantidad adecuada de *Ig*. Así, un calostro rico en *Ig*, requerirá de un menor volumen que un calostro de baja calidad para aportar una cantidad dada de *Ig*.

2.5 Almacenamiento y utilización del calostro excedente

Una vez definida la importancia y el rol del calostro bovino en el ternero recién nacido, es relevante destacar que:

- a) La cantidad de calostro producido por el bovino hembra luego del parto es usualmente mayor a la requerida por el ternero, y que
- b) Existe la posibilidad de que al momento del parto el bovino hembra esté infectado y que por lo tanto su calostro no pueda ser suministrado al ternero.

Por esta última razón es que se aprovecha el calostro sobrante producido por los bovinos sanos y se almacena para salvar el tipo de eventualidades descritas en el punto b), de manera que a los terneros recién nacidos nunca les falte calostro de buena calidad. Las formas de almacenamiento pueden ser por enfriamiento, cuando se sabe que será necesario en forma inmediata, o por congelado, cuando es incierto en qué momento será nuevamente necesario. El calostro puede ser refrigerado a 4°C sin que pierda su calidad hasta por una semana. Por otra parte, el calostro congelado se puede almacenar hasta por un año sin que disminuya su contenido de *Ig* (Davis & Drackley, 1998).

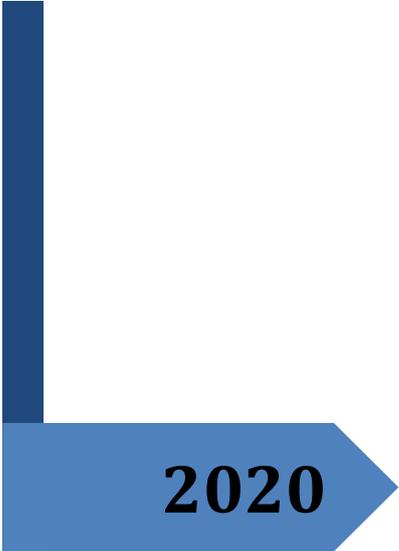
El calostro almacenado, cuando se va a suministrar a las terneras, se puede descongelar en agua tibia (baño maría) a una temperatura de hasta 50°C, con el cuidado de que no se sobrecaliente por encima de dicho valor ya que esto degradaría las *Ig* y otras proteínas, dando como resultado un calostro de menor calidad.

2.6 Pasteurización del calostro

A pesar de que los factores inmunológicos presentes en el calostro son de vital importancia para una buena salud y desarrollo del ternero, la contaminación bacteriana puede desplazar

dichos beneficios. Esta contaminación puede provenir de la glándula mamaria o de la contaminación en el manejo de éste y puede ser transmitida al ternero.

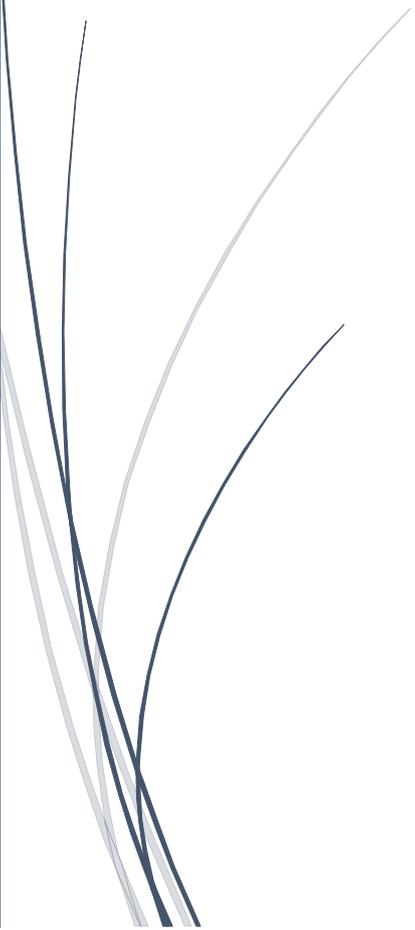
La pasteurización del calostro presenta una medida de control para reducir o eliminar la transferencia de patógenos. Existen en la literatura científica diferentes experimentos utilizando distintas temperaturas de pasteurización y diferentes tiempos de pasteurizado, dando resultados muy distantes unos de otros. Las temperaturas propuestas son todas superiores a la necesaria para que las *Ig* comiencen a degradarse. Esto significa que la decisión de pasteurizar el calostro implica una reducción en la calidad de este. Por esta razón, para este trabajo, se adoptará un criterio de la literatura y se diseñará el equipo para poder realizar dicho proceso. Dado que los alcances de este proyecto no incluyen la construcción del equipo, quien lo construya deberá realizar los ensayos pertinentes al calostro obtenido luego del proceso de pasteurización para verificar en qué magnitud la calidad del calostro se preserva.



2020

AUTOMATIZACIÓN DE UN BANCO DE CALOSTRO

PFC – 1811C – OBJETIVOS, ALCANCES Y PLAN DE TRABAJO



EGEL, MARCELO; LONDRA, LEANDRO
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL – FACULTAD
REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

Índice

1. Objetivos.....	2
2. Alcances	2
3. Plan de trabajo.....	2

1. Objetivos

Proyectar y diseñar una máquina capaz de descongelar y pasteurizar recipientes contenedores de calostro congelado cumpliendo con los estándares solicitados (mantener su calidad de origen).

2. Alcances

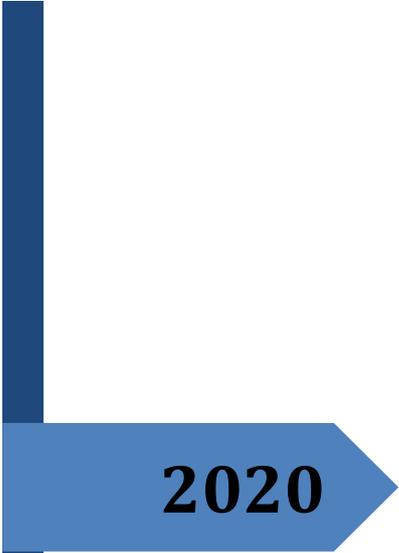
- Ingeniería básica del diseño del equipo: diagrama de flujo de funcionamiento.
- Ingeniería de detalle del equipo.
 - ❖ Diseño mecánico.
 - ❖ Diseño de instalación eléctrica y electrónica.
 - ❖ Sistema de control.
 - ❖ Planos para la fabricación.
 - ❖ Manual Operativo
- Cómputo de materiales y cálculo de costos.
- Señalización y cartelería de seguridad

Por otro lado, **no se considerará:**

- Construcción del equipo.

3. Plan de trabajo

- Estudio sobre la naturaleza del calostro y sus características relevantes para el diseño del equipo.
- Diseño cualitativo del equipo y diagrama de flujo.
- Diseño mecánico:
 - ❖ Diseño del recipiente contenedor de agua y de los envases de calostro.
 - ❖ Diseño de los sujetadores para los envases de calostro.
 - ❖ Cálculo de transferencia de calor, aislación y carga térmica requerida.
- Diseño de instalaciones eléctricas y electrónicas:
 - ❖ Trazado del sistema eléctrico.
 - ❖ Selección de protecciones y accesorios para la instalación.
 - ❖ Diseño del tablero.
 - ❖ Selección de sensores correspondientes.
 - ❖ Diseño del sistema de calefacción y control de temperatura.
 - ❖ Diseño del sistema de llenado y vaciado automático.
 - ❖ Selección de componentes electrónicos de control e interfaz de usuario.
 - ❖ Selección y programación del microprocesador utilizado.



2020

AUTOMATIZACIÓN DE UN BANCO DE CALOSTRO

PFC – 1811C – INGENIERÍA BÁSICA



EGEL, MARCELO; LONDRA, LEANDRO
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - FACULTAD
REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

Índice

1.	Principio de funcionamiento y tecnologías adoptadas	5
1.1.	Diagrama de flujo del proceso	6
1.2.	Prestaciones del equipo.....	7
2.	Diseño general y características del equipo	7
2.1.	Vistas del equipo	7
2.2.	Partes del equipo.....	9
2.3.	Diseño de la capacidad del equipo	10
2.3.1.	Cantidad de dosis por lote	10
2.3.2.	Volumen de dosis de calostro por ternero.....	10
2.4.	Diseño del recipiente de calostro	11
2.5.	Diseño del recipiente de agua.....	12
2.6.	Estructura de soporte y fijación.....	13
2.7.	Diseño del arreglo de botellas.....	14
2.8.	Control de nivel.....	15
2.9.	Generación de calor.....	15
2.10.	Agitación	16
2.11.	Control de temperatura.....	16
2.12.	Plataforma Arduino.....	17
2.12.1.	Selección de modelo de placa Arduino.....	18
2.13.	Interfaz de usuario.....	18
3.	Elementos eléctricos y electrónicos	20
3.1.	Tablero de potencia y comando	20
3.1.1.	Vista interior de tablero	20
3.1.2.	Vista exterior del tablero	22
3.2.	Sensores	23
3.2.1.	Sensor de temperatura “E-SE-0001”	23
3.2.2.	Sensor de nivel “E-SE-0002”	23
3.3.	Adquisición de datos.....	24
3.3.1.	Plataforma Arduino Mega 2560 Rev 3 “E-AD-0001”	24
3.3.2.	Placa distribuidora de señales “E-AD-0002”	25
3.4.	Potencia y comando	26
3.4.1.	Válvula solenoide (electroválvula) “E-PC-0001”	26
3.4.2.	Módulo de relés de comando “E-PC-0002”	27
3.4.3.	Relé de comando simple “E-PC-0014”	27

3.4.4.	Fuente de alimentación “E-PC-0003”	28
3.4.5.	Contactador para motor de agitación “E-PC-0004”	28
3.4.6.	Interruptor termomagnético de potencia “E-PC-0006”	29
3.4.7.	Interruptor termomagnético de comando “E-PC-0005”	30
3.4.8.	Motor eléctrico de agitación “E-PC-0007”	30
3.4.9.	Resistencia eléctrica de calefacción “E-PC-0008”	31
3.4.10.	Pantalla LCD “E-PC-0009”	31
3.4.11.	Pulsador de navegación con flecha “E-PC-0010”	32
3.4.12.	Pulsador de confirmación de selección “E-PC-0011”	32
3.4.13.	Interruptor de encendido y apagado “E-PC-0012”	32
3.4.14.	Alarma sonora “E-PC-0013”	33
3.5.	Accesorios	34
3.5.1.	Borneras de paso “E-AA-0001”	34
3.5.2.	Tapas de bornera “E-AA-0002”	34
3.5.3.	Perfil DIN “E-AA-0003”	35
3.5.4.	Punteras de cobre huecas “E-AA-0004” y “E-AA-0005”	35
3.5.5.	Cable canal “E-AA-0006”	36
3.5.6.	Prensa cable “E-AA-0007”	36
3.5.7.	Precintos “E-AA-0008”	37
3.5.8.	Cable de alimentación “E-AA-0009”	37
3.5.9.	Cables de conexión interna “E-AA-0010”	38
3.5.10.	Caja estanca - tablero “E-AA-0014”	38
3.5.11.	Tubo rígido para cables exterior “E-AA-0015” y “E-AA-0016”	39
3.5.12.	Conector “jack” para Arduino “E-AA-0018”	39
3.5.13.	Borneras para placa “E-AA-0019/20/21”	39
3.5.14.	Tiras de pines hembra para placa “E-AA-0022”	40
3.5.15.	Tiras de pines macho para placa “E-AA-0023” y “E-AA-0024”	40
3.5.16.	Conector macho para pared de 3 patas “E-AA-0011”	40
3.5.17.	Conector hembra para resistencia calefactora “E-AA-0012”	41
4.	Elementos estructurales.....	42
4.1.	Chasis.....	42
4.1.1.	Mesa – soporte de artefactos.....	42
4.1.2.	Soporte para motor “S-RR-0006”	42
4.2.	Recipiente.....	43
4.2.1.	Recipiente de agua “S-RR-0001”	43

4.2.2.	Tapa para recipiente de agua “S-RR-0002”	43
4.2.3.	Soporte para tablero eléctrico “S-RR-0003”	44
4.2.4.	Aislante del recipiente de agua y aislante de la tapa del recipiente de agua “S-RR-0004”	44
4.2.5.	Sello del eje del agitador “S-RR-0005”	45
4.3.	Agitación	45
4.3.1.	Acoplamiento para eje de agitación “S-AG-0001”	45
4.3.2.	Turbina de agitación “S-AG-0002”	46
4.4.	Accesorios	46
4.4.1.	Soporte de botellas de calostro “S-AA-0001”	46
4.4.2.	Botellas de calostro “S-AA-0002”	47
4.4.3.	Nivelador de patas “S-AA-0003”	47
4.4.4.	Tetina “S-AA-0004”	48
4.4.5.	Rejilla de seguridad “S-AA-0005”	48

1. Principio de funcionamiento y tecnologías adoptadas

La solución propuesta y desarrollada en este proyecto consiste en el diseño y cálculo de un equipo capaz de realizar un baño termostático ya sea para el proceso de descongelado o el de pasteurización.

En la Imagen 1D se observa el principio de funcionamiento general del equipo, ilustrando el flujo de energía desde la red doméstica hasta la botella que contiene calostro en estado sólido (proceso de descongelado) o líquido (proceso de pasteurización).

El equipo se encontrará compuesto de un recipiente cilíndrico de acero inoxidable el cual se encontrará lleno de agua. En el mismo recipiente se encontrarán la resistencia calefactora en el fondo, cercana al agitador mecánico, y por encima de esta un arreglo con sujetadores para fijar las botellas de calostro al interior de este durante cualquiera de los dos procesos. El nivel de líquido será medido por dos sensores: uno de nivel máximo y otro de nivel mínimo; la temperatura por dos sensores digitales ubicados en distintas posiciones para tener en cuenta la no homogeneidad en la distribución de temperaturas a lo largo del agua; dos electroválvulas en el fondo para llenar y vaciar el tanque cuando los procesos lo requieran; y por último, para la operación del equipo, una pantalla LCD con tres pulsadores para navegar a través de la interfaz de usuario, definir parámetros y dar comienzo o fin a los distintos procesos.

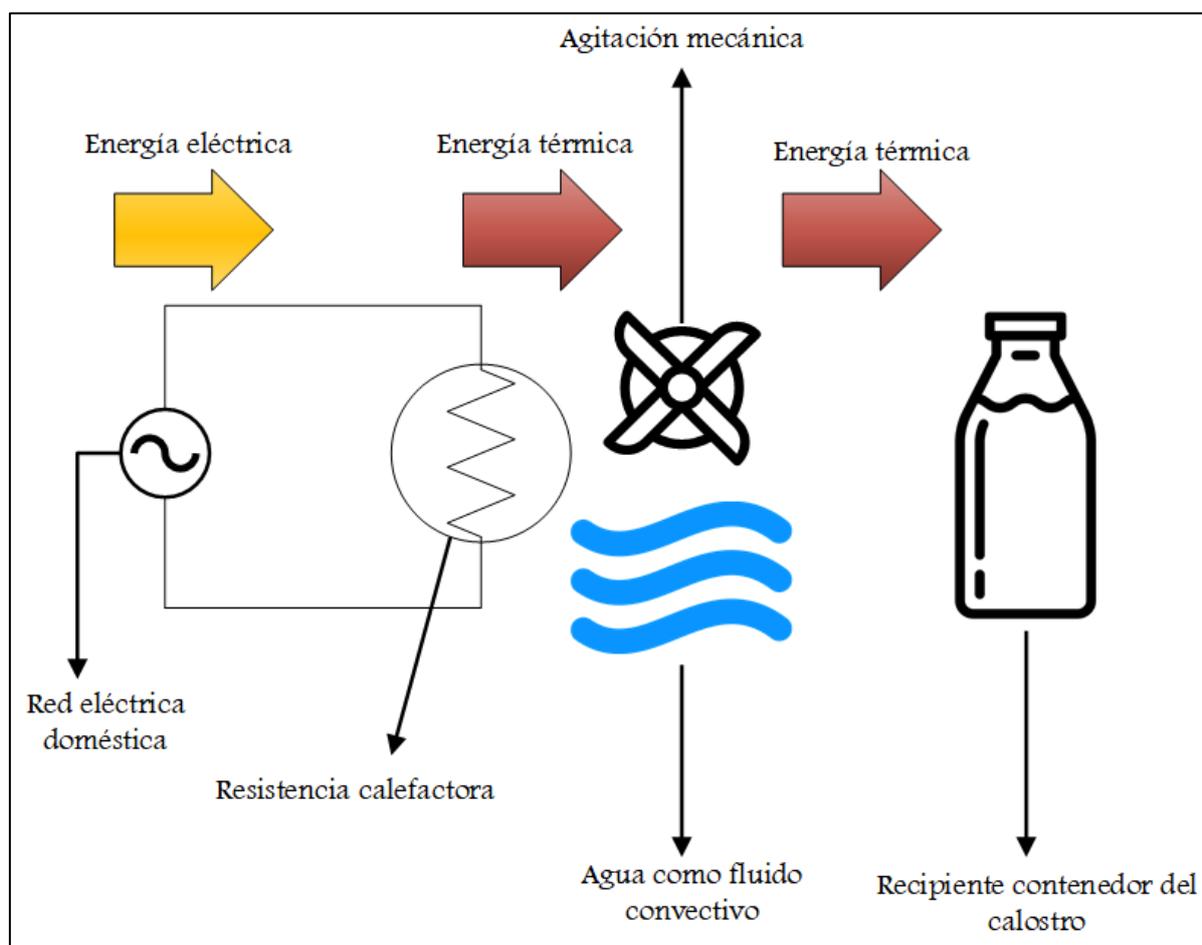


Imagen 1D - Principio de funcionamiento

1.1. Diagrama de flujo del proceso

A continuación, se muestra un diagrama de flujo con las decisiones que toma el operario y los procesos que conllevan las mismas.

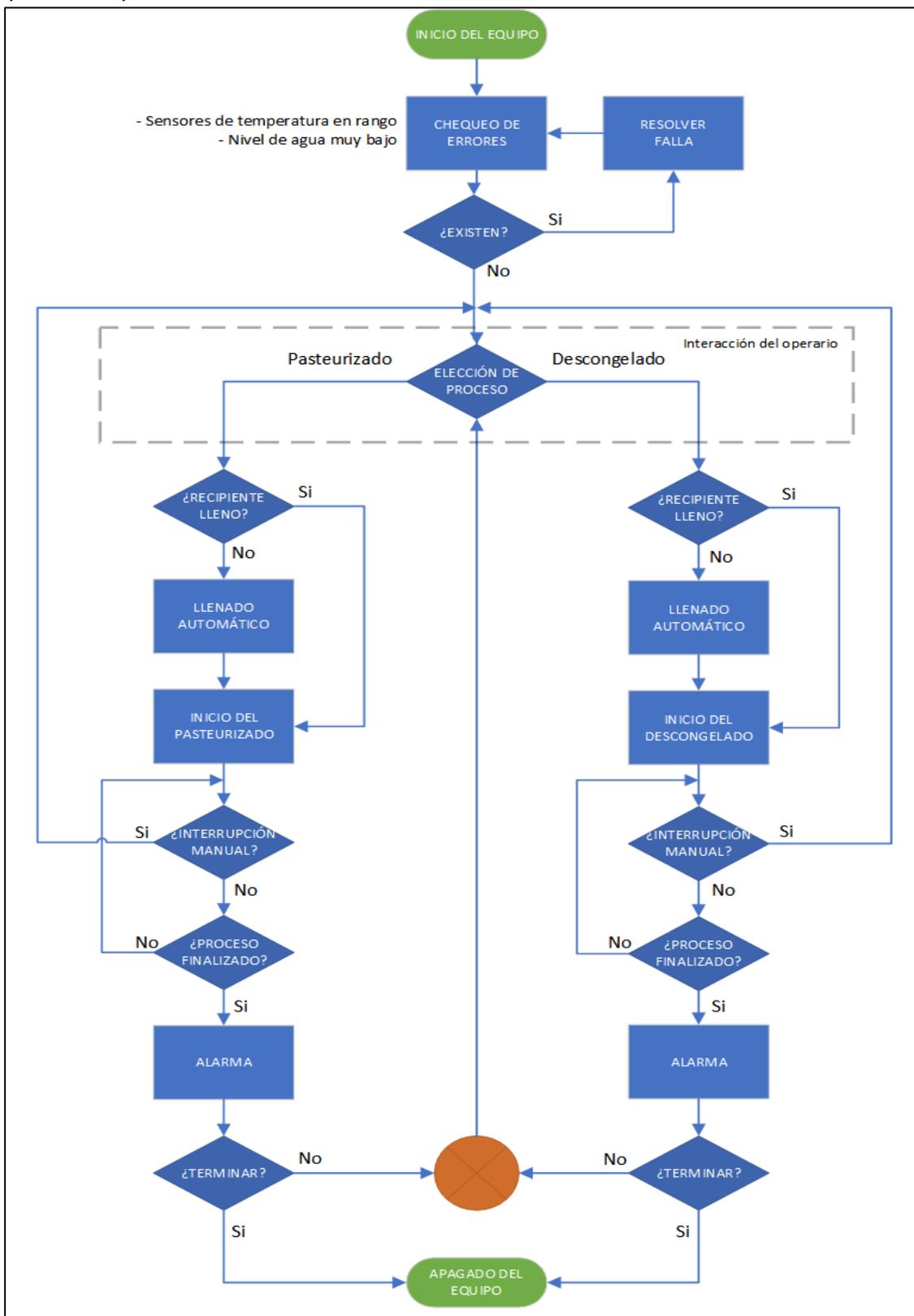


Imagen 2D - Diagrama de flujo del funcionamiento del equipo

1.2. Prestaciones del equipo

Item	Valor
Potencia	1380 W
Capacidad máxima (botellas)	4
Volumen de trabajo (agua)	38 L
Temperatura de descongelado	45 °C
Temperatura de pasteurizado	63 °C
Voltaje de trabajo	220 Vca

Tabla 1D

2. Diseño general y características del equipo

2.1. Vistas del equipo

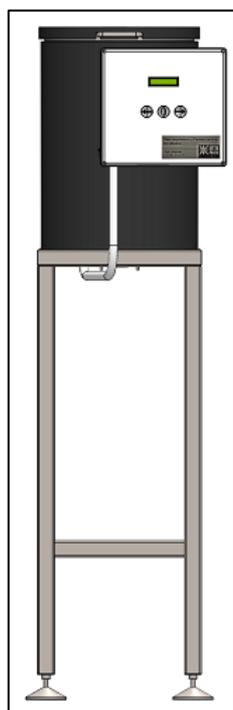


Imagen 3D – Vista anterior

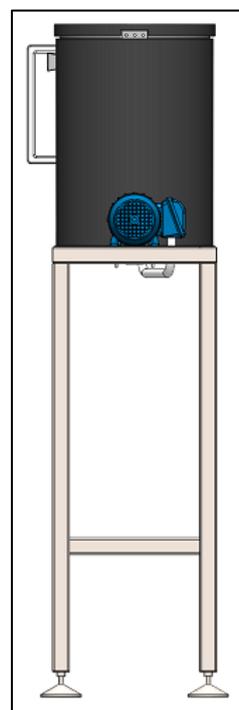


Imagen 4D – Vista posterior

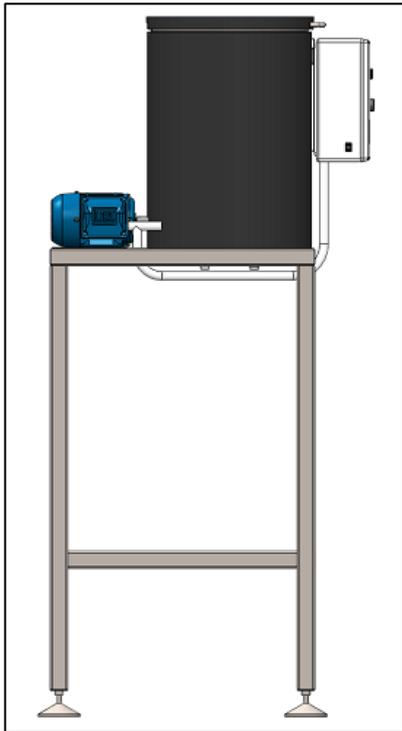


Imagen 5D - Vista lateral izquierda

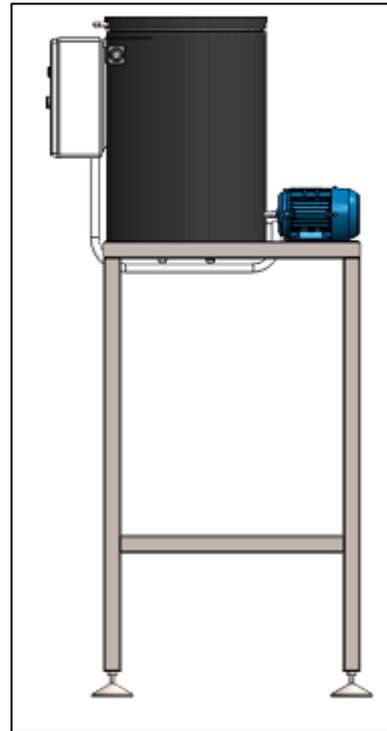


Imagen 6D - Vista lateral derecha

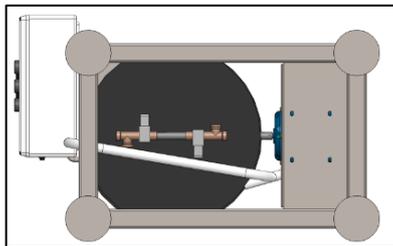


Imagen 7D - Vista inferior

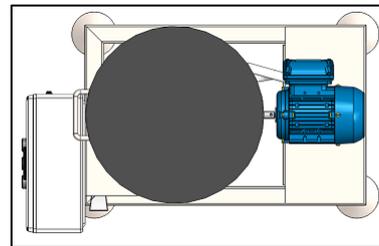


Imagen 8D - Vista superior

2.2. Partes del equipo

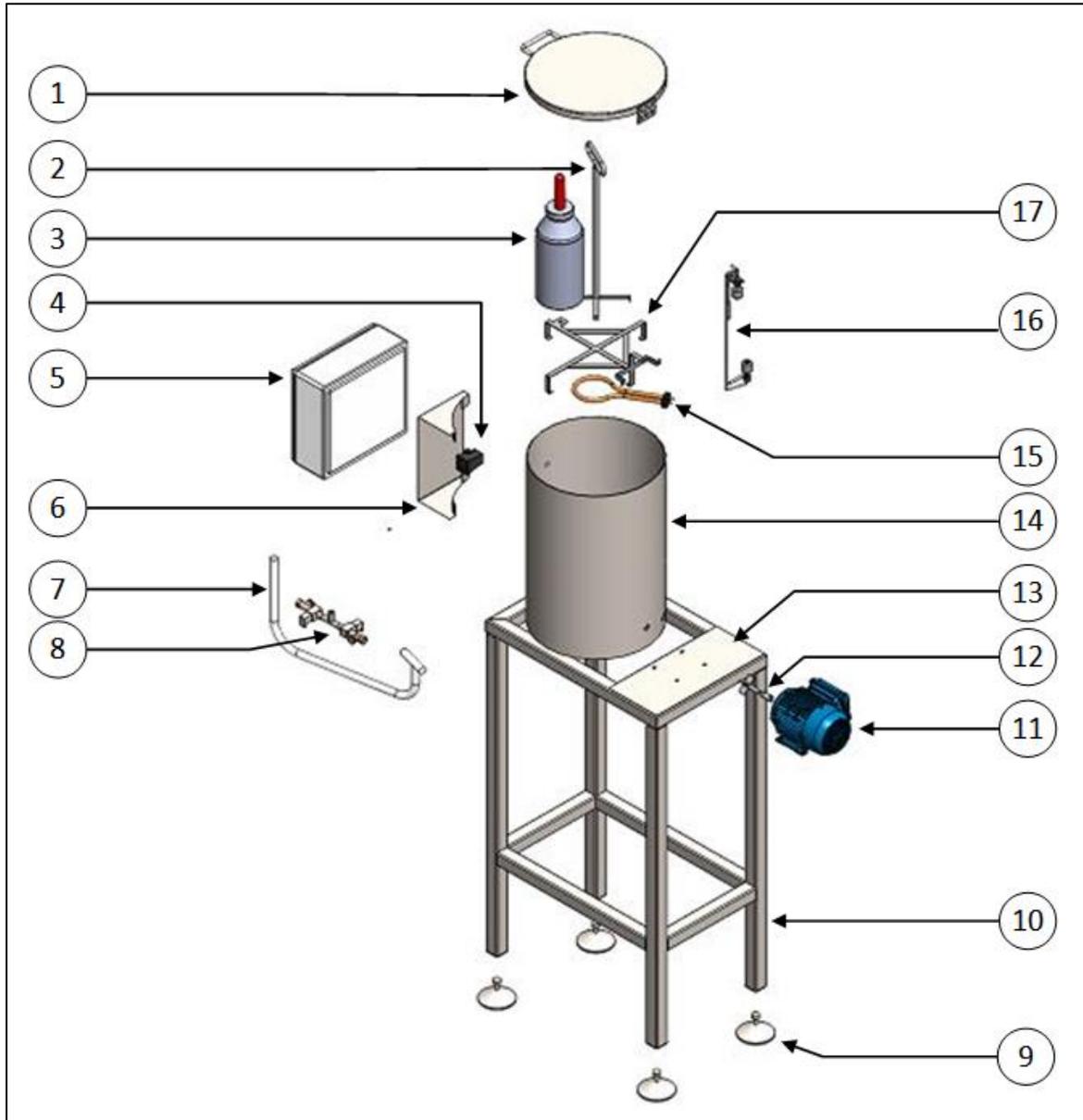


Imagen 9D

Número	Nombre	Código de pieza
1	Tapa del recipiente	S-RR-0002
2	Soporte de botellas	S-AA-0001
3	Botella	S-AA-0002
4	Alarma sonora	E-PC-0013
5	Tablero eléctrico	E-AA-0014
6	Soporte del tablero	S-RR-0003
7	Tubos rígidos para cables	E-AA-0015/16/17
8	Electroválvulas de llenado y vaciado	E-PC-0001
9	Nivelador de patas	S-AA-0003
10	Estructura de soporte	S-CC-0001/2/3/4/5
11	Motor de agitación	E-PC-0007
12	Turbina de agitación	S-AG-0002
13	Soporte de motor	S-CC-0006
14	Recipiente de agua	S-RR-0001
15	Resistencia calefactora	E-PC-0008
16	Sensores de nivel máximo y mínimo	E-SE-0002
17	Rejilla de seguridad	S-AA-0005

Tabla 2D

2.3. Diseño de la capacidad del equipo

La capacidad del equipo viene dada como respuesta a la siguiente pregunta: ¿cuántas dosis se desean o requieren descongelar de forma simultánea? A su vez, ya determinado dicho número, es también necesario definir el tamaño de la dosis para cada ternero.

2.3.1. Cantidad de dosis por lote

Sabiendo que una dosis es la cantidad de calostro necesaria para un ternero, definimos ahora un lote como la cantidad de dosis que el equipo será capaz de descongelar, de forma simultánea, en un solo proceso. Se adopta un tamaño de lote de 2, que equivale a decir que el equipo será capaz de descongelar calostro para dos terneros recién nacidos a la vez. Este número surge de un análisis de la cantidad de partos diarios promedio de tambos regionales y de la viabilidad del equipo para tambos pequeños. Los criterios se encuentran detallados en el apartado 1.2 del capítulo "Memorias de cálculo".

2.3.2. Volumen de dosis de calostro por ternero

La cantidad de calostro a consumir por cada ternero inmediatamente luego de su nacimiento será de 4 litros, número que se desprende de la cantidad de inmunoglobulinas que debe

consumir, teniendo en cuenta la absorción de estas y la calidad del calostro, entre otros. Referirse al apartado 1.1 del capítulo “Memorias de cálculo” para más detalles. Por estas razones, el equipo deberá poseer la capacidad para descongelar 8 litros de calostro, que son los que forman las dos dosis.

2.4. Diseño del recipiente de calostro

Debido a que el diseño de recipientes con volumen igual al tamaño de la dosis (4 litros) sería poco práctico para su manipulación, se proponen envases de 2 litros cada uno, de forma que cada ternero deberá consumir el contenido de dos envases para recibir la dosis requerida. Habiendo definido esto, se plantean dos posibles envases para su almacenamiento:

- En bolsas: las mismas ya tienen un tamaño y forma comercial adecuados para este uso. Si hablamos de bolsas del tipo “sachet”, poseen la ventaja de que ofrecen una mayor superficie de contacto con el medio que otros recipientes con el mismo fin, mejorando así el tiempo de descongelado. Tienen como desventaja que no son reutilizables, se pueden romper provocando una pérdida del calostro y, además, una vez descongelado su contenido, es necesario pasarlo a una botella o mamadera para que el recién nacido pueda ingerirla con facilidad.
- En botellas: se plantea conseguir en el mercado una botella que cumpla con los siguientes requerimientos:
 - ✓ que sean reutilizables,
 - ✓ de fácil limpieza, para ello la tapa debe ser ancha,
 - ✓ material y espesor determinados para que sea relativamente rígida.

Con la botella se tiene la ventaja de que si a la tapa se le incorpora una tetina ya es posible utilizarla como mamadera, lo cual resulta más práctico comparado con las bolsas.

Se decide utilizar botellas debido a sus amplias ventajas por sobre las bolsas, tales como su fácil manipulación, la capacidad de colocar una tetina en la tapa y, por último, que son reutilizables.



Imagen 10D - Diseño de botella con tetina

2.5. Diseño del recipiente de agua

Se propone un recipiente de forma cilíndrica y con patas, cuya base deberá ser lo suficientemente grande para albergar hasta cuatro botellas de calostro congelado, la resistencia de calefacción y el agitador mecánico. Las botellas deberán tener un espacio mínimo entre ellas para que el agua caliente bañe la mayor cantidad de superficie de estas para mejorar así la transferencia de calor. Este espacio será garantizado mediante el uso de un arreglo extraíble que sujetará y fijará las botellas durante los procesos. Será también a través del uso de este arreglo que el operario colocará y retirará las botellas del equipo. Referirse a imagen 13D.

La altura del recipiente será determinada por la altura de las botellas más la de la tetina. Se propone fabricar el recipiente interno con chapa plegada de acero inoxidable. Además, se colocará un aislante térmico para disminuir las pérdidas de calor por las paredes y aumentar la eficiencia del equipo, a la misma vez que para la protección de temperaturas peligrosas para el contacto que pueden ocurrir durante los procesos. El espesor del aislante se calculará en otro apartado, lo que determinará las dimensiones externas del recipiente.

El recipiente tendrá, además, un orificio en la base para la conexión de la manguera de llenado y vaciado de agua, un orificio en la pared para el ingreso del eje del motor con el agitador acoplado, una tapa con un cierre rápido y los dispositivos de control y comando en su correspondiente caja estanca en el exterior, sujeta del mismo equipo. Referirse a las imágenes 10D y 11D.



Imagen 11D - Vista con transparencia del interior del equipo



Imagen 12D – Vista isométrica del diseño final del equipo

2.6. Estructura de soporte y fijación

La estructura que hará las veces de soporte será fabricada de acero estructural utilizando perfiles, como se observa en la imagen 12D. Poseerá en cada uno de los apoyos un sistema de altura regulable, de forma que el equipo quede en todo momento a la altura más adecuada para el operario.



Imagen 13D - Estructura de soporte del equipo con apoyos regulables

2.7. Diseño del arreglo de botellas

Con el objetivo de hacer el uso del equipo más práctico, se decidió diseñar un soporte para los recipientes de calostro. De esta forma, el operario no necesitará colocar las botellas con sus manos directamente dentro del equipo, sino que podrá prepararlas fuera de este, utilizando el arreglo diseñado. Una vez el equipo esté listo, dará una señal para que las botellas sean introducidas. Este arreglo, a su vez, tiene un sistema para sujetarse del fondo para que quede su posición fijada. Como se aprecia en la imagen 13D, el arreglo posee en su parte superior un agarrador que quedará en todo momento fuera del agua. Así, ya sea para el descongelado o para el pasteurizado, el operario nunca deberá entrar en contacto con el agua.



Imagen 14D - Arreglo rígido para la fijación de las botellas de calostro

2.8. Control de nivel

Para el control de nivel se utilizarán dos sensores magnéticos del tipo flotador: uno para detectar cuando el nivel de agua dentro del recipiente alcance a cubrir la resistencia calefactora y otro para detectar cuando el nivel llegue al máximo de llenado del recipiente. Éstos pondrán en funcionamiento una electroválvula tanto para producir el llenado como el vaciado del recipiente. La razón del primer sensor radica en que es indeseable el encendido de la resistencia en vacío (en aire), como también es indeseable esperar a que el recipiente esté completamente lleno para encenderla. Con este sensor, es posible encenderla en el momento óptimo, aprovechando la mejora momentánea de la transferencia de calor de la resistencia durante el llenado debido al transitorio de llenado. El otro sensor se calibrará para conmutar de estado en el punto en que el agua llegue a cierto nivel por debajo del cuello de las botellas a descongelar y será el encargado de proveer la señal de comando que cerrará la válvula de alimentación del agua.

2.9. Generación de calor

Para la generación de calor se decidió optar por una resistencia eléctrica calefactora, cuya potencia será un criterio de diseño y se calcula en la sección 2.12 del capítulo "Memorias de

cálculo". Dicha potencia será función del tiempo deseado de descongelado y pasteurizado, del volumen de agua más el de calostro del recipiente y de las pérdidas por las paredes del recipiente, entre otros. La resistencia será alimentada a través de la red, accionada por medio de un relé que será comandado por un microcontrolador.

2.10. Agitación

El diseño del equipo también incluye un mecanismo de agitación, para mejorar tanto la heterogeneidad de temperaturas que pueden existir dentro del recipiente (alta cerca de la resistencia y baja en regiones alejadas) así como la transferencia de calor por convección forzada hacia las botellas. La solución propuesta consiste en la adición de una turbina con cuatro palas planas que se accionará mediante un motor monofásico de cuatro polos sin reducciones, es decir, girando a 1430 *rpm*. La turbina ingresará por la parte inferior de la superficie curva del recipiente (el eje será paralelo al plano del piso), de manera que quedará por debajo de las botellas y por encima de la resistencia calefactora. El diseño de la paleta sumado a la velocidad de rotación asegura una buena agitación que reducirá los tiempos de descongelado, pasteurizado y calentado del agua.

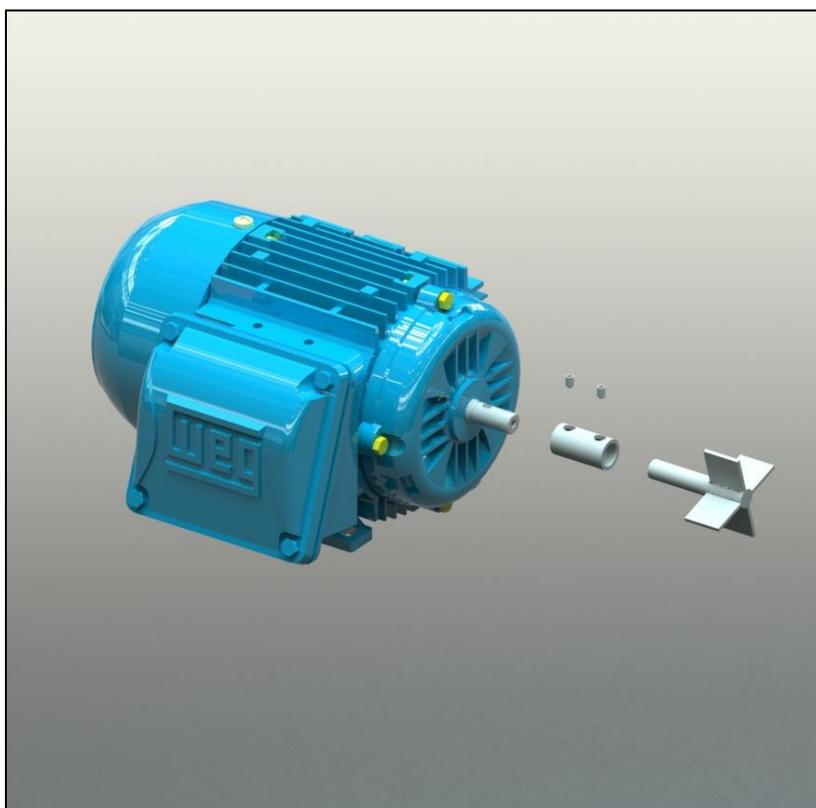


Imagen 15D - Agitador de turbinas de cuatro palas con motor accionador monofásico de 4 polos

2.11. Control de temperatura

En una planta industrial, en este caso nuestro sistema, un sistema de control a lazo cerrado tiene el rol de mantener la señal física medida en un valor predefinido (*setpoint*). Dicha señal será, para el caso en cuestión, una señal de tensión proveniente del sensor de temperatura que se encontrará inmerso en el agua a calefaccionar. La diferencia entre la variable

controlada (medida) y el *setpoint* se denomina error. La entrada del controlador es el error y la salida del controlador es la señal que será enviada a un actuador ubicado en la planta, la variable controlada se volverá a medir y la información se enviará de nuevo al controlador. El actuador será la resistencia calefactora en nuestro caso. El sistema tendrá el siguiente esquema:

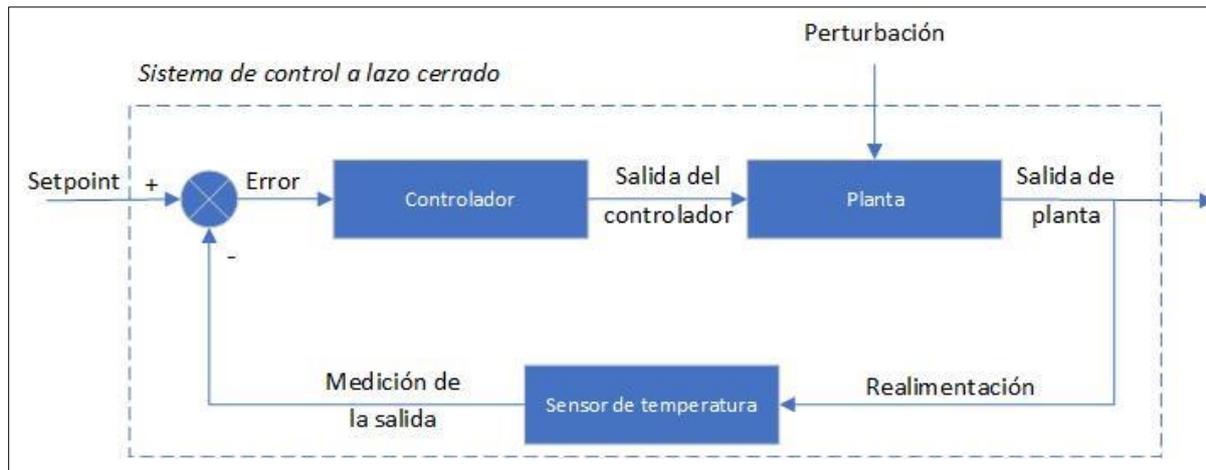


Imagen 16D - Esquema del sistema con control realimentado

El tipo de controlador que se utilizará será un controlador “on/off” con histéresis, utilizando como actuador un relé electromecánico, comandado por un microcontrolador que luego se detallará. Es posible la utilización de este tipo de control ya que se trabajará con el agua de calefacción a 45°C, lo que dará un margen de 5°C antes de llegar a la temperatura crítica de destrucción de las inmunoglobulinas. Se utilizará un sensor de temperatura digital, el cual viene recubierto en una vaina que lo hace apto para ser sumergido, y un relé comandado por 5 Vcc.



Imagen 17D - Sensor de temperatura digital "DS18B20" a la izquierda y relé de comando de 5Vdc a la derecha

2.12. Plataforma Arduino

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software flexible y de fácil utilización. Esta plataforma es capaz de sensar el ambiente recibiendo

señales de distintos sensores a través de sus entradas analógicas y digitales, así como también actuar sobre el entorno controlando motores y otros actuadores. El microcontrolador en el que se basa esta plataforma es el *Atmega328P* de la serie *megaAVR* creado por *Atmel*. Este microcontrolador se programa utilizando *Arduino Programming Language*, el cual se basa en el entorno de *processing* y en la estructura del lenguaje de programación *Wiring*. Los fabricantes de estas placas de desarrollo de hardware le integran, además, un chip dedicado a convertir la interfaz serie de la UART de Arduino a una interfaz USB, haciendo la carga del código sumamente práctica y rápida. Posee varias ventajas y entre ellas se encuentra el reducido costo frente a otras opciones disponibles en el mercado, teniendo en cuenta la flexibilidad que nos ofrece para implementar soluciones en proyectos tecnológicos de naturalezas muy variadas. Por esto, se considera que reúne la características técnicas y económicas que se necesitan para el desarrollo del sistema.

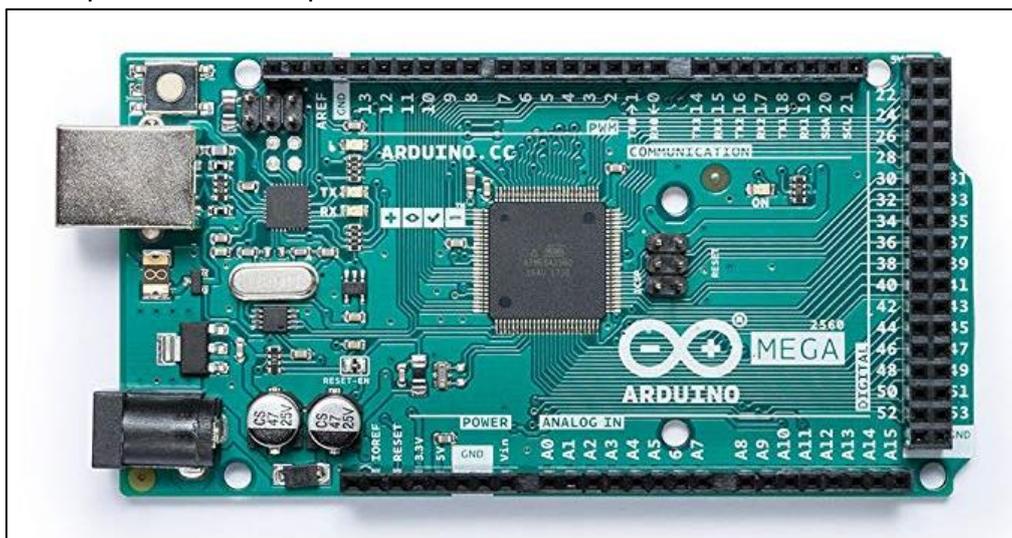


Imagen 18D - Arduino Mega 2560 R3

En este proyecto en concreto, Arduino hará las veces de controlador de la temperatura, así como nuclear las señales de todos los sensores, realizar los cálculos que sean necesarios, controlar tiempos, controlar actuadores e incluso dibujar los distintos menús de usuario a través de los cuales el equipo será operado.

2.12.1. Selección de modelo de placa Arduino

Se seleccionó el modelo *MEGA 2560* ya que se considera más adecuado para el nivel de complejidad de este proyecto. Utiliza el microcontrolador *Atmega2560* y posee 54 pines digitales de entrada/salida - de los cuales 15 pueden ser utilizados como salidas *PWM* -, 16 entradas analógicas, más memoria que hace posible trabajar con *firmwares* más grandes. Además de todo lo ya mencionado, la elección de este modelo deja abierta la posibilidad a futuras mejoras, como pueden ser la adición de sensores y la adición de funcionalidades al *firmware*, entre otras.

2.13. Interfaz de usuario

La interfaz gráfica de usuario se implementa a través del uso de una pantalla LCD de 16 caracteres por 2 líneas, en donde se mostrará el menú de operación, el cual se operará con 3 pulsadores que se encuentran debajo de la pantalla: uno para desplazarse hacia la

izquierda o hacia arriba, otro para confirmar la selección y un último para desplazarse hacia la derecha o hacia abajo. La pantalla poseerá un cursor que indicará la selección actual y además en el extremo derecho poseerá flechas indicadoras de si existen más opciones más arriba o más abajo, facilitando la navegación.



Imagen 19D - Menú de operación

Dentro de estos menús se encontrarán todas las opciones necesarias para poner en funcionamiento el equipo, así como también la capacidad de modificar ajustes operativos como pueden ser los tiempos y las temperaturas de los procesos, histéresis del controlador, entre otras.



Imagen 20D - Pantalla durante proceso de descongelado



Imagen 21D - Pantalla de ajuste de tiempo de descongelado



Imagen 22D - Vista de algunas opciones del menú principal

3. Elementos eléctricos y electrónicos

3.1. Tablero de potencia y comando

A través del tablero que se adjunta a continuación se alimentarán todos los consumos y se realizarán todos los comandos, así como los cómputos y controles necesarios.

3.1.1. Vista interior de tablero

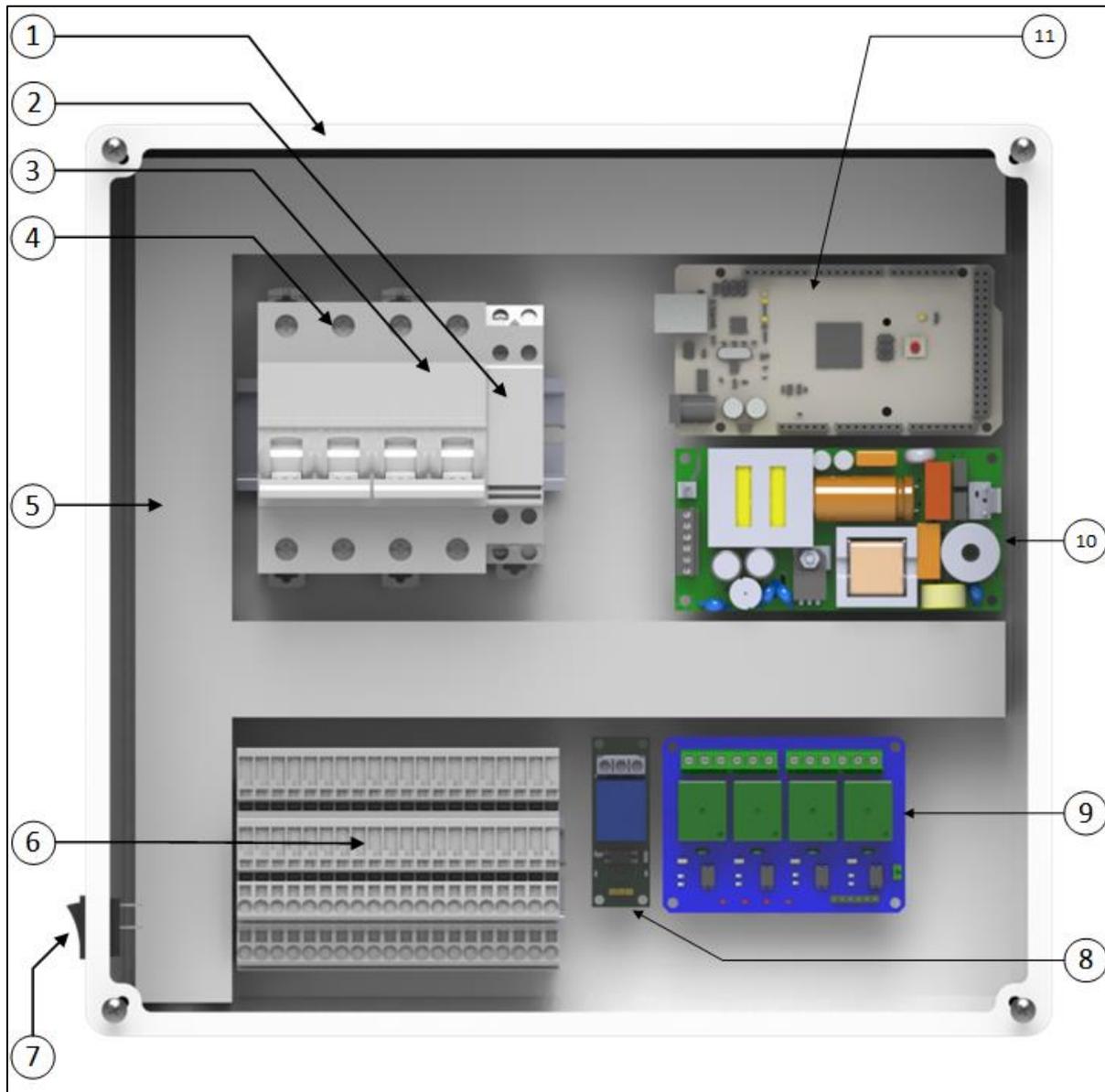


Imagen 23D – Vista topográfica interior del tablero de potencia y comando

Número	Nombre	Código de pieza
1	Caja estanca	E-AA-0014
2	Contactador de agitación	E-PC-0004
3	Int. termomagnético de comando	E-PC-0005
4	Int. termomagnético de potencia	E-PC-0006
5	Cable canal	E-AA-0006
6	Borneras de paso	E-AA-0001
7	Int. encendido/apagado	E-PC-0012
8	Módulo relé simple	E-PC-0014
9	Módulo de 4 relés	E-PC-0002
10	Fuente de alimentación de CC	E-PC-0003
11	Arduino Mega 2560 Rev 3	E-AD-0001

Tabla 3D

3.1.2. Vista exterior del tablero

En la vista exterior se observa la pantalla LCD de 2 líneas, mediante la cual se mostrarán los distintos menús de la interfaz de usuario y los botones a través de los cuales el usuario interactuará.

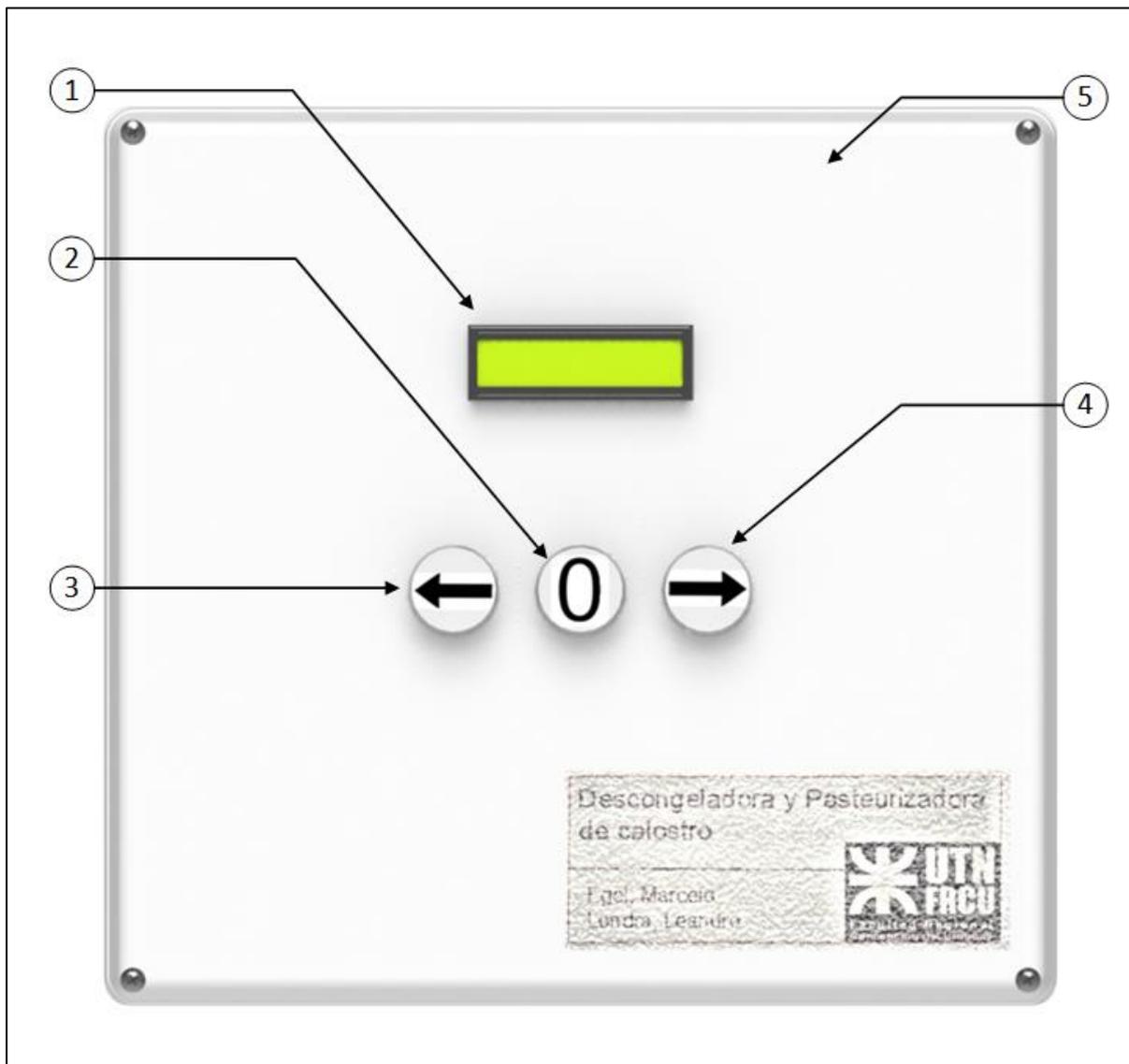


Imagen 24D – Vista exterior del tablero de potencia y comando

Número	Nombre	Código de pieza
1	Pantalla LCD 1602	E-PC-0009
2	Botón de confirmación	E-PC-0011
3	Botón navegación izquierda	E-PC-0010
4	Botón navegación derecha	E-PC-0010
5	Tapa caja estanca	E-AA-0014

Tabla 4D

3.2. Sensores

3.2.1. Sensor de temperatura “E-SE-0001”

Sensarán la temperatura del agua y enviarán los datos en forma digital a Arduino, luego de haber promediado sus lecturas.



Imagen 25D – Sensor digital de temperatura.

3.2.2. Sensor de nivel “E-SE-0002”

Funcionarán como “*limit switch*”, uno se encargará de asegurar un nivel mínimo de agua y el otro de que el recipiente se encuentre lleno.

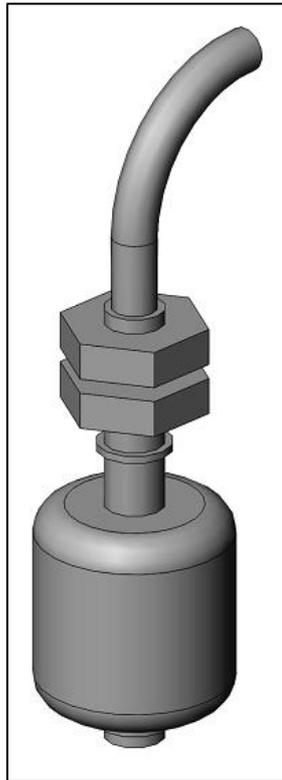


Imagen 26D

3.3. Adquisición de datos

3.3.1. Plataforma Arduino Mega 2560 Rev 3 “E-AD-0001”

Es el microprocesador encargado de leer y enviar señales de comando y de renderizar la interfaz de usuario en la pantalla LCD.

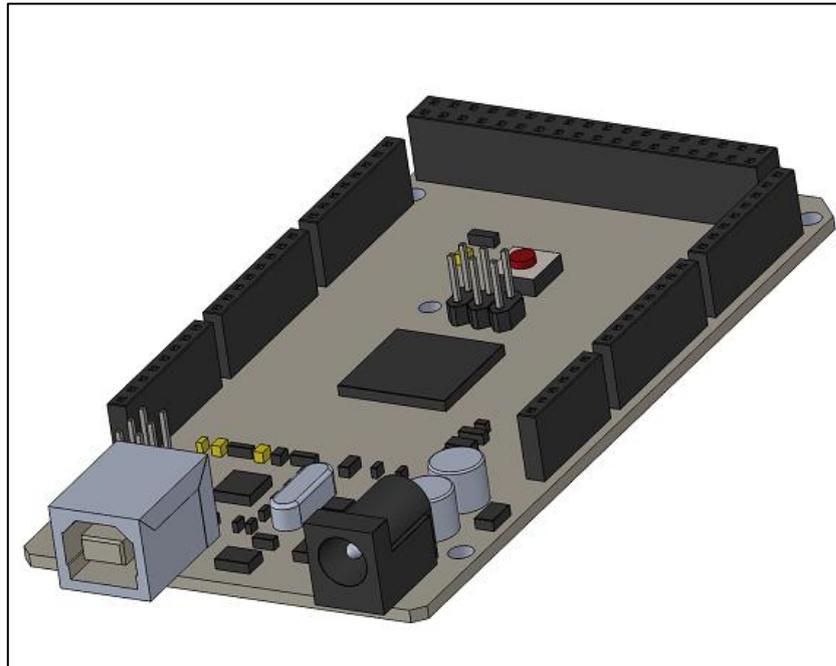


Imagen 27D

3.3.2. Placa distribuidora de señales “E-AD-0002”

A través del siguiente circuito impreso, se distribuirán todas las señales de comando y de datos, desde y hacia Arduino. Esta placa irá encima de Arduino, facilitando de esta forma las conexiones y el cableado.

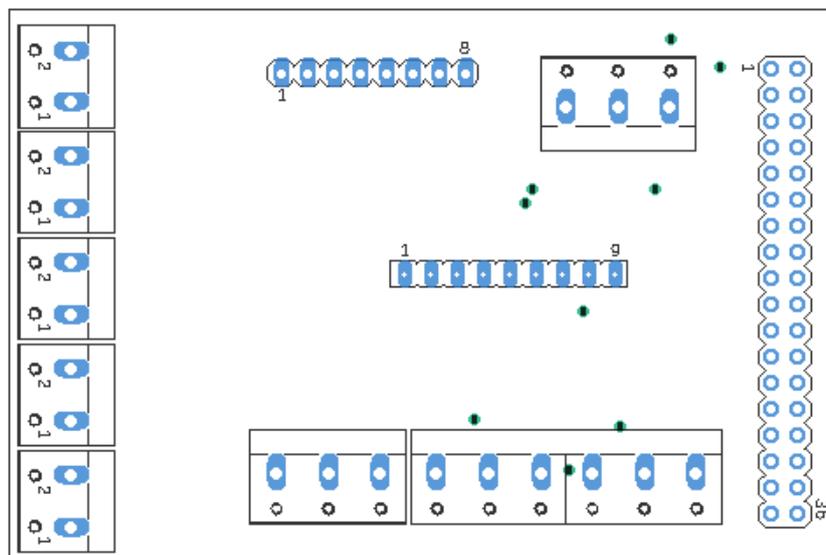


Imagen 28D

3.4. Potencia y comando

3.4.1. Válvula solenoide (electroválvula) "E-PC-0001"

Serán los actuadores que permitirán el ingreso o la salida de agua al recipiente, permitiendo al equipo reponer agua de forma automática si hubiera defecto de esta

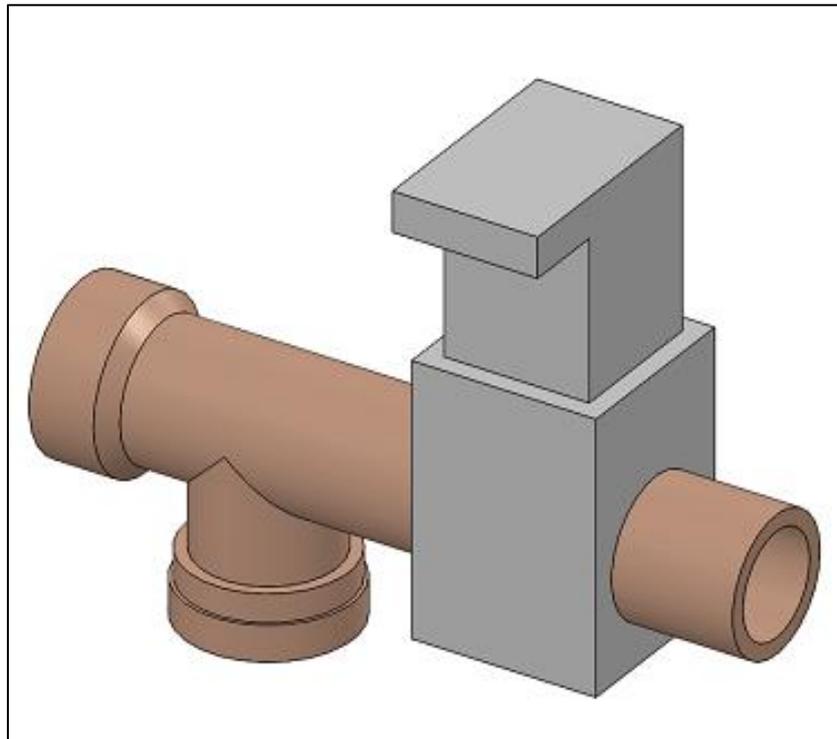


Imagen 29D

3.4.2. Módulo de relés de comando “E-PC-0002”

Serán los actuadores encargados de accionar el contactor del motor de agitación, la resistencia de calefacción y las dos válvulas solenoide.

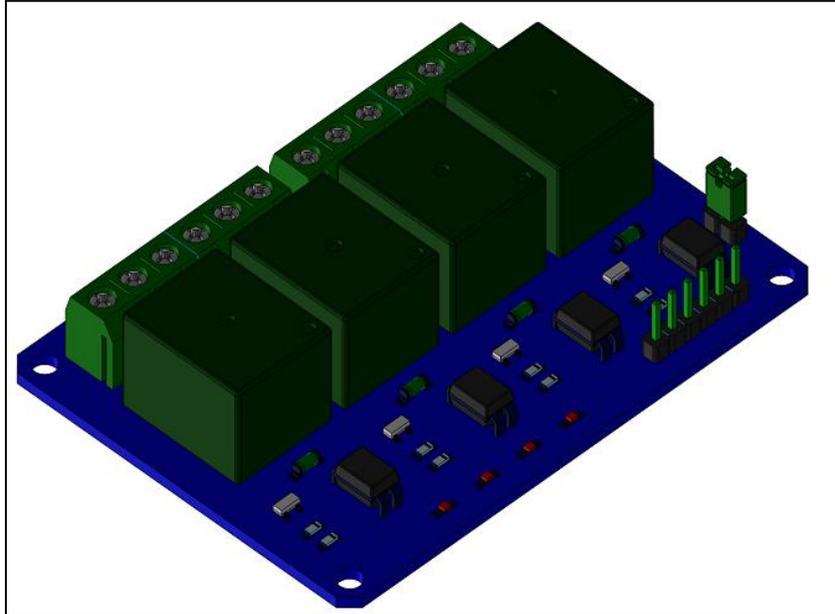


Imagen 30D

3.4.3. Relé de comando simple “E-PC-0014”

Será el actuador encargado de energizar la alarma sonora de fin de proceso.

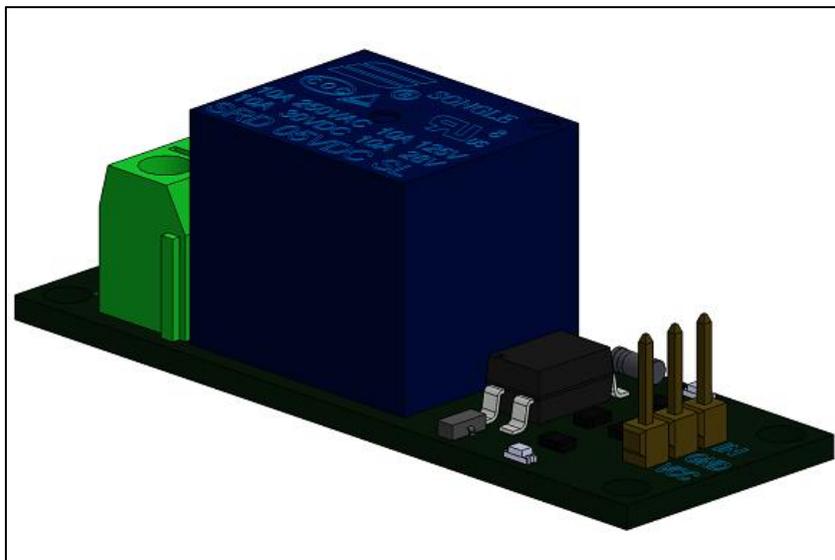


Imagen 31D

3.4.4. Fuente de alimentación “E-PC-0003”

Será la encargada de la conversión CA/CC y de reducir la tensión a niveles utilizables por los dispositivos electrónicos y electromecánicos.

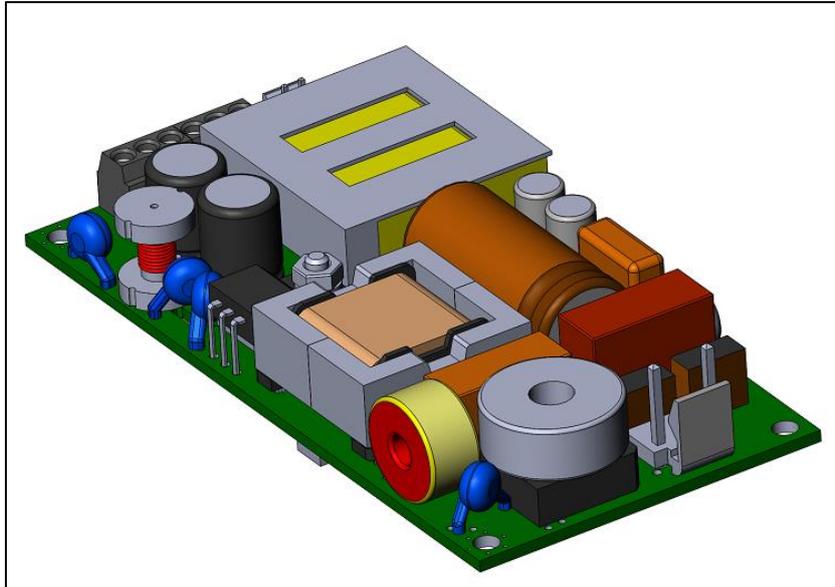


Imagen 32D

3.4.5. Contactor para motor de agitación “E-PC-0004”

Es el dispositivo electromecánico encargado de energizar y desenergizar el motor monofásico encargado de la agitación.

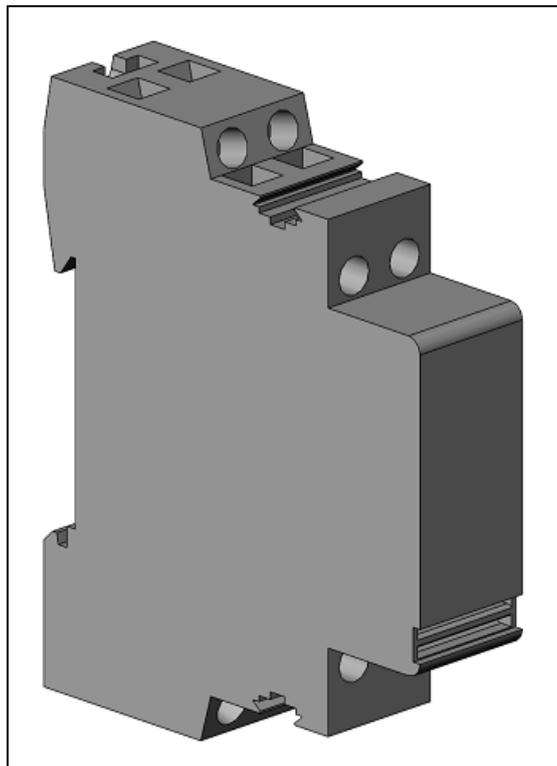


Imagen 33D

3.4.6. Interruptor termomagnético de potencia “E-PC-0006”

Protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los componentes de potencia, a saber, el motor eléctrico y la resistencia calefactora.

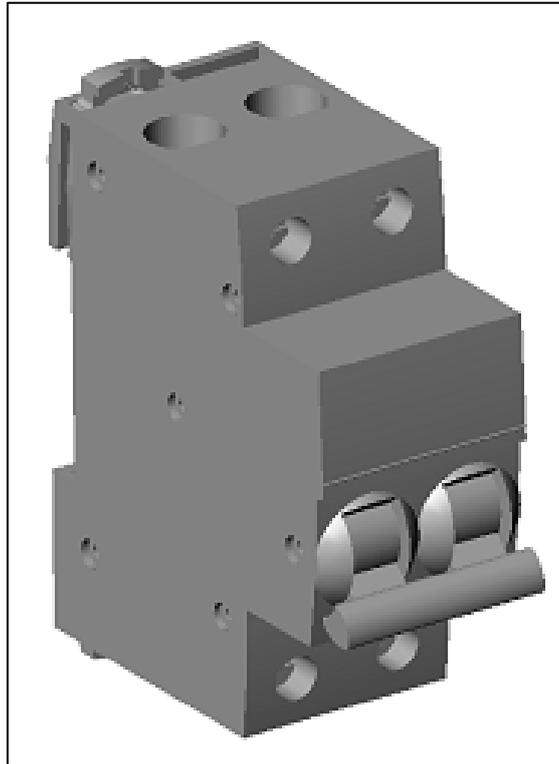


Imagen 34D

3.4.7. Interruptor termomagnético de comando “E-PC-0005”

Protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los componentes de control y de comando.

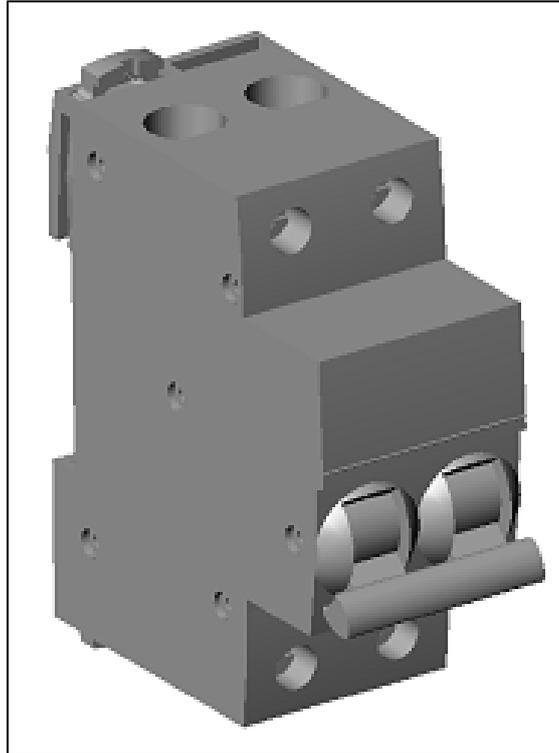


Imagen 35D

3.4.8. Motor eléctrico de agitación “E-PC-0007”

Fuerza motriz encargada de alimentar el agitador mecánico.



Imagen 36D

3.4.9. Resistencia eléctrica de calefacción “E-PC-0008”

Será el actuador encargado de alcanzar y mantener la temperatura deseada del agua.



Imagen 37D

3.4.10. Pantalla LCD “E-PC-0009”

La interfaz de usuario será renderizada en esta pantalla mediante Arduino y será operada por los botones que se encuentran en la tapa del tablero.

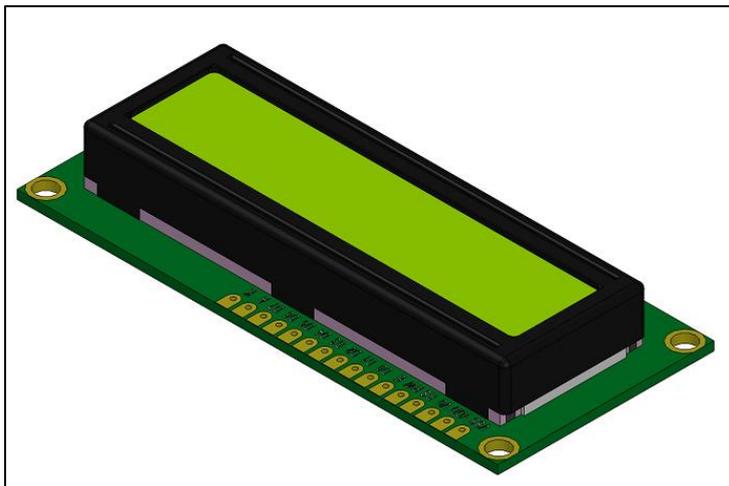


Imagen 38D

3.4.11. Pulsador de navegación con flecha “E-PC-0010”

Dos de estos botones serán los que provean la capacidad de navegar a través de los menús de la interfaz de usuario en la pantalla LCD.

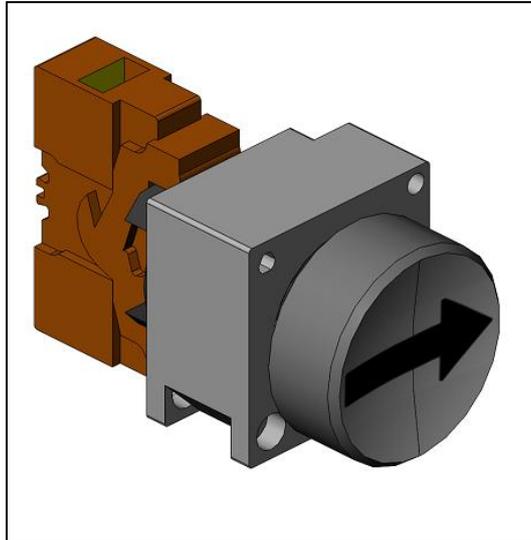


Imagen 39D

3.4.12. Pulsador de confirmación de selección “E-PC-0011”

Mediante este botón será posible la confirmación de la opción seleccionada.

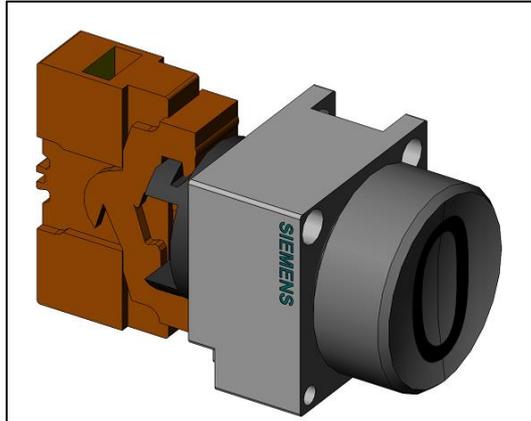


Imagen 40D

3.4.13. Interruptor de encendido y apagado “E-PC-0012”

Encargado de interrumpir o habilitar la tensión de alimentación de toda la máquina, sin necesidad de desconectarla físicamente o abrir el tablero eléctrico.

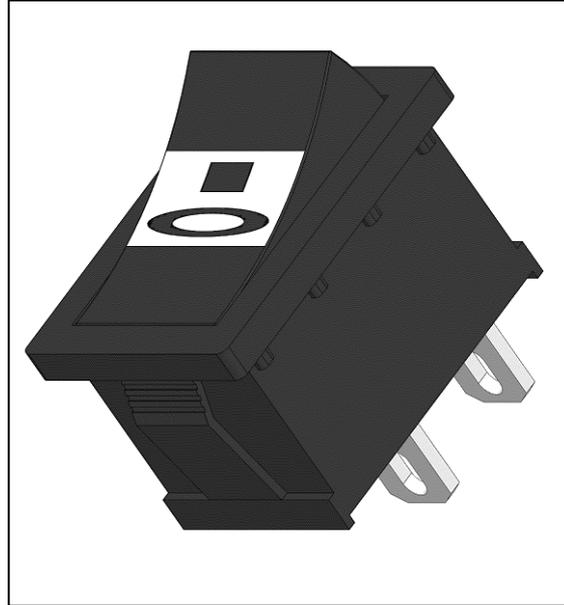


Imagen 41D

3.4.14. Alarma sonora “E-PC-0013”

Será la encargada de emitir una señal sonora en los momentos en donde sea conveniente: por ejemplo, cuando un proceso de descongelado o pasteurizado finaliza.

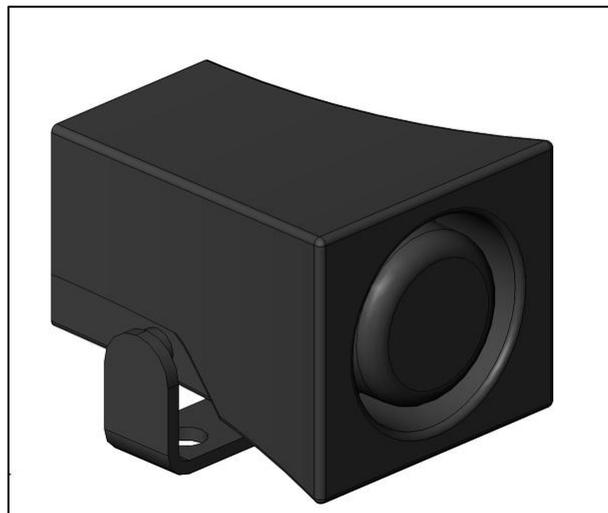


Imagen 42D

3.5. Accesorios

3.5.1. Borneras de paso “E-AA-0001”

Mediante estas borneras se conectarán todas las entradas y salidas, de una forma ordenada y prolija.

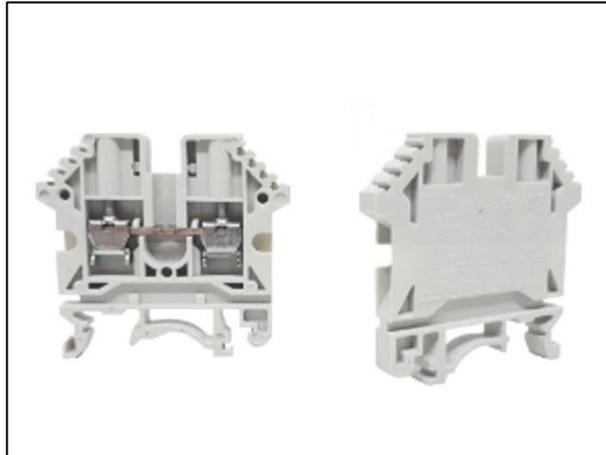


Imagen 43D

3.5.2. Tapas de bornera “E-AA-0002”

Necesarias para tapar los dos extremos descubiertos de la tira de borneras.



Imagen 44D

3.5.3. Perfil DIN “E-AA-003”

Permiten la fijación de todos los elementos que sean aptos para montaje en riel DIN dentro del tablero



Imagen 45D

3.5.4. Punteras de cobre huecas “E-AA-0004” y “E-AA-0005”

Agregan robustez y firmeza a las conexiones eléctricas dentro del tablero.



Imagen 46D

3.5.5. Cable canal “E-AA-0006”

Todas las conexiones del tablero se harán a través de estos, que organizan y ordenan los conductores.

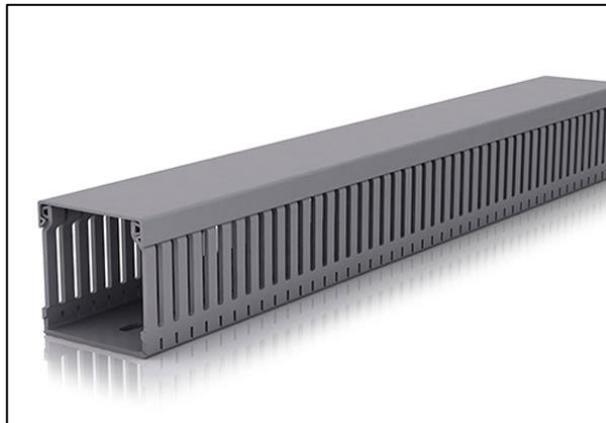


Imagen 47D

3.5.6. Prensa cable “E-AA-0007”

Se utilizarán para pasar las entradas y salidas que ingresan y salen del tablero.



Imagen 48D

3.5.7. Precintos “E-AA-0008”

Servirán para el ordenamiento de los conductores dentro del tablero.



Imagen 49D

3.5.8. Cable de alimentación “E-AA-0009”

Conducirá la energía eléctrica de la red hacia el tablero del equipo.

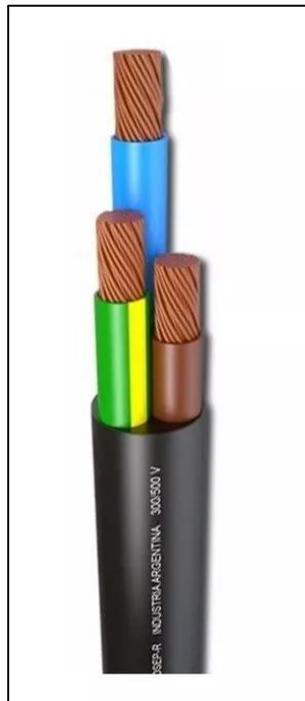


Imagen 50D

3.5.9. Cables de conexión interna “E-AA-0010”

Serán los encargados de conectar de las conexiones internas en el tablero.



Imagen 51D

3.5.10. Caja estanca - tablero “E-AA-0014”

Esta caja contendrá todos los elementos de control, protección, incluyendo las borneras de paso.



Imagen 52D

3.5.11. Tubo rígido para cables exterior “E-AA-0015” y “E-AA-0016”

A través de estos tubos se llevarán todos los conductores que deban quedar expuestos en el exterior del equipo.



Imagen 53D

3.5.12. Conector “jack” para Arduino “E-AA-0018”

La fuente de alimentación suministrará con la tensión necesaria al Arduino y para esto es necesario la adición de este conector.



Imagen 54D

3.5.13. Borneras para placa “E-AA-0019/20/21”

Las conexiones en la placa de distribución de señales se realizan mediante estas borneras, de forma de asegurar su correcta conexión.

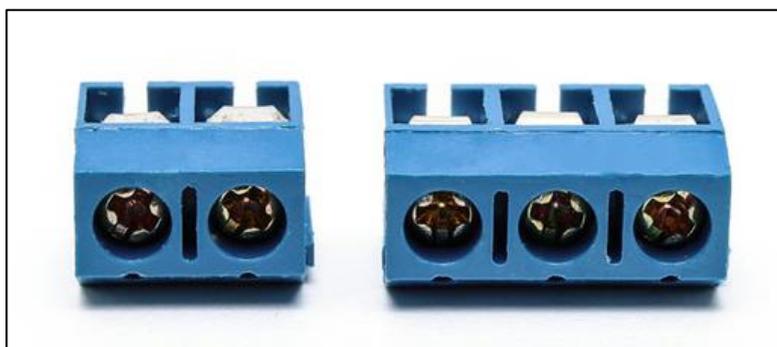


Imagen 55D

3.5.14. Tiras de pines hembra para placa “E-AA-0022”

Mediante esta tira de pines se comunicará la placa Arduino con la pantalla LCD.

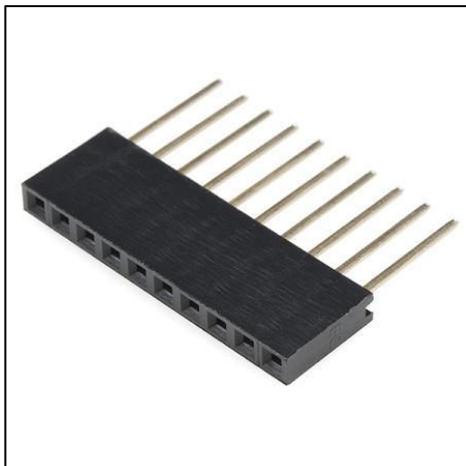


Imagen 56D

3.5.15. Tiras de pines macho para placa “E-AA-0023” y “E-AA-0024”

A través de las dos tiras de pines macho que se encontrarán en la placa distribuidora de señales, ésta se conectará a los pines de Arduino.

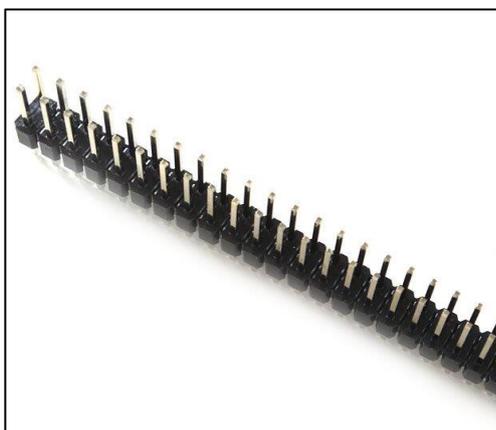


Imagen 57D

3.5.16. Conector macho para pared de 3 patas “E-AA-0011”

El equipo incluirá un cable de alimentación con el conector macho de tres patas que se ilustra en la Imagen 58D. A través de este conector se alimentará el equipo y se lo conectará al conductor de protección de la instalación en la que se encuentre instalado.

*Imagen 58D*

3.5.17. Conector hembra para resistencia calefactora “E-AA-0012”

La resistencia se alimentará desde el tablero de comando y potencia a través de un conductor con un conector hembra de dos patas cilíndricas en su extremo, debido a que la resistencia ya cuenta con el conector macho correspondiente.

*Imagen 59D*

4. Elementos estructurales

4.1. Chasis

4.1.1. Mesa – soporte de artefactos

Mesa encargada de sostener el recipiente de agua y el motor eléctrico.

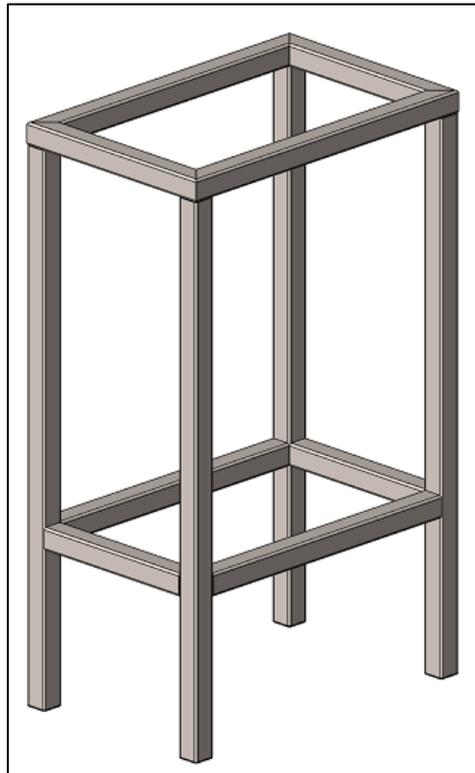


Imagen 60D

4.1.2. Soporte para motor “S-RR-0006”

Unirá estructuralmente el motor eléctrico al equipo.

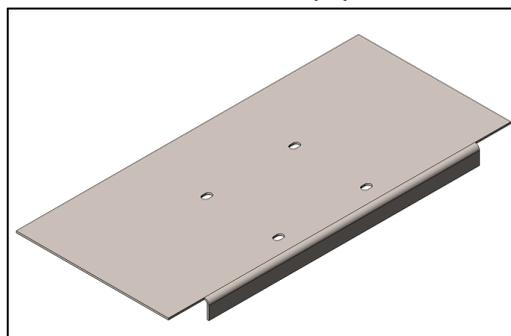


Imagen 61D

4.2. Recipiente

4.2.1. Recipiente de agua "S-RR-0001"

Encargado de contener el agua del baño maría y las botellas.



Imagen 62D

4.2.2. Tapa para recipiente de agua "S-RR-0002"

Evitará el contacto involuntario con los elementos que se encuentran en el interior del equipo y además ayuda a disminuir las pérdidas ya que se encontrará también aislada.

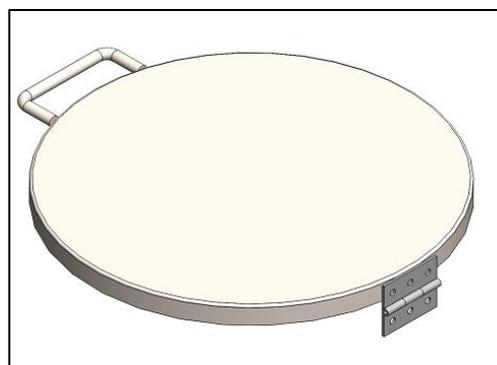


Imagen 63D

4.2.3. Soporte para tablero eléctrico “S-RR-0003”

Plegado de chapa que esta soldado al recipiente de agua y sostiene al tablero eléctrico

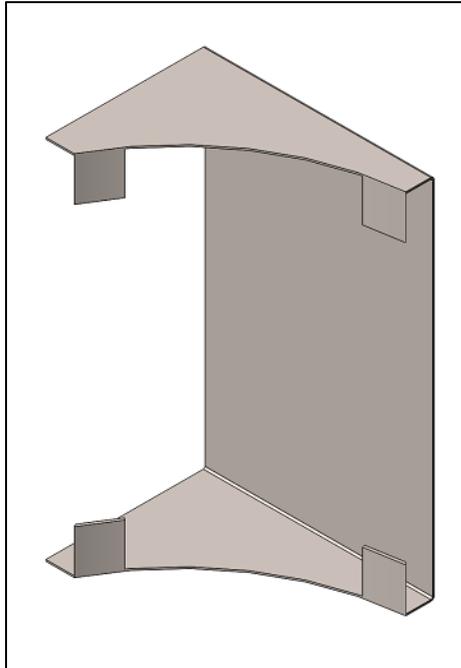


Imagen 64D

4.2.4. Aislante del recipiente de agua y aislante de la tapa del recipiente de agua “S-RR-0004”

Disminuirá las pérdidas a través de las paredes, disminuyendo el costo operativo del equipo y haciendo sus superficies exteriores seguras al contacto humano.

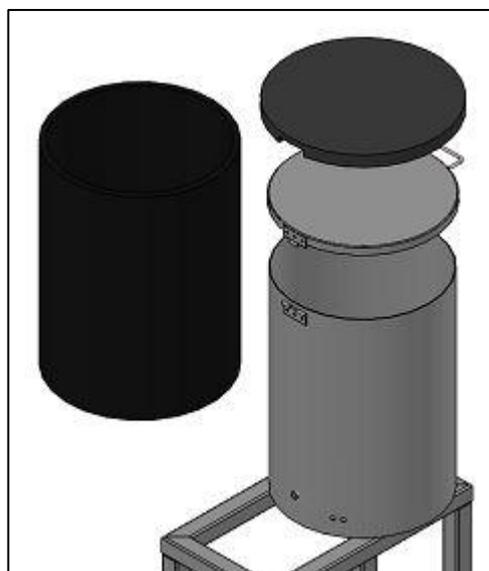


Imagen 65D

4.2.5. Sello del eje del agitador “S-RR-0005”

Retén adecuado para altas velocidades que sellará la entrada del eje de agitación al equipo.



Imagen 66D

4.3. Agitación

4.3.1. Acoplamiento para eje de agitación “S-AG-0001”

Acoplamiento flexible helicoidal que conecta el motor eléctrico con la turbina de agitación.



Imagen 67D

4.3.2. Turbina de agitación “S-AG-0002”

Diseñada según los requerimientos del recipiente de agua para su agitación.

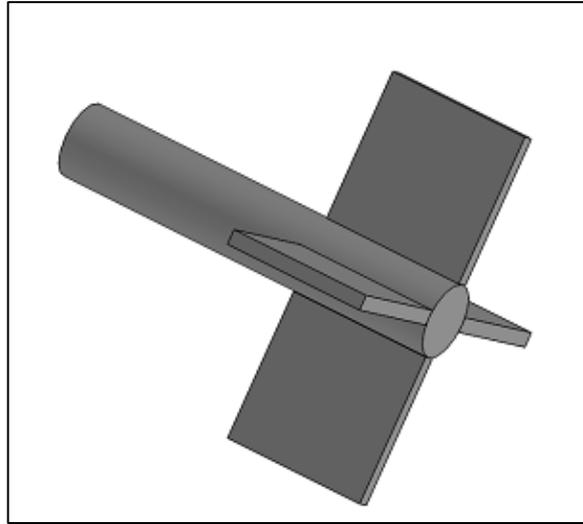


Imagen 68D

4.4. Accesorios

4.4.1. Soporte de botellas de calostro “S-AA-0001”

Diseñado para contener hasta 4 botellas y capaz de sumergirse por completo dentro del recipiente de agua, facilitando la colocación y extracción de botellas para los procesos.



Imagen 69D

4.4.2. Botellas de calostro “S-AA-0002”

Botella comercial que contendrá el calostro. Posee boca ancha para su limpieza.

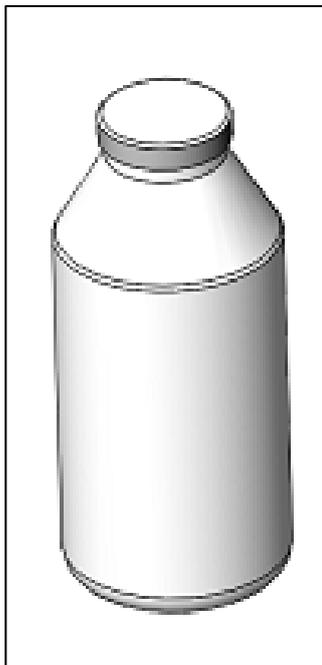


Imagen 70D

4.4.3. Nivelador de patas “S-AA-0003”

Se incluyen 4 niveladores para que la altura del recipiente se pueda regular de forma individual por cada pata, para el caso de que la superficie donde se instale no sea plana.

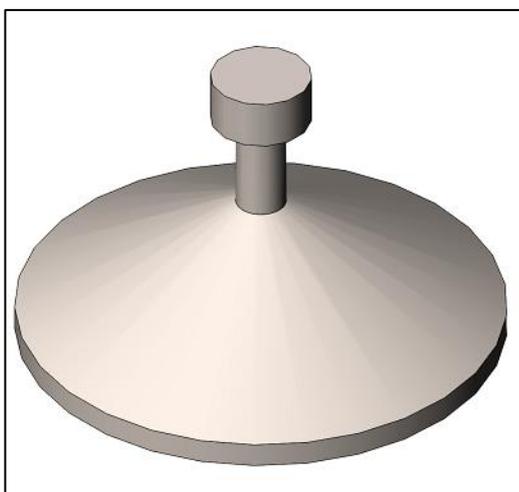


Imagen 71D

4.4.4. Tetina “S-AA-0004”

Tetina que se colocará en la tapa de cada botella para facilitar la alimentación de los terneros.

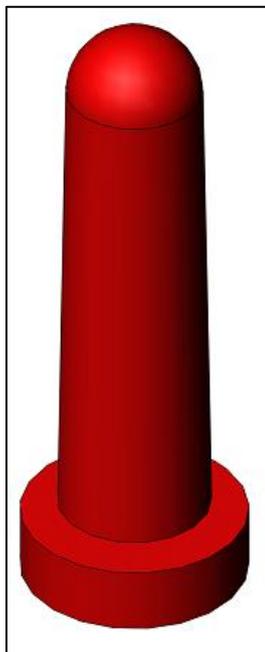


Imagen 72D

4.4.5. Rejilla de seguridad “S-AA-0005”

Impedirá el contacto involuntario con la turbina de agitación y con la resistencia calefactora.

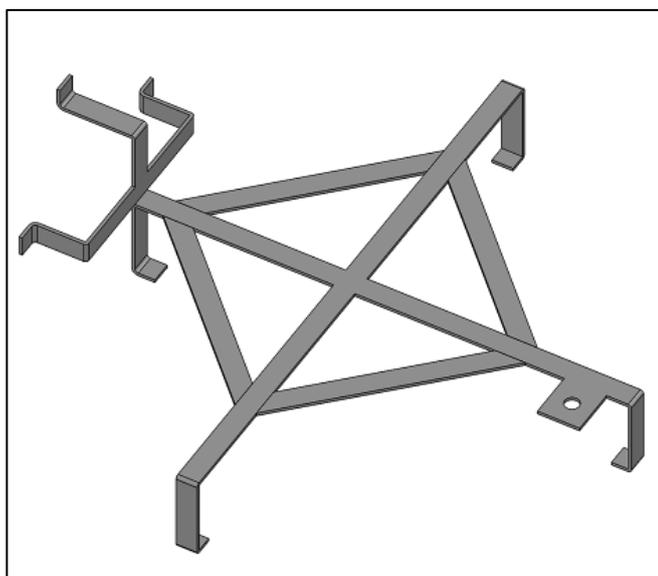
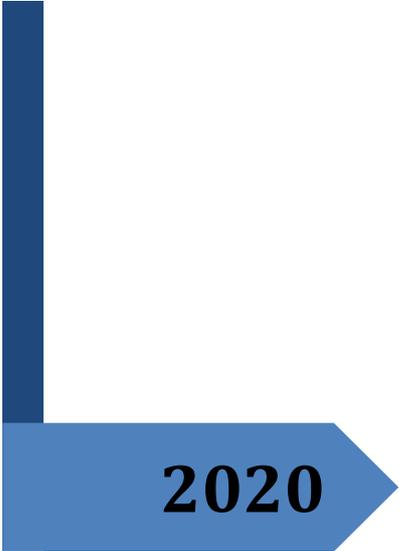


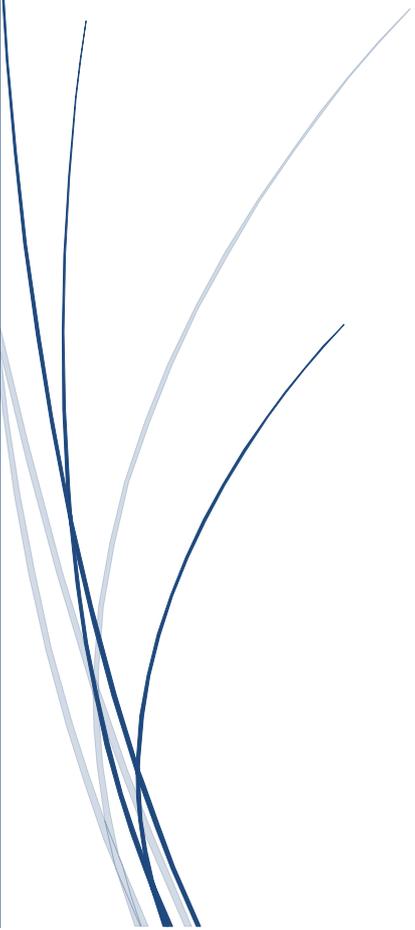
Imagen 73D



2020

AUTOMATIZACIÓN DE UN BANCO DE CALOSTRO

PFC – 1811C – INGENIERÍA DE DETALLES



EGEL, MARCELO; LONDRA, LEANDRO
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL – FACULTAD
REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

Índice

1.	Introducción.....	3
1.1.	Despiece del equipo.....	4
1.2.	Vista interior de tablero eléctrico con referencias	5
1.3.	Vista exterior de tablero eléctrico con referencias	7
2.	Elementos eléctricos y electrónicos.....	8
2.1.	Sensores.....	8
2.1.1.	Sensor de temperatura “E-SE-0001”	8
2.1.2.	Sensor de nivel “E-SE-0002”	9
2.2.	Adquisición de datos	10
2.2.1.	Plataforma Arduino “E-AD-0001”	10
2.2.2.	Placa distribuidora de señales “E-AD-0002”	11
2.3.	Potencia y comando.....	12
2.3.1.	Válvula solenoide (electroválvula) “E-PC-0001”	12
2.3.2.	Relé de comando “E-PC-0002”	13
2.3.3.	Relé de comando “E-PC-0014”	14
2.3.4.	Fuente de alimentación “E-PC-0003”	14
2.3.5.	Contactador para motor de agitación “E-PC-0004”	15
2.3.6.	Interruptores termomagnéticos “E-PC-0005” y “E-PC-0006”	16
2.3.7.	Motor eléctrico de agitación “E-PC-0007”	17
2.3.8.	Resistencia eléctrica de calefacción “E-PC-0008”	18
2.3.9.	Pantalla LCD “E-PC-0009”	19
2.3.10.	Pulsador de navegación con flecha “E-PC-0010”	19
2.3.11.	Pulsador de confirmación de selección “E-PC-0011”	20
2.3.12.	Interruptor de encendido y apagado con luz piloto “E-PC-0012”	20
2.3.13.	Alarma sonora “E-PC-0013”	21
2.4.	Accesorios	22
3.	Elementos estructurales.....	24
3.1.	Chasis.....	24
3.1.1.	Mesa soporte de artefactos.....	24
3.1.2.	Soporte para motor “S-RR-0006”	25
3.2.	Recipiente	26
3.2.1.	Recipiente de agua “S-RR-0001”	27
3.2.2.	Tapa del recipiente de agua “S-RR-0002”	28
3.2.3.	Soporte de tablero eléctrico “S-RR-0003”	28

- 3.2.4. Aislante del recipiente de agua y aislante de la tapa del recipiente de agua “S-RR-0004” 29
- 3.2.5. Sello del eje del agitador “S-RR-0005” 30
- 3.3. Sistema de agitación 31
 - 3.3.1. Acoplamiento para eje de agitación “S-AG-0001” 31
 - 3.3.2. Turbina de agitación “S-AG-0002” 32
- 3.4. Accesorios 33
 - 3.4.1. Soporte de botellas “S-AA-0001” 33
 - 3.4.2. Botellas de calostro “S-AA-0002” 34
 - 3.4.3. Nivelador de patas “S-AA-0003” 35
 - 3.4.4. Tetina “S-AA-0004” 36
 - 3.4.5. Rejilla de seguridad “S-AA-0005” 37
- 4. Listado de materiales y presupuesto 38
 - 4.1. Presupuesto eléctrico y electrónico 38
 - 4.2. Presupuesto mecánico y estructural 40
 - 4.3. Presupuesto total 41
- 5. Planos de montaje, mecánicos y eléctricos 42

1. Introducción



Imagen 1E - Diseño final del equipo

En este capítulo se detallarán todas las piezas que componen el banco de calostro. Será dividido en dos partes principales: componentes estructurales y eléctricos/electrónicos, mientras que estos se dividirán, a su vez, en las distintas categorías detalladas en el anexo "Nomenclatura y codificación". Se agregará de cada elemento, además, según corresponda la referencia a su hoja de datos, planos o cálculos que respalden la selección.

1.1. Despiece del equipo

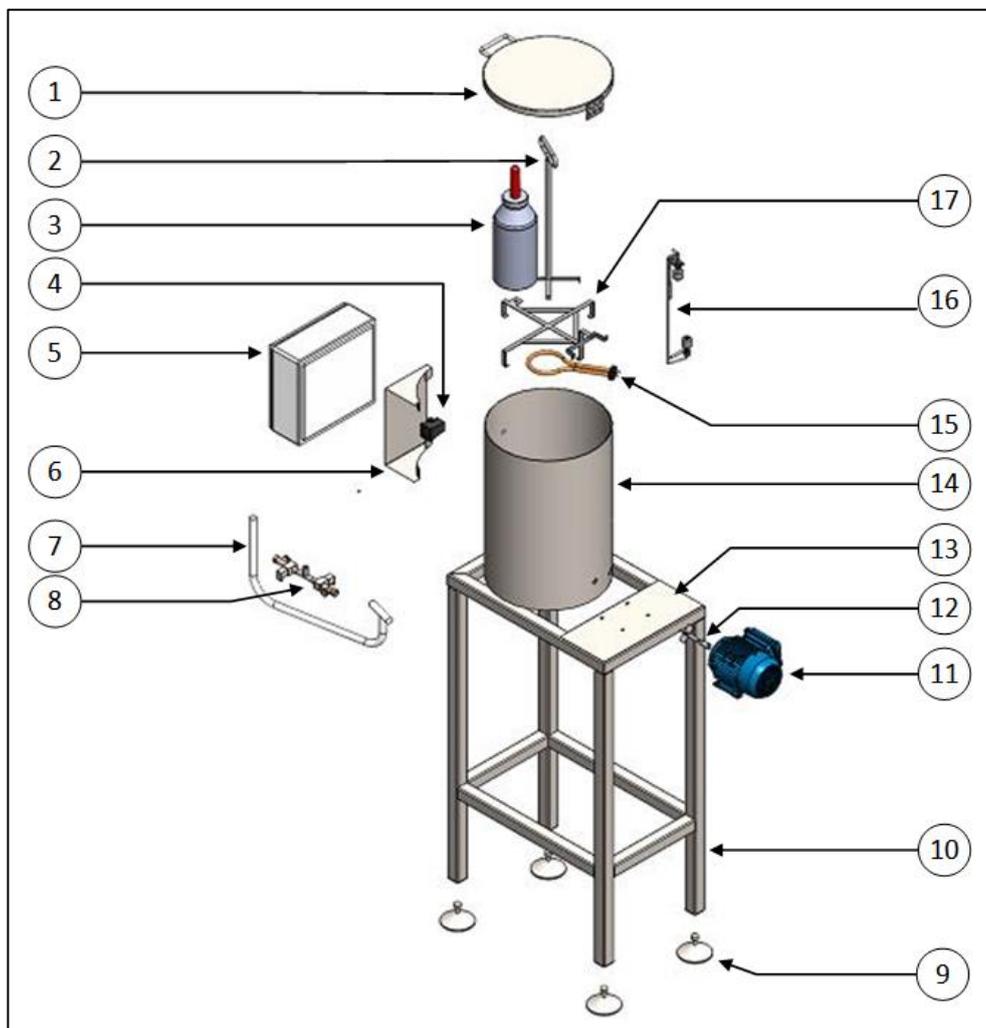


Imagen 2E - Despiece del equipo con referencias

Marca	Nombre	Código de pieza
1	Tapa del recipiente	S-RR-0002
2	Soporte de botellas	S-AA-0001
3	Botella	S-AA-0002
4	Alarma sonora	E-PC-0013
5	Tablero eléctrico	E-AA-0014
6	Soporte del tablero	S-RR-0003
7	Tubos rígidos para cables	E-AA-0015/16/17
8	Electroválvulas de llenado y vaciado	E-PC-0001
9	Nivelador de patas	S-AA-0003
10	Estructura de soporte	S-CC-0001/2/3/4/5

11	Motor de agitación	E-PC-0007
12	Turbina de agitación	S-AG-0002
13	Soporte de motor	S-CC-0006
14	Recipiente de agua	S-RR-0001
15	Resistencia calefactora	E-PC-0008
16	Sensores de nivel máximo y mínimo	E-SE-0002
17	Rejilla de seguridad	S-AA-0005

Tabla 1E - Referencia de partes con código

1.2. Vista interior de tablero eléctrico con referencias

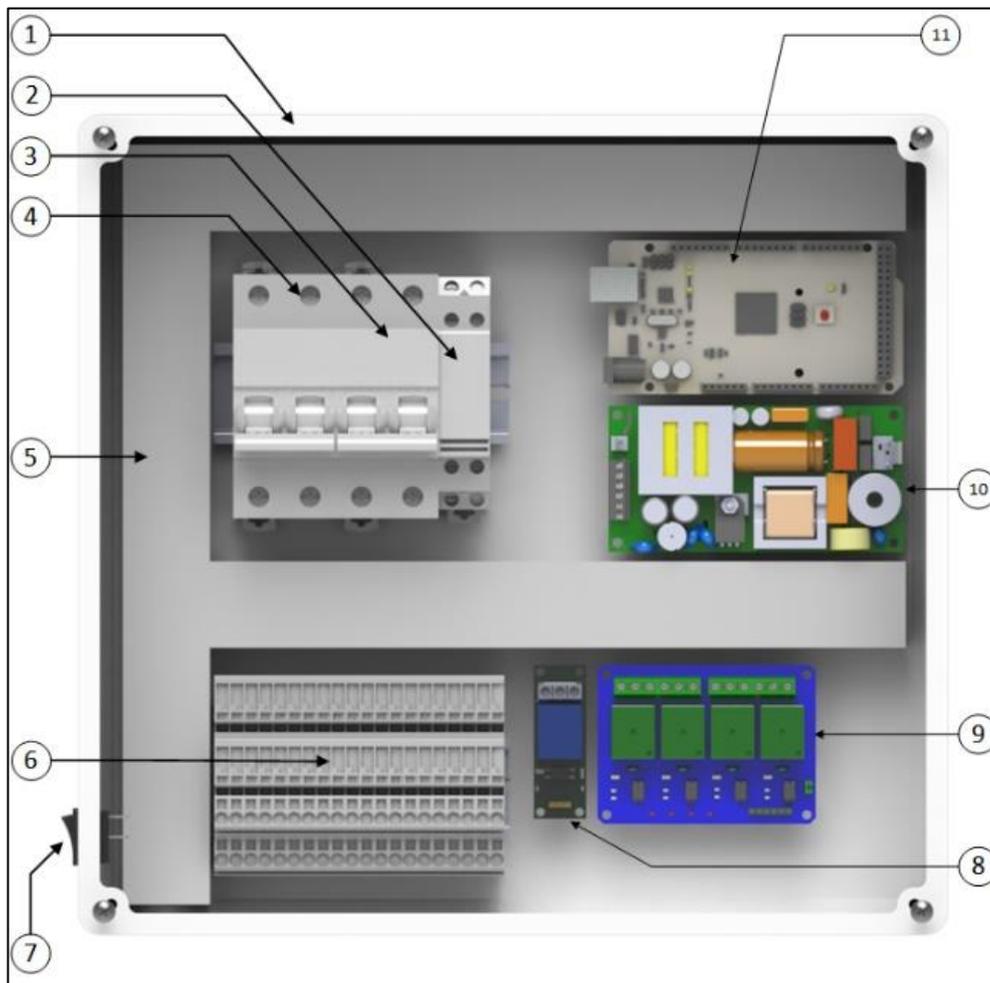


Imagen 3E - Vista interior de tablero eléctrico

Marca	Nombre	Código de pieza
1	Caja estanca	E-AA-0014
2	Contactador de agitación	E-PC-0004
3	Int. termomagnético de comando	E-PC-0005
4	Int. termomagnético de potencia	E-PC-0006
5	Cable canal	E-AA-0006
6	Borneras de paso	E-AA-0001
7	Int. encendido/apagado	E-PC-0012
8	Módulo relé simple	E-PC-0014
9	Módulo de 4 relés	E-PC-0002
10	Fuente de alimentación de CC	E-PC-0003
11	Arduino Mega 2560 Rev 3	E-AD-0001

Tabla 2E - Referencias de vista interior del tablero eléctrico

1.3. Vista exterior de tablero eléctrico con referencias

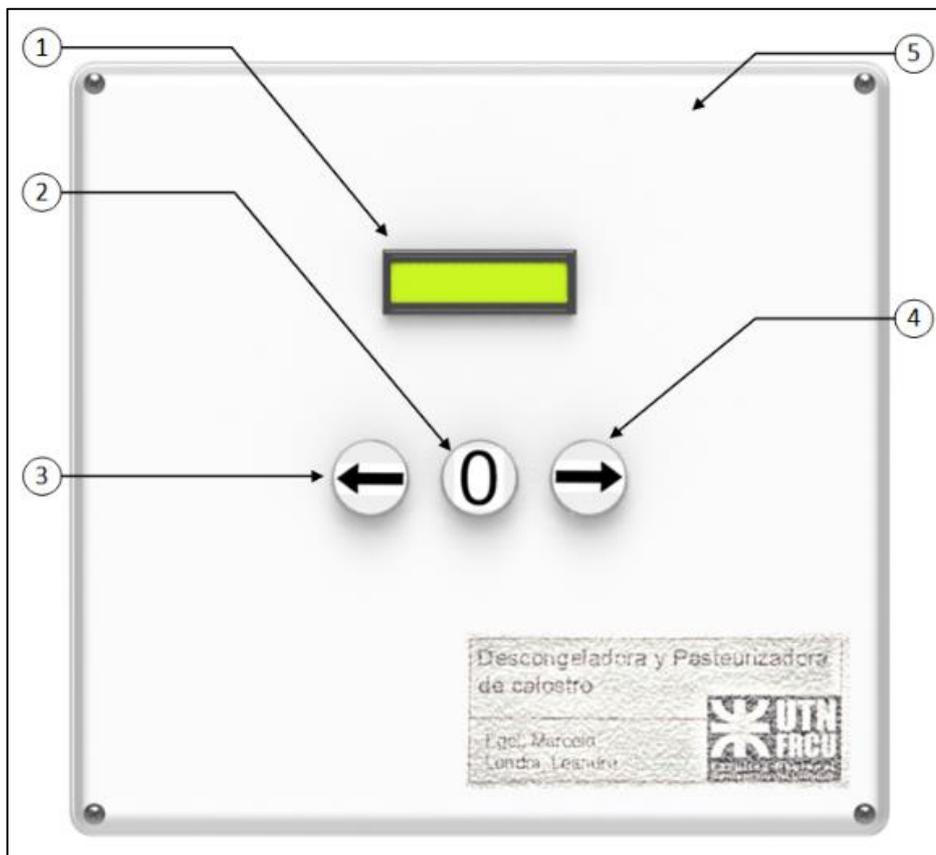


Imagen 4E - Vista exterior de tablero eléctrico

Marca	Nombre	Código de pieza
1	Pantalla LCD 1602	E-PC-0009
2	Botón de confirmación	E-PC-0011
3	Botón navegación izquierda	E-PC-0010
4	Botón navegación derecha	E-PC-0010
5	Tapa caja estanca	E-AA-0014

Tabla 3E - Referencias de vista exterior del tablero eléctrico

2. Elementos eléctricos y electrónicos

Planos relacionados:

- Topográfico: 1811C-PE-0006, 1811C-PE-0007
- Potencia: 1811C-PE-0001
- Comando: 1811C-PE-0002, 1811C-PE-0003, 1811C-PE-0004, 1811C-PE-0005

2.1. Sensores

2.1.1. Sensor de temperatura “E-SE-0001”

- Hoja de datos: Anexo E 2.1.1



Imagen 5E - Sensor de temperatura digital DS18B20 en vaina sumergible

Imagen 5E. El rango de temperatura que se necesita para este equipo es la del agua, que puede variar tanto desde 10°C que se estima es la temperatura del agua de suministro en invierno hasta 62,8°C que es la temperatura de pasteurización. El sensor a utilizar será como el que se muestra en la Imagen 1E, debido a que es suministrado con la vaina que lo hace apto para estar sumergido y maneja temperaturas desde -55°C hasta 125°C. Además de esto, se utilizarán dos sensores de este tipo distribuidos en el equipo para poder obtener una lectura de temperatura en dos puntos diferentes y distantes, para lograr mayor homogeneidad de temperatura en el agua. La ventaja que tiene este sensor es que posee una dirección de 64-bits que hace posible que, utilizando un solo puerto de datos, podamos pedir las lecturas de temperatura a los dos sensores de manera independiente. Sus características serán:

- Tipo: digital
- Exactitud de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ desde -10°C hasta 85°C
- Resolución programable de 9 a 12 bits
- Tensión de alimentación: de 3V a 5,5V
- Consumo activo de corriente: 1mA

Será alimentado mediante uno de los pines de 5V auxiliares del Arduino. Se recomienda adquirir la pieza en la firma Nubeeo, el cual incluye conductores.

2.1.2. Sensor de nivel “E-SE-0002”

- Hoja de datos: Anexo E 2.1.2



Imagen 6E - Sensor de nivel de agua tipo flotante de acero inoxidable

Imagen 6E. Para asegurarse que la resistencia no enciende cuando no está completamente sumergida y que el tanque no se desborde al reponer el agua, se necesita medir el nivel de agua que hay dentro del recipiente. Para esto, se propone utilizar dos sensores de nivel, uno de nivel mínimo y otro de nivel máximo, que proporcionarán una señal lógica al microprocesador ya sean que estén abiertos o cerrados. Su funcionamiento es sencillo y por tanto fiable. Se conectarán mediante las resistencias de “pullup” internas que poseen las entradas digitales de Arduino. Se recomienda la adquisición de estos sensores en la firma TECNOLIVEUSA. Sus especificaciones técnicas son:

- Material: acero inoxidable
- Corriente de conmutación máxima: 0,5A
- Rango de temperaturas de funcionamiento: -30 a 125°C
- Tamaño: 6x2,6cm

2.2. Adquisición de datos

2.2.1. Plataforma Arduino “E-AD-0001”

- Hoja de datos: Anexo E 2.2.1
- Plano de conexión: “1811C-PE-0002”

Imagen 7E. La adquisición de datos se realizará exclusivamente por el centro de cómputos del sistema, el cual consiste en la plataforma Arduino, como ya se especificó en el apartado correspondiente de la ingeniería básica.

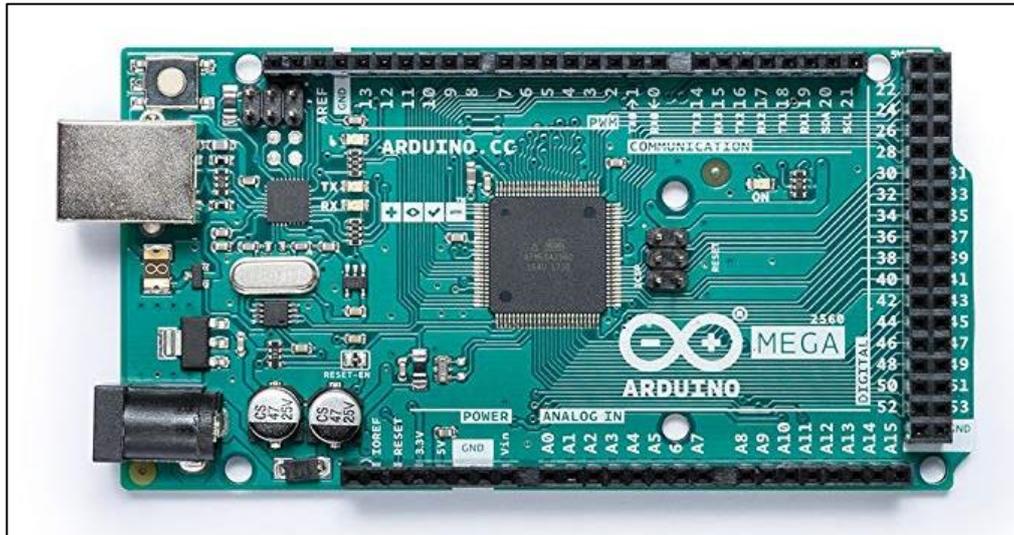


Imagen 7E - Arduino Mega 2560 R3

El modelo elegido corresponde a “Arduino Mega 2560 Rev 3”, el cual posee las siguientes características:

- Tensión de alimentación: 5V
- Entradas/salidas digitales: 54
- Entradas analógicas: 16
- Corriente DC por pin: 20mA
- Memoria Flash: 256 kB

Entre otras características que se detallan en la hoja de datos. Se considera que es una buena decisión debido a que, por la cantidad de entradas y salidas, deja lugar a una futura mejora, ya sea agregando sensores o agregando otras funcionalidades vía software tanto como hardware. El código necesario (firmware) está adjunto en la memoria de cálculos y será el encargado de reproducir el flujograma de funcionamiento que se encuentra en la ingeniería básica. Se recomienda la adquisición de esta placa en la firma “Nubbeo”.

En el plano de comando existe un bloque que representa a esta placa. Dicho bloque posee varias entradas y salidas, cuya nomenclatura se explica a continuación. Para comenzar, Vin y GND se conectan, a través de una ficha jack de 5.5mm a la salida en CC de la fuente de alimentación, “E-PC-0003”. Luego, Vout representa cualquiera de las salidas de +5Vcc reguladas de la placa, que son varias. La representación del plano no es fiel a cómo se interconectarán, sino ilustrativo, debido a que la mayoría de dichas conexiones se realizarán

a través de una placa distribuidora de señales, detallada más adelante. El resto de las conexiones se resume en la *Tabla 1E*:

Plano	Arduino
Vin	+12 Vcc a través del jack hembra
GND	0 Vcc a través del jack hembra
Vout	Cualquier salida de +5Vcc de la placa
DOX	Salida digital, donde X es su número, especificado en la placa
DIX	Entrada digital, donde X es su número, especificado en la placa

Tabla 4E

2.2.2. Placa distribuidora de señales “E-AD-0002”

- Planos: “1811C-PE-0003”, “1811C-PE-0004” y “1811C-PE-0005”.

Imagen 8E. Debido a la cantidad de señales de entrada y salida, resulta poco práctico cablear la alimentación, las masas y las señales de comando/datos, además de que la placa de desarrollo que se utilizará (“E-AD-0002”) no posee borneras de conexión con tornillos sino tiras de pines hembras, lo que dificulta su conexión con cables multifilares (como los que poseerán las señales y la alimentación de sensores/actuadores) y evita garantizar su conexión en todo momento (no se puede fijar la conexión). Por esta razón es que se diseñó una placa distribuidora de señales, para ser construida en una placa de cobre doble faz de 10x10cm. Dicha placa está constituida por 8 borneras para placa con tornillos, de una tira de pines hembra en donde se conectará la pantalla LCD, y de 2 tiras de pines machos que se conectarán a las tiras hembras de la placa Arduino, la cual irá debajo de esta, de forma que es posible acceder a las entradas que necesitamos y además se deja acceso al resto de las entradas libres, que en futuro podrían utilizarse para alguna mejora o expansión del equipo. El método de fabricación de la placa quedará a elección del constructor del equipo, aunque se sugiere la firma “Uccellini CNC”, la cual entrega el producto listo para ser conectado.

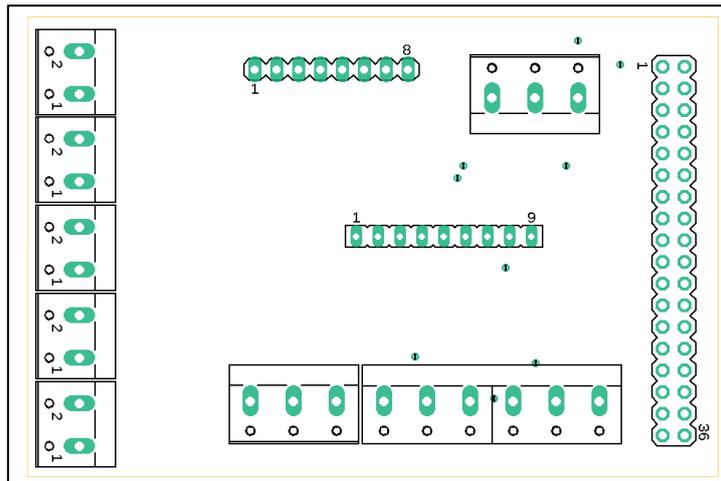


Imagen 8E - Vista superior de placa distribuidora de señales

2.3. Potencia y comando

2.3.1. Válvula solenoide (electroválvula) "E-PC-0001"

- Hoja de datos: Anexo E 2.3.1



Imagen 9E - Válvula solenoide "FPD-270A03"

Imagen 9E. Se utilizarán dos válvulas solenoide, una para la reposición del agua de calefacción y otra para el desagote. Se utilizará una sola conexión al recipiente ya que las válvulas nunca operarán en simultáneo. El único criterio para su selección es que puedan soportar la temperatura del agua y, en lo posible, que puedan operar con tensión y frecuencia de la red, para así evitar la adición de un transformador dedicado exclusivamente para estos actuadores. Se selecciona la válvula solenoide marca "Khan", modelo "FPD-270A03", la cual posee las siguientes características:

- Tipo: NC (normal cerrado)
- Unión: ½"
- Presión de trabajo: 0,02 MPa para 3L/min
- Material: cuerpo de plástico y junta de cobre
- Temperatura del medio: 0 a 80°C
- Tensión operativa: 220 V_{ac}

- Corriente operativa: 0,02A

Por estas características, que cumplen con los criterios antes especificados, se considera que es una selección apropiada. Se recomienda su adquisición en la firma TECNOLIVEUSA.

2.3.2. Relé de comando “E-PC-0002”

- Hoja de datos: Anexo E 2.3.2

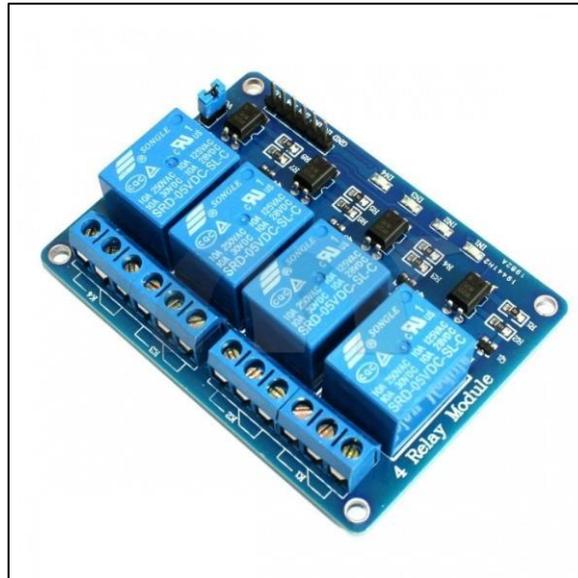


Imagen 10E - Módulo de 4 relés de 5V optoacoplados con bornera

Imagen 10E. Para el comando mediante Arduino de los distintos componentes de potencia y comando, son necesarios un total de cuatro relés o circuitos transistorizados dedicados, debido a que las salidas digitales no pueden proporcionar la corriente que necesitan, por ejemplo, los solenoides para mantenerse abiertos o cerrados, según el caso. A saber, se necesita comandar un contactor para el motor eléctrico del agitador, la resistencia calefactora y los solenoides de cada una de las electroválvulas. La corriente máxima que cualquiera de estos circuitos manejará será la de la resistencia que, como está especificado en la memoria de cálculos, será de 4,54A, aproximadamente. Por esta razón, se selecciona un módulo de relés optoacoplados de 5V con bornera incluida en la placa. Las características se detallan brevemente a continuación:

- Valores máximos de salida, por relé: 250 V_{ac} y 10A
- Relés SPDT
- Aislación mediante optoacoplador
- Comando de 5V de baja corriente
- LEDs indicadores de activación para cada relé

Se recomienda la adquisición del módulo en la firma “Nubbeo”.

2.3.3. Relé de comando “E-PC-0014”

- Hoja de datos: Anexo E 2.3.3

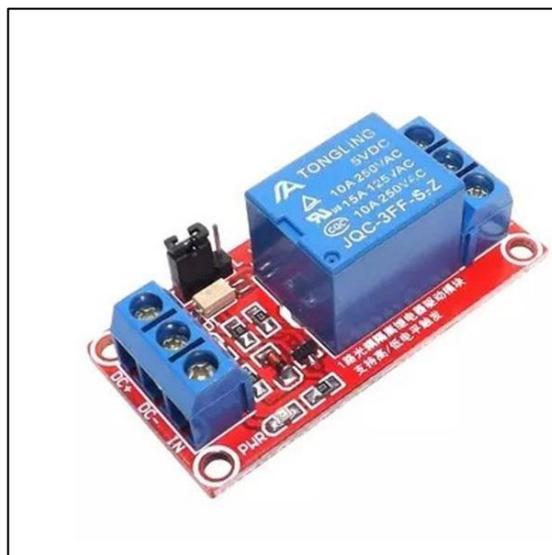


Imagen 11E - Módulo de relé optoacoplado individual

Imagen 11E. Debido a que también es necesaria la conexión de una alarma sonora (bocina) para alertar cuando cierto proceso termine y a la inexistencia de módulos con 5 relés, es necesaria la adición de un módulo extra individual. Posee las mismas características eléctricas que cualquiera de los relés que forman el módulo de 4. Se recomienda la adquisición también en la firma “Nubee”.

2.3.4. Fuente de alimentación “E-PC-0003”

- Hoja de datos: Anexo E 2.3.4



Imagen 12E - Fuente de alimentación conmutada AC/DC 5V 17W

Imagen 12E. Para la alimentación de la placa Arduino, que a su vez alimentará la pantalla LCD, la lógica de los relés, los sensores de temperatura, entre otros, es necesaria la selección de una fuente adecuada.

Con el consumo calculado, se procede a seleccionar una fuente de alimentación del tipo conmutada por su reducido tamaño y precio con entrada de alterna de 220V y salida de 1 A a 5V. Las características de la placa son:

- Temperatura de trabajo: -20 a 60°C
- Rango de voltaje de entrada: 85 a 265V
- Corriente de entrada: 0,0136 A a 220V y plena carga
- Dimensiones: 7,5x4,0x4,0 cm

Se recomienda adquirir esta placa de la firma “ADICHIP”.

2.3.5. Contactor para motor de agitación “E-PC-0004”

- Hoja de datos: Anexo E 2.3.5



Imagen 13E - Contactor de 2 polos Sassin 3SC8-H20

Imagen 13E. A pesar de que los relés que componen el módulo ya seleccionado soportan la corriente nominal del motor de agitación, que es baja, no están preparados para manejar una carga inductiva, y es posible que se destruyan sus contactos al desenergizarse por el pico de tensión. Por esta razón, se debe seleccionar un contactor para esta tarea, cuya bobina será comandada con uno de los relés del módulo. El contactor seleccionado pertenece a la marca “Sassin” modelo “3SC8-H20220” y sus características son:

- Polos: 2
- Tensión nominal: 230V
- Corriente nominal: 20 A
- Potencia controlada: 4W
- Tensión bobina: 230 V_{ca}
- Contactos auxiliares: 2 NA

Se recomienda su adquisición en la firma “TBCin”

2.3.6. Interruptores termomagnéticos “E-PC-0005” y “E-PC-0006”

- Hoja de datos: Anexo E 2.3.6 y E 2.3.7

Imágenes 14E y 15E. Estos interruptores protegerán a los circuitos frente a sobrecargas y cortocircuitos. Se seleccionarán dos, uno para el circuito de potencia (motor agitador y resistencia calefactora) y otro para el circuito de comando., ambos bipolares. Se indican a continuación los interruptores seleccionados:



Imagen 14E – Interruptor termomagnético SICA
In=6 A curva tipo C



Imagen 15E - Interruptor termomagnético SICA In=10A
curva tipo C

El interruptor de la imagen 14E corresponde al de comando y sus características son:

- Marca: Sica
- Modelo: 763206
- Tipo: Bipolar
- Intensidad nominal: 6 A
- Curva de disparo: tipo C
- Capacidad de ruptura: 4,5 kA
- Código: “E-PC-0005”

El interruptor de la imagen 15E corresponde al de potencia y sus características son:

- Marca: Sica
- Modelo: 763210
- Tipo: Bipolar
- Intensidad nominal: 10 A
- Curva de disparo: tipo C
- Capacidad de ruptura: 4,5 kA
- Código: “E-PC-0006”

2.3.7. Motor eléctrico de agitación “E-PC-0007”

- Hoja de datos: Anexo E 2.3.7
- Memorias de cálculo: C 2.15



Imagen 16E - Motor eléctrico monofásico WEG 0,18 kW

Imagen 16E. Se opta por un motor monofásico tipo jaula de ardilla para el accionamiento de la turbina del agitador. Sus características técnicas son:

- Potencia: 0,18 kW
- Tensión de alimentación: 220V
- N° de polos: 4

Se recomienda adquirir el motor del fabricante WEG, con las siguientes características:

- Modelo: “W22 IE1 0.18kW 4P 1F 220V 50 Hz IC411 - TEFC - B3T”
- Carcasa: 63 construida en hierro gris
- Con condensador permanente

Se recomienda su adquisición en la firma “DIMOTEC S.A.”

W22 Monofásico - Con condensador permanente - 50 Hz

Potencia		Carcasa	Par nominal Tn (kgfm)	Corriente con rotor trabado Ii/In	Par con rotor trabado Tt/In	Par Máximo Tb/In	Momento de Inercia J (kgm ²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)	Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	RPM	% de la potencia nominal						Corriente nominal In (A)	
												Rendimiento			Factor de potencia			220 V	440 V
kW	HP											50	75	100	50	75	100		
II polos																			
0,18	0,25	63	0,064	4,0	0,7	2,0	0,0002	10	9,0	47	2750	50,0	57,0	63,0	0,86	0,92	0,94	1,45	0,725
0,25	0,33	63	0,087	3,8	0,8	2	0,0002	6	9,6	47	2795	48,0	55,0	62,0	0,77	0,84	0,88	2,10	1,05
0,37	0,5	71	0,129	3,9	0,8	2	0,0005	10	11,2	57	2800	60,0	66,0	70,0	0,90	0,95	0,99	2,40	1,20
0,55	0,75	71	0,190	4,5	0,7	1,6	0,0006	10	11,8	57	2820	63,0	70,0	73,0	0,98	0,99	0,99	3,46	1,73
1,1	1,5	80	0,372	7,3	0,5	1,7	0,0010	10	17,5	62	2880	62,0	68,0	70,0	0,97	0,98	0,99	7,22	3,61
1,5	2	90L	0,507	5,5	0,5	2,6	0,0028	10	28,0	66	2880	63,0	73,0	78,0	0,95	0,97	0,98	8,92	4,46
IV polos																			
0,12	0,16	63	0,084	2,8	0,6	1,5	0,0007	10	9,6	45	1385	47,0	50,0	54,0	0,80	0,86	0,90	1,12	0,560
0,18	0,25	63	0,131	3,0	0,6	1,5	0,0007	10	9,6	45	1335	54,0	60,0	62,0	0,81	0,87	0,92	1,50	0,750
0,25	0,33	71	0,184	2,5	0,5	1,8	0,0009	10	11,5	53	1320	44,0	53,0	60,0	0,70	0,74	0,82	2,31	1,16
0,37	0,5	71	0,277	2,3	0,8	1,6	0,0010	10	11,5	53	1300	45,0	53,5	55,0	0,80	0,87	0,92	3,20	1,60
0,55	0,75	80*	0,380	4,0	0,63	2	0,0029	10	17,0	53	1410	43,0	53,0	59,0	0,71	0,80	0,87	5,00	2,50
0,75	1	80	0,518	4,5	0,5	1,5	0,0032	10	17,5	53	1410	57,0	67,0	71,0	0,90	0,94	0,96	4,80	2,40

Tabla 5E - Captura de catálogo de motores eléctricos de WEG

2.3.8. Resistencia eléctrica de calefacción “E-PC-0008”

- Memorias de cálculo: C 3.2

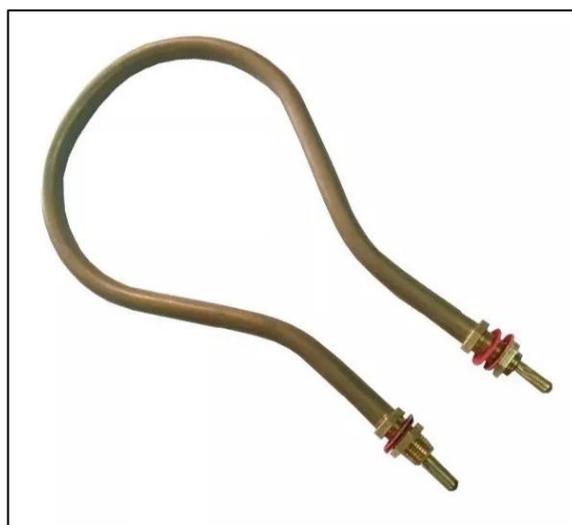


Imagen 17E - Resistencia eléctrica de bronce genérica para calefones eléctricos con forma omega

Imagen 17E. Para seleccionar la resistencia calefactora se contaba con dos opciones: fabricar una resistencia con materiales y potencia específica, o seleccionar una resistencia comercial genérica de la misma clase de las que utilizan los calefones eléctricos. La primera tiene como opción tiene como ventaja la certeza de más parámetros técnicos como son el rendimiento, los materiales, etc. La segunda opción tiene como ventaja la amplia disponibilidad en el mercado y la intercambiabilidad en caso de fallo, además de su reducido precio. Se decide optar por la segunda opción que posee las siguientes características:

- Marca: Genérica
- Modelo: NA7086
- Potencia: 1200W
- Tensión de alimentación: 220V
- Frecuencia: 50 Hz.

Estas resistencias traen, además, un sello que es comprimido por dos tuercas de forma que solamente será necesario realizarla al recipiente dos agujeros de tamaño reducido y no será necesario la adición de ningún sello.

2.3.9. Pantalla LCD “E-PC-0009”

- Hoja de datos: Anexo 2.3.8

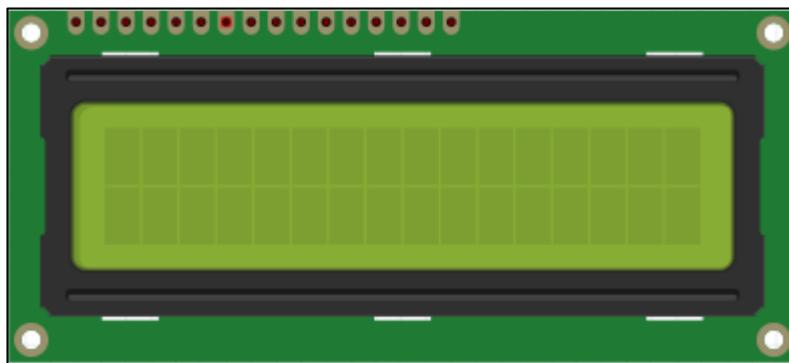


Imagen 18E - Pantalla LCD de 16x2 líneas

Imagen 18E. Para la interfaz de usuario se decidió utilizar una pantalla LCD de 2 líneas de 16 caracteres cada una, ya que se considera que será suficiente para mostrar los menús requeridos. Esta pantalla será controlada por el Arduino. Se recomienda su adquisición de la firma “Nubbeo”.

2.3.10. Pulsador de navegación con flecha “E-PC-0010”

- Hoja de datos: Anexo E 2.3.9



Imagen 19E - Pulsador rasante sin retención con flecha

Imagen 19E. La pantalla LCD se utilizará mediante dos pulsadores, uno para desplazarse en cada dirección. Las especificaciones son:

- Tipo y número de contactos: 1 NO
- Diámetro pulsador: 22mm

Se sugiere utilizar el pulsador rasante “Harmony XB4BA3351” de la firma “Schneider Electric”

2.3.11. Pulsador de confirmación de selección “E-PC-0011”

- Hoja de datos: Anexo E 2.3.10



Imagen 20E - Pulsador sin retención de confirmación de selección

Imagen 20E. Además de los dos pulsadores de navegación, también se contará con un pulsador de confirmación de selección en la pantalla LCD. Este botón será de color rojo y se encontrará entre medio de los dos de navegación. Los detalles son:

- Tipo y número de contactos: 1 NC
- Diámetro del pulsador: 22mm

Se sugiere utilizar el pulsador rasante “Harmony XB4BA42” de la firma “Schneider Electric”.

2.3.12. Interruptor de encendido y apagado con luz piloto “E-PC-0012”



Imagen 21E - Tecla ON/OFF de dos polos con luz testigo

Imagen 21E. Este interruptor será utilizado para encender y apagar el equipo, alimentando ambos circuitos de comando y de potencia. Las características son:

- Tensión máxima de conmutación: 250 V
- Corriente máxima de conmutación: 15 A
- Color de botón y luz: Rojo
- Número de polos: 2
- Medidas: 30,8x25,5x17cm

Se sugiere el modelo “IRS-201” de la marca firma “PINI”.

2.3.13. Alarma sonora “E-PC-0013”



Imagen 22E - Alarma sonora para alerta de fin de proceso

Imagen 22E. Este dispositivo cumplirá la función de alertar al operario cuando el proceso termine, en caso de que se encuentre alejado del recinto en donde esté instalada la máquina. Se encontrará accionada por el relé optoacoplado “E-PC-0014” y conectada a tensión de red, mediante una fuente que viene incluida. Irá montada detrás del soporte para el tablero. Sus características son:

- Tensión de alimentación: 220 Vca
- Potencia: 20W
- Nivel de sonido: 150 dB

Se recomienda su adquisición en la firma “Productos Integra”.

2.4. Accesorios

➤ Anexo E 2.4

ÍTEM	CÓDIGO	ACCESORIO	DESCRIPCIÓN	CÓD. MODELO FABRICANTE	CANT.
1	E-AA-0001	Borneras de paso	Bornera de paso tipo tornillo Fijación sobre riel DIN 35 mm Sección 2,5 mm ² Gris Ral. 7035 10 unidades	BPN – 2,5mm ² Zoloda	2
2	E-AA-0002	Tapa bornera	2,2 mm de ancho 10 unidades	D-BPN-2.5/10 Zoloda	1
3	E-AA-0003	Perfil DIN 35 x 7.2mm	Riel perforado - 1 metro	NS-35/7,5 PERF 1000MM Phoenix Contact	1
4	E-AA-0004	Puntera de cobre hueca	Puntera tubular 1,5mm ² x 100 unidades	AI 1.5 - 8 BK Phoenix Contact	1
5	E-AA-0005	Puntera de cobre hueca	Puntera tubular 1,5mm ² x 100 unidades	AI 2.5 – 8 BK Phoenix Contact	1
6	E-AA-0006	Cable canal	Cable canal ranurado 30x30 2 metros	CKN-030-30 Zoloda	1
7	E-AA-0007	Prensa cables	Prensacable nylon ½" Gris	HP 11 Conextube	2
8	E-AA-0008	Precintos	Precintos 200/2.5mm X100 unidades	T18L NEG Hellerman	1
9	E-AA-0009	Cable de alimentación	Tripolar cobre 2.5mm ² negro por metro	Rentenax Valio 3x2.5mm ² Prysmian	5
10	E-AA-0010	Cables de conexión interna	1.5mm ² - Celeste-Rojo-Negro-Marron-Verde Amarillo	Superastic Jet Pirelli Prysmian	10
11	E-AA-0014	Caja estanca	Caja paso estanca 285x300x109 blanca IP65	PR1009/109 ROKER	1
12	E-AA-0017	Tubo rígido	Caño semipesado plástico ¾" por metro	TR0020 Tubelectric	1
13	E-AA-0011	Conector macho para pared	Ficha bipolar 10 A con tierra - blanca	KL44211 Kalop	1
14	E-AA-0012	Conector hembra 2 patas redonda para	Ficha contacto de hierro para calefón – negro	02.02.03.01 Indelplas	1

		resistencia			
15	E-AA-0018	Conector jack macho 5.5mm	Ficha macho para alimentación Arduino – 5,5mm	-	1
16	E-AA-0019	Bornera 2 polos p/ placa	Bornera azul – tornillo – 2 pines	-	5
17	E-AA-0020	Bornera 3 polos p/ placa	Bornera azul – tornillo – 3 pines	-	1
18	E-AA-0021	Bornera 6 polos p/ placa	Bornera azul – tornillo – 6 pines	-	1
19	E-AA-0022	Tira de pines hembra x40	40 pines hembra – 1 fila c/ paso 0.1” – largo total 21mm	-	1
20	E-AA-0023	Tira de pines macho x40	40 pines machos 1 fila c/ paso 0.1” – largo total 21mm	-	2
21	E-AA-0025	Placa de cobre doble faz	10x10cm	-	1

Tabla 6E- Listado de accesorios eléctricos

3. Elementos estructurales

3.1. Chasis

3.1.1. Mesa soporte de artefactos

- Planos relacionados: 1811C-PS-0002
- Anexo E 2.5.1



Imagen 23E

Imagen 23E. Se diseña una mesa para sostener el recipiente de agua y el motor de agitación. Dicha mesa fue fabricada con tubos estructurales de acero inoxidable AISI 304 L de dimensiones comerciales 40x40x1,6 mm (alto x ancho x espesor) cuyo proveedor se recomienda la firma “Famiq”.

Se detallan los materiales en la *Tabla 7E*:

Código	Longitud (mm)	Cantidad	Detalle de extremos
S-CC-0001	597	2	Corte a 45°
S-CC-0002	382	2	Corte a 45°
S-CC-0003	525	2	Corte recto
S-CC-0004	310	2	Corte recto
S-CC-0005	980	4	Corte recto

Tabla 7E

Cabe destacar que los únicos cortes que tendrán un extremo al descubierto serán los de la pieza "S-CC-0005", correspondientes a las patas, y se soluciona colocando una chapa soldada que hará las veces de tapa. Es necesario, además, soldar una tuerca que viene incluida en la compra de la pata niveladora y que sirve para roscar la misma.

3.1.2. Soporte para motor "S-RR-0006"

- Planos relacionados: 1811C-PS-0006
- Anexos E 2.5.2 y E 2.5.6

Imagen 24E. Unirá estructuralmente el motor eléctrico al equipo. Se fábrica de acero inoxidable AISI 304L cuyo proveedor se recomienda a "Famiq". Posee un pequeño pliegue para aumentar su resistencia.

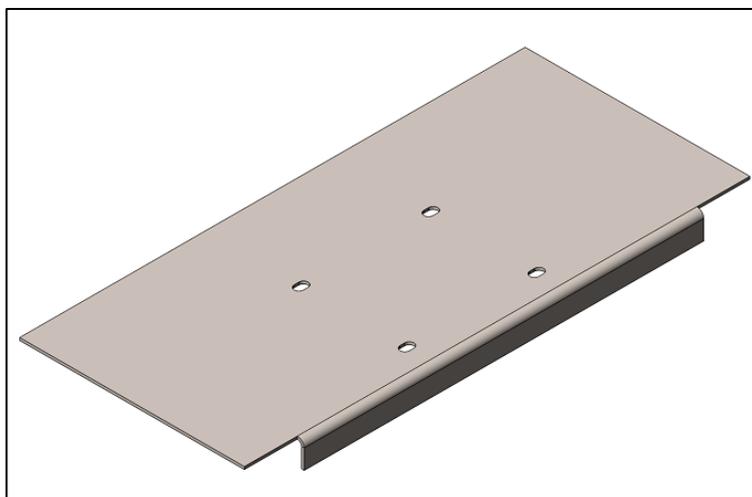


Imagen 24E

3.2. Recipiente

Imagen 25E. Se diseña un recipiente para contener el agua y las botellas de calostro. Consta de dos partes principales que son el recipiente propiamente dicho y su tapa. Ambos contienen aislación y se encuentran conectados mediante una bisagra, cuyo proveedor se recomienda la firma "Famiq".



Imagen 25E

A continuación, se detallará cada parte.

3.2.1. Recipiente de agua "S-RR-0001"

- Plano relacionado: 1811C-PS-0007
- Anexos E 2.5.2

Imagen 26E. Se realiza un corte y cilindrado soldándole al mismo una tapa inferior que conforma así el recipiente. A éste se suelda el soporte para el tablero eléctrico en su exterior, y en el interior se suelda un pequeño ángulo que soporta el sensor de nivel superior.



Imagen 26E

Se fabricará de acero inoxidable AISI 304 L y poseerá un espesor de 2 mm.

- Material: chapa de acero inoxidable AISI 304L
- Espesor: 2mm
- Diámetro externo: 350mm
- Alto: 500mm

El recipiente se encontrará soldado a una mesa que soporta su peso. Además, se realizarán agujeros para el pasaje de cables de potencia y datos (sensores), para el ingreso del eje de agitación y, por último, en la parte inferior, para la conexión con las electroválvulas de llenado y vaciado.

3.2.2. Tapa del recipiente de agua "S-RR-0002"

- Plano relacionado: "1811C-PS-0008"
- Anexos E 2.5.2 y E 2.5.5

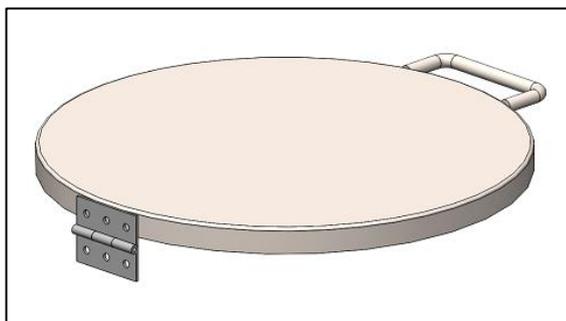


Imagen 27E

Imagen 27E. Fabricada del mismo material que el recipiente, es decir con chapa de acero inoxidable AISI 304 L cuyo proveedor se recomienda la firma "famiq". Sus dimensiones son:

- Diámetro: 354 mm
- Alto: 20 mm
- Espesor: 2 mm

3.2.3. Soporte de tablero eléctrico "S-RR-0003"

- Plano relacionado: "1811C-PS-0004"
- Anexo E 2.5.2

Imagen 28E. Será un plegado donde se atornillará el tablero eléctrico. Será fabricado de acero inoxidable AISI 304 L y poseerá un espesor de 2mm. La sujeción del soporte al recipiente se hará mediante soldadura. Se recomienda la firma "Famiq" como proveedor.

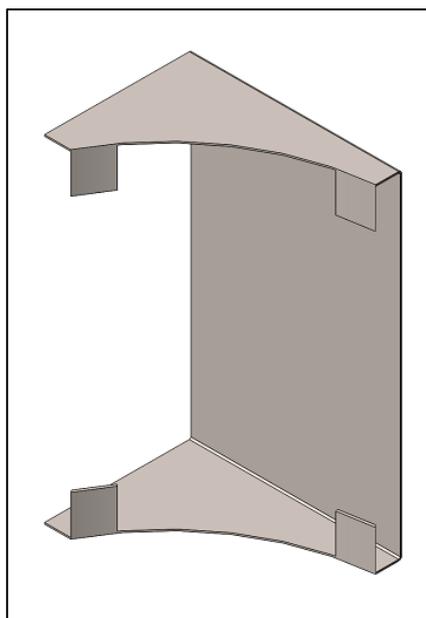


Imagen 28E

3.2.4. Aislante del recipiente de agua y aislante de la tapa del recipiente de agua "S-RR-0004"

- Anexo E 2.5.8

Imágenes 29E y 30E. Las partes aisladas serán la tapa del recipiente de agua y sus paredes.

Se seleccionó el aislante Armaflex debido a que soporta las temperaturas que poseerá el equipo y proporciona a su vez terminación superficial, evitando la necesidad de tener que cubrir el aislante con chapa, como es necesario con otros aislantes.

- Marca: Armacell
- Modelo: Armaflex plancha
- Espesor: 13mm
- Proveedor: Totaline Argentina
- Código proveedor: AF-13mm
- Coeficiente de conductividad térmica K: 0.036 W/(mK) a 10°C.

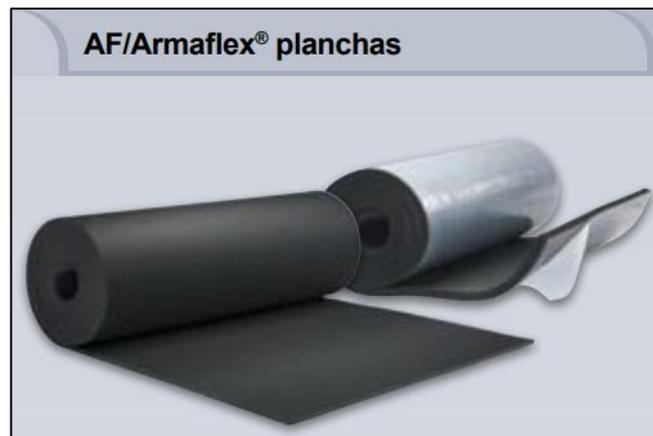


Imagen 29E

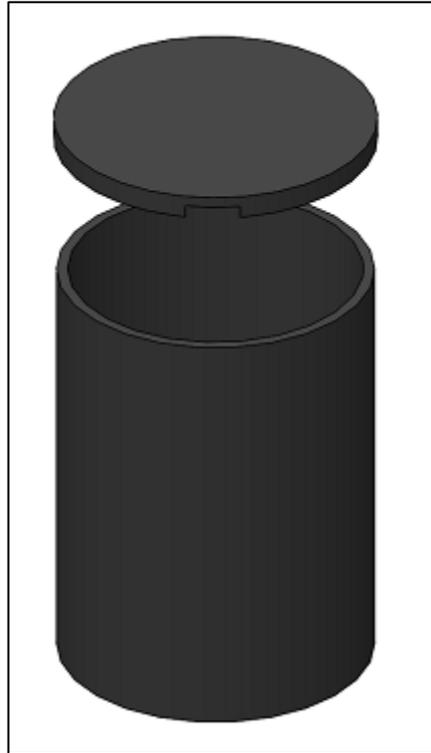


Imagen 30E - Recipiente aislado con Armaflex®

3.2.5. Sello del eje del agitador “S-RR-0005”

- Anexo E 2.5.7

Imagen 31E. El eje del agitador estará sumergido en agua, por lo tanto, se selecciona un sello para agua tipo reten con las siguientes características:

- Marca: DBH
- Código fabricante: 8883
- Compuesto: Nitrilo
- Diámetro interno: 10 mm
- Diámetro externo: 16 mm
- Espesor: 4 mm
- Proveedor: RS I. S.A.
- Código proveedor: 5278



Imagen 31E

3.3. Sistema de agitación

- Planos relacionados: 1811C-PM-0004

Imagen 32E. Se encargará de homogeneizar la temperatura del agua. Se muestran los detalles de las piezas de agitación. Para más detalles referirse a los planos correspondientes.

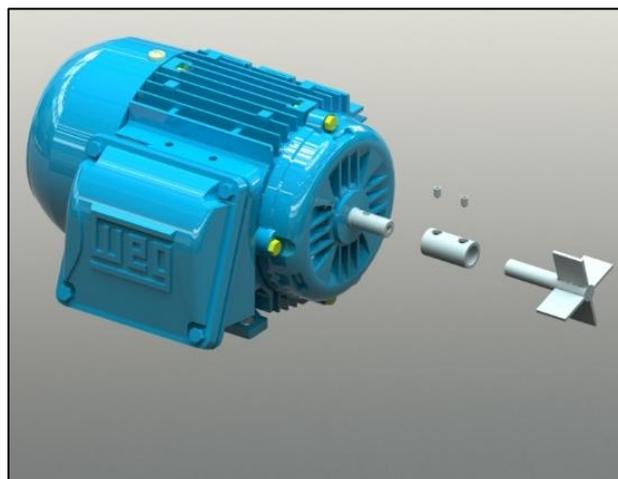


Imagen 32E - Sistema de agitación

3.3.1. Acoplamiento para eje de agitación “S-AG-0001”

Imagen 33E. Para la transmisión de potencia mecánica del motor a la turbina se requiere un acoplamiento. Se selecciona para esto un acoplamiento con las siguientes características:

- Tipo: Acoplamiento flexible
- Material: Aluminio.
- Diámetro interno: 10mm
- Diámetro externo: 19mm
- Largo: 25mm.
- Proveedor: RoboticsBay Argentina
- Código proveedor: 1010

*Imagen 33E*

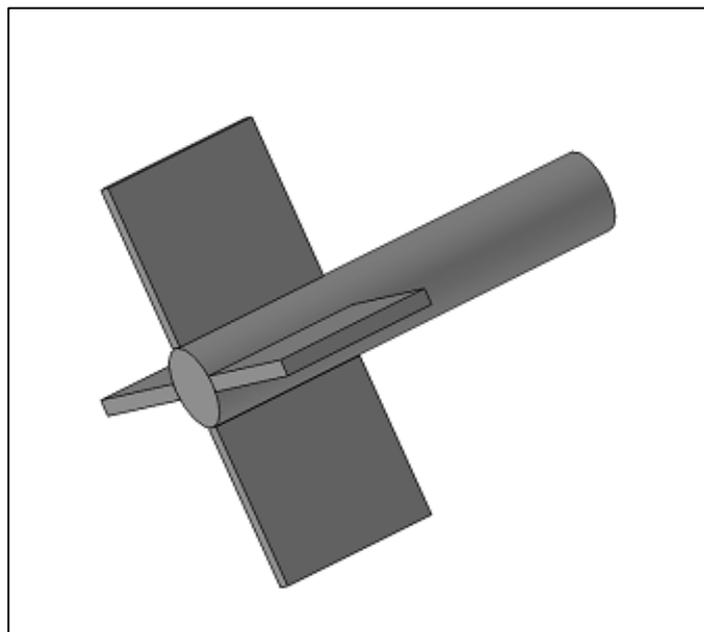
3.3.2. Turbina de agitación "S-AG-0002"

- Planos relacionados: 1811C-PE-0001
- Anexos E 2.5.2 y E 2.5.3
- Memorias de cálculo: C 2.15

Imagen 34E. Se diseña una turbina de acero inoxidable AISI 304L con un eje macizo y 4 aletas planas. Los materiales se recomiendan de la firma "Famiq".

Se detallan dimensiones, Para detalles constructivos referirse a los planos relacionados.

- Largo de paletas l: 20mm
- Diámetro total D: 50mm
- Diámetro de eje d: 10mm
- Largo de eje L: 55mm

*Imagen 34E*

3.4. Accesorios

3.4.1. Soporte de botellas "S-AA-0001"

- Planos relacionados: 1811C-PE-0005
- Anexos E 2.5.4 y E 2.5.3

Imagen 35E. El diseño consiste en una manija y cuerpo central de acero inoxidable macizo (diámetro 10mm) al cual se suelda una cruz fabricada con planchuelas de 1x1/8". A altura especificada en planos constructivos se sueldan 4 sujetadores de botella que consisten en planchuelas cilindradas de 1x1/8". Todos los materiales se recomiendan conseguir del proveedor "Famiq".

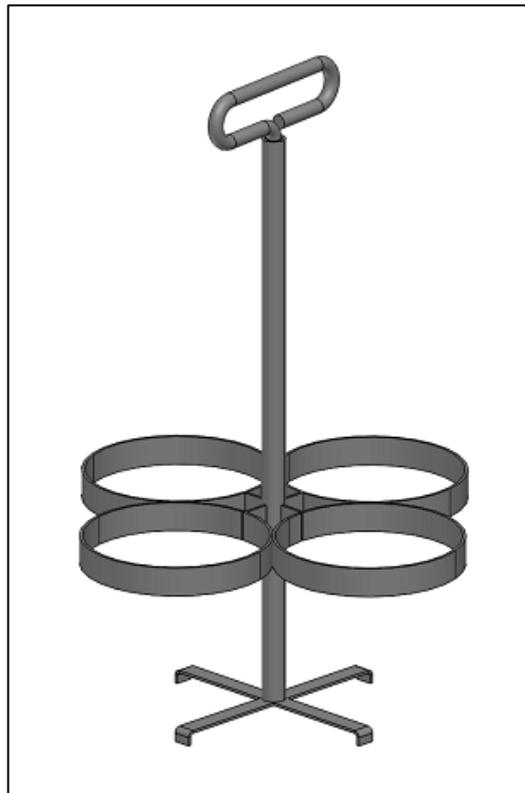


Imagen 35E

3.4.2. Botellas de calostro "S-AA-0002"

Imagen 36E. Se selecciona un proveedor nacional para la botella de calostro. Se detallan las especificaciones:

- Fabricante: Amoplast S.A.
- Código fabricante: AG-2000/46
- Material: Polietileno de alta densidad
- Cierre de tapa: a rosca con precinto de seguridad
- Dimensiones:
 - ❖ Diámetro de cuerpo: 120mm
 - ❖ Diámetro de tapa: 38mm
 - ❖ Altura total: 276mm

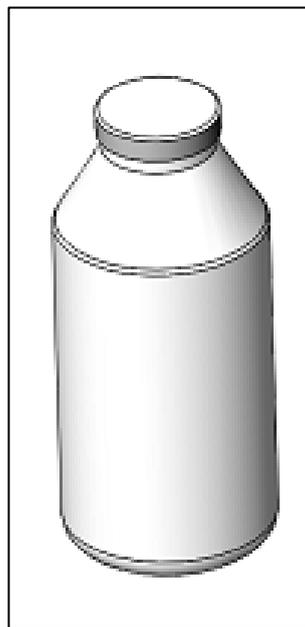


Imagen 36E

3.4.3. Nivelador de patas "S-AA-0003"

- Enlace relacionado: <http://www.herrajessanmartin.com/tienda/herrajes-para-muebles/sistemas-de-union/patines-y-regatones/patin-de-acero-inoxidable-rosca-516>



Imagen 37E

Imagen 37E. Se seleccionan 4 patas niveladoras para la estructura de soporte de fabricante nacional, en acero inoxidable. Poseen las siguientes especificaciones:

- Regatón, patín de movimiento universal.
- Material: acero inoxidable
- Diámetro 30mm Largo total 38 mm
- Con rosca 5/16 x 18 HPP
- Proveedor: Herrajes San Martín
- Código proveedor: OLI81 P

3.4.4. Tetina “S-AA-0004”

- Enlace relacionado: <https://cercosmandinga.com.ar/product/tetinas-peach-teats/>

Imagen 38E. Se selecciona una tetina para colocar en la tapa de cada botella. La misma tiene dos formas de anclar a la tapa: mediante presión (se encaja en una ranura) o bien, mediante una rosca. Se optará por la primera opción. A continuación, se muestran algunos detalles:

- Marca: *Peach Teats®*
- Origen: Nueva Zelanda
- Importador: VALLS S.A.
- Código importador: 5454635
- Diámetro de ranura: 20mm
- Diámetro de tronco: 25mm
- Diámetro superior: 18mm
- Largo: 100mm

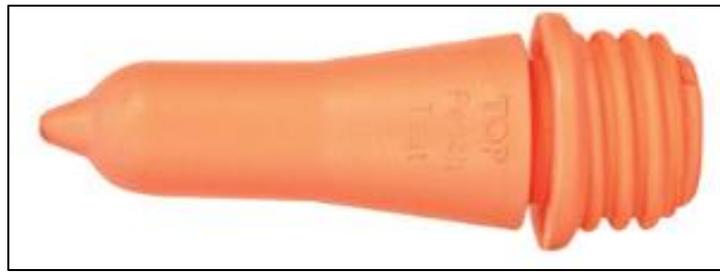


Imagen 38E

3.4.5. Rejilla de seguridad "S-AA-0005"

- Planos relacionados: 1811C-PS-0003
- Anexo E 2.5.4

Imagen 39E. La rejilla de seguridad se fabrica con planchuela de acero inoxidable AISI 304L con medidas de 1"x1/8". Las dimensiones se expresan en su plano y se recomienda el material del proveedor "Famiq"

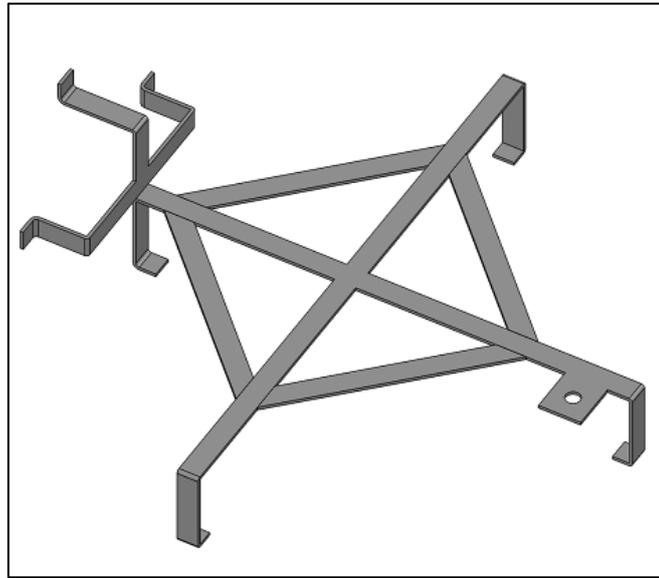


Imagen 39E

4. Listado de materiales y presupuesto

Se presenta en este apartado el listado de materiales y el costo unitario, así como los costos de ensamblaje, mano de obra e ingeniería. De la misma forma que se organizó este capítulo, se separará el presupuesto en costo de materiales mecánicos y estructurales, costo de materiales eléctricos y electrónicos y, por último, costo de mano de obra e ingeniería. Todos los precios se obtuvieron de proveedores y se tuvo en cuenta el costo del envío. En el precio de los ítems del presupuesto mecánico, el costo de cada uno se calculó como el costo del material más el de la mano de obra necesaria para su fabricación, en caso de ser necesaria. Los insumos que se encontraban en dólares se convirtieron a pesos argentinos al tipo de cambio del Banco Nación del día 29/01/20, que es \$63.

4.1. Presupuesto eléctrico y electrónico

Cant.	Nombre de pieza	Código	Precio p/u (AR\$)	Precio total
2	Sensor de temperatura DS18B20	E-SE-0001	220	440
2	Sensor de nivel flotante	E-SE-0002	610	1220
1	Arduino Mega 2560 Rev 3	E-AD-0001	952	952
2	Válvula solenoide FPD-270A03	E-PC-0001	1583	3166
1	Módulo de 4 relés	E-PC-0002	422	422
1	Módulo de relé simple	E-PC-0014	140	140
1	Fuente de alimentación con salida de 5 y 12 Vcc – Adichip Cod: MLA775194269	E-PC-0003	720	720
1	Contactador para motor de agitación Sassin 3SC8-H20	E-PC-0004	1900	1900
1	Interruptor termomagnético de comando Sica 763206	E-PC-0005	500	500
1	Interruptor termomagnético de potencia Sica 763210	E-PC-0006	400	400
1	Motor eléctrico de agitación WEG W22 IE1 0.18kW 4P 1F 220V 50 Hz IC411 - TEFC - B3T	E-PC-0007	8500	8500
1	Resistencia eléctrica de calefacción NA7086	E-PC-0008	250	250
1	Pantalla LCD 1602	E-PC-0009	250	250
2	Pulsador navegación Schneider Harmony XB4BA3351	E-PC-0010	300	600
1	Pulsador confirmación Schneider Harmony XB4BA42	E-PC-0011	300	300
1	Interruptor encendido/apagado PINI IRS-201	E-PC-0012	130	130

1	Alarma sonora	E-PC-0013	500	500
2	Bornera de paso tipo tornillo con fijación sobre riel DIN 35 mm Sección 2,5 mm ² Gris Ral. 7035 10 unidades BPN – 2,5mm ² Zoloda	E-AA-0001	394	788
1	Tapa bornera 2,2 mm de ancho 10 unidades D-BPN-2.5/10 Zoloda	E-AA-0002	160	160
1	Perfil DIN perforado - 1 metro NS-35/7,5 PERF 1000MM Phoenix Contact	E-AA-0003	455	455
1	Puntera de cobre tubular 1,5mm ² x 100 unidades AI 1.5 - 8 BK Phoenix Contact	E-AA-0004	304	304
1	Puntera de cobre tubular 1,5mm ² x 100 unidades AI 2.5 – 8 BK Phoenix Contact	E-AA-0005	304	304
1	Cable canal ranurado 30x30 2 metros CKN-030-30 Zoloda	E-AA-0006	314	314
2	Prensa cables nylon ½” Gris HP 11 Conextube	E-AA-0007	30	60
1	Precintos 200/2.5mm X100 unidades T18L NEG Hellerman	E-AA-0008	200	200
5	Cable de alimentación tripolar cobre 2.5mm ² negro por metro Rentenax Valio 3x2.5mm ² Prysmian	E-AA-0009	120	600
10	Cables de conexión interna 1.5mm ² - Celeste-Rojo-Negro-Marron-Verde Amarillo Superastic Jet Pirelli Prysmian	E-AA-0010	24	240
1	Caja de paso estanca 285x300x109 blanca IP65 PR1009/109 ROKER	E-AA-0014	1554	1554
1	Caño semipesado plástico ¾” por metro TR0020 Tubelectric	E-AA-0017	120	120
1	Ficha bipolar 10 A con tierra - color blanco KL44211 Kalop	E-AA-0011	75	75
1	Ficha contacto de hierro para calefón – negro 02.02.03.01 Indelplas	E-AA-0012	60	60
1	Conector jack macho 5.5mm para alimentación Arduino – 5,5mm -	E-AA-0018	120	120
5	Bornera azul – tornillo – 2 pines -	E-AA-0019	40	200
1	Bornera azul – tornillo – 3 pines -	E-AA-0020	40	40
1	Bornera azul – tornillo – 6 pines -	E-AA-0021	60	60
1	Tira de pines hembra x40 – 1 fila c/ paso 0.1” – largo total 21mm -	E-AA-0022	40	40
2	Tira de pines macho x40 - 1 fila c/ paso 0.1” – largo total 21mm -	E-AA-0023	50	100
1	Placa de cobre doble faz 10x10cm -	E-AA-0025	100	100
Presupuesto eléctrico y electrónico total				25984

4.2. Presupuesto mecánico y estructural

Cant.	Nombre de pieza	Código	Precio p/u (AR\$)	Precio total
2	Soporte de botellas	S-AA-0001	2400	4800
12	Botella de calostro	S-AA-0002	70	840
4	Nivelador de patas	S-AA-0003	150	600
12	Tetina	S-AA-0004	600	7200
1	Rejilla de seguridad	S-AA-0005	2600	2600
4	Tuerca M10x2.0	S-AA-0006	15	60
4	Tornillo M6x2.0	S-AA-0007	31.40	125.5
4	Tuerca M6x2.0	S-AA-0008	15	60
1	Acoplamiento flexible	S-AG-0001	300	300
1	Turbina de agitación	S-AG-0002	700	700
2	Tubo rectangular 40x40x1.6 mm L:597mm Material: AISI 304L	S-CC-0001	6m - \$4774 3m - \$2387	7161
2	Tubo rectangular 40x40x1.6 mm L:382mm Material: AISI 304L	S-CC-0002		
2	Tubo rectangular 40x40x1.6 mm L:525mm Material: AISI 304L	S-CC-0003		
2	Tubo rectangular 40x40x1.6 mm L:310mm Material: AISI 304L	S-CC-0004		
4	Tubo rectangular 40x40x1.6 mm L:980mm Material: AISI 304L	S-CC-0005		
1	Ensamblaje de la mesa	-	-	4500
1	Soporte de motor	S-CC-0006	1619 2119	1619 2119
1	Recipiente de agua	S-RR-0001	7005	7005
1	Tapa de recipiente de agua	S-RR-0002	1871	1871
1	Soporte de tablero eléctrico	S-RR-0003	1619 2419	1619 2419
1	Aislante x 1 m ²	S-RR-0004	1200	1200
1	Sello del eje de motor de agitación	S-RR-0005	200	200
Presupuesto mecánico y estructural total				43760

4.3. Presupuesto total

Teniendo en cuenta la cantidad de horas utilizadas para el cálculo y diseño de este proyecto, el precio actualizado de la hora de ingeniería (\$600) y la cantidad de equipos a vender para amortizar de la ingeniería, se obtiene la componente "Ingeniería" del costo total. El número de equipos a vender se fija en 15.

Descripción	Precio	
Elementos mecánicos y estructurales	\$	43.760
Elementos eléctricos y electrónicos	\$	25.984
Mano de obra de ensamblaje e instalación eléctrica	\$	7.000
Ingeniería	\$	21.120
Total	\$	97.864
Tipo de cambio oficial USD (29/01/20)	\$	63,00
Total USD	US\$	1553,39

Tabla 8E - Presupuesto total del equipo

5. Planos de montaje, mecánicos y eléctricos

PLANOS DE MONTAJE

8

7

6

5

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

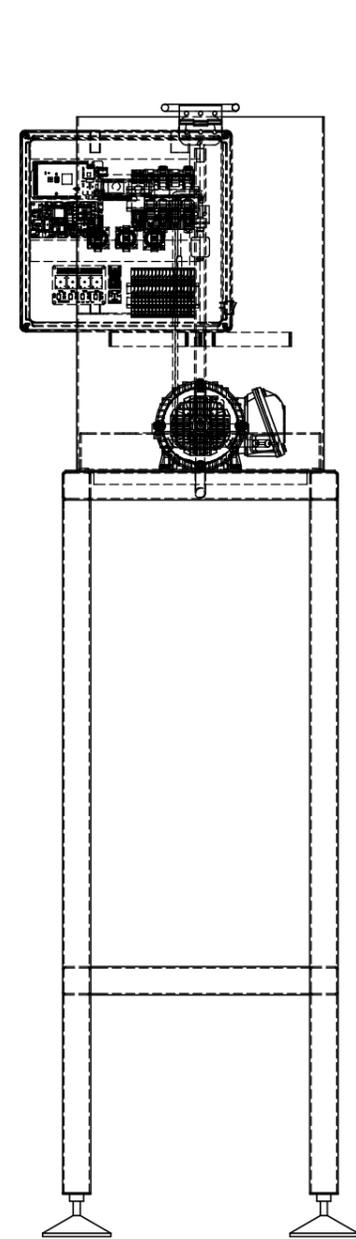
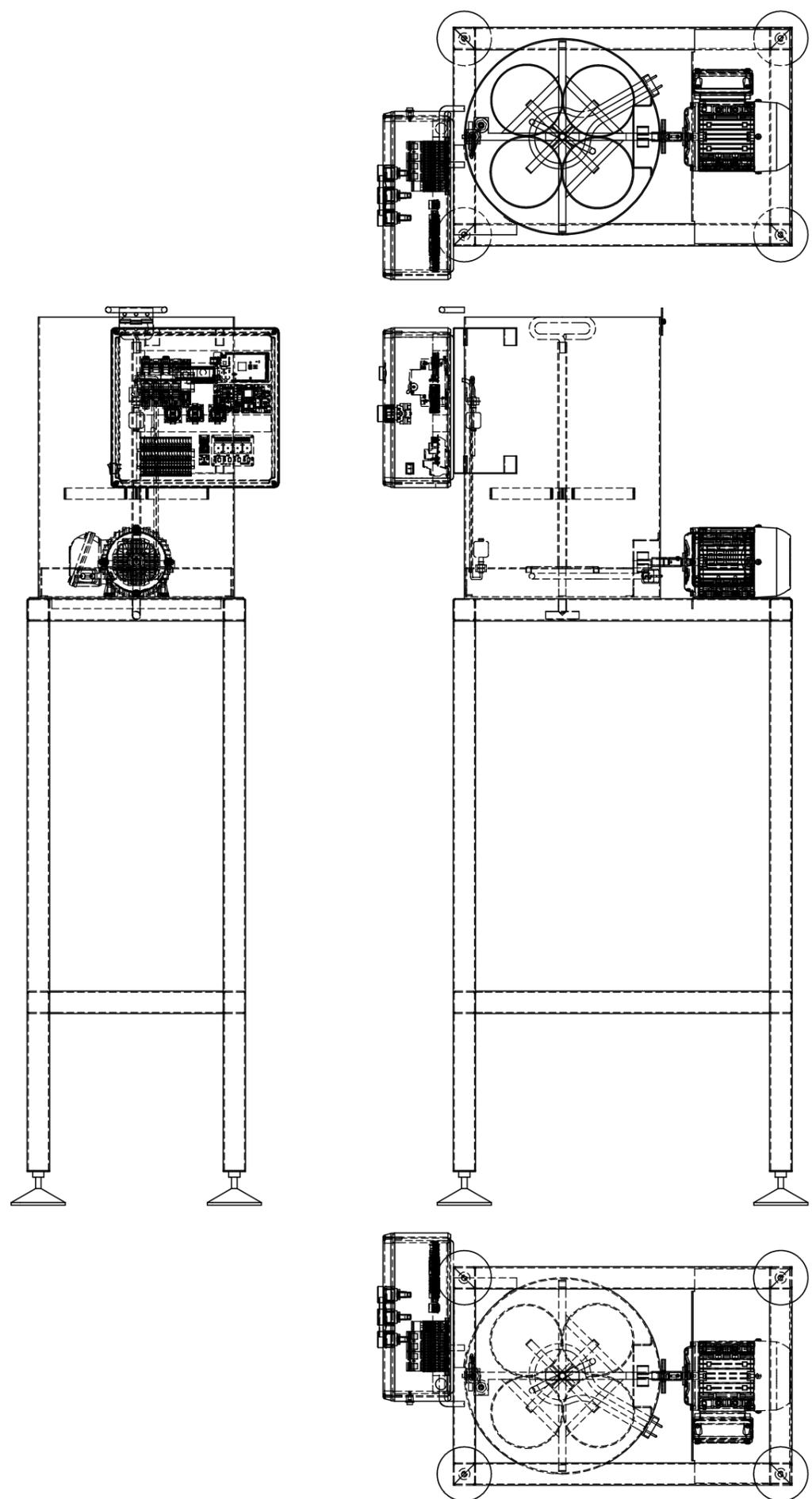
C

B

B

A

A



MATERIAL: ACERO INOX.		CANT: 1		 Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
SECCION: MONTAJE		PIEZA: 1811C-PM-0001			
	FECHA	NOMBRE	DOCENTES: PUENTE, GUSTAVO DE CARLI, ANIBAL		
	DIBUJÓ:	28/11/2019			EGEL, M.
	REVISÓ:	28/11/2019			LONDRA, L
APROBÓ:	28/11/2019				
				VISTA GENERAL INTERIOR PROYECTO FINAL DE CARRERA ESCALA: 1:10	

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

5

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

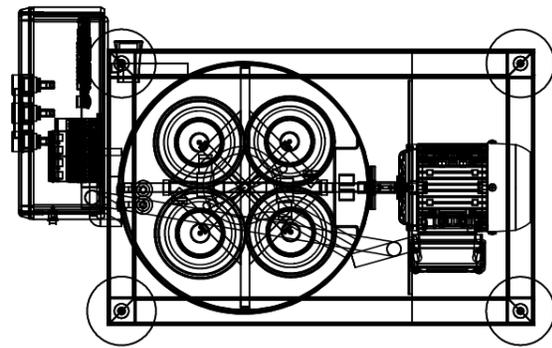
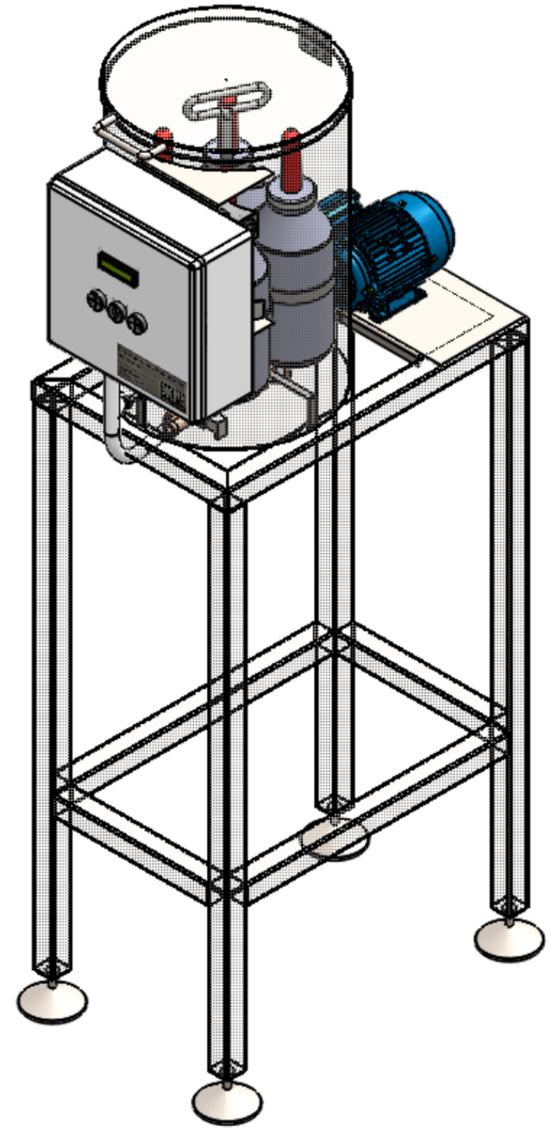
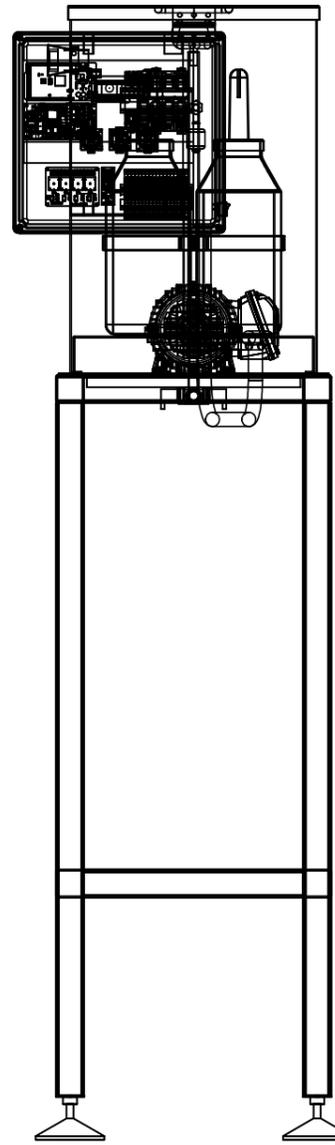
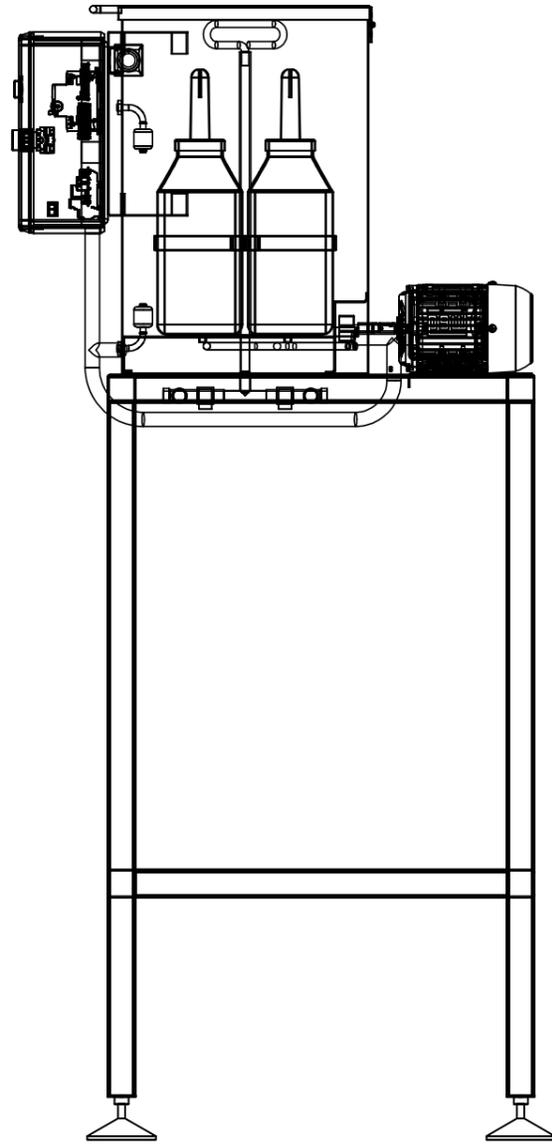
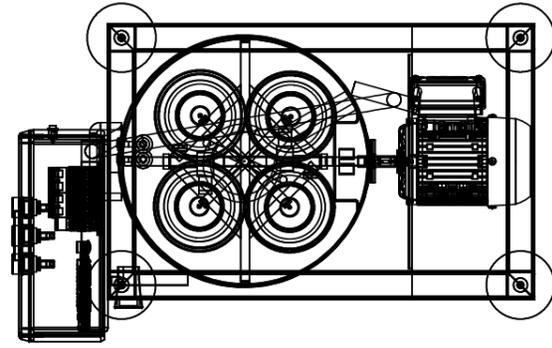
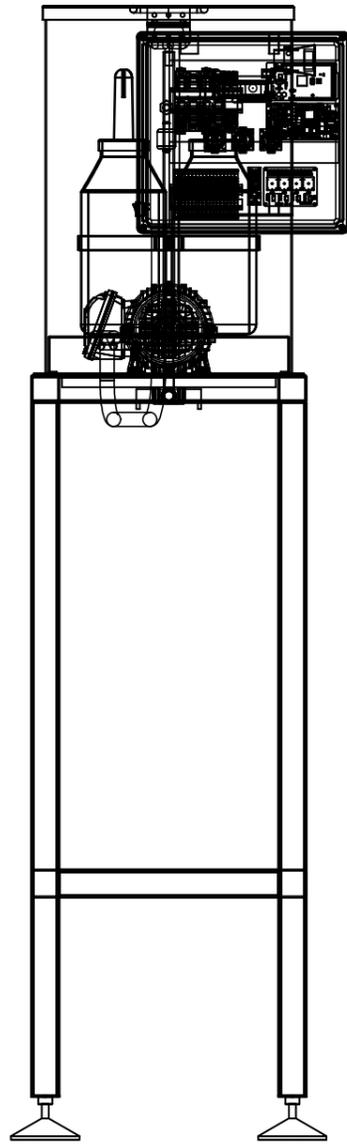
C

B

B

A

A



MATERIAL: VARIOS		CANT: 1		VISTAS GENERALES INTERIORES		
SECCION: MONTAJE		PLANO: 1811C-PM-002				
	FECHA	NOMBRE		DOCENTES:		
	DIBUJÓ:	28/11/2019	EGEL, M.		PUENTE, GUSTAVO DE CARLI, ANIBAL	
	REVISÓ:	28/11/2019	LONDRA, L.		PROYECTO FINAL DE CARRERA	
APROBÓ:	28/11/2019			ESCALA:	1:10	

8

7

6

5

4

3

2

1

8

7

6

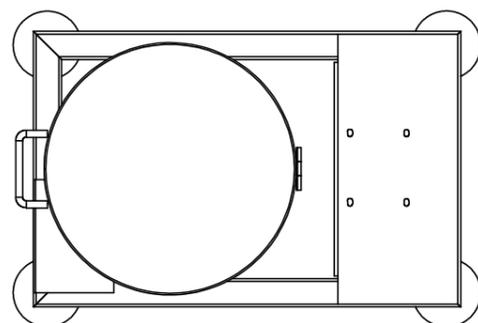
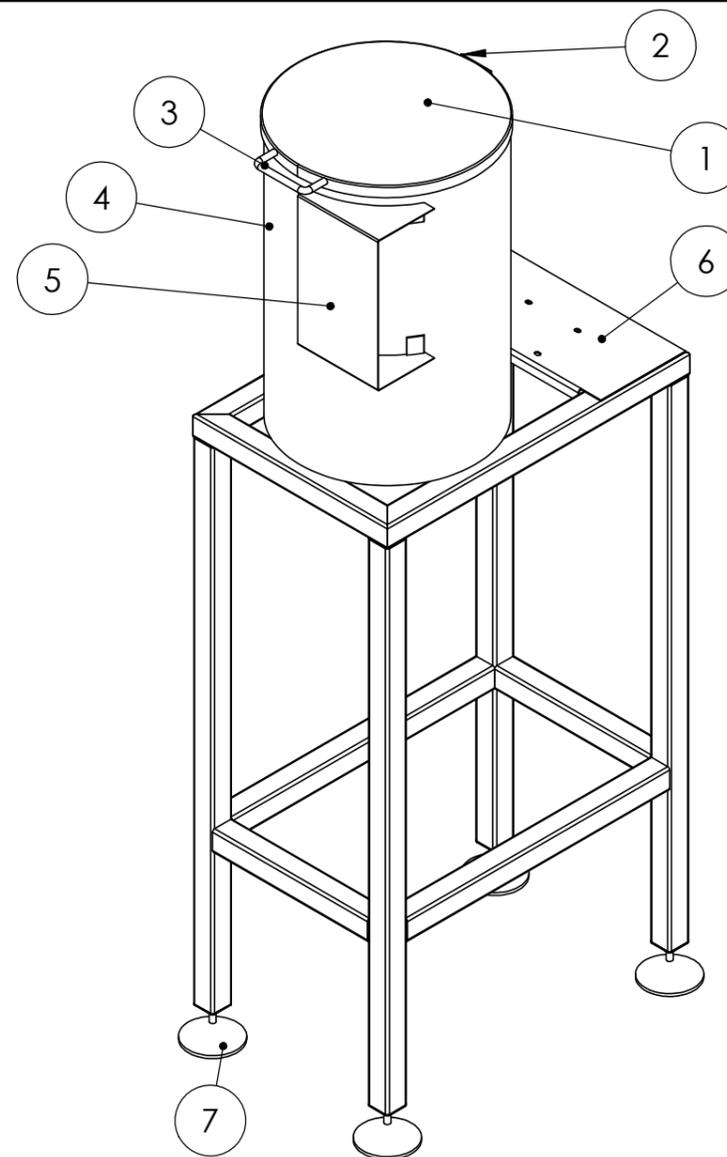
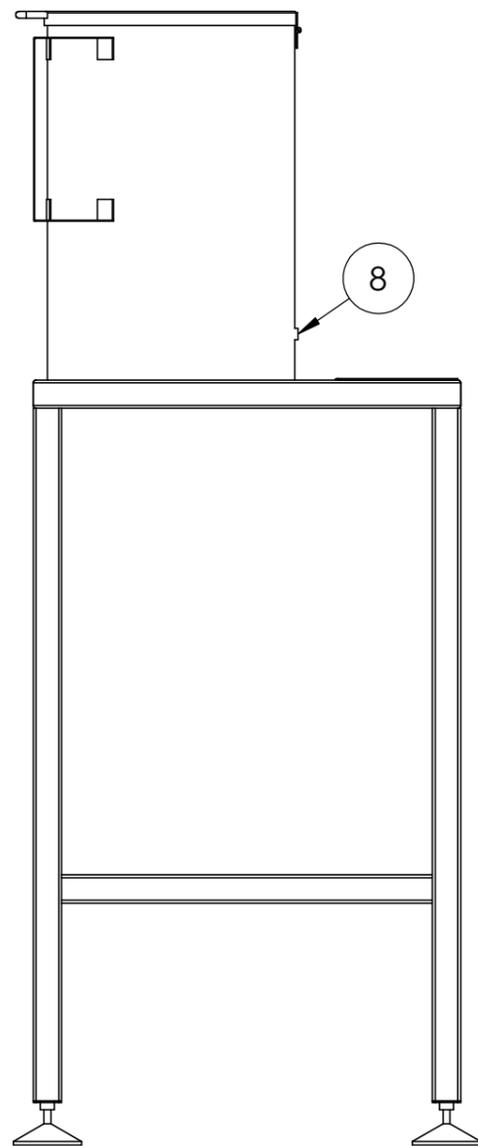
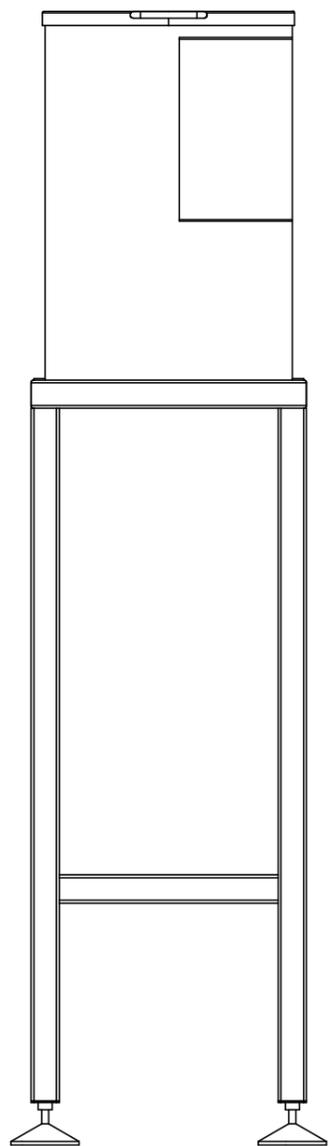
5

4

3

2

1



N° de elemento	Código	Detalle	Cantidad
1	S-RR-0002	tapa de recipiente	1
2	S-RR-0003	bisagra	1
3	S-RR-0005	manija de recipiente	1
4	S-RR-0001	recipiente de agua	1
5	S-RR-0006	soporte de tablero elec.	1
6	S-CC-0006	soporte de motor	1
7	S-RR-0007	patas niveladoras	4
8	S-RR-0009	porta buje para agitador	1

MATERIAL: ACERO INOX.

CANT: 1

Estructura metálica

SECCION: ESTRUCTURA

PLANO: 1811C-PM-0003

DOCENTES:

PUENTE, GUSTAVO
DE CARLI, ANIBAL

	FECHA	NOMBRE
DIBUJÓ:	28/11/2019	EGEL, M.
REVISÓ:	28/11/2019	LONDRA, L.
APROBÓ:	28/11/2019	

PROYECTO FINAL DE CARRERA

ESCALA: 1:5



8

7

6

5

4

3

2

1

A

A

B

B

C

C

D

D

E

E

F

F

8

7

6

5

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

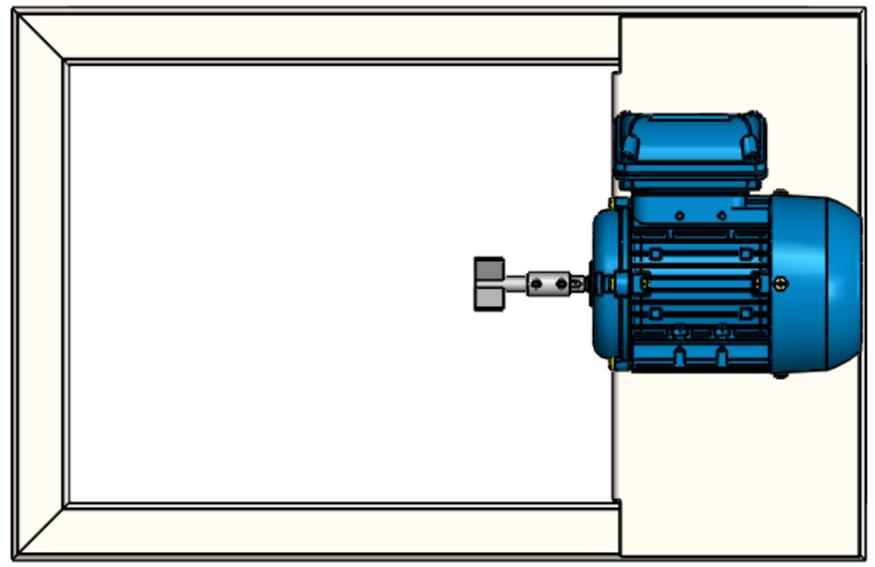
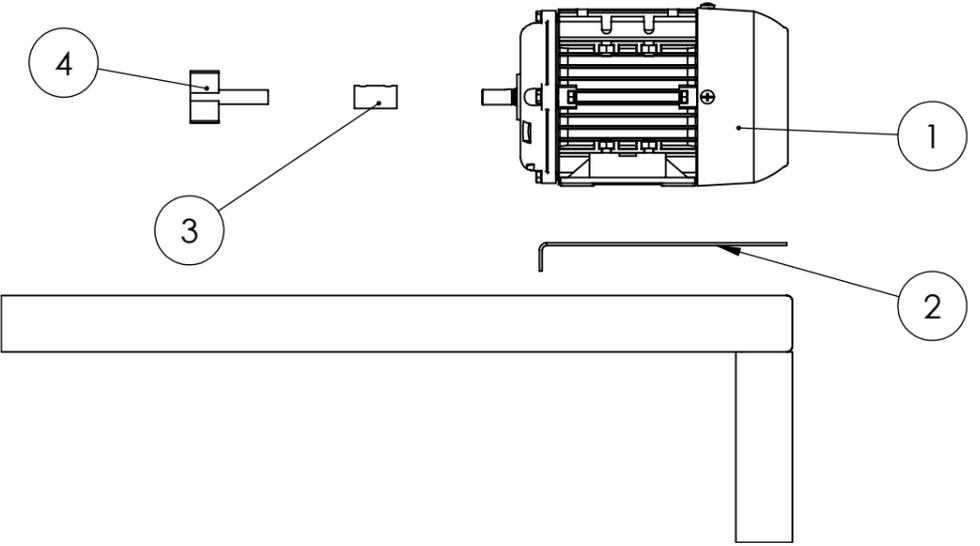
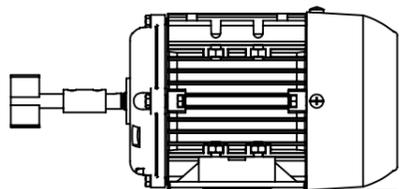
C

B

B

A

A



N° elemento	código	detalle	cantidad
1	E-PC-0007	motor de agitación	1
2	S-CC-0006	soporte para motor	1
3	S-AG-0001	acoplamiento	1
4	S-AG-0002	agitador	1

MATERIAL: ACERO INOX.

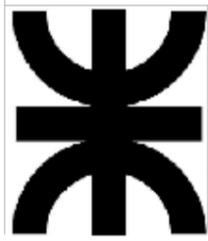
CANT: 1

SECCION: MONTAJE

PIEZA: 1811C-PM-0004



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Concepción del Uruguay



	FECHA	NOMBRE
DIBUJÓ:	28/11/2019	EGEL, M.
REVISÓ:	28/11/2019	LONDRA, L
APROBÓ:	28/11/2019	

DOCENTES:
PUENTE, GUSTAVO
DE CARLI, ANIBAL

Montaje de agitador

PROYECTO FINAL DE CARRERA

ESCALA: 1:5



8

7

6

5

4

3

2

1

PLANOS ESTRUCTURALES

4 3 2 1

F

F

E

E

D

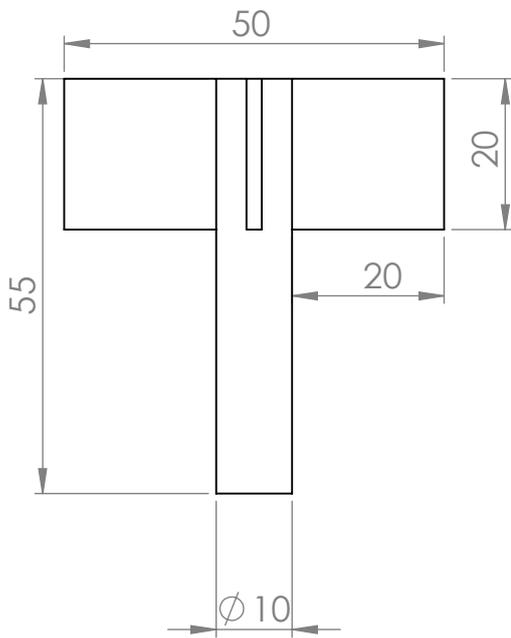
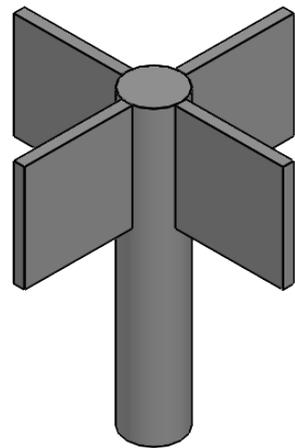
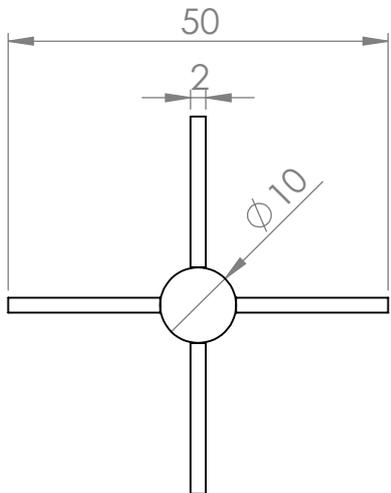
D

C

C

B

B



MATERIAL: ACERO INOX.

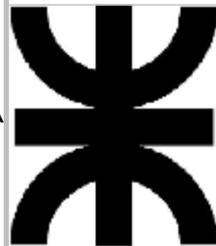
CANT: 1

SECCION: ESTRUCTURA

PIEZA: S-CC-001



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Concepción del Uruguay



A

A

	FECHA	NOMBRE
DIBUJÓ:	28/11/2019	EGEL, M.
REVISÓ:	28/11/2019	LONDRA, L
APROBÓ:	28/11/2019	

DOCENTES:
PUENTE, GUSTAVO
DE CARLI, ANIBAL

TURBINA DE AGITACIÓN

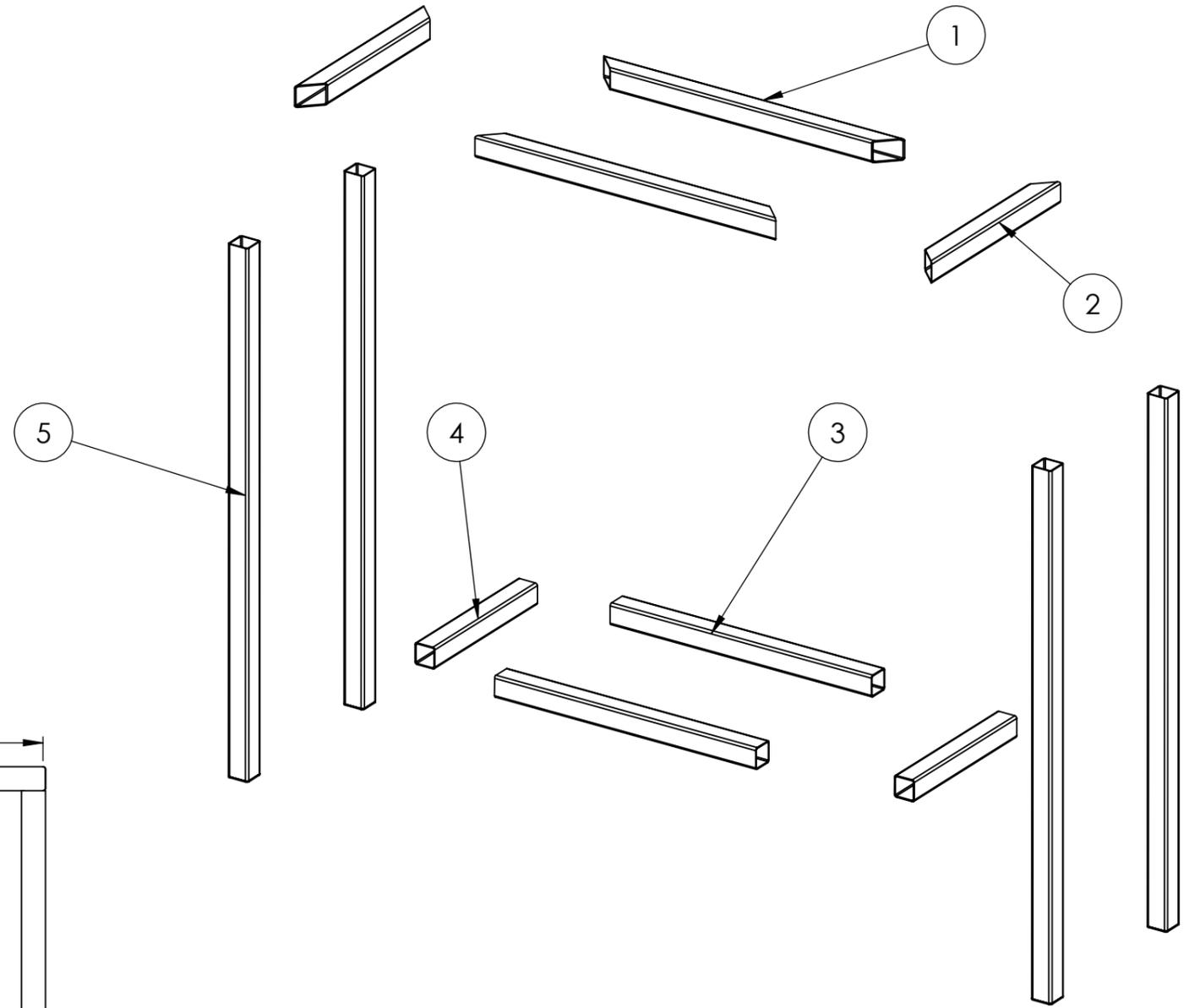
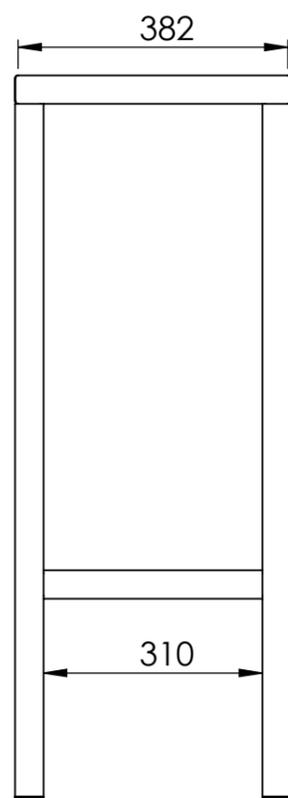
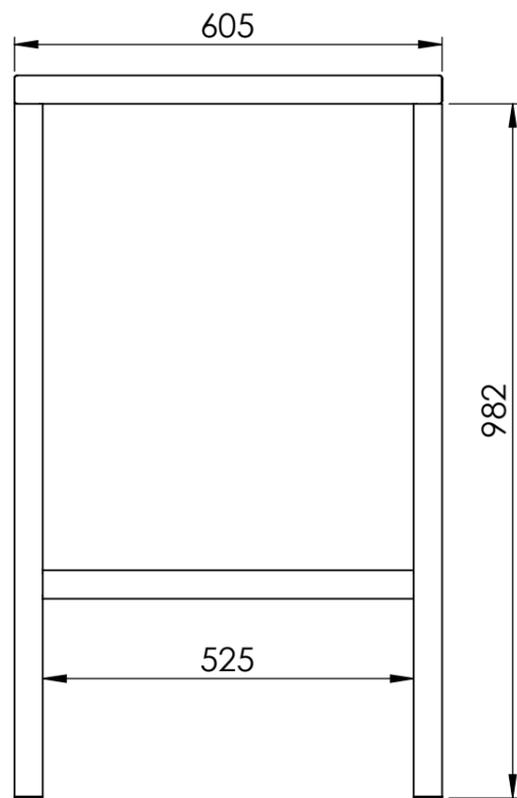
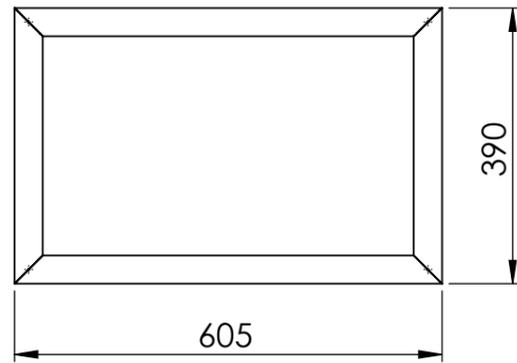
PLANO: 1811C-PS-0001

PROYECTO FINAL DE CARRERA

ESCALA: 1:1



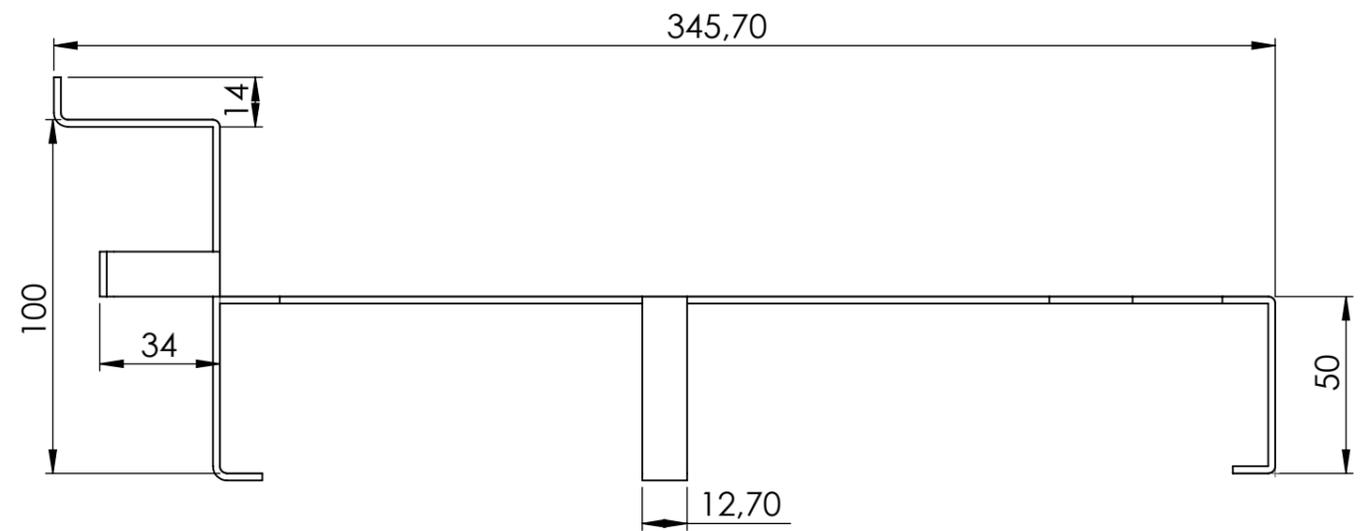
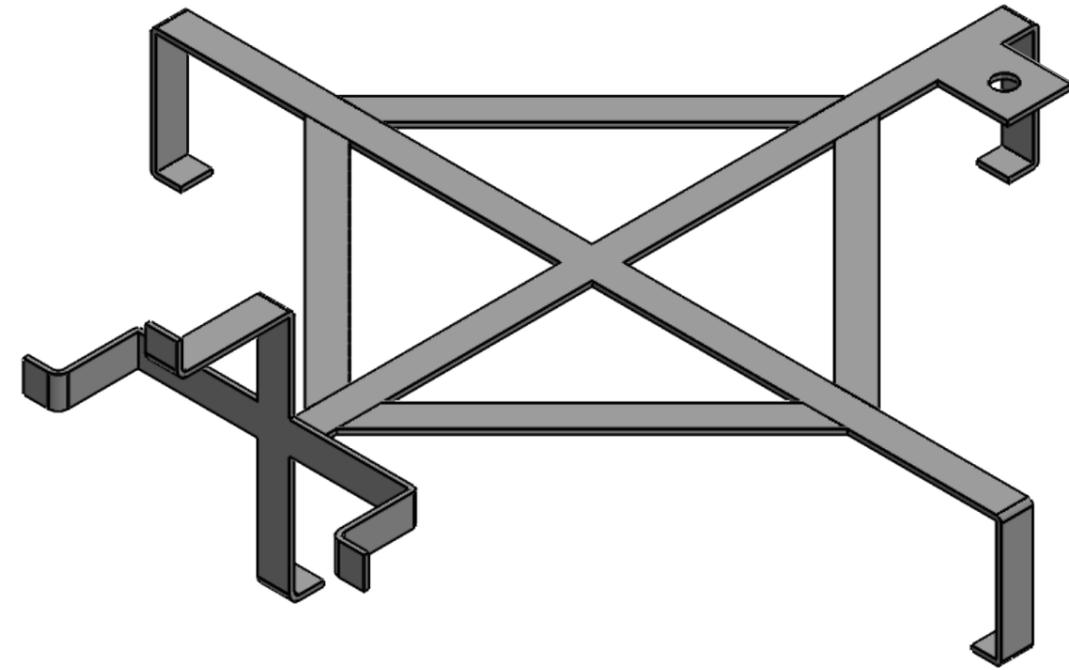
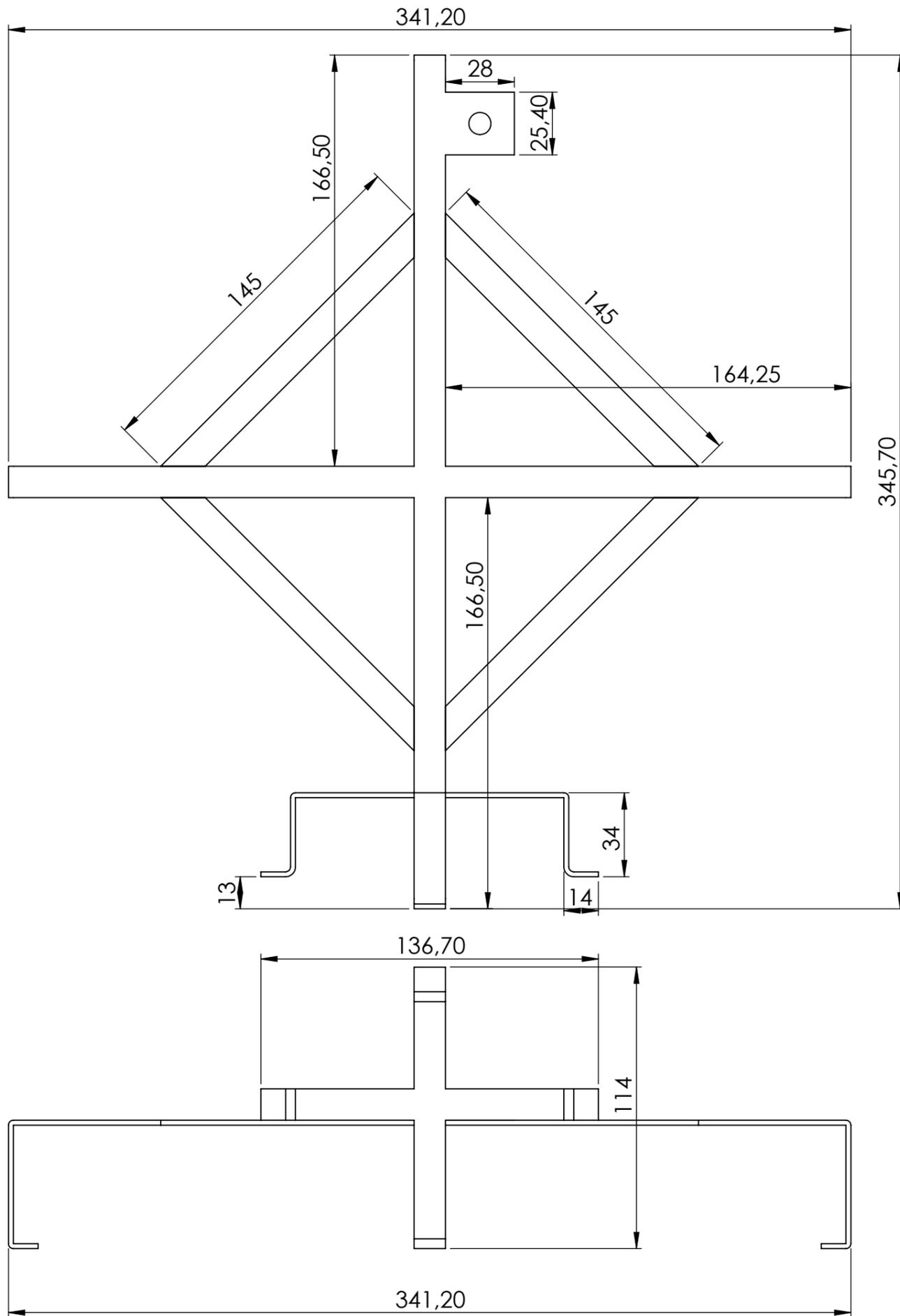
4 3 2 1



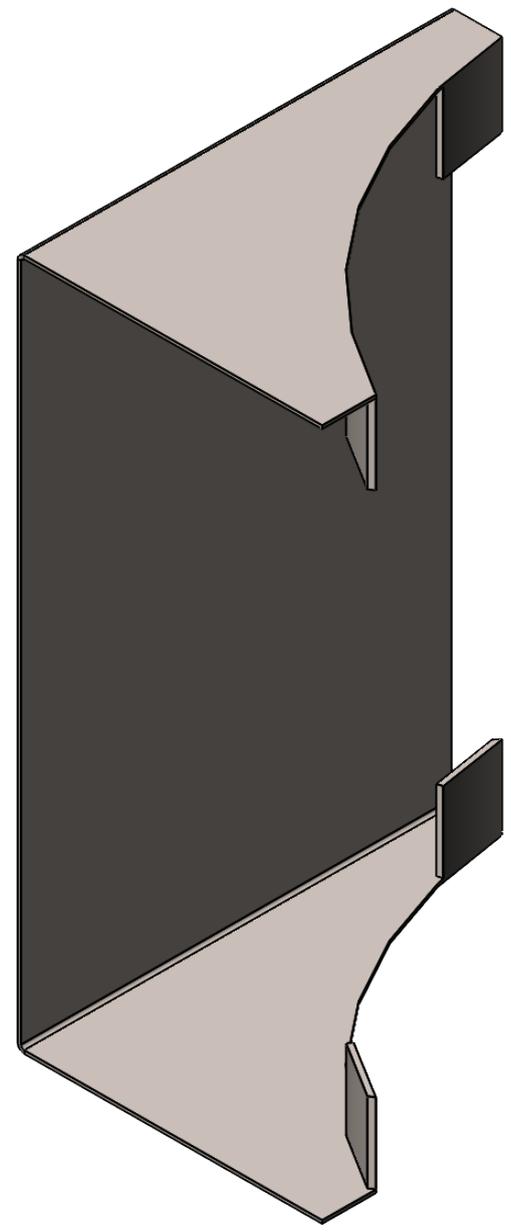
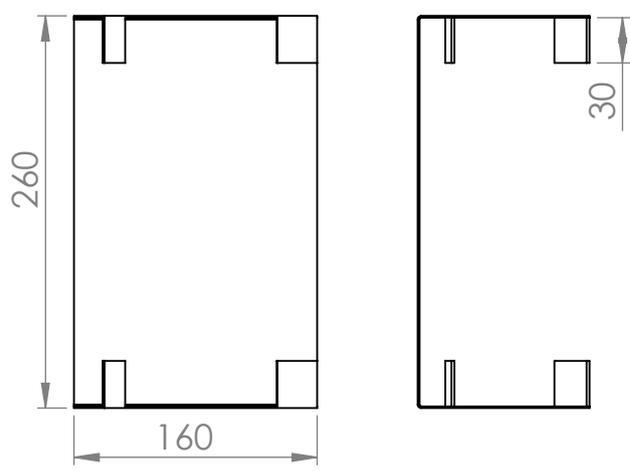
N° elemento	Código	Descripción	Material	Cantidad
1	S-CC-0001	2 C45° ⁽¹⁾	304 L e: 2mm	2
2	S-CC-0002	2 C45°	304 L e: 2mm	2
3	S-CC-0003	2 CR ⁽²⁾	304 L e: 2mm	2
4	S-CC-0004	2 CR	304 L e: 2mm	2
5	S-CC-0005	2 CR	304 L e: 2mm	4

Referencias:
 (1) 2 C45°: dos extremos del tubo con corte a 45°
 (2) 2 CR: dos extremos del tubo con corte recto

MATERIAL: ACERO INOX.		CANT: 1		 Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
SECCION: ESTRUCTURA		PLANO 1811C-PS-0002			
	FECHA	NOMBRE	DOCENTES: PUENTE, GUSTAVO DE CARLI, ANIBAL		
	DIBUJÓ:	28/11/2019			EGEL, M.
	REVISÓ:	28/11/2019			LONDRA, L
APROBÓ:	28/11/2019				
				MESA DE SOPORTE PARA RECIPIENTE PROYECTO FINAL DE CARRERA	
				ESCALA: 1:10 	



MATERIAL: ACERO INOX.		CANT: 1		 Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	REJILLA DE SEGURIDAD
SECCION: ESTRUCTURA		PLANO: 1811C-PS-0003			
	FECHA	NOMBRE	DOCENTES: PUENTE, GUSTAVO DE CARLI, ANIBAL		
	DIBUJÓ:	28/11/2019			EGEL, M.
	REVISÓ:	28/11/2019			LONDRA, L.
APROBÓ:	28/11/2019				
				ESCALA: 1:2	



Escala: 1:5

Escala: 1:2

MATERIAL: ACERO INOX.

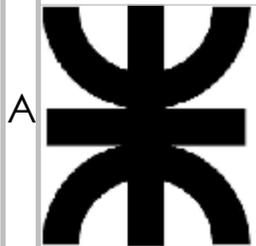
CANT: 1

SECCION: ESTRUCTURA

PIEZA: S-RR-0003



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Concepción del Uruguay



	FECHA	NOMBRE
DIBUJÓ:	28/11/2019	EGEL, M.
REVISÓ:	28/11/2019	LONDRA, L
APROBÓ:	28/11/2019	

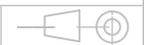
DOCENTES:
PUENTE, GUSTAVO
DE CARLI, ANIBAL

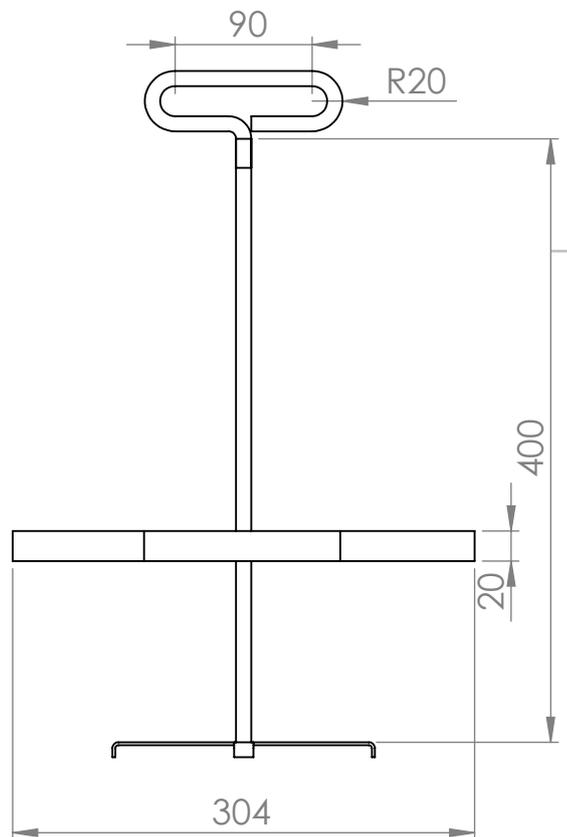
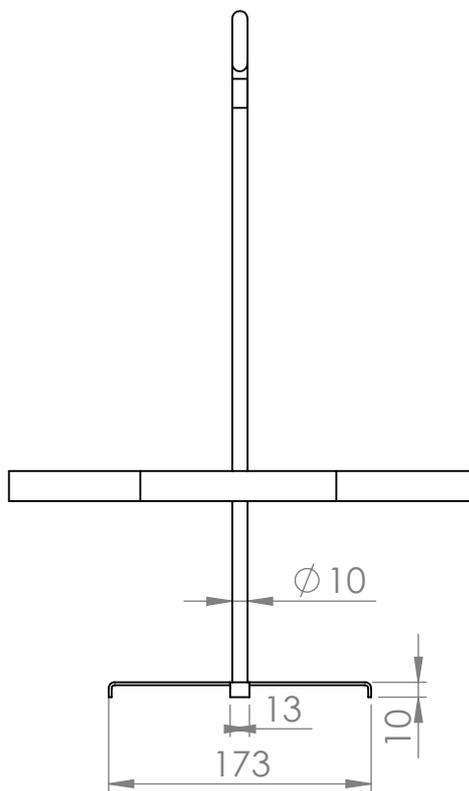
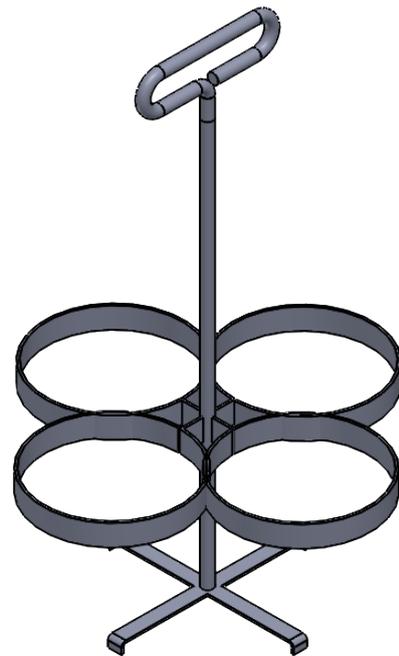
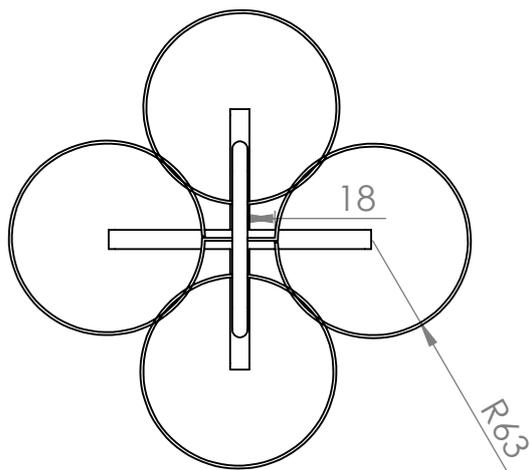
Soporte de tablero eléctrico

PLANO: 1811C-PS-0004

PROYECTO FINAL DE CARRERA

ESCALA: Indicada





MATERIAL: ACERO INOX.

CANT: 2

SECCION: ESTRUCTURA

PIEZA: S-AA-0001



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Concepción del Uruguay



	FECHA	NOMBRE
DIBUJÓ:	28/11/2019	EGEL, M.
REVISÓ:	28/11/2019	LONDRA, L
APROBÓ:	28/11/2019	

DOCENTES:

PUENTE, GUSTAVO
DE CARLI, ANIBAL

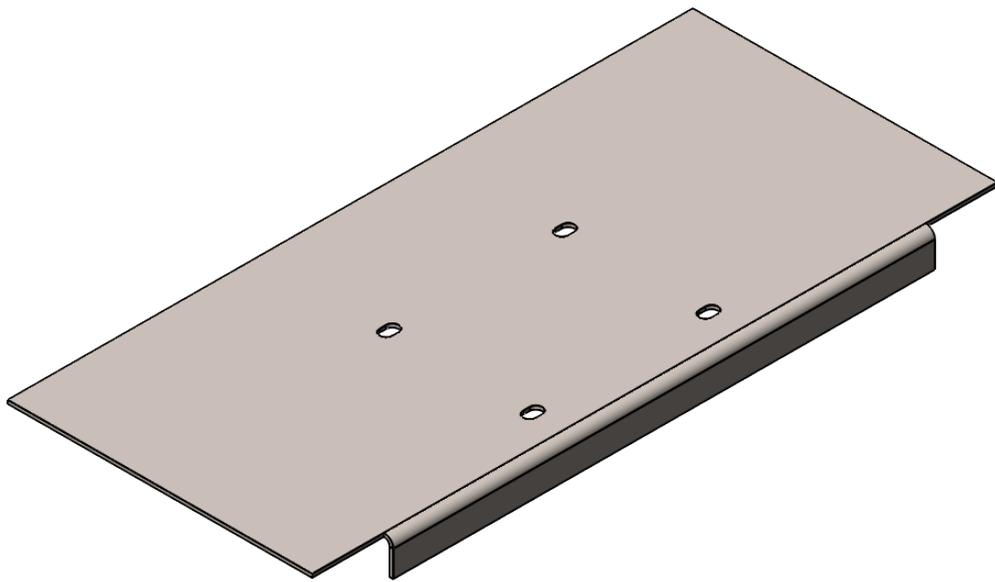
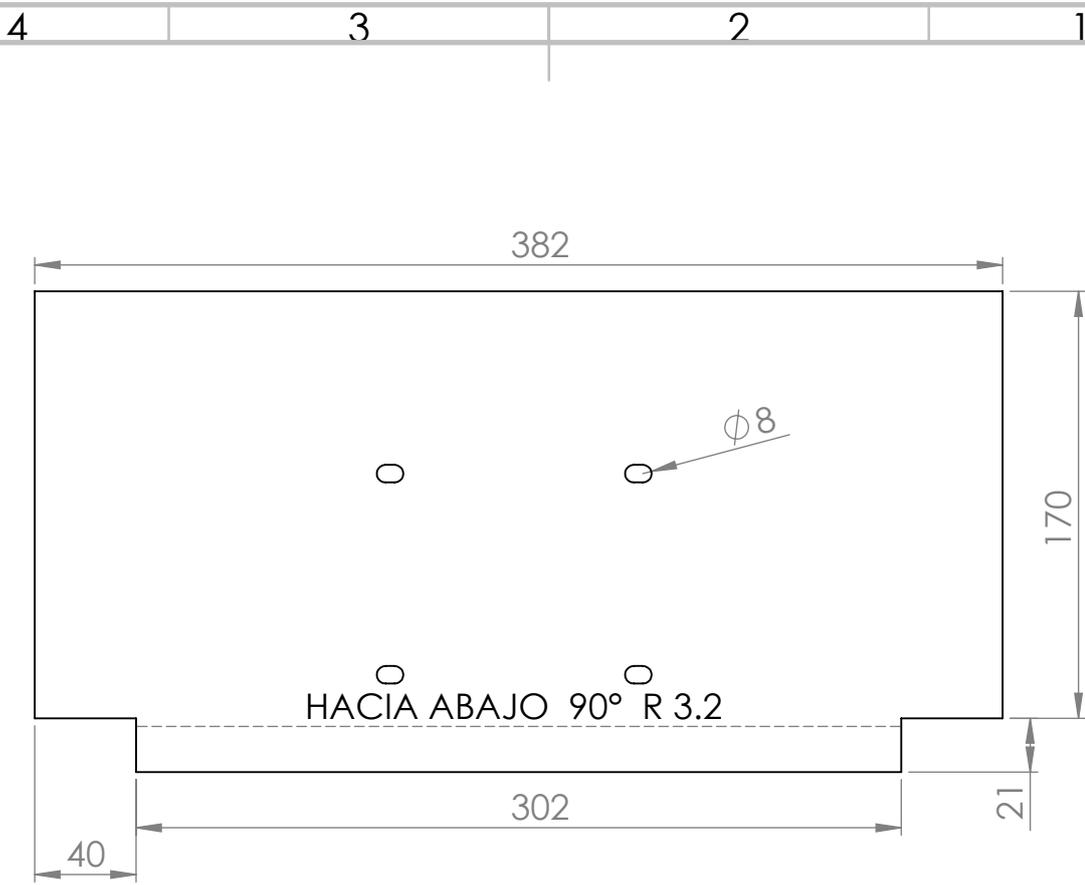
SOPORTE DE BOTELLAS

PLANO: 1811C-PS-0005

PROYECTO FINAL DE CARRERA

ESCALA: 1:5





ESPESOR: 2mm

MATERIAL: ACERO INOX.

CANT: 1



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Concepción del Uruguay

SECCION: ESTRUCTURA

PIEZA: S-CC-0006



	FECHA	NOMBRE
DIBUJÓ:	28/11/2019	EGEL, M.
REVISÓ:	28/11/2019	LONDRA, L
APROBÓ:	28/11/2019	

DOCENTES:

PUENTE, GUSTAVO
DE CARLI, ANIBAL

SOPORTE DE MOTOR

PLANO: 1811C-P6-0006

PROYECTO FINAL DE CARRERA

ESCALA: 1:3



4 3 2 1

F

F

E

E

D

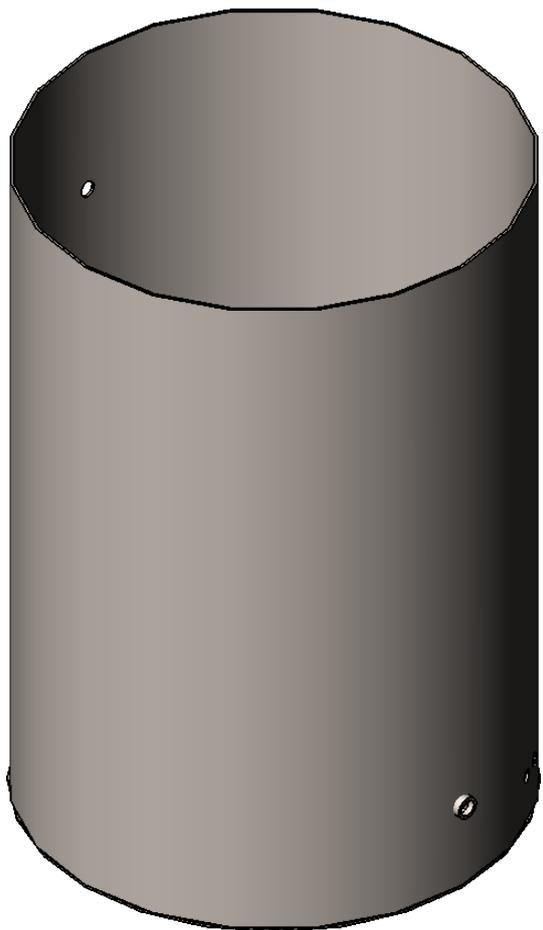
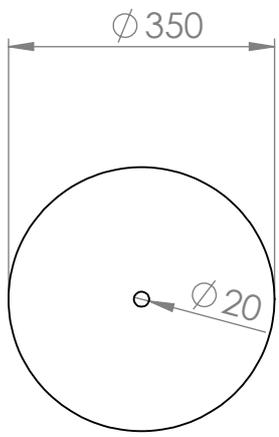
D

C

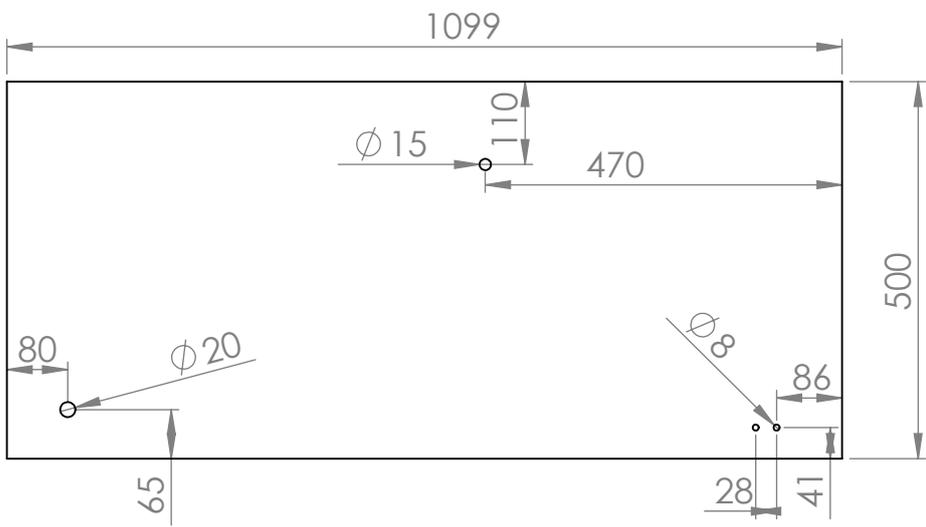
C

B

B



ESCALA: 1:5



ESPESOR: 2mm

ESCALA: 1:10

MATERIAL: ACERO INOX.

CANT: 1



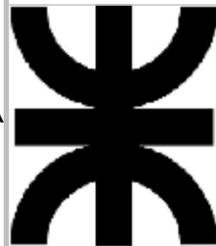
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Concepción del Uruguay

SECCION: ESTRUCTURA

PIEZA: S-RR-0001

A

A



	FECHA	NOMBRE
DIBUJÓ:	28/11/2019	EGEL, M.
REVISÓ:	28/11/2019	LONDRA, L
APROBÓ:	28/11/2019	

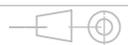
DOCENTES:
PUENTE, GUSTAVO
DE CARLI, ANIBAL

RECIPIENTE DE AGUA

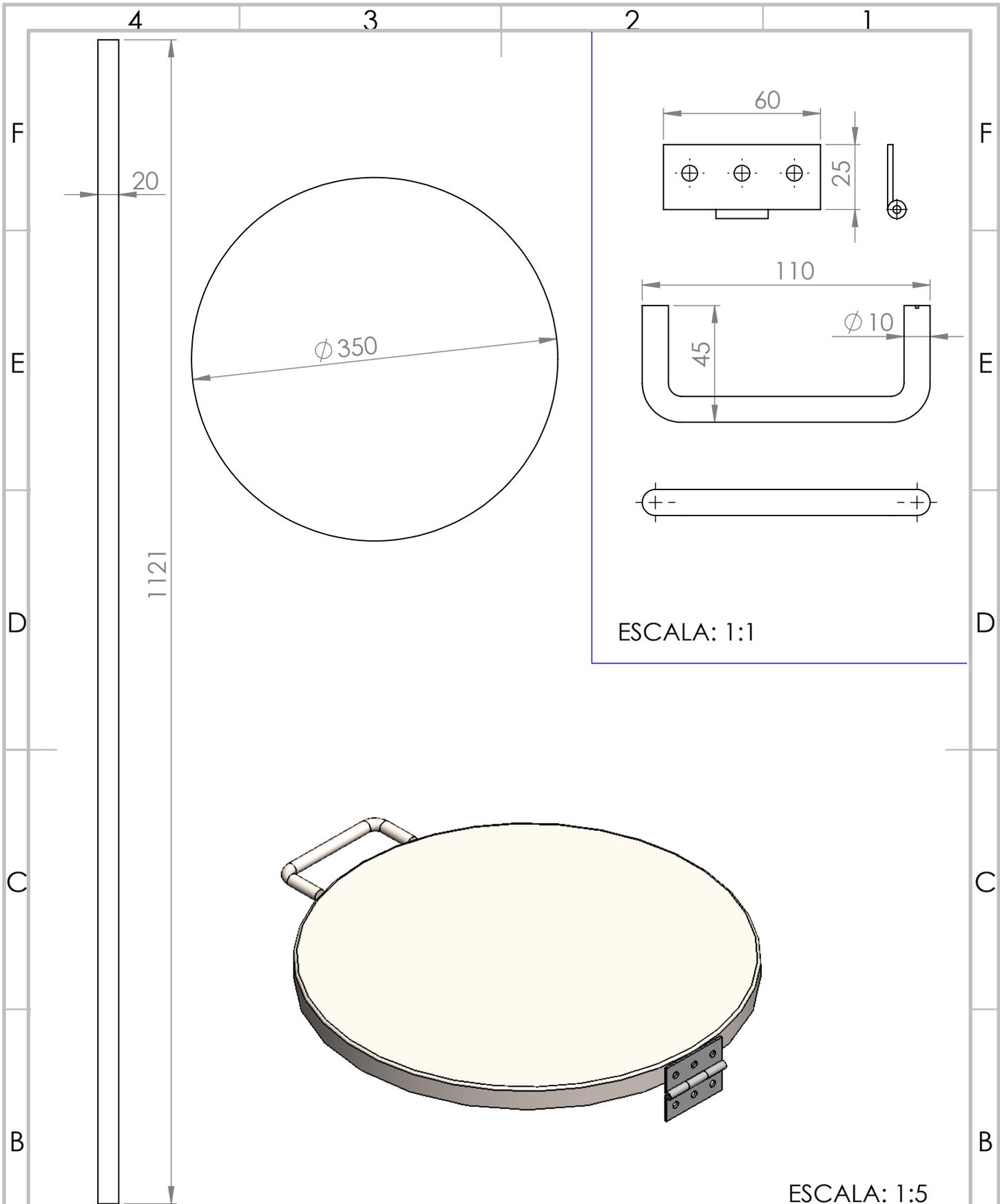
PLANO: 1811C-PS-0007

PROYECTO FINAL DE CARRERA

ESCALA: INDICADA



4 3 2 1



ESCALA: 1:1

ESCALA: 1:5

MATERIAL: AC. INOX. e:2mm

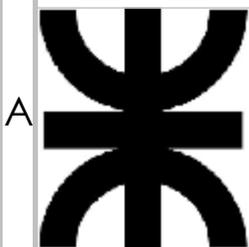
CANT: 1

SECCION: ESTRUCTURA

PIEZA: S-RR-0002



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Concepción del Uruguay



	FECHA	NOMBRE
DIBUJÓ:	28/11/2019	EGEL, M.
REVISÓ:	28/11/2019	LONDRA, L
APROBÓ:	28/11/2019	

DOCENTES:
PUENTE, GUSTAVO
DE CARLI, ANIBAL

**TAPA DE RECIPIENTE
DE AGUA**

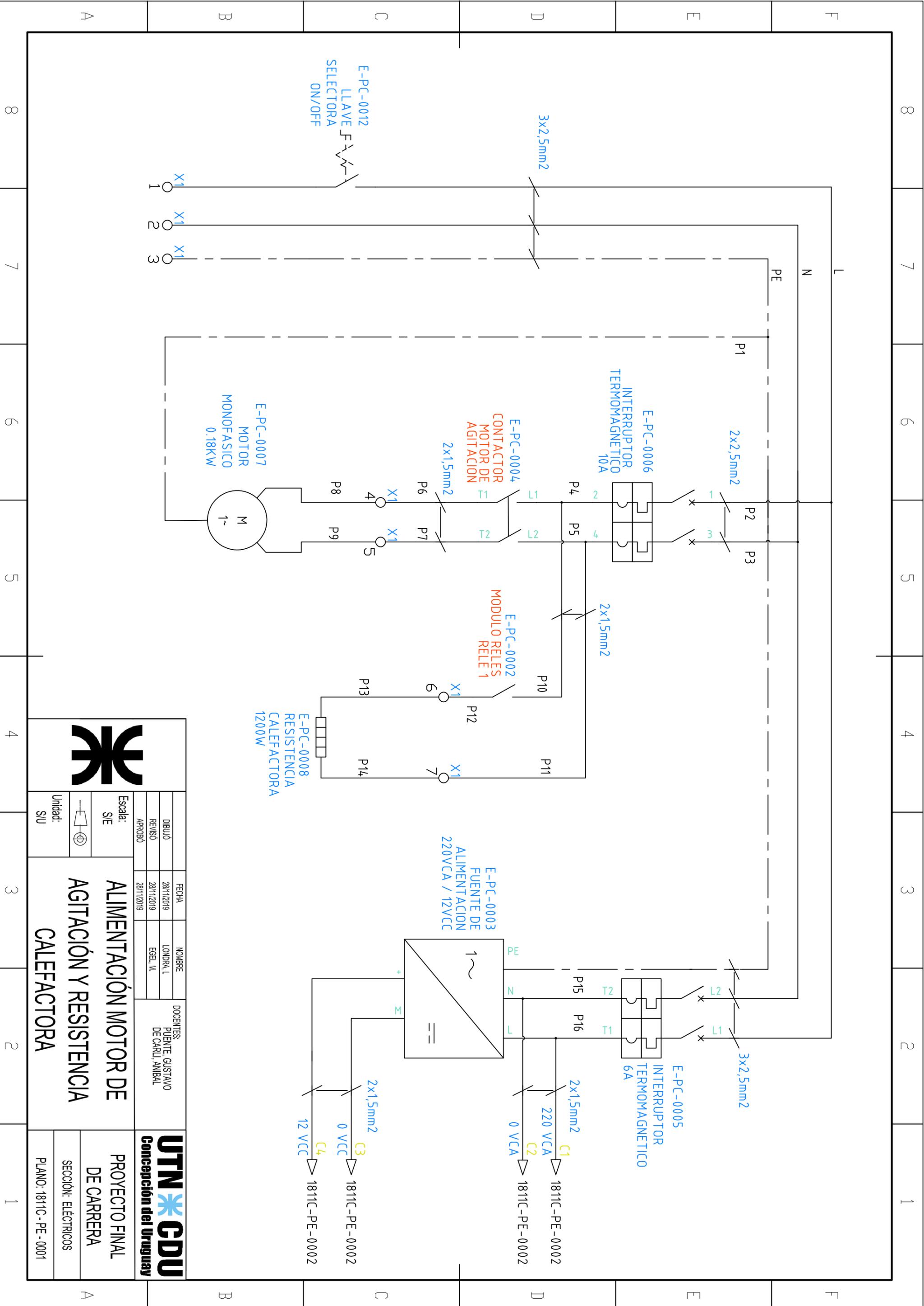
PLANO: 1811C-PS-0008

PROYECTO FINAL DE CARRERA

ESCALA: INDICADA



PLANOS ELÉCTRICOS



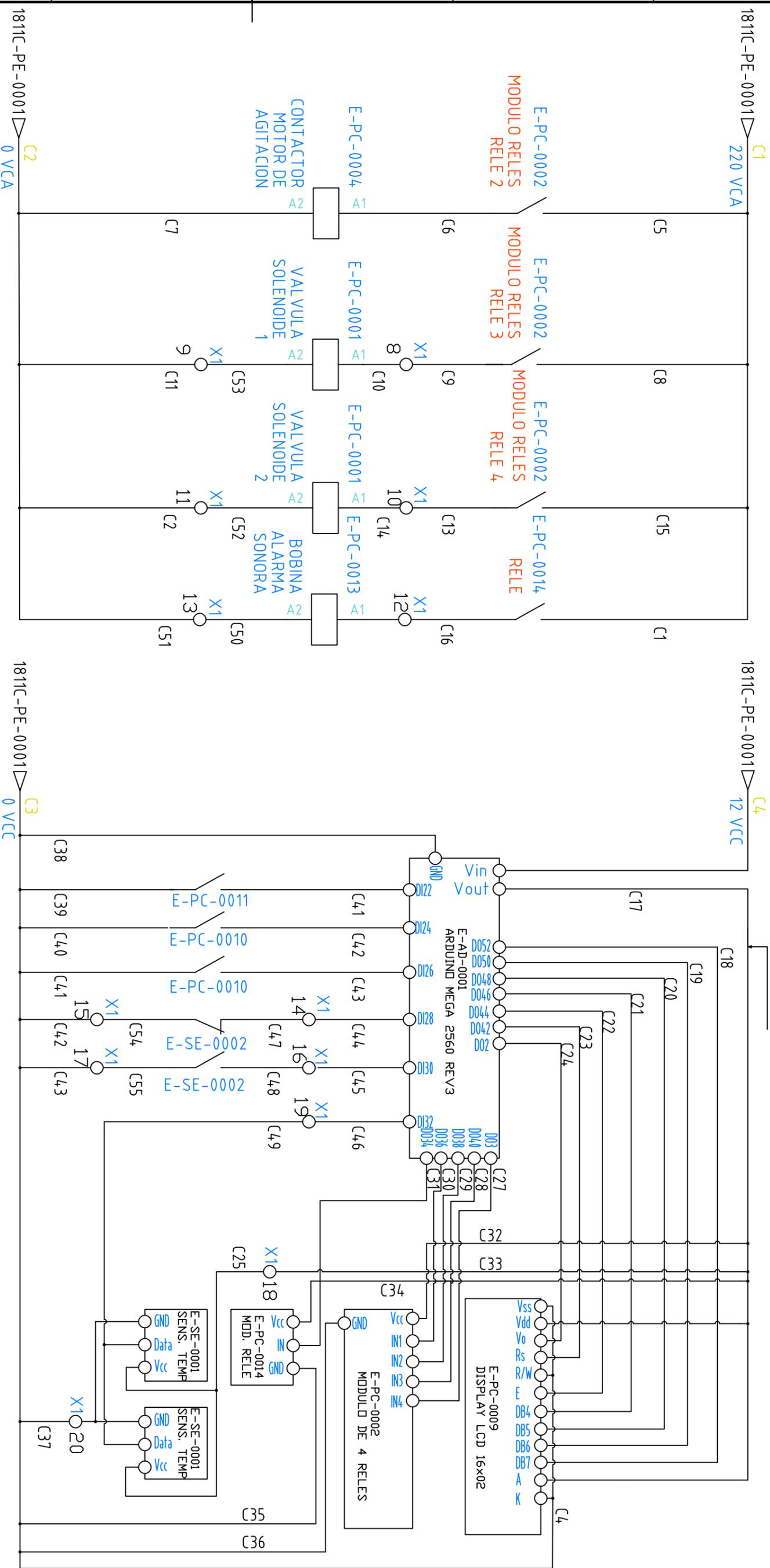
		FECHA	NOMBRE	DOCENTES:	 UTN GDU Concepción del Uruguay
		DIBUJO	LONDRA, L	PUENTE, GUSTAVO DE CARLI, AMBAL	
REVISO	28/11/2019	EGEL, M.			
APPROBO	28/11/2019				

**ALIMENTACIÓN MOTOR DE
 AGITACIÓN Y RESISTENCIA
 CALEFACTORA**

Escala: S/E
 Unidad: SIU

**PROYECTO FINAL
 DE CARRERA**
 SECCIÓN: ELÉCTRICOS
 PLANO: 1811C - PE - 0001

8	7	6	5	4	3	2	1
A	B	C	D	E	F	F	A



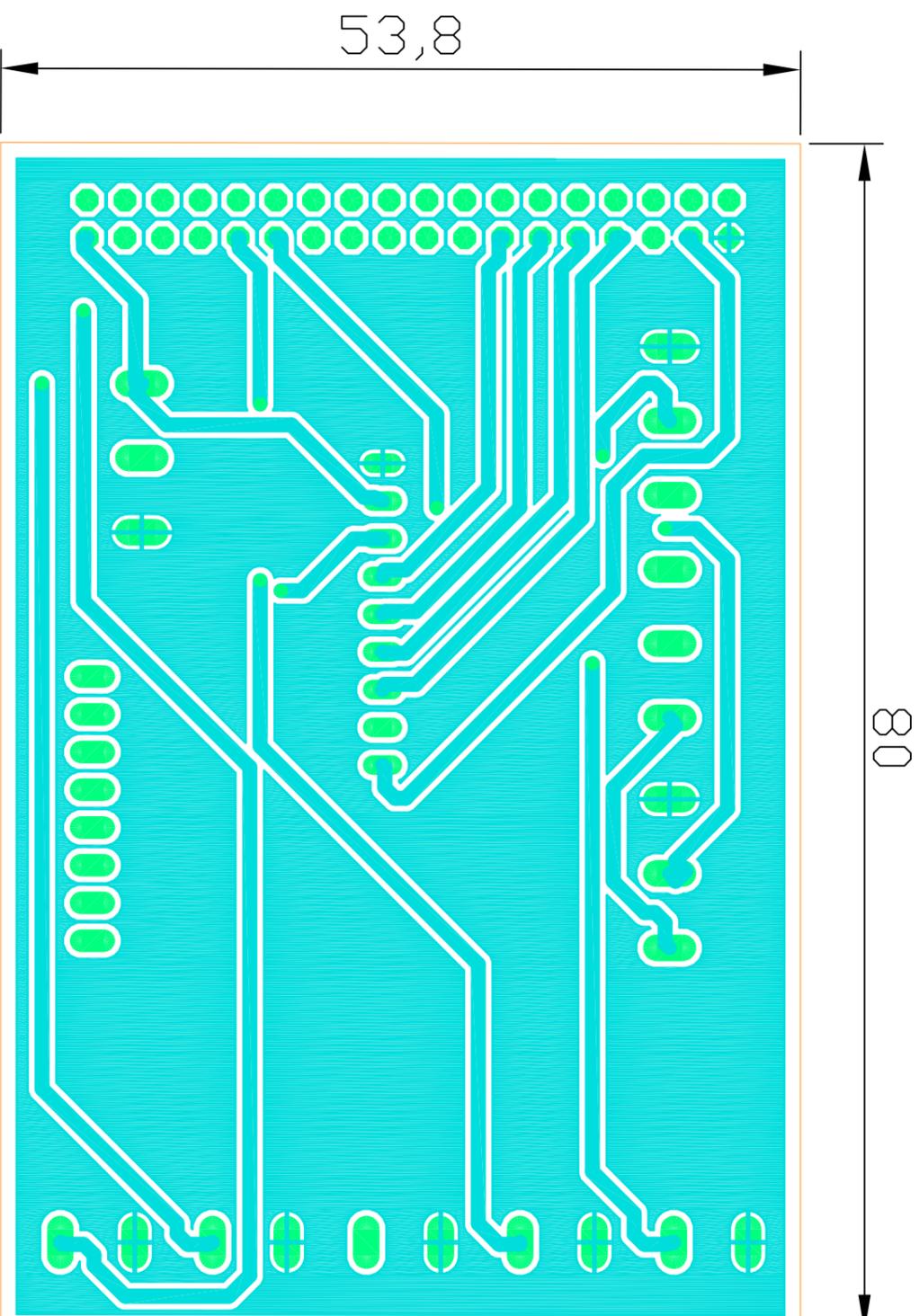
1811C-PE-0001 12 VCC C4

1811C-PE-0001 0 VCC C3

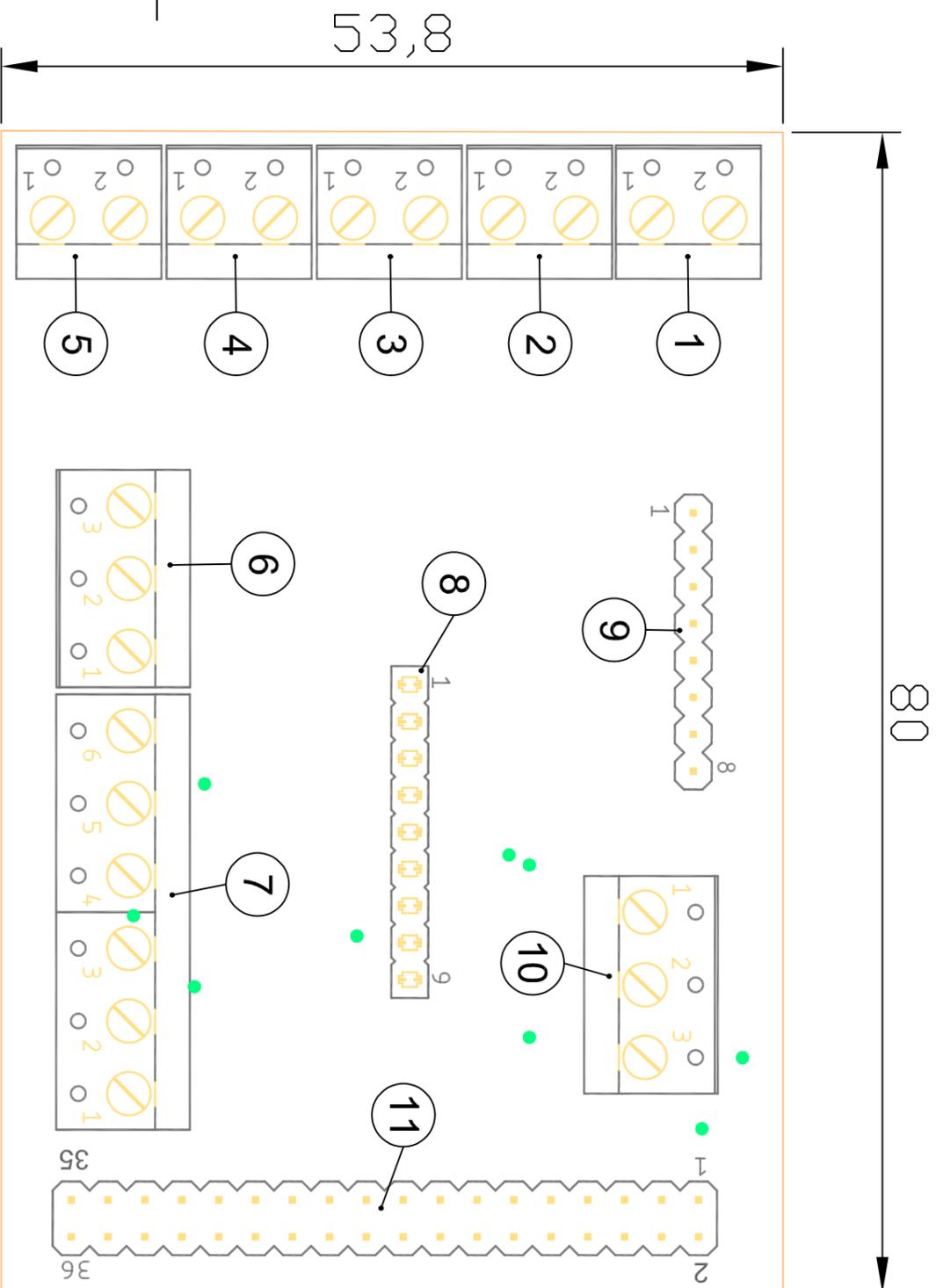
1811C-PE-0001 220 VCA C1

1811C-PE-0001 0 VCA C2

		FECHA	NOMBRE	DOCENTES:	 UTN CONICOR Concepción del Uruguay	
		DIBUJO	28/11/2019	LONDRA, L		PUENTE, GUSTAVO
		REVISO	28/11/2019	EGEL, M.		DE CARLI, AMBAL
		APROBO	28/11/2019			
Escala:		COMANDO DE POTENCIA Y ADQUISICIÓN DE SENSORES				
S/E		PROYECTO FINAL DE CARRERA				
Unidad:		SECCIÓN: ELÉCTRICOS				
SIU		PLANO: 1811C-PE-0002				



	FECHA	28/11/2019	NOMBRE	LONDRA, L	DOCENTES: PUENTE, GUSTAVO DE CARLI, AMBAL	 UTN Concepción del Uruguay
	DIBUJÓ	28/11/2019	REVISÓ	28/11/2019			EGEL, M.
	APROBÓ	28/11/2019				
	Escala:		S/E		PROYECTO FINAL DE CARRERA	
Unidad:		S/U		SECCIÓN: ELÉCTRICOS		PLANO: 1811C - PE - 0004
CAPA INFERIOR DE PLACA IMPRESA PARA ARDUINO						



N° de elemento	Código	Descripción	Detalle
1	E-AA-0007	Bornera de dos polos para placa	Pin 1: GND Pin 2: pin 3 tira de pines N° 11
2	E-AA-0007	Bornera de dos polos para placa	Pin 1: GND Pin 2: pin 5 tira de pines N° 11
3	E-AA-0007	Bornera de dos polos para placa	Pin 1: GND Pin 2: pin 7 tira de pines N° 11
4	E-AA-0007	Bornera de dos polos para placa	Pin 1: GND Pin 2: pin 9 tira de pines N° 11
5	E-AA-0007	Bornera de dos polos para placa	Pin 1: GND Pin 2: pin 11 tira de pines N° 11
6	E-AA-0008	Bornera de tres polos para placa	Pin 1: GND Pin 2: pin 13 tira de pines N° 11 Pin 3:+5V
7	E-AA-0009	Bornera de seis polos para placa	1: GND 2: pin 17 (N° 11) 3: pin 19 (N° 11) 4: pin 21 (N° 11) 5: pin 5 (N° 9) 6:+5V
8	E-AA-0010	Tira de pines hembra x9	1: 33 (N° 11) 2: 31 (N° 11) 3: 29 (N° 11) 4: 27 (N° 11) 5: 25 (N° 11) 6: 23 (N° 11) 7: 6 (N° 9) 8:+5V 9: GND
9	E-AA-0011	Tira de pines macho x8	Pin 1: Pin 7 Arduino Pin 2: Pin 6 Arduino ... Pin 8: pin 0 Ard.
10	E-AA-0008	Bornera de tres polos para placa	Pin 1: GND Pin 2: pin 15 tira de pines N° 11 Pin 3:+5V
11	E-AA-0012	Tira de pines macho de dos filas x18	Pin 1 y 2: +5V Pin 35 y 36: GND Pin 3 a 34: Pin 22 a 53 Ard.

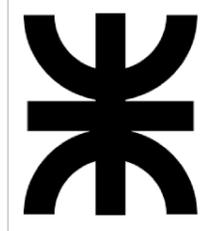
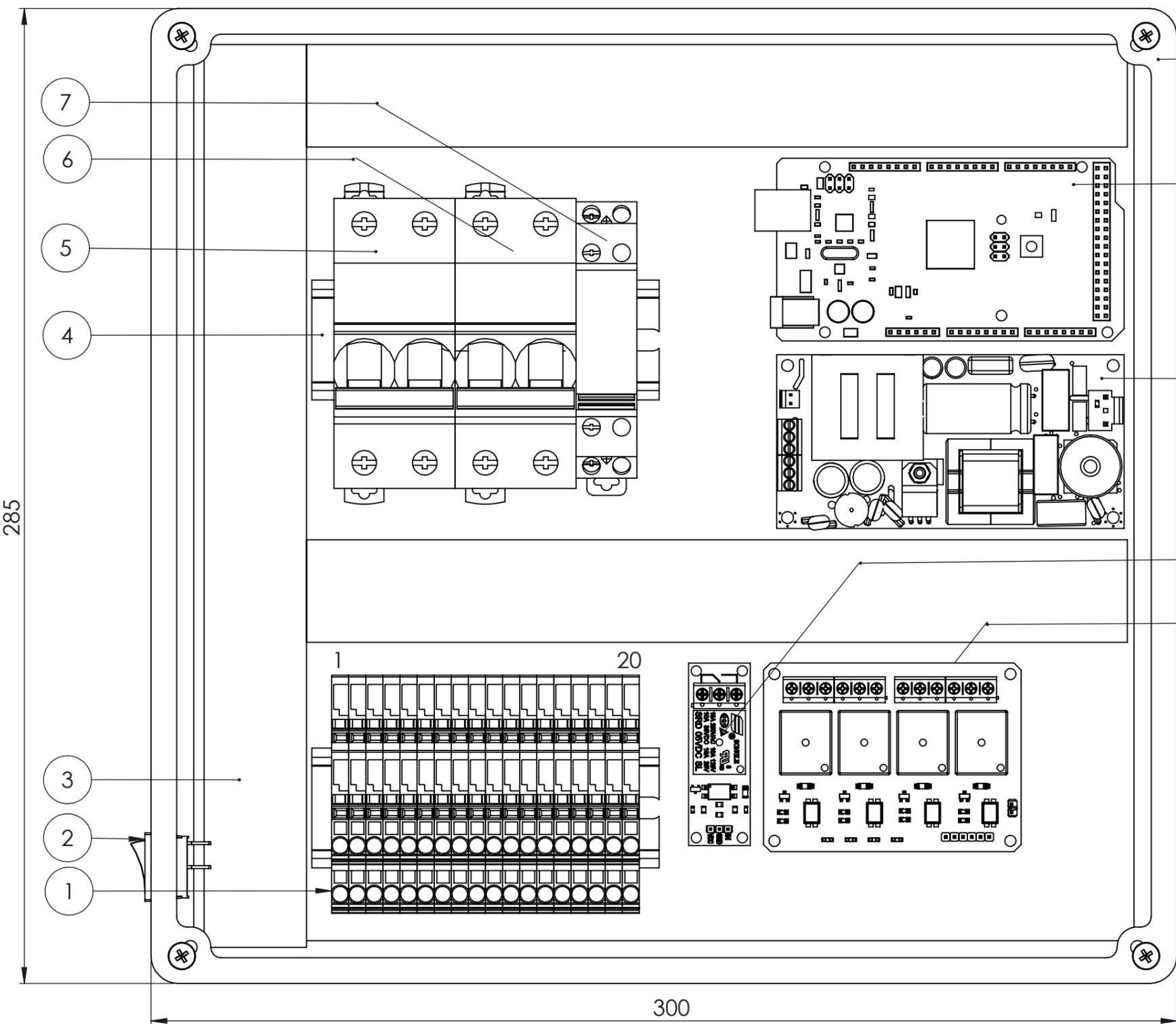
APPROBADO		28/11/2019	
DIBUJÓ	FECHA	NOMBRE	DOCENTES:
REVISÓ	28/11/2019	LONDRA L	PUENTE, GUSTAVO DE CARLI, AMBAL
Escala: S/E		UTN * GDU Concepción del Uruguay	

VISTA SUPERIOR PLACA CON COMPONENTES Y REFERENCIA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
SECCIÓN: ELÉCTRICOS
PLANO: 1811C - PE - 0005

Nº de bornera	Conexión
1	Linea CA 220V
2	Neutro CA 0V
3	Tierra
4	Fase del motor
5	Neutro del motor
6	Fase de resistencia
7	Neutro de resistencia
8	Fase de electroválvula 1
9	Neutro de electroválvula 1
10	Fase de electroválvula 2
11	Neutro de electroválvula 2
12	Fase de alarma sonora
13	Neutro de alarma sonora
14	Sensor de nivel maximo
15	Sensor de nivel maximo
16	Sensor de nivel minimo
17	Sensor de nivel minimo
18	Sensor de temperatura
19	Sensor de temperatura
20	Sensor de temperatura

Número	Código	Descripción
1	E-AA-0001	Borneras de paso
2	E-PC-0012	Int. encendido/apagado
3	E-AA-0006	Cable canal
4	E-AA-0003	Riel DIN
5	E-PC-0006	Int. termomag. de potencia
6	E-PC-0005	Int. termomag. de comando
7	E-PC-0004	Contactador de agitación
8	E-AA-0014	Caja estanca
9	E-AD-0001	Arduino Mega 2560 Rev 3
10	E-PC-0003	Fuente de alimentación
11	E-PC-0014	Modulo de un relé
12	E-PC-0002	Modulo de 4 relés



FECHA: 28/11/2019
 NOMBRE: EGEL, M.
 DIBUJÓ:
 REVISÓ: 28/11/2019
 LONDRA, L.
 APROBÓ: 28/11/2019
 ESCALA: 1:1
 UNIDAD: S/U

DOCENTES:
 PUENTE, GUSTAVO
 DE CARLI, ANIBAL

**PLANO TOPOGRÁFICO
 DE TABLERO ELECTRICO**

UTN * CDU
Concepción del Uruguay

PROYECTO FINAL
 DE CARRERA
 SECCIÓN: ELÉCTRICOS
 PLANO: 1811C-PE-0006

8

7

6

5

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

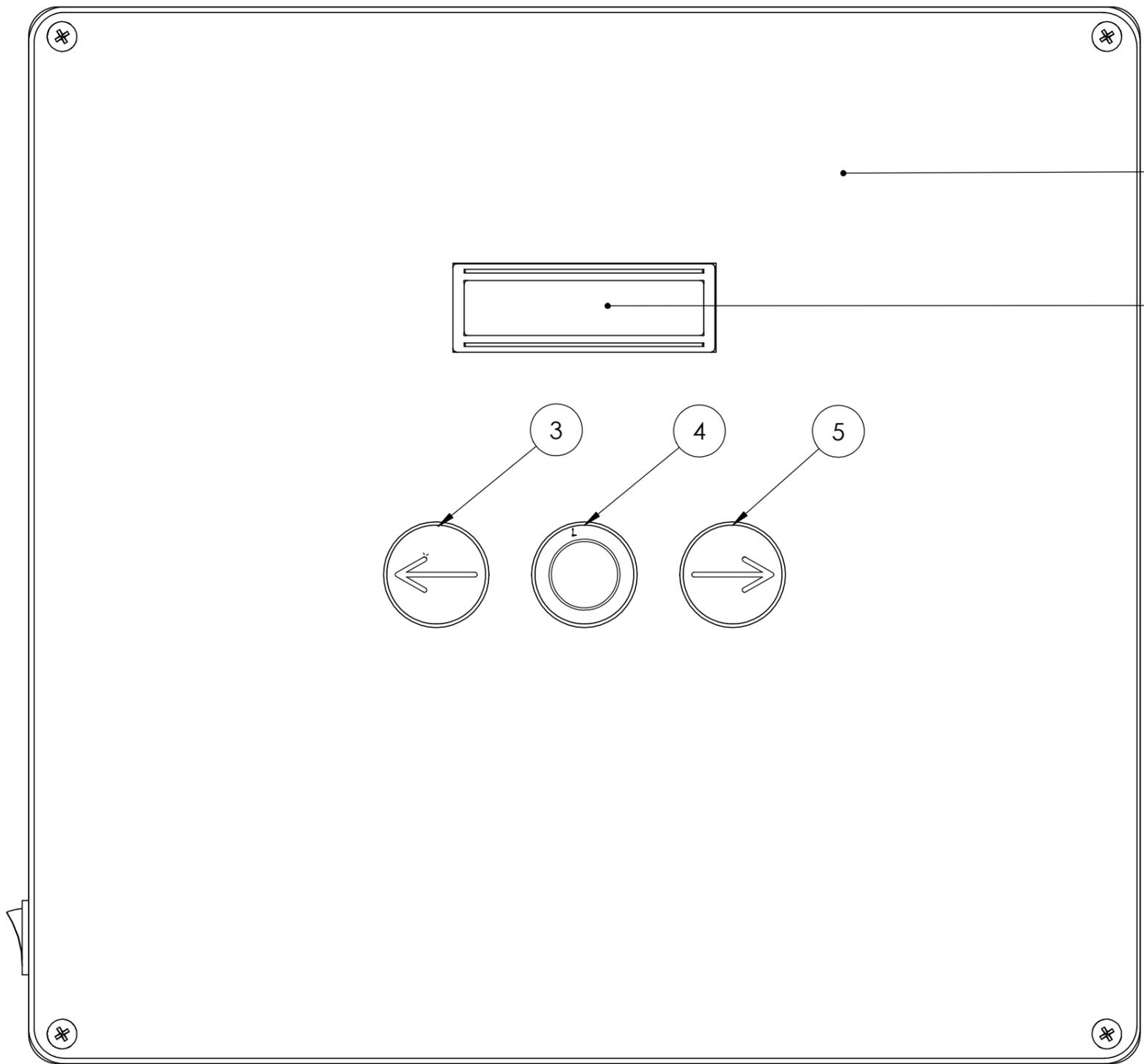
C

B

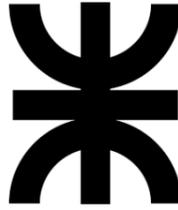
B

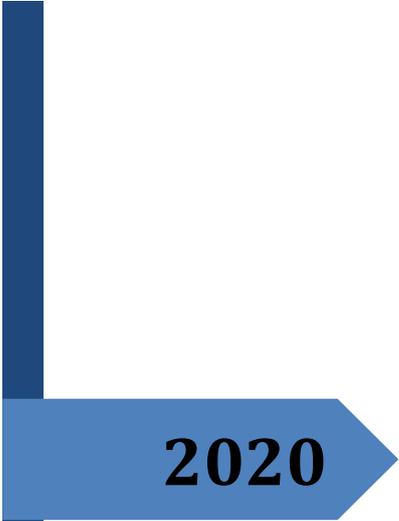
A

A



Número	Código	Descripción
1	E-AA-0014	Tapa de caja estanca
2	E-PC-0009	Pantalla LCD 1602
3	E-PC-0010	Botón navegación izquierdo
4	E-PC-0011	Botón de confirmación
5	E-PC-0010	Botón navegación derecho

	FECHA	NOMBRE	DOCENTES: PUENTE, GUSTAVO DE CARLI, ANIBAL		
	DIBUJÓ:	28/11/2019			EGEL, M.
	REVISÓ:	28/11/2019			LONDRA, L
APROBÓ:	28/11/2019				
ESCALA:	1:2			PROYECTO FINAL DE CARRERA SECCIÓN: ELÉCTRICOS PLANO: 1811C-PE-0007	
UNIDAD:	S/U				
	PLANO TOPOGRÁFICO DE TABLERO ELECTRICO				



2020

AUTOMATIZACIÓN DE UN BANCO DE CALOSTRO

PFC – 1811C – MEMORIAS DE CÁLCULO



EGEL, MARCELO; LONDRA, LEANDRO
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL – FACULTAD
REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

Índice

1.	Dimensionamiento del equipo	2
1.1.	Determinación del volumen de la dosis.....	2
1.2.	Determinación de la cantidad de dosis por lote.....	2
1.3.	Parámetros para la pasteurización.....	3
1.4.	Descongelamiento	3
2.	Cálculo térmico	4
2.1.	Introducción	4
2.2.	Conducción de calor unidimensional en régimen transitorio.....	5
2.3.	Conducción de calor en régimen transitorio en sistemas multidimensionales	8
2.4.	Conducción de calor en estado estacionario para el cambio de fase	10
2.5.	Determinación del coeficiente de transferencia de calor por convección h	10
2.6.	Cálculo del coeficiente de convección natural h_c	12
2.7.	Cálculo del tiempo mínimo requerido para el descongelado del calostro	13
2.8.	Primera etapa – Inicio del descongelado hasta comienzo del cambio de fase – t_{114}	
2.9.	Segunda etapa – Cambio de fase – t_2	18
2.10.	Tercera etapa – Calentamiento hasta temperatura final– t_3	20
2.11.	Aislación térmica	23
2.11.1.	Pérdidas de calor por las paredes sin aislación	24
2.11.2.	Pérdidas de calor por las paredes con aislación	25
2.12.	Cálculo de la potencia necesaria.....	28
2.13.	Cálculo del tiempo de puesta a régimen del equipo	29
2.14.	Pasteurizado	31
2.15.	Agitación	31
2.15.1.	Opción 1	31
2.15.2.	Opción 2	33
2.15.3.	Conclusión.....	34
3.	Calculo eléctrico.....	35
3.1.	Control de temperatura	35
3.2.	Resistencia eléctrica de calefacción	38
3.3.	Motor agitador.....	39
3.4.	Protecciones.....	39
3.4.1.	Contra contactos indirectos.....	39
3.4.2.	Contra sobrecargas y cortocircuitos.....	39
3.4.3.	Fuente de alimentación.....	40

1. Dimensionamiento del equipo

1.1. Determinación del volumen de la dosis

La dosis mínima que cada ternera debe ingerir no viene dada por el volumen de calostro sino por la cantidad, en unidades de masa, de inmunoglobulinas. De esta forma definimos la calidad del calostro, la cual queda determinada por la concentración de inmunoglobulinas en el mismo. La cantidad necesaria de inmunoglobulinas en suero del ternero para lograr una inmunidad adecuada, según Nousiainen et al., (1994), es de 10 mg/mL. Para determinar el volumen necesario se utilizará el ejemplo de un ternero recién nacido que pese alrededor 40 kg (Andreo et al., 1985). Teniendo en cuenta que el volumen de plasma de un ternero recién nacido oscila entre 6,5 y 14,5% de su peso corporal (Quigley et al., 1998), se asume un volumen de 8%. Entonces, el volumen de plasma estimado es de 3,2 L. La cantidad de IgG necesaria para alcanzar una concentración en suero de 10 mg/mL se calcula como:

$$3,2 \text{ L} \cdot 10 \text{ g/L} = 32 \text{ g IgG} \quad (1)$$

Luego, la eficiencia aparente de absorción reportada de IgG del calostro dentro de las dos horas posterior al nacimiento oscila entre 21 y 50% (Besser et al., 1985). Adoptando una eficiencia del 25%, el ternero deberá consumir al menos:

$$\frac{32 \text{ g IgG}}{0,25} = 128 \text{ g IgG} \quad (2)$$

Finalmente, la cantidad de calostro que debe consumir el ternero para suministrar 128 g de IgG es de 3,2 L, asumiendo una concentración de IgG de 40 mg/mL, el cual es un calostro de calidad media. Entendiendo que el volumen de plasma, el peso del ternero y la eficiencia de absorción de las IgG presentes en el calostro varían de ternero a ternero, se propone una capacidad de diseño de recipientes de 2 L para el almacenamiento del calostro. De esta forma, cada ternero necesitará 2 dosis, es decir 4 litros.

1.2. Determinación de la cantidad de dosis por lote.

En lo que se refiere al dimensionamiento de la máquina, es decir a su capacidad de descongelado, se propondrán dos variantes del mismo sistema dependiendo de la técnica de reproducción utilizada en el tambo. Éstas pueden ser:

- Partos continuos, en donde la inseminación se da de forma natural. Es decir, que hay partos durante todo el año y no solamente durante un período de tiempo determinado.
- Partos estacionados, cuando se realizan inseminaciones artificiales en la totalidad de las vacas. Esto tiene como ventaja una planificación de los partos, favoreciendo el manejo de nacimientos y alimentación de las crías. También conlleva a tener una alta densidad de nacimientos en una ventana de tiempo acotada, en contraposición a la otra técnica.

Otra variable dimensionante será el tamaño del tambo, el cual es variable en la provincia y en el país. Si suponemos un tamaño promedio de tambo es de 1000 vacas, una natalidad del

70% (7 de cada 10 vacas darán a luz a un ternero), partos continuos y normalizamos el tiempo a un año, esto es:

$$f = \frac{1000 \text{ vacas} \cdot 0,7 \frac{\text{nacimientos}}{\text{vaca}}}{365 \text{ días}} = 1,9 \frac{\text{nacimientos}}{\text{día}} \quad (3)$$

Donde f es la frecuencia media diaria de nacimientos.

Para el mismo tambo, pero con partos estacionados, los números que varían son los días y la natalidad. Se adoptará una ventana de tiempo en la ocurren los nacimientos de 90 días y una natalidad del 90%. Entonces la frecuencia media diaria será:

$$f = \frac{1000 \text{ vacas} \cdot 0,9 \frac{\text{nacimientos}}{\text{vaca}}}{90 \text{ días}} = 10 \frac{\text{nacimientos}}{\text{día}} \quad (4)$$

En base a estos valores se propone una capacidad de descongelado de 4 dosis por lote. Esto cubriría la demanda del tambo tipo con partos continuos, y aunque este es un valor medio y en la práctica pueden ocurrir excepcionalmente más nacimientos por día, podrían descongelarse los lotes extras requeridos en serie.

Por último, para el tambo con partos estacionados, será necesario más de un equipo funcionando en paralelo durante el período de nacimientos. Esta decisión se toma partiendo de que, si se dimensionara la máquina para tambos con partos estacionados, el recipiente estaría muy sobredimensionado para los tambos con partos continuos, quienes no podrían adquirir menos de una unidad. En cambio, si se diseña para tambos con partos continuos, los demás pueden adquirir el número de máquinas que abastezca su demanda.

1.3. Parámetros para la pasteurización

La pasteurización consiste en la eliminación de bacterias presentes en el calostro mediante un aumento de temperatura controlado en el líquido por una cierta cantidad de tiempo. Por esto, los parámetros del proceso serán la temperatura y el tiempo del proceso.

Hablando concretamente de la pasteurización del calostro e investigando el proceso, se concluye que no es posible llevar a cabo este proceso sin perder calidad en el mismo, ya que al elevar la temperatura a más de 50 °C (Casas, Mariela; Canto, Francisco, 2015) comienza a disminuir la concentración de inmunoglobulinas.

El diseño del recipiente será apto para pasteurizar, pero quedará pendiente un estudio posterior de los parámetros de temperatura y tiempo ideales para realizar la pasteurización, con la mínima disminución de concentración de inmunoglobulinas posible.

1.4. Descongelamiento

El descongelamiento del calostro debe realizarse a una temperatura igual o inferior a la máxima que soportan las inmunoglobulinas antes de comenzar a deteriorarse, manteniendo así la calidad de este. El proceso se realiza mediante baño maría, sin exponer el recipiente directamente a la fuente de calor.

Según lo publicado por expertos en el tema, se indica que la temperatura máxima para descongelar es de 50 °C (Casas, Mariela; Canto, Francisco, 2015), ya que por encima de

esta temperatura límite las inmutoglobulinas comienzan a destruirse, disminuyendo su concentración inicial, según el tiempo que se encuentren expuestas a dichas temperaturas. El tiempo del proceso dependerá del espesor y volumen de los recipientes contenedores de calostro, entre otros varios parámetros.

2. Cálculo térmico

2.1. Introducción

La solución que este proyecto consiste en el descongelado automático del calostro congelado, es decir, sin el requerimiento de la supervisión de un operario. Para ello, una vez comenzado el proceso de descongelado, es necesario medir un parámetro indicador de en qué momento el proceso finalizó o, dicho de otra forma, en qué momento el calostro terminó de descongelarse. El más lógico y práctico parece ser el tiempo del proceso, ya que es fácil de medir y no tan complejo de calcular. Para conocer el tiempo que se desea medir es necesario conocer primero la naturaleza del proceso de descongelado para luego modelarlo y, por último, poder calcularlo. Este tiempo calculado será un límite inferior del proceso y que, dadas las mismas condiciones de cálculo, no podrá mejorarse aún adicionando potencia eléctrica, ya que será propio del sistema.

Nuestro sistema, a saber, se compone de un recipiente cilíndrico de paredes aisladas lleno de agua caliente, aproximadamente a 45°C, en cuyo interior se encontrarán las botellas contenedoras del calostro congelado. La energía será proporcionada a través de una resistencia eléctrica ubicada en la parte inferior del recipiente y el agua será agitada por medio de paletas solidarias a la base de la estructura que sujeta a las botellas, de manera que las botellas también girarán y favorecerán la agitación del medio. De esta manera, la transferencia de calor se dará primero desde la resistencia eléctrica hacia el agua y luego desde el agua hacia el interior de las botellas por medio de, principalmente, convección y conducción. El proceso se puede dividir en tres subprocesos: la etapa de subenfriado (sólido), la etapa de cambio de fase (mezcla sólido – líquido), y la etapa de calentamiento (líquido). La primera etapa involucra el aumento de temperatura desde la temperatura inicial del calostro congelado hasta el punto de fusión. La segunda etapa consiste en la fusión del calostro, la cual se da a temperatura constante y la tercera y última etapa consiste en el aumento de temperatura desde el punto de fusión hasta la temperatura objetivo. Estos procesos se considerarán como tres diferentes en serie, significando esto que no comenzará uno hasta que no finalice el anterior. Esta hipótesis simplifica notoriamente el cálculo del tiempo, y, aunque no refleja de manera exacta el fenómeno (las etapas se superponen), se asemeja en gran medida.

La naturaleza de la primera y de la última etapa se conoce en la literatura como “conducción de calor bidimensional en régimen transitorio”. Se considerarán dichos procesos como tal para poder calcular el tiempo de descongelado antes mencionado. Por otro lado, el cambio de fase será modelado como una transferencia de calor unidimensional en estado estacionario para una geometría cilíndrica. Para poder arribar al resultado buscado, se presentará un breve marco teórico sobre el tipo de problema como fundamento del método de resolución utilizado en el proyecto.

2.2. Conducción de calor unidimensional en régimen transitorio

En general, la temperatura de un cuerpo varía con el tiempo, así como con la posición. En coordenadas rectangulares, esta variación se expresa como $T(x, y, z, t)$, en donde (x, y, z) indica la variación en las direcciones x, y y z , y t indica la variación con el tiempo.

Cuando la variación de la temperatura dentro de un cuerpo es despreciable, es decir que permanecen casi isotérmicos durante un proceso, el análisis de la conducción de calor se simplifica enormemente. Los cuerpos relativamente pequeños de materiales intensamente conductores de calor se aproximan a este comportamiento. Sin embargo, en general, la temperatura dentro de un cuerpo cambia punto a punto, así como de momento a momento (tiempo). Para la resolución del problema de conducción de calor de este proyecto, resulta relevante el estudio de la variación de la temperatura con el tiempo y la posición en problemas unidimensionales que luego se generalizarán para dos dimensiones, específicamente el de la pared plana grande y el cilindro largo.

Sea una pared plana de espesor $2L$ y un cilindro largo de radio r_0 , inicialmente a una temperatura uniforme T_i , como se ilustra en la *Imagen 1*. En el instante $t = 0$, cada configuración geométrica se coloca en un medio grande que está a una temperatura constante T_∞ y se mantiene en ese medio para $t > 0$. La transferencia se lleva a efecto entre estos cuerpos y sus medios ambientes por convección, con un coeficiente de transferencia de calor h uniforme y constante. Es importante notar que ambos casos poseen simetría geométrica y térmica: la pared plana es simétrica con respecto a su plano central ($x = 0$) y el cilindro es simétrico con respecto a su línea central ($r = 0$). Se desprecia la transferencia de calor por radiación entre los cuerpos y sus superficies circundantes. En la *Imagen 2* se observa la variación del perfil de temperatura con el tiempo en la pared plana. Cuando la pared se expone por primera vez al medio circundante, que está a $T_\infty < T_i$ en $t = 0$, toda la pared está a la temperatura inicial T_i . Pero la temperatura de la pared en las superficies y cerca de éstas comienza a caer como resultado de la transferencia de calor de ella hacia el medio circundante. Éste crea un gradiente de temperatura en la pared y se inicia la conducción de calor desde las partes internas de ella hacia sus superficies exteriores. El perfil se vuelve más aplanado conforme pasa el tiempo y llega el momento que se vuelve uniforme $T = T_\infty$. En este punto, la pared alcanza el equilibrio térmico y la transferencia de calor se detiene, ya que deja de existir la diferencia de temperatura. El mismo razonamiento puede realizarse para el cilindro largo.

Antes de continuar con el análisis, resulta conveniente la definición de algunas magnitudes que serán clave para la resolución de este tipo de problemas. Definimos primero la *longitud característica* como:

$$L_c = \frac{V}{A_s} \quad (5)$$

y un *número de Biot*, Bi , como:

$$Bi = \frac{hL_c}{k} \quad (6)$$

También puede expresarse como:

$$Bi = \frac{h \Delta T}{\frac{k \Delta T}{L_c}} = \frac{\text{Convección en la superficie del cuerpo}}{\text{Conducción dentro del cuerpo}}$$

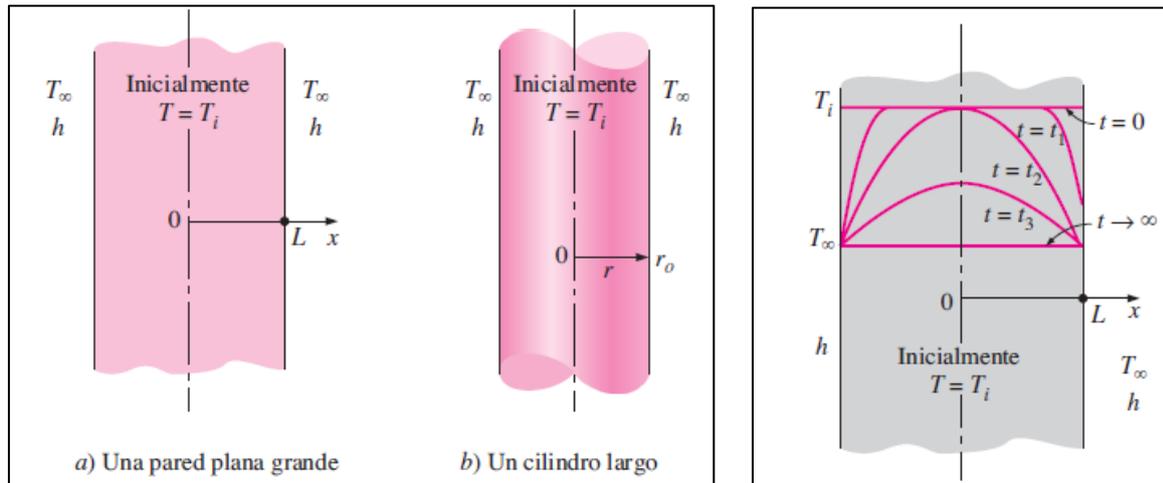


Imagen 1C - Esquema de configuraciones geométricas simples en la que la transferencia de calor es unidimensional y perfiles de temperatura transitoria en una pared expuesta a convección. Cengel, 2007.

Cuando un cuerpo sólido se calienta por el fluido más caliente que lo rodea, en principio el calor es llevado por convección hacia el cuerpo y, a continuación, conducido hacia el interior del cuerpo. El número de Biot es un número adimensional nombrado así en honor al físico Jean-Baptiste Biot (1774-1862). Representa la razón de la resistencia interna de un cuerpo a la conducción de calor con respecto a su resistencia externa a la convección de calor. Por lo tanto, un número pequeño de Biot representa poca resistencia a la conducción del calor y, por tanto, gradientes pequeños de temperatura dentro del cuerpo. Esto a su vez implica una homogeneidad de la temperatura punto a punto dentro del sólido, haciendo que la temperatura se vuelva una función solamente del tiempo y ya no de la posición. El criterio aceptado por la literatura es que cuando $Bi < 0,1$, es razonable adoptar dicha hipótesis.

La formulación de problemas de conducción de calor para la determinación de la distribución unidimensional transitoria de temperatura en una pared plana o en un cilindro largo conduce a una ecuación diferencial en derivadas parciales. Considerando las mismas hipótesis mencionadas anteriormente para la pared plana y suponiendo que se expone a una transferencia de calor por convección desde ambos lados, con un coeficiente de convección h , tenemos que la altura y el ancho de la pared son grandes en relación con su espesor, de donde podemos considerar que la conducción de calor en esa pared será unidimensional. Además, existe simetría térmica respecto al plano medio que pasa por $x = 0$, y como consecuencia la distribución de temperatura debe ser simétrica respecto a ese plano medio. Por tanto, el valor de temperatura en cualquier punto $-x$ del intervalo $-L \leq x \leq 0$ en el instante t debe ser igual al valor en $+x$ del intervalo $0 \leq x \leq L$, en el mismo instante. Esto significa que podemos resolver la ecuación en la mitad positiva del dominio y luego aplicar la solución a la otra mitad.

Resumiendo, las hipótesis adoptadas: propiedades termofísicas constantes, ninguna generación de calor, simetría térmica respecta al plano medio, temperatura inicial uniforme y

coeficiente constante de convección, el problema de conducción transitoria unidimensional de calor en el semidominio $0 \leq x \leq L$ de la pared plana se puede expresar como:

Ecuación diferencial:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t} \quad (7)$$

Condiciones de frontera:

$$\frac{\partial T(0, t)}{\partial x} = 0 \quad y \quad -k \frac{\partial T(L, t)}{\partial x} = h[T(L, t) - T_\infty] \quad (8)$$

Condición inicial:

$$T(x, 0) = T_i \quad (9)$$

Donde α se conoce como la difusividad térmica del material y es:

$$\alpha = \frac{k}{\rho c_p}$$

Utilizando la variable espacial adimensional $X = \frac{x}{L}$, la temperatura adimensional $\theta(x, t) = \frac{[T(x, t) - T_\infty]}{[T_i - T_\infty]}$ y el tiempo adimensional $\tau = \frac{\alpha t}{L^2} = Fo$, también conocido como número de Fourier, es posible expresar el mismo problema, pero en forma adimensional como:

Ecuación diferencial adimensional:

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial X^2} = \frac{\partial \theta}{\partial \tau} \quad (10)$$

Condiciones de frontera adimensionales:

$$\frac{\partial \theta(0, \tau)}{\partial X} = 0 \quad y \quad \frac{\partial \theta(1, \tau)}{\partial X} = -Bi \cdot \theta(1, \tau) \quad (11)$$

Condición inicial adimensional:

$$\theta(X, 0) = 1 \quad (12)$$

La representación adimensional reduce el número de variables independientes y de parámetros de ocho a tres: de $x, L, t, k, \alpha, h, T_i$ y T_∞ a X, Bi y Fo . Resumiendo, tenemos:

$$\theta = f(X, Bi, Fo) \quad (13)$$

La ecuación diferencial en derivadas parciales en forma adimensional (4) junto con sus condiciones de frontera e iniciales, se puede resolver mediante el método de separación de variables desarrollado por Fourier, cuyo desarrollo excede a los alcances de este proyecto. Por esta razón, se dejará la bibliografía en caso de que el lector desee profundizar en este tema. Las soluciones analíticas para una pared plana de espesor $2L$ y para un cilindro largo de radio r_0 se muestran a continuación:

Pared plana

$$\theta = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4 \sin \lambda_n}{2\lambda_n + \sin(2\lambda_n)} e^{-\lambda_n^2 \tau} \cos\left(\frac{\lambda_n x}{L}\right) \quad (14)$$

Donde λ_n son las raíces de:

$$\lambda_n \tan \lambda_n = Bi \quad (15)$$

Cilindro

$$\theta = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{\lambda_n J_0^2(\lambda_n) + J_1^2(\lambda_n)} e^{-\lambda_n^2 \tau} J_0\left(\frac{\lambda_n r}{r_0}\right) \quad (56)$$

Donde λ_n son las raíces de:

Preparó: EGEL, MARCELO; LONDRA, LEANDRO	Revisó: GP 1-03-020	Aprobó:	Página 7 de 40
---	---------------------	---------	----------------

$$\lambda_n \frac{J_1(\lambda_n)}{J_0(\lambda_n)} = Bi \quad (17)$$

Aquí $\theta = (T - T_i)/(T_\infty - T_i)$ es la temperatura adimensional, $Bi = \frac{hL}{k}$ o $\frac{hr_0}{k}$ es el número de Biot, $Fo = \tau = \frac{\alpha t}{L^2}$ es el número de Fourier, y J_0 y J_1 son las funciones de Bessel de la primera especie.

Estas soluciones, que son series infinitas, convergen con rapidez al aumentar el tiempo. Para $\tau > 0,2$, si se conserva el primer término de la serie y desprecian todos los restantes, se obtiene un error menor al 2%. Se considera que es un error aceptable para esta aplicación, ya que probablemente se cometan errores más grandes al realizar aproximaciones, simplificaciones y modelados. Entonces, a continuación, se presentan las soluciones utilizando la aproximación de un término:

$$\begin{array}{l} \text{Pared} \\ \text{plana} \end{array} \quad \theta_{pared} = \frac{T(x,t) - T_\infty}{T_i - T_\infty} = A_1 e^{-\lambda_1^2 \tau} \cos\left(\frac{\lambda_1 x}{L}\right), \text{ para } \tau > 0,2 \quad (18)$$

$$\text{Cilindro} \quad \theta_{cilindro} = \frac{T(r,t) - T_\infty}{T_i - T_\infty} = A_1 e^{-\lambda_1^2 \tau} J_0\left(\frac{\lambda_1 r}{r_0}\right), \text{ para } \tau > 0,2 \quad (19)$$

Donde las constantes A_1 y λ_1 son funciones sólo del número de Biot. La función J_0 de Bessel de primera especie y de orden cero. Dado que $\cos(0) = J_0(0) = 1$, estas relaciones se simplifican para las siguientes expresiones en el centro de una pared plana y de un cilindro largo:

$$\begin{array}{l} \text{Centro de pared plana} \\ x = 0 \end{array} \quad \theta_{0,pared} = \frac{T_0 - T_\infty}{T_i - T_\infty} = A_1 e^{-\lambda_1^2 \tau} \quad (20)$$

$$\begin{array}{l} \text{Centro del cilindro} \\ r = 0 \end{array} \quad \theta_{0,cilindro} = \frac{T_0 - T_\infty}{T_i - T_\infty} = A_1 e^{-\lambda_1^2 \tau} \quad (21)$$

Si se comparan los dos conjuntos de ecuaciones anteriores (ecuaciones 12 y 13 con 14 y 15), se observa que, en cualquier parte de una pared plana o un cilindro, las temperaturas adimensionales están relacionadas con la temperatura en el centro por:

$$\frac{\theta_{pared}}{\theta_{0,pared}} = \cos\left(\frac{\lambda_1 x}{L}\right) \text{ y } \frac{\theta_{cilindro}}{\theta_{0,cilindro}} = J_0\left(\frac{\lambda_1 r}{r_0}\right) \quad (22)$$

Esto muestra la dependencia de la temperatura adimensional respecto al tiempo, dentro de una configuración dada, es la misma en toda la extensión. Es decir, si la temperatura en el centro θ_0 disminuye 20% durante un tiempo especificado, del mismo modo disminuye en cualquier otro punto de la geometría durante el mismo tiempo.

2.3. Conducción de calor en régimen transitorio en sistemas multidimensionales

Las soluciones analíticas presentadas en el apartado anterior son para la resolución de problemas de transferencia de calor y distribución de temperaturas unidimensionales, esto es, pared plana grande y cilindro largo. Por medio de un procedimiento de superposición llamado solución producto, también se pueden construir soluciones para problemas bidimensionales de conducción de calor en régimen transitorio, como el de un cilindro corto,

siempre y cuando todas las superficies del sólido estén sometidas a convección hacia el mismo fluido a la temperatura T_∞ , como el mismo coeficiente de transferencia de calor h , y que el cuerpo no genere calor. En esta configuración geométrica multidimensional, la solución puede ser expresada como el producto de las soluciones para las configuraciones geométricas unidimensionales cuya intersección es la geometría multidimensional.

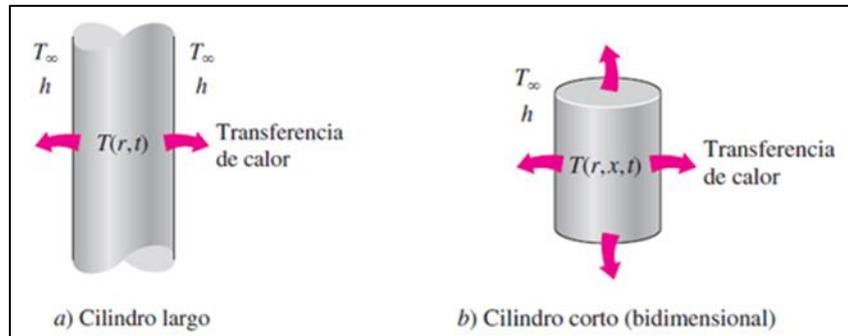


Imagen 2C – La temperatura en un cilindro corto expuesto a convección desde todas las superficies varía respecto. Cengel, 2007.

Consideramos un cilindro corto de altura a y radio r_0 , inicialmente a una temperatura T_i . No hay generación de calor. En el instante $t = 0$, el cilindro se sujeta a convección desde todas las superficies hacia un medio a la temperatura T_∞ , con un coeficiente de transferencia de calor h . La temperatura del cilindro cambiará con x así como con r y el tiempo t , ya que se tiene transferencia de calor desde las superficies superior e inferior, así como desde su superficie lateral. Es decir, $T = T(r, x, t)$ y, por consiguiente, éste es un problema bidimensional de conducción de calor en régimen transitorio. Cuando se suponen las propiedades constantes, se puede demostrar que la solución de este problema se puede expresar como:

$$\left(\frac{T(r, x, t)}{T_i - T_\infty}\right)_{\text{cilindro corto}} = \left(\frac{T(x, t) - T_\infty}{T_i - T_\infty}\right)_{\text{pared plana}} \cdot \left(\frac{T(r, t) - T_\infty}{T_i - T_\infty}\right)_{\text{cilindro largo}} \quad (23)$$

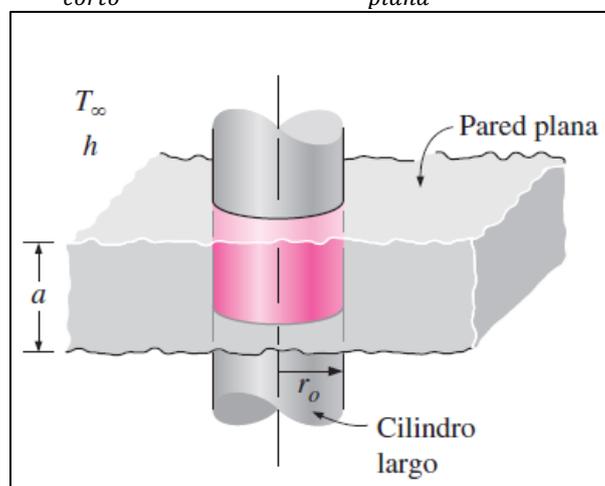


Imagen 3C - Cilindro corto de radio r_0 y altura a como intersección de un cilindro largo y una pared infinita. Cengel, 2007.

De esta manera, el cálculo térmico se reducirá a aplicar la ecuación 17 al sistema (a la primera y tercera etapa) para calcular así el tiempo mínimo necesario para llevar el centro de la botella de calostro a la temperatura deseada, que en este caso será de 37°C (temperatura de consumo).

2.4. Conducción de calor en estado estacionario para el cambio de fase

La segunda etapa del descongelado, el cambio de fase, consiste en entregar el calor latente de fusión al calostro, proceso que ocurre a temperatura constante. En realidad, el proceso ocurrirá a temperatura constante para la superficie expuesta al agua caliente, que se descongelará y luego transmitirá calor hacia las superficies interiores, así hasta que todo pase al estado líquido; pero para el momento en que el calostro que se encuentra en el centro del recipiente se descongele, el calostro que estuvo en contacto con el agua caliente primero ya estará a una temperatura mayor.

La forma más práctica para la predicción del tiempo de congelado o descongelado ha radicado en la utilización de la ecuación propuesta por Plank (R. Paul Singh; Dennis R. Heldman, 2009). Esta ecuación describe el cambio de fase y es:

$$t_f = \frac{\rho_f L_f}{T_f - T_a} \left(\frac{P' a}{h} + \frac{R' a^2}{K_f} \right) \quad (24)$$

Donde ρ_f es la densidad del material congelado, L_f es el calor latente de fusión o solidificación, T_f es el punto de fusión, T_a es la temperatura del medio convectivo mediante el cual se enfría o calienta el material, K_f es la conductividad térmica del material congelado, h es el coeficiente de transferencia de calor por convección en la superficie, a es la longitud característica del arreglo geométrico y las constantes P' y R' se utilizan para tener en cuenta la geometría del material. Esta ecuación tiene como hipótesis que: el calor latente se extrae o entrega a temperatura constante, y por lo tanto la conductividad térmica cambia de manera discreta de K_f a K_u , donde el último corresponde a la conductividad térmica del material descongelado; y además que los efectos del calor sensible son despreciables. Para el caso que nos ocupa se utilizarán los valores de P' y R' que corresponden al cilindro infinito, ya que se aproxima mejor que una placa infinita. Sus valores son:

$$P' = \frac{1}{4} \quad R' = \frac{1}{16} \quad (25)$$

Una vez obtenidos los tiempos mínimos de cada una de las tres etapas, sumándolos (hipótesis de procesos en serie) obtenemos el tiempo mínimo total del proceso, el cual usaremos como referencia para el diseño de la potencia calefactora del sistema.

2.5. Determinación del coeficiente de transferencia de calor por convección h

La transferencia de calor por convección es el mecanismo más complejo de transferencia, ya que comprende el movimiento del fluido, así como conducción del calor. El movimiento del fluido mejora la transferencia de calor, ya que pone en contacto porciones más calientes y

frías de ese fluido, iniciando índices más altos de conducción en un gran número de sitios. Este coeficiente con unidades $\frac{W}{m^2K}$ se puede definir como la razón de la transferencia de calor entre una superficie sólida y un fluido por unidad de área superficial por unidad de diferencia de temperatura. Este coeficiente depende de muchas variables y por lo tanto es difícil de determinar. Por esto, en la práctica es común quitar las dimensiones a las ecuaciones que rigen y combinar las variables, con el fin de reducir el número de variables totales. El coeficiente de transferencia por convección adimensional se conoce como número de *Nusselt* (en honor al ingeniero alemán Wilhelm Nusselt, 1882-1957) y se define:

$$Nu = \frac{hL_c}{k} \quad (26)$$

Donde k es la conductividad térmica del fluido y L_c es la longitud característica. Representa el mejoramiento de la transferencia de calor a través de una capa de fluido como resultado de la convección en relación con la conducción a través de la misma capa. Entre mayor el número de *Nusselt*, más eficaz es la convección.

También será necesario para el cálculo del coeficiente h definir el número adimensional conocido como el número de *Prandtl* (en honor a Ludwig Prandtl, 1875-1953), y representa la relación entre la velocidad de difusión de la cantidad de momento (viscosidad) y la difusividad térmica. Se define como:

$$Pr = \frac{\nu}{\alpha} = \frac{\mu c_p}{k} \quad (27)$$

Donde ν es la viscosidad cinemática, α es la difusividad térmica, c_p el calor específico a presión constante y μ la viscosidad dinámica.

Por último, se define el número adimensional conocido como número de *Reynolds* (en honor a Osborn Reynolds, 1842 – 1912), el cual describe el régimen de flujo (turbulento, laminar o de transición) y viene dado por la razón de las fuerzas de inercia a las fuerzas viscosas en el fluido. Se define:

$$Re = \frac{VL_c}{\nu} = \frac{\rho VL_c}{\mu} \quad (28)$$

Donde V es la velocidad corriente superior, L_c es la longitud característica de la configuración geométrica y $\nu = \frac{\mu}{\rho}$ es la viscosidad cinemática del fluido.

Las propiedades del fluido involucradas en estos números se evalúan a una temperatura llamada *temperatura de película*, para tomar en consideración la variación de las propiedades con la temperatura. Esta se define como:

$$T_f = \frac{T_s + T_\infty}{2} \quad (29)$$

y representa el promedio aritmético de las temperaturas de la superficie y del flujo.

Para el caso particular de la configuración geométrica cilíndrica, como el caso en cuestión, se toma la longitud característica igual al diámetro externo D . Por tanto, el número de *Reynolds* toma la forma de $Re = \frac{VD}{\nu}$.

En general, para flujos a través de cilindros comprenden separación del flujo, lo cual es difícil de manejar en forma analítica. Por lo tanto, estos flujos se estudian de manera experimental. El objetivo de todas estas ecuaciones es determinar el número de *Nusselt*, y así el coeficiente de transferencia de calor. Propuesta por Churchill y Bernstein, la siguiente ecuación empírica define el número de *Nusselt* promedio para el flujo cruzado sobre un cilindro:

$$Nu_{cil} = \frac{hD}{k} = 0,3 + \frac{0,62Re^{\frac{1}{2}}Pr^{\frac{1}{3}}}{\left[1 + \left(0,4/Pr\right)^{\frac{2}{3}}\right]^{\frac{1}{4}}} \left[1 + \left(\frac{Re}{282000}\right)^{\frac{5}{8}}\right]^{\frac{4}{5}} \quad (30)$$

Esta relación se considera completa ya que correlaciona bien los datos de los que se dispone para $RePr > 0,2$. Las propiedades del fluido se evalúan a la temperatura de película T_f antes definida.

Para el caso de una placa plana paralela al flujo (pensando en las caras superior e inferior del cilindro), los números adimensionales de Reynolds y de Prandtl son los mismos ya que usaríamos el diámetro como longitud característica para representar la placa. La diferencia está en la ecuación que relaciona los dos números para dar el número de Nusselt, esta es:

$$Nu_{placa} = 0,664Re^{0,5}Pr^{\frac{1}{3}} \quad \text{para } Re < 5 \cdot 10^5 \quad (31)$$

Una vez conocido el número de Nusselt para la placa, resta resolver para h .

Debido a que, como ya se explicó, un cilindro corto está formado por la intersección de una placa y un cilindro infinitos, nos encontramos con que existe un h promedio para la pared del cilindro y otro h promedio para las tapas (formado por la superficie convectiva de la placa). Por esta razón, se propone el cálculo de un coeficiente h promedio de toda la geometría, ponderando cada h por su superficie. Así:

$$h_{cilindro\ corto} = \frac{A_{cil}}{A_T} h_{cil} + \frac{A_{placa}}{A_T} h_{placa} \quad (32)$$

2.6. Cálculo del coeficiente de convección natural h_c

Para la última etapa, además de lo que ya se consideró hasta aquí, es necesario además tener en cuenta que el calostro se encontrará en estado líquido, por lo que se cometería un error considerable al no considerar el fenómeno de convección libre de un fluido. Gracias a este fenómeno, la transferencia de calor mejora notablemente debido a las corrientes de convección natural; en otras palabras, ahora la transferencia de calor desde el baño hacia el recipiente es por conducción y por convección libre. Este fenómeno se caracteriza, una vez más, mediante números adimensionales, a saber:

$$Gr_L = \frac{g\beta(T_s - T_\infty)L_c^3}{\nu^2} \quad (33)$$

En donde Gr_L es el número de Grashof, g es la aceleración gravitacional, β es el coeficiente de expansión volumétrica, T_s es la temperatura de la superficie, L_c la longitud característica de la configuración geométrica y ν la viscosidad cinemática del fluido. El número de Grashof representa la razón entre la fuerza de empuje y la fuerza viscosa que actúan sobre el fluido y rige el régimen de flujo en la convección natural. El papel que desempeña el número de Reynolds en la convección forzada lo desempeña el de Grashof para la convección natural. Además, también encontramos el número de Rayleigh, el cual es el producto de los números de Grashof y de Prandtl y su significado es que dependiendo de si se supera un valor crítico del mismo, la transferencia de calor se produce principalmente por convección o por conducción en el caso contrario:

$$Ra_L = Gr_L Pr \quad (34)$$

Este último número se relaciona con el número de Nusselt promedio de diferentes formas, dependiendo la configuración geométrica. Para el cilindro vertical, si la siguiente relación se cumple:

$$D \geq \frac{35L}{Gr_L^{1/4}} \quad (35)$$

Se puede considerar al cilindro vertical como una placa vertical, cuya relación es:

$$Nu = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 Ra_L^{1/4}}{\left[1 + \left(\frac{0,492}{Pr} \right)^{16} \right]^{1/4}} \right\}^2 \quad (36)$$

Para un recinto cerrado, como es el recipiente de calostro, se puede considerar al número de Nusselt como “mejorador” del coeficiente de conducción de calor, de forma que:

$$k_{ef} = kNu \quad (37)$$

Es por esta razón que, para tener en cuenta la convección libre del fluido, en la última etapa se tratará al fluido como un sólido a fines del modelado, con las propiedades del fluido y con el coeficiente de conductividad térmica afectado por dicho número de Nusselt.

2.7. Cálculo del tiempo mínimo requerido para el descongelado del calostro

Una vez definidas las ecuaciones a utilizar para este cálculo y varias de las hipótesis que se utilizarán, es posible proceder al cálculo de este tiempo requerido, a saber:

$$t_{min} = t_1 + t_2 + t_3 \quad (38)$$

Donde t_1 , t_2 y t_3 son los tiempos mínimos de cada una de las etapas del proceso.

Para el modelado del sistema y para simplificar el cálculo, se decidió utilizar un cilindro en lugar de la botella, con las mismas dimensiones características (altura y diámetro), por razones obvias de simplicidad geométrica. Las dimensiones de este cilindro serán:

$$D = 0,12m \quad L = 0,252m \quad (39)$$

Además de esto, no se considerará la superficie de la botella en la transmisión de calor por ser esta sumamente delgada, asumiendo así que el calostro está directamente en contacto con el agua. Es redundante aclarar que el modelado se realizará para una sola botella, ya que el tiempo mínimo de descongelado es independiente de la cantidad de botellas que se descongelen de manera simultánea, lo cual hace aplicable este número a un diseño con mayor o menor capacidad que la propuesta en este proyecto. Se asumirá también que la presión es la atmosférica.

Debido a la escasez de datos referentes al calostro bovino, se utilizarán los de la leche entera. Se observa en las propiedades de la leche entera que esta posee un contenido de agua del 88% (Cengel, 2007). Debido a esto, se considerará para el modelado que se trata solamente de agua, ya que esto nos facilita la obtención de las propiedades a diferentes temperaturas y porque, al ser el contenido acuoso tan elevado, las propiedades reales del calostro no se

alejan de las del agua. También se considerará que el sistema es adiabático con el entorno y que el agua de calefacción se encontrará a 45°C de forma constante, sin variaciones, aunque sabemos que tendrá fluctuaciones debido a la naturaleza del controlador y a las pérdidas por las paredes. Las restantes hipótesis de cálculo se enumerarán en cada etapa, ya que serán propios de ellas.

2.8. Primera etapa – Inicio del descongelado hasta comienzo del cambio de fase – t_1

Esta etapa inicia en el momento en el que se introduce la cilindro en el agua calefactora, cuando ésta está en estado sólido. Debido a esto, la transferencia de calor se realizará a través de convección en la superficie del cilindro y por conducción dentro de él. Se calculará primero el coeficiente de transferencia por convección para el cilindro, $h_{1,cil}$, y luego el coeficiente para la placa de espesor $\frac{L}{2}$ y largo D , $h_{1,placa}$. Para esto necesitamos conocer la temperatura de película, T_{f_1} , que se obtiene del promedio entre la temperatura de la superficie del cilindro y la del agua. Para esto supondremos que la temperatura de congelado (inicial) del calostro será de $T_i = -10^\circ C$.

$$T_{f_1} = \frac{-10^\circ C + 45^\circ C}{2} = 17,5^\circ C \quad (40)$$

El calor específico del agua, la viscosidad dinámica y el coeficiente de conductividad térmica a dicha temperatura son aproximadamente (Toro & Pérez-Lombard, 2019):

$$\mu = 0,001675 \frac{kg}{ms} \quad c_p = 4,18 \frac{kJ}{kg K} \quad k = 0,595 \frac{W}{m K} \quad (41)$$

Entonces, reemplazando en la ecuación 27:

$$Pr = \frac{\mu c_p}{k} = \frac{0,001675 \frac{kg}{ms} \cdot 4,18 \frac{kJ}{kg K} \cdot 1000 \frac{J}{kJ}}{0,595 \frac{W}{m K}} = 11,77 \quad (42)$$

Para el número de Reynolds tenemos que, como se sabe que el tanque se encontrará agitado pero aún no se conoce el tipo de agitador ni la velocidad de agitación, se asumirá una agitación de 30 rpm y un tamaño de agitador de 75 mm.

$$\rho = 998,25 \frac{kg}{m^3} \quad V = 30rpm \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{60 \text{ rev} \cdot s} \cdot 0,075m = 0,235 \frac{m}{s} \quad (43)$$

Donde V es la velocidad tangencial del agua en la punta de la paleta. L_c para el caso de un recipiente agitado corresponde al diámetro de la paleta. Entonces, reemplazando estos valores en la ecuación 28:

$$Re = \frac{998,25 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,235 \frac{m}{s} \cdot 0,12m}{0,001675 \frac{kg}{ms}} = 10504 \quad (44)$$

Como se verifica que $RePr = 10504 \cdot 11,77 = 123632 > 0,2$, reemplazamos los números adimensionales en la ecuación 36:

$$Nu_{cil} = 0,3 + \frac{0,62 \cdot 10504^{\frac{1}{2}} 11,77^{\frac{1}{3}}}{\left[1 + \left(\frac{0,4}{11,77}\right)^{\frac{2}{3}}\right]^{\frac{1}{4}}} \left[1 + \left(\frac{10504}{282000}\right)^{\frac{5}{8}}\right]^{\frac{4}{5}} = 60,727 \quad (45)$$

Despejando el coeficiente h_1 de la expresión del número de Nusselt, tenemos:

$$h_{1,cil} = \frac{Nu k}{L_c} = \frac{60,727 \cdot 0,595 \frac{W}{m K}}{0,12m} = 301,1 \frac{W}{m^2 K} \quad (46)$$

Para el cálculo del coeficiente $h_{1,placa}$ se volverán a utilizar los números de Reynolds y Prandtl calculados, ya que no cambian, y como se cumple que $Re = 10504 < 5 \cdot 10^5$, se reemplazan en la ecuación 31:

$$Nu_{placa} = 0,664 \cdot 10504^{0,5} \cdot 11,77^{\frac{1}{3}} = 195,8 \quad (47)$$

Luego,

$$h_{1,placa} = \frac{Nu k}{L_c} = \frac{195,8 \cdot 0,595 \frac{W}{m K}}{0,12m} = 970,84 \frac{W}{m^2 K} \quad (48)$$

Con los dos coeficientes de convección calculados, calculamos el coeficiente promedio del cilindro entero, el cual es según la ecuación 32:

$$h = \frac{1}{\pi DL + \frac{\pi D^2}{2}} \left(\pi DL h_{1,cil} + \frac{\pi D^2}{2} h_{1,placa} \right) \quad (49)$$

Tenemos que:

$$A_{cil} = \pi \cdot 0,12m \cdot 0,252m = 0,095m^2 \quad A_{placa} = \frac{\pi(0,12m)^2}{2} = 0,0226m^2 \quad (50)$$

$$A_T = A_{cil} + A_{placa} = 0,1176m^2$$

Reemplazando:

$$h = \frac{1}{0,1176m^2} \left(0,095m^2 \cdot 301,1 \frac{W}{m^2 K} + 0,0226m^2 \cdot 970,84 \frac{W}{m^2 K} \right) = 429,8 \frac{W}{m^2 K} \quad (51)$$

Con este coeficiente calculado, sabiendo además que la conductividad térmica para el hielo es $2,21 \frac{W}{m K}$ (Norma IRAM, 2004) y que la longitud característica para el cilindro para los cálculos referentes a la conducción de calor corresponde a su radio, estamos en condiciones de reemplazarlo en la ecuación 6 y calcular el número de Biot para el cilindro:

$$Bi_{cil} = \frac{429,8 \frac{W}{m^2 K} \cdot 0,06m}{2,21 \frac{W}{m K}} = 11,67 \quad (52)$$

De la misma forma, el número de Biot para la placa, teniendo en cuenta que para el cálculo de este número la longitud característica de una placa es el espesor $L/2$, es:

$$Bi_{placa} = \frac{429,8 \frac{W}{m^2 K} \cdot \frac{0,252 m}{2}}{2,21 \frac{W}{m K}} = 24,5 \quad (53)$$

Ahora bien, con estos datos, ya es posible proseguir al cálculo del tiempo que le llevará al sistema alcanzar los 0°C (punto en el cual inicia la siguiente etapa) desde los -10°C. Calculando el tiempo en el que el centro del cilindro llegue a 0°C, nos aseguraremos de que ya alcanzó dicha temperatura en todos los otros puntos. El tiempo adimensional para el cual queremos resolver es:

$$\theta_0 = \frac{T_0 - T_\infty}{T_i - T_\infty} = \frac{0^\circ C - 45^\circ C}{-10^\circ C - 45^\circ C} = 0,818 \quad (54)$$

Por la ecuación 23, sabemos que la solución para el cilindro corto (combinación del cilindro y la placa infinitos) es:

$$\theta_0 = \theta_{0,cilindro} \cdot \theta_{0,placa} \quad (55)$$

Como nosotros partimos del tiempo adimensional en lugar de calcularlo y además dicho valor es el mismo para el cilindro y para la placa, tenemos:

$$\theta_0 = 0,818 \cdot 0,818 = 0,669 \quad (56)$$

Reemplazando 20 y 21 en la ecuación 55 anterior, se obtiene:

$$\theta_0 = A_{1,cil} e^{-\lambda_{1,cil}^2 \tau_{1,cil}} \cdot A_{1,placa} e^{-\lambda_{1,placa}^2 \tau_{1,placa}} \quad (57)$$

Reemplazando τ por la expresión que lo define y dejando las constantes a un solo lado de la igualdad:

$$\frac{\theta_0}{A_{1,cil} \cdot A_{1,placa}} = e^{-\frac{4\lambda_{1,cil}^2 \alpha t}{D^2} - \frac{4\lambda_{1,placa}^2 \alpha t}{L^2}} \quad (58)$$

Aplicando logaritmo natural a ambos lados y utilizando la propiedad del mismo del lado derecho de la igualdad:

$$\ln\left(\frac{\theta_0}{A_{1,cil} \cdot A_{1,placa}}\right) = t \left(-\frac{4\lambda_{1,cil}^2 k}{\rho c_p D^2} - \frac{4\lambda_{1,placa}^2 k}{\rho c_p L^2}\right) \ln e \quad (59)$$

Donde $\alpha = \frac{k}{\rho c_p}$. Finalmente:

$$t = \ln\left(\frac{\theta_0}{A_{1,cil} \cdot A_{1,placa}}\right) \cdot \frac{\rho c_p}{4k \left(-\frac{\lambda_{1,cil}^2}{D^2} - \frac{\lambda_{1,placa}^2}{L^2}\right)} \quad (60)$$

Las constantes $A_{1,cil}$, $A_{1,placa}$, $\lambda_{1,cil}$ y $\lambda_{1,placa}$ se obtienen utilizando los números de Biot calculados anteriormente, a partir de la tabla 4-2 de Cengel (2007). Sus valores son:

$$\lambda_{1,cil} = 2,1976 \quad A_{1,cil} = 1,5717 \quad \lambda_{1,placa} = 1,5069 \quad A_{1,placa} = 1,2707 \quad (61)$$

Notamos que los valores de calor específico, densidad y conductividad térmica son los del hielo, no los del agua previamente utilizados. Estos valores son:

$$c_p = 2100 \frac{J}{kgK} \quad y \quad \rho = 920 \frac{kg}{m^3} \quad (62)$$

Dichos valores fueron obtenidos de la tabla A-8 de la literatura de Cengel (2007).

Reemplazando:

$$t_1 = \ln\left(\frac{0,669}{1,5717 \cdot 1,2707}\right) \cdot \frac{920 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 2040 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}}{4 \cdot 2,12 \frac{\text{W}}{\text{m K}} \left(-\frac{2,1976^2}{(0,12\text{m})^2} - \frac{1,5069^2}{(0,252\text{m})^2}\right)} \quad (63)$$

$$t_1 = 652,2 \text{ s} \quad (64)$$

Además de este valor obtenido de forma analítica, se simuló el sistema mediante el uso de la herramienta *PDE toolbox*, perteneciente al software MATLAB que resuelve el modelo de transferencia de calor en estado no estacionario mediante la aplicación del método de diferencias finitas. A continuación, se adjuntan los resultados de la simulación.

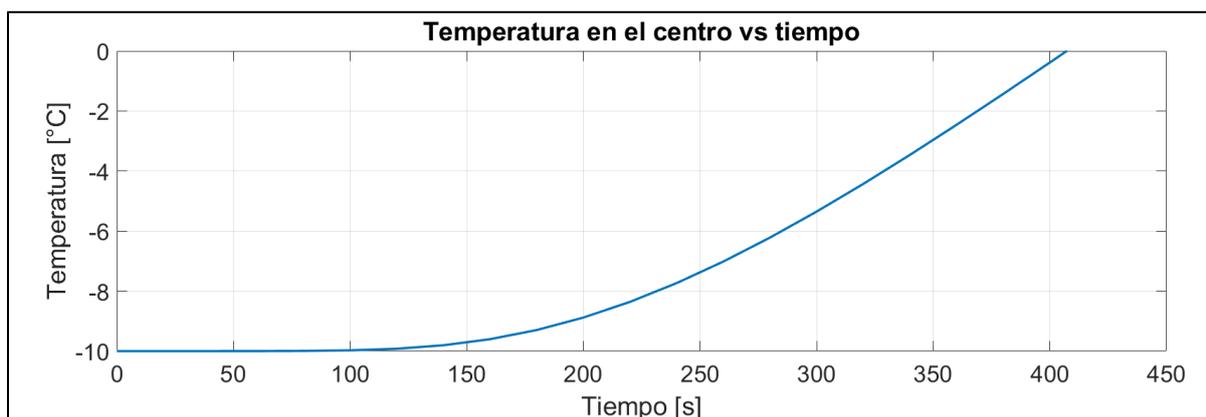


Imagen 4C - Temperatura en el centro del cilindro en función del tiempo, para un $z = L/2$

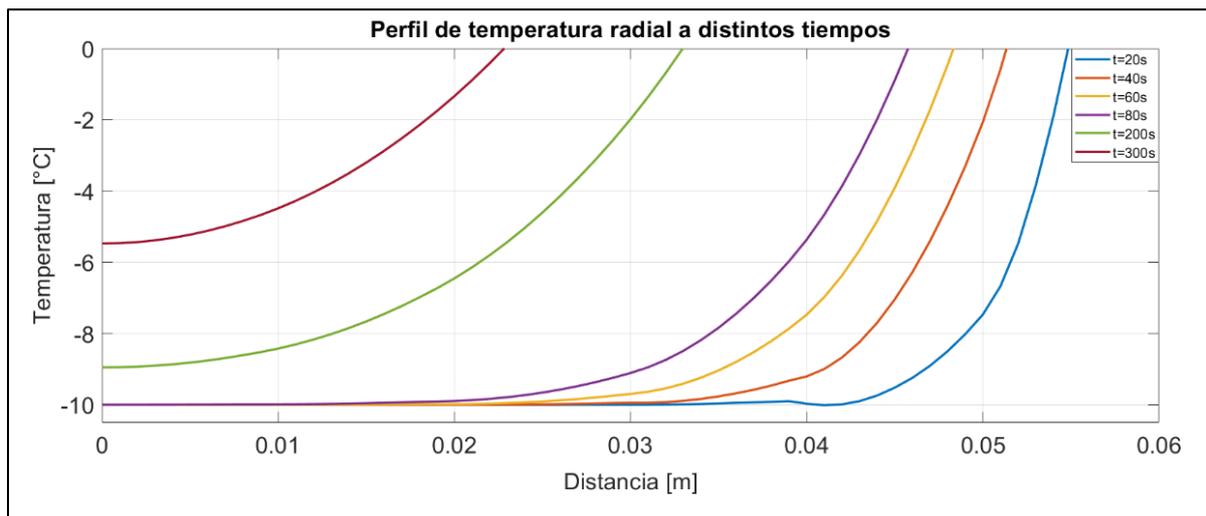


Imagen 5C - Perfil de temperaturas en dirección radial para distintos instantes y para $z = L/2$

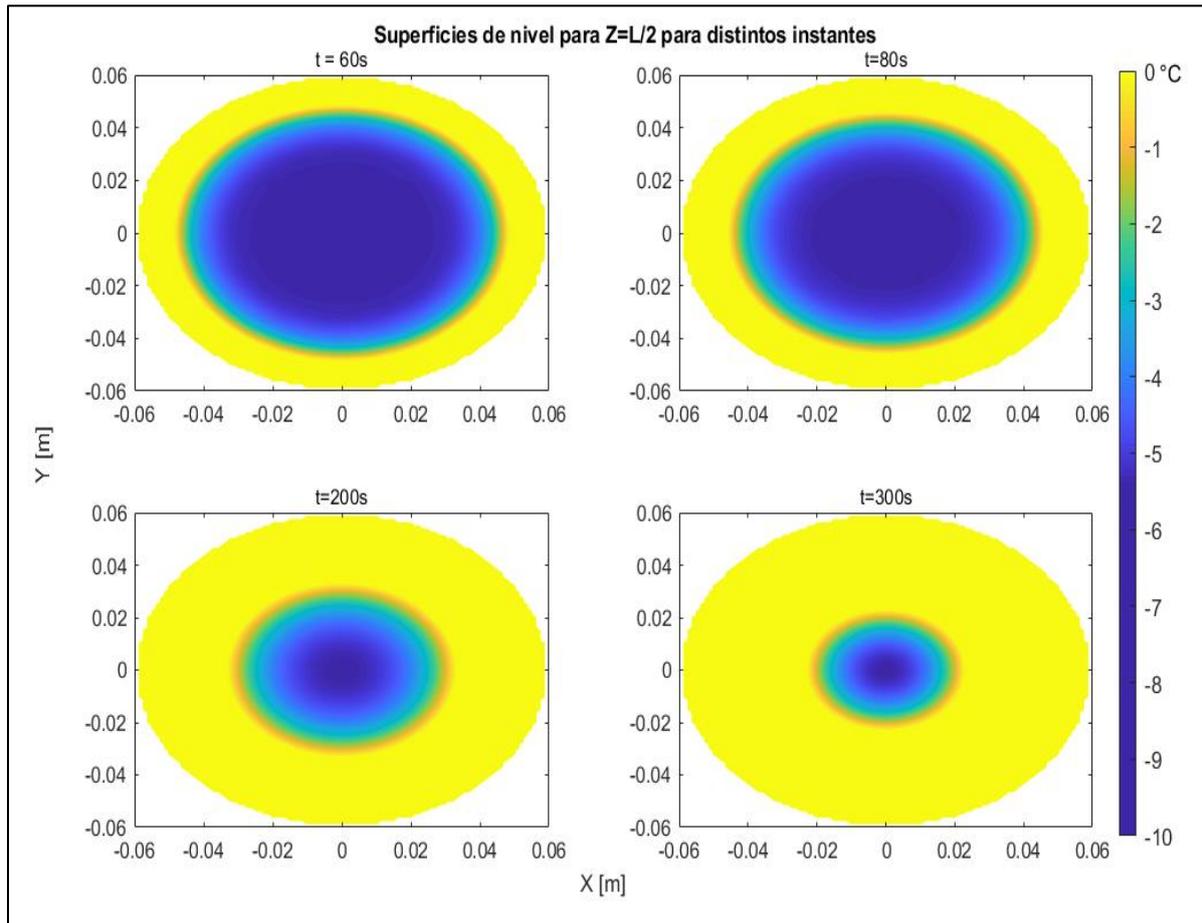


Imagen 6C - Superficies de nivel isotermas para $Z=L/2$. La circunferencia que separa la superficie amarilla (0°C) del resto representa la interfaz líquido-sólido avanzando hacia el centro.

Se observa que los resultados de las simulaciones difieren en alguna medida del resultado analítico que se obtuvo utilizando el método analítico. La diferencia existe debido a que al utilizar el método analítico se realizan muchas aproximaciones, como por ejemplo el cálculo del coeficiente de transferencia de calor por convección promedio en todo el cilindro, entre otras. En la simulación tenemos la libertad de asignar coeficientes locales a las distintas caras del cilindro, así como calcular punto a punto la temperatura. Debido a esto, se considera que el resultado obtenido por simulación es más certero y corroboramos que tiene sentido debido a la cercanía con el resultado obtenido mediante el método analítico. El tiempo en el centro obtenido mediante la simulación es de:

$$t_{1\text{ sim}} = 407\text{s} \quad (65)$$

2.9. Segunda etapa – Cambio de fase – t_2

Para esta etapa se aplicará la ecuación 24, presentada anteriormente. Para esto, debido a que la temperatura de película cambió, es necesario recalcular el coeficiente de transferencia de calor por convección.

$$T_{f2} = \frac{0^{\circ}\text{C} + 45^{\circ}\text{C}}{2} = 22,5^{\circ}\text{C} \quad (66)$$

Las propiedades del agua líquida a esta temperatura son (Toro & Pérez-Lombard, 2019):

$$\mu = 0,0009455 \frac{kg}{ms} \quad c_p = 4,178 \frac{kJ}{kg K} \quad \rho = 998,7 \frac{kg}{m^3} \quad k = 0,604 \frac{W}{m K} \quad (67)$$

Con estos datos ya podemos calcular el número de Prandtl:

$$Pr = \frac{\mu c_p}{k} = \frac{0,0009455 \frac{kg}{ms} \cdot 4,178 \frac{kJ}{kg K} \cdot 1000 \frac{J}{kJ}}{0,604 \frac{W}{m K}} = 6,54 \quad (68)$$

La velocidad de agitación es la misma. Por lo tanto, el número de Reynolds será:

$$Re = \frac{998,7 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,235 \frac{m}{s} \cdot 0,075m}{0,0009455 \frac{kg}{ms}} = 18616,7 \quad (69)$$

Como se verifica que $RePr = 29787 \cdot 6,54 = 194805 > 0,2$, reemplazamos los números adimensionales en la ecuación 36:

$$Nu_{cil} = 0,3 + \frac{0,62 \cdot 18616,7^{\frac{1}{2}} \cdot 6,54^{\frac{1}{3}}}{\left[1 + \left(\frac{0,4}{6,54}\right)^{\frac{2}{3}}\right]^{\frac{1}{4}}} \left[1 + \left(\frac{18616,7}{282000}\right)^{\frac{5}{8}}\right]^{\frac{4}{5}} = 230,36 \quad (70)$$

Luego:

$$h_{2,cil} = \frac{Nu k}{L_c} = \frac{230,36 \cdot 0,604 \frac{W}{m K}}{0,12m} = 1159,5 \frac{W}{m^2 K} \quad (71)$$

Para la placa tenemos que el número de Nusselt es:

$$Nu_{placa} = 0,664 \cdot 18616,7^{0,5} \cdot 6,54^{\frac{1}{3}} = 214,3 \quad (72)$$

$$h_{2,placa} = \frac{214,3 \cdot 0,604 \frac{W}{m K}}{0,12m} = 1078,64 \frac{W}{m^2 K} \quad (73)$$

Seguidamente, calculamos el coeficiente promedio del cilindro corto:

$$h = \frac{1}{0,1176m^2} \left(0,095m^2 \cdot 1159,5 \frac{W}{m^2 K} + 0,0226m^2 \cdot 1078,64 \frac{W}{m^2 K} \right) = 1144 \frac{W}{m^2 K} \quad (74)$$

El calor latente de fusión del hielo es $L_f = 334 kJ/kg$ y es obtenido de la tabla A-7 de la literatura de Cengel (2007).

Una vez que se obtuvieron estos parámetros, es posible reemplazar en la ecuación de cambio de estado propuesta por Plank (R. Paul Singh; Dennis R. Heldman, 2009) y ya mencionada en la reseña teórica. De esta forma, reemplazando en la ecuación 24:

$$t_2 = \frac{920 \frac{kg}{m^3} \cdot 334 \frac{kJ}{m^3} \cdot 1000 \frac{J}{kJ}}{45^\circ C} \left(\frac{0,25 \cdot 0,06m}{1144 \frac{W}{m^2 K}} + \frac{0,0625 \cdot (0,06m)^2}{2,12 \frac{W}{m K}} \right) = 814 s \quad (75)$$

Para esta etapa no se realizaron simulaciones debido a la complejidad de la implementación en software de los modelos disponibles, y porque no se resolvió ningún modelo analítico para

llegar al resultado buscado sino a expresiones cuasi experimentales (una parte se deriva de la ecuación de conducción de Fourier y otra de experimentos).

2.10. Tercera etapa – Calentamiento hasta temperatura final– t_3

Para esta última etapa comienza cuando el agua está totalmente en estado líquido a 0°C, hasta los 37°C que es cuando finaliza el proceso. Como el calostro se encuentra en estado líquido, la transferencia de calor hacia su interior ahora será por dos mecanismos combinados: conducción y convección natural.

Repitiendo el proceso de cálculo ya realizado para la primera etapa, comenzamos con la temperatura de película, que es la misma que para la segunda etapa:

$$T_f = 22,5^\circ\text{C} \quad (76)$$

Como esta temperatura es la misma, todas las propiedades serán idénticas al caso anterior y, como consecuencia, los números de Prandtl, Reynolds, Nusselt y los coeficientes de transferencia por convección. Los coeficientes son:

$$h_{3,cil} = 1159,5 \frac{W}{m^2K} \quad h_{3,placa} = 1078,64 \frac{W}{m^2K} \quad h_{promedio} = 1144 \frac{W}{m^2K} \quad (77)$$

Luego, para tener en cuenta la convección libre que existirá dentro del recipiente que contiene al calostro líquido, se seguirá el procedimiento de cálculo previamente descrito. Primero, para determinar el número de Grashof necesitamos dos propiedades adicionales a las que utilizamos anteriormente, a la temperatura de película. Éstas son la viscosidad cinemática y el coeficiente de expansión térmica, a saber (Toro & Pérez-Lombard, 2019):

$$\nu = 0,9465 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s} \quad \beta = 0,2342 \times 10^{-3} \frac{1}{K} \quad (78)$$

Se utilizará la temperatura de película como diferencia de temperaturas para el número de Grashof, debido a que, si utilizáramos el diferencial para el tiempo inicial de esta etapa, no estaríamos teniendo en cuenta que dicho diferencial varía con el tiempo, disminuyendo. Luego, reemplazando en la expresión del número de Grashof, tenemos:

$$Gr_L = \frac{9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 0,2342 \times 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 22,5^\circ\text{C} \cdot (0,256m)^3}{\left(0,9465 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}\right)^2} = 9,68 \times 10^8 \quad (79)$$

Luego, para verificar que es posible utilizar la expresión del número de Nusselt para una placa vertical, calculamos:

$$\frac{35 \cdot 0,256m}{(9,68 \times 10^8)^{1/4}} = 0,05m \leq 0,12m \quad (80)$$

Como se verifica que el diámetro es mayor que dicha relación, se procede al cálculo del número de Rayleigh y luego al de Nusselt:

$$Ra_L = 9,68 \times 10^8 \cdot 6,54 = 6,33 \times 10^9 \quad (81)$$

Reemplazando:

$$Nu = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 \cdot (6,33 \times 10^9)^{1/6}}{\left[1 + \left(\frac{0,492}{6,54} \right)^{16} \right]^{2/7}} \right\}^2 = 271,16 \quad (82)$$

Luego se obtiene el k_{ef} para el líquido:

$$k_{ef} = 271,16 \cdot 0,604 \frac{W}{m K} = 163,78 \frac{W}{mK} \quad (83)$$

Con este nuevo valor, se procede a calcular el resto de los números adimensionales. Los números de Biot para la placa y para el cilindro son:

$$Bi_{placa} = \frac{1078,64 \frac{W}{m^2 K} \cdot \frac{0,252 m}{2}}{163,78 \frac{W}{m K}} = 0,83 \quad (84)$$

$$Bi_{cilindro} = \frac{1159,5 \frac{W}{m^2 K} \cdot 0,06 m}{163,78 \frac{W}{m K}} = 0,425 \quad (85)$$

La temperatura adimensional para la cual resolveremos es:

$$\theta_0 = \frac{T_0 - T_\infty}{T_i - T_\infty} = \frac{37^\circ C - 45^\circ C}{0^\circ C - 45^\circ C} = 0,178 \quad (86)$$

Como nosotros partimos del tiempo adimensional en lugar de calcularlo y además dicho valor es el mismo para el cilindro y para la placa, tenemos:

$$\theta_0 = 0,178 \cdot 0,178 = 0,03 \quad (87)$$

Las constantes $A_{1,cil}$, $A_{1,placa}$, $\lambda_{1,cil}$ y $\lambda_{1,placa}$ se obtienen utilizando los números de Biot calculados anteriormente, a partir de la tabla 4-2 de Cengel (2007), Sus valores son:

$$\lambda_{1,cil} = 0,8739 \quad A_{1,cil} = 1,0984 \quad \lambda_{1,placa} = 0,8079 \quad A_{1,placa} = 1,1043 \quad (88)$$

Reemplazando la ecuación 60 con los valores de las constantes y de las propiedades correspondientes, tenemos que:

$$t_3 = \ln \left(\frac{0,03}{1,0984 \cdot 1,1043} \right) \cdot \frac{998,7 \frac{kg}{m^3} \cdot 4178 \frac{J}{kg K}}{4 \cdot 163,78 \frac{W}{m K} \left(-\frac{0,8739^2}{(0,12m)^2} - \frac{0,8079^2}{(0,252m)^2} \right)} \quad (89)$$

$$t_3 = 372,2 s \quad (90)$$

Luego de obtener este resultado, se adjuntan los resultados obtenidos de la simulación:

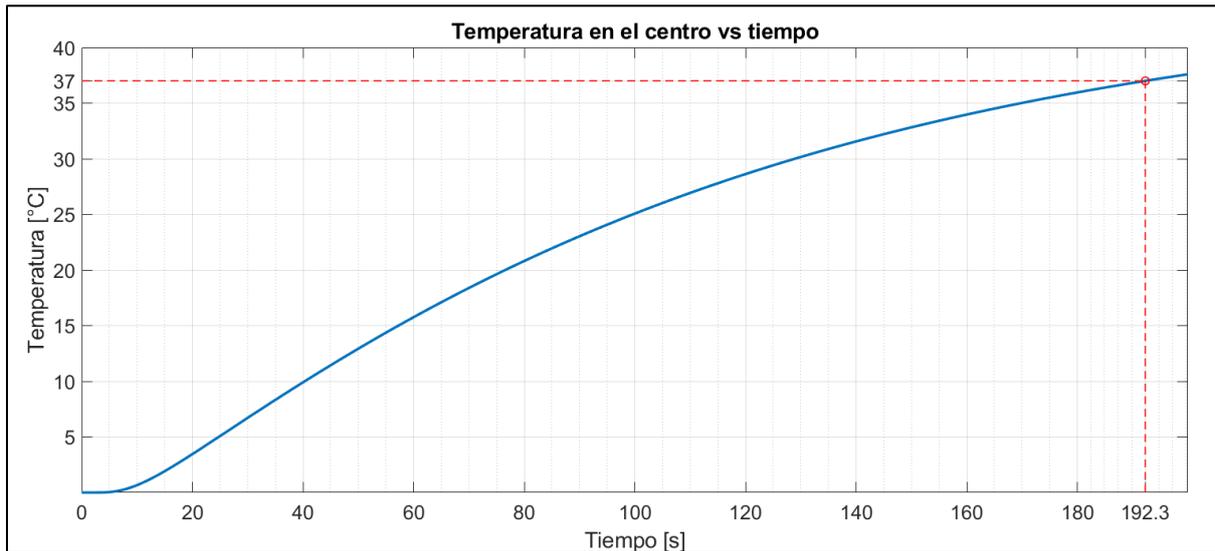


Imagen 7C - Temperatura en el centro del cilindro en función del tiempo, en donde se observa el instante en el que se alcanzan los 37°C

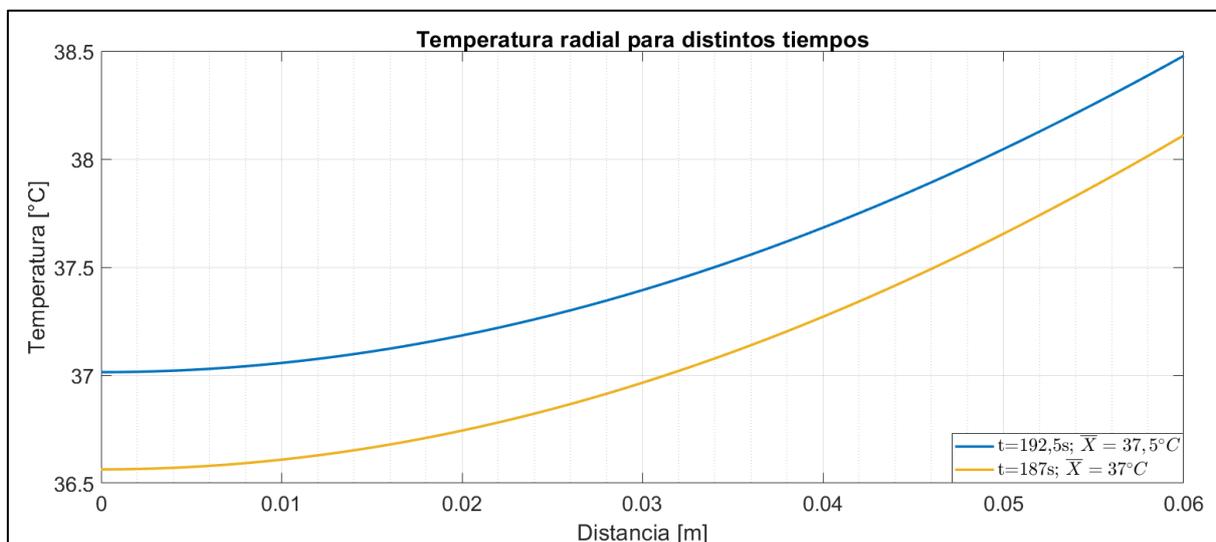


Imagen 8C - Perfil de temperatura en dirección radial para el instante en el que se alcanzan 37°C en el centro y para el que se alcanzan los 37°C medios, para $z = L/2$

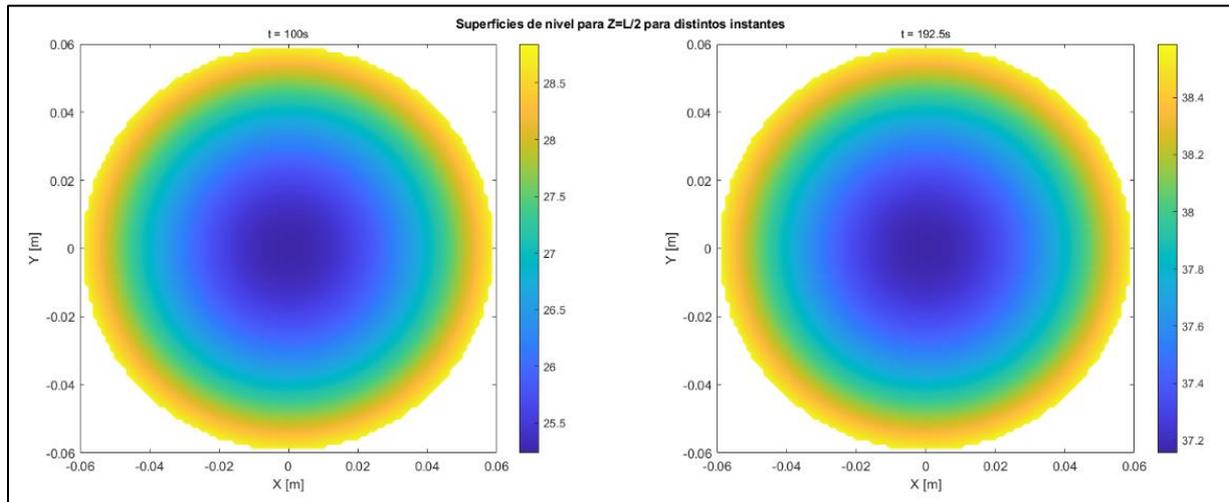


Imagen 9C - Superficies de nivel isotermas para $Z=L/2$

Nuevamente, se observa una diferencia entre el valor calculado mediante el método analítico. Para la simulación se consideró que, a diferencia del método analítico, buscamos el tiempo para el cual el centro del cilindro llega a la temperatura deseada, pero miramos el perfil de temperatura, ya que pudiera ocurrir que para el instante en el que se alcanza la temperatura deseada en el centro, la superficie está muy por encima de dicha temperatura. Como se observa en el perfil de temperatura, esto no ocurre debido a la casi homogénea distribución de temperatura cercana al momento de finalizado el proceso. La curva azul corresponde al tiempo $t = 192,3s$ para el cual se cumple la condición del centro a $37^{\circ}C$, y se observa que la temperatura media radial es de solamente $37,5^{\circ}C$. El momento en el que se alcanzan los $37^{\circ}C$ medios corresponde a la curva naranja, que corresponde a $t = 187s$. Debido a la diferencia tan insignificante entre una y otra, se mantendrá el criterio utilizado hasta aquí y se proseguirá con el valor más grande. De forma que:

$$t_{3\text{ sim}} = 192,3s \quad (91)$$

Luego se realizará el cálculo de la aislación térmica para poder cuantizar la potencia que perdemos mientras el equipo se encuentra en régimen.

2.11. Aislación térmica

Debido a que este proyecto involucra el calentamiento de agua a $45^{\circ}C$ para el descongelado y a $63^{\circ}C$ aproximadamente para el pasteurizado, resulta conveniente un análisis de las pérdidas térmicas por las paredes y la evaluación de la conveniencia de utilizar un aislante térmico o no. Por otro lado, se considera recomendable la utilización de aislación térmica debido al valor de temperatura que se manejará durante el proceso de pasteurización, ya que resulta peligroso para el contacto con una persona. A continuación, se analizarán las pérdidas con aislación y sin aislación para evaluar la eficacia del aislante seleccionado, además de calcular la temperatura final de la superficie expuesta al operario.

El cálculo se realizará por superposición de pérdidas, es decir, primero se calcularán las pérdidas por paredes cilíndricas y luego por las paredes planas. De esta forma, la suma de ambas serán las pérdidas totales.

2.11.1. Pérdidas de calor por las paredes sin aislación

2.11.1.1. Pérdidas por las paredes cilíndricas

Según Cengel (2007), se puede imaginar el cálculo de transferencia de calor por más de una pared como la suma en serie de resistencias térmicas. Para el primer caso, solo se posee una pared metálica, sin aislación que separe la superficie metálica y el aire ambiente. Comenzando por las pérdidas a través de la cara curva del recipiente (cilíndrico), tenemos que las ecuaciones a utilizar son:

$$\dot{Q}_{cil-s/a} = \dot{Q}_{conv-agua} = \dot{Q}_{cil} = \dot{Q}_{conv-aire} \quad (6)$$

$$\dot{Q}_{cil-s/a} = \frac{T_{\infty} - T_a}{R_{cil}} [W] \quad (7)$$

Donde $Q_{cil-s/a}$ es la potencia de pérdida sin aislación, en watts; T_{∞} y T_a son las temperaturas del agua y del ambiente respectivamente, en °C; R_{cil} la resistencia térmica, en K/W; R_2 y R_1 el radio exterior e interior del recipiente respectivamente, en metros; L la altura del recipiente, en metros; y k la conductividad térmica del acero inoxidable.

El calor por convección del agua se omitirá debido a que se considera la hipótesis de que todos los puntos se encuentran a la misma temperatura. Esto significa que solamente para este cálculo se asumirá un coeficiente de transferencia de calor por convección (h) muy grande. Entonces, la resistencia térmica total desde el interior del recipiente con agua caliente hasta el aire exterior es la suma de la resistencia por convección del agua (despreciada), de la resistencia por conducción a través de la pared metálica y de la resistencia por convección del aire exterior:

$$R_{cil} = 0 + \frac{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}{2 \cdot \pi \cdot L \cdot k} + \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot L \cdot R_2 \cdot h_{air}} \quad (8)$$

Las hipótesis adoptadas para este cálculo son:

- Temperatura ambiente de 25°C,
- La cara interna de la tapa S_s está en contacto con el agua caliente,
- El agua posee una temperatura constante de 45 °C.

Las dimensiones del recipiente se expresan en la memoria de detalles como así también el tipo de acero inoxidable. Los valores para reemplazar en la ecuación son:

$$R_1 = 0.173m \quad R_2 = 0.175m \quad L = 0.5m \quad k = 16 \frac{W}{m K} \quad (9)$$

La constante de transferencia de calor por conducción se obtiene de la literatura de Cengel (2007). Reemplazando:

$$R_{cil} = 0 + \frac{\ln\left(\frac{0,175m}{0,173m}\right)}{2 \cdot \pi \cdot 0,5m \cdot 16 \frac{W}{m K}} + \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 0,5m \cdot 0,175m \cdot 10 \frac{W}{m^2 K}} \quad (10)$$

$$R_{cil} = 0.18212 \frac{K}{W} \quad (11)$$

Por lo tanto, la potencia es:

$$\dot{Q}_{cil-s/a} = \frac{20K}{0,18212 \frac{K}{W}} \quad (12)$$

$$\dot{Q}_{cil-s/a} = 109,82 W \quad (13)$$

2.11.1.2. Pérdidas por las paredes planas

De manera similar, las ecuaciones para este apartado son:

$$\dot{Q}_{pp-s/a} = \dot{Q}_{conv-agua} = \dot{Q}_{pp} = \dot{Q}_{conv-aire} \quad (14)$$

$$\dot{Q}_{pp-s/a} = \frac{T_{\infty} - T_a}{R_{pp}} [W] \quad (15)$$

De manera análoga al cálculo anterior, $\dot{Q}_{pp-s/a}$ es la potencia de pérdida a través de la pared plana y R_{pp} la resistencia térmica total. Esta resistencia se compone por la resistencia de la convección del agua, que nuevamente se despreciará, la conductividad del acero a través de la tapa y la convección del aire:

$$R_{pp} = 0 + \frac{e}{k \cdot A} + \frac{1}{h \cdot A} \quad (16)$$

$$R_{pp} = \frac{0,002m}{16 \frac{W}{m K} \cdot \pi \cdot (0,175m)^2} + \frac{1}{10 \frac{W}{m^2 K} \cdot \pi \cdot (0,175m)^2} \quad (17)$$

$$R_{pp} = 1,04067 \frac{K}{W} \quad (18)$$

Reemplazando:

$$\dot{Q}_{pp-s/a} = \frac{20 K}{1,041 \frac{K}{W}} = 19,21 W \quad (19)$$

Finalmente, se calcula la potencia disipada por las paredes sin aislación teniendo en cuenta la conducción por el recipiente metálico y la convección del aire ambiente:

$$\dot{Q}_{s/a} = \dot{Q}_{cil-s/a} + 2 \cdot \dot{Q}_{pp-s/a} \quad (20)$$

$$Q_{sa} = 109,82 W + 2 * 19,21 W = 148,26W \quad (21)$$

2.11.2. Pérdidas de calor por las paredes con aislación

Este cálculo seguirá el mismo esquema que los anteriores, con la única diferencia de que se considerará un aislante, ubicado entre la superficie metálica y el aire ambiente, especificado en la ingeniería de detalle y el cual posee las siguientes características técnicas:

- $k : 0,0033 \frac{W}{m K}$
- S (superficie de contacto con el lado más caliente): $0,552 m^2$

- e (espesor del aislante): 13 mm
- R_3 (radio externo del aislante): 0,188m

2.11.2.1. Pérdidas por las paredes cilíndricas

De la misma forma que para el caso anterior, tenemos que:

$$\dot{Q}_{cil-c/a} = \frac{T_{\infty} - T_a}{R_{cil-c/a}} [W] \quad (22)$$

$$R_{cil-c/a} = R_{conv-agua} + R_{cond-pared} + R_{cond-aisl} + R_{conv-aire} \quad (23)$$

$$R_{cil-ca} = 0 + \frac{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}{2 \cdot \pi \cdot L \cdot k} + \frac{\ln\left(\frac{R_3}{R_2}\right)}{2 \cdot \pi \cdot L \cdot k} + \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot L \cdot R_2 \cdot h_{aire}} \quad (24)$$

$$R_{cil} = \frac{\ln\left(\frac{0.175m}{0.173m}\right)}{2 \cdot \pi \cdot 0,5m \cdot 16 \frac{W}{mK}} + \frac{\ln\left(\frac{0.188m}{0.175m}\right)}{2 \cdot \pi \cdot 0.5m \cdot 0,0033 \frac{W}{mK}} + \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 0.5m \cdot 0,175m \cdot 10 \frac{W}{m^2K}} \quad (25)$$

$$R_{cil-c/a} = 7,09 \frac{K}{W} \quad (26)$$

Por lo tanto, la potencia es:

$$\dot{Q}_{cil-c/a} = \frac{20K}{7,09 \frac{K}{W}} = 2,82W \quad (27)$$

2.11.2.2. Pérdidas por las paredes planas

De manera similar, las ecuaciones para esta sección son:

$$\dot{Q}_{pp-c/a} = \frac{T_{\infty} - T_a}{R_{pp}} [W] \quad (28)$$

$$R_{pp} = \frac{e_{inox}}{k \cdot A} + \frac{e_{aislante}}{k \cdot A} + \frac{1}{h \cdot A} \quad (29)$$

$$R_{pp} = \frac{0,002 \text{ m}}{16 \frac{W}{mK} \cdot \pi \cdot (0,175m)^2} + \frac{0,013m}{0,0033 \frac{W}{mK} \cdot \pi \cdot (0,175m)^2} + \frac{1}{10 \frac{W}{m^2K} \cdot \pi \cdot (0,175m)^2} \quad (30)$$

$$R_{pp} = 41,99 \frac{K}{W} \quad (31)$$

Reemplazando:

$$\dot{Q}_{pp-c/a} = \frac{20K}{41,99 \frac{K}{W}} = 0,476 W \quad (32)$$

Finalmente, se calcula la potencia disipada por las paredes con aislación:

$$\dot{Q}_{c/a} = \dot{Q}_{cil-c/a} + 2 \cdot \dot{Q}_{pp-c/a} \quad (33)$$

$$\dot{Q}_{c/a} = 2,82 W + 2 \cdot 0,476 W = 3,8 W \quad (34)$$

En conclusión, podemos decir que la potencia perdida sin aislación es de 148,3 W y que incorporando un aislante de 13 mm de espesor pasa a ser 3,8 W. Luego, se calculará la temperatura de la superficie para el caso más desfavorable, que es durante el proceso de pasteurización, para verificar que no resulta peligrosa para el operario.

El cálculo es similar al anterior con la diferencia que no tenemos en cuenta la resistencia por convección del aire ambiente y resolvemos para T_3 , para la pared cilíndrica y para las paredes planas:

$$\dot{Q}_{cil-c/a} = \frac{T_{\infty} - T_3}{R_1 + R_2} [W] \quad (106)$$

Donde T_3 es la temperatura en la superficie del aislante, R_1 y R_2 las resistencias térmicas del metal y del aislante, respectivamente. Resolviendo para T_3 :

$$T_3 = T_{\infty} - \dot{Q}_{cil-c/a} \cdot (R_1 + R_2) \quad (35)$$

Reemplazando:

$$T_3 = 63^{\circ}C - \frac{2,82W}{2\pi \cdot 0,5m} \cdot \left(\frac{\ln\left(\frac{0,175m}{0,173m}\right)}{16 \frac{W}{mK}} + \frac{\ln\left(\frac{0,188m}{0,175m}\right)}{0,0033 \frac{W}{mK}} \right) \quad (36)$$

$$T_3 = 43,5^{\circ}C \quad (109)$$

Y para la pared plana:

$$T_3 = T_{\infty} - \dot{Q}_{pp-c/a} \cdot (R_1 + R_2) \quad (37)$$

Reemplazando:

$$T_3 = 63^{\circ}C - \frac{0,476W}{\pi \cdot (0,175m)^2} \cdot \left(\frac{0,002 \text{ m}}{16 \frac{W}{mK}} + \frac{0,013m}{0,0033 \frac{W}{mK}} \right) \quad (38)$$

$$T_3 = 43,5^\circ\text{C} \quad (39)$$

Entonces, se concluye que las temperaturas superficiales no son peligrosas para el contacto humano.

2.12. Cálculo de la potencia necesaria

Como ya se mencionó, el descongelado se realizará en tres etapas: la primera consistirá en entregarle el calor sensible al calostro congelado hasta el punto de fusión, la segunda etapa en entregar el calor latente de fusión y la tercera y última en entregar el calor sensible al calostro ya líquido, hasta la temperatura deseada (37°C). Se calculan ahora dichos valores de energía, para poder calcular la cantidad de energía total que será necesario entregar al sistema durante todo el proceso.

- Calor sensible en estado sólido Q_{ss} (-10°C a 0°C):

Aquí intervienen las variables de masa (m), salto térmico (ΔT) y el calor específico del agua ($c_p = 2,09 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$).

Para el cálculo de la masa, se tiene un volumen de 8 litros y una densidad del agua a temperatura ambiente de $920 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Tenemos que:

$$Q_{ss} = m \cdot c_p \cdot \Delta T = \rho \cdot V \cdot c_p \cdot \Delta T \quad (40)$$

Reemplazando:

$$Q_{ss} = 920 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,008 \text{ m}^3 \cdot 2,09 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot (273 \text{ K} - 263 \text{ K}) = 153,82 \text{ kJ} \quad (41)$$

- Calor latente Q_L

El calor latente de fusión para el agua en estado sólido es de $L_f = 333,7 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$. De esta forma, la energía total a aportar para el cambio de estado es:

$$Q_L = \rho \cdot V \cdot L_f = 920 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,008 \text{ m}^3 \cdot 333,7 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 2485,5 \text{ kJ} \quad (42)$$

- Calor sensible en estado líquido Q_{ls} (0°C a 37°C)

$$Q_{ls} = 998,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,008 \text{ m}^3 \cdot 4,178 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot (310 \text{ K} - 273 \text{ K}) = 1235 \text{ kJ} \quad (43)$$

Por último, se suman los valores obtenidos anteriormente y se obtiene el calor total necesario para descongelar la carga de calostro:

$$Q_C = 153,82 \text{ kJ} + 2485,5 \text{ kJ} + 1237,3 \text{ kJ} = 3876,6 \text{ kJ} \quad (44)$$

Una vez conocidos el tiempo mínimo del proceso y la cantidad de energía necesaria para cada etapa, podemos realizar un cálculo de potencia media demandada por cada etapa, de forma que la potencia demandada será la mayor ya que cubrirá todas las etapas.

- Etapa 1

$$\overline{P}_1 = \frac{Q_{ss}}{t_{1 \text{ sim}}} + P_{\text{pérdidas}} = \frac{153,82 \text{ kJ}}{407 \text{ s}} + 0,0038 \text{ kW} = 0,382 \text{ kW} \quad (118)$$

- Etapa 2

$$\overline{P}_2 = \frac{Q_L}{t_2} + P_{p\acute{e}rdidas} = \frac{2485,5 \text{ kJ}}{814 \text{ s}} + 0,0038 \text{ kW} = 3,054 \text{ kW} \quad (119)$$

➤ Etapa 3

$$\overline{P}_3 = \frac{Q_{Is}}{t_{3 \text{ sim}}} + P_{p\acute{e}rdidas} = \frac{1237,3 \text{ kJ}}{192,3 \text{ s}} + 0,0038 \text{ kW} = 6,434 \text{ kW} \quad (120)$$

De esta manera, observando los valores de potencia media para cada etapa, no quedan dudas que la dimensionante es la de la tercera etapa. Sin embargo, es poco viable considerar una fuente de energía de dicha capacidad para un equipo que es improbable que se utilice más de una vez al día. Además, el consumo de la primera etapa es tan reducido a comparación del último que la potencia disponible se encontraría sobre dimensionada para la primera y para la segunda. Por último, si se utilizara una resistencia eléctrica, probablemente estaríamos utilizando gran capacidad de la potencia instalada en el lugar en donde se encontrará el equipo. Es por todo esto que se decide proponer una resistencia eléctrica comercial y recalculer el tiempo de proceso. De esta forma, con la cantidad de energía a entregar y con la potencia disponible, podemos obtener un tiempo estimado. Este tiempo es, de la misma forma que la potencia, un tiempo medio. Como ya se detalló anteriormente, las distintas etapas tienen distintas demandas de potencia calorífica, algunas con más demanda que la potencia a instalar y otras con menos. El efecto de esto será que para las etapas que demanden más potencia de la disponible, el calostro absorberá energía del calor sensible disponible en el agua de calefacción, disminuyendo su temperatura, disminuyendo así el diferencial de temperatura y, por último, la tasa de transferencia de calor; es decir, el proceso será más lento de lo calculado. Sin embargo, en las etapas en las que la potencia disponible sea superior a la demandada, el proceso se realizará a su máxima velocidad, limitado por la temperatura superior de configuración del controlador de temperatura.

La resistencia eléctrica propuesta será de 1 kW y sus especificaciones se detallan en la memoria de detalles. A fines de este cálculo, no se la afectará por ningún rendimiento y solamente se le restarán las pérdidas en régimen, calculadas en el apartado anterior:

$$\overline{t}_{total} = t_{1 \text{ sim}} + \frac{Q_L + Q_{Is}}{P_{calef} - P_{p\acute{e}rdidas}} = 407 \text{ s} + \frac{2485500 \text{ J} + 1237300 \text{ J}}{(1000 \text{ W} - 3,8 \text{ W})} \quad (121)$$

En el cálculo del tiempo no se afecta el calor necesario para la primera etapa debido a que la resistencia de 1 kW es mayor a la potencia necesaria por dicha etapa, por lo que el proceso ocurrirá al tiempo mínimo calculado y no es mejorable mediante la adición de más potencia. De esta forma, el tiempo final medio es:

$$\overline{t}_{total} = 4144 \text{ s} = 69,07 \text{ min} \quad (122)$$

2.13. Cálculo del tiempo de puesta a régimen del equipo

Hasta este punto se habló del tiempo de descongelado, suponiendo que el agua de calefacción ya se encontraba a 45°C. En la práctica, esto solamente es cierto si el equipo ya se utilizó previamente con otro lote. Se puede suponer que el agua de suministro está a 20°C (esto dependerá del lugar de operación, este es un cálculo aproximado) y es necesario calentarla primero a 45°C. Debido a que no es un número crítico para la operación del equipo

y se calcula simplemente para poseer una idea de este tiempo, se calculará un tiempo promedio, sin tener en cuenta los mecanismos de transferencia de calor que intervienen. El volumen de agua a calentar será de:

$$V = 0,324m \cdot \frac{(0,346m)^2 \pi}{4} - 0,008 m^3 = 0,02246 m^3 = 22,46 L \quad (123)$$

Donde $0,324m$ y $0,346m$ son el largo y el diámetro del recipiente, respectivamente, detallados en la memoria de detalles; y la constante de $0,008 m^3$ se obtiene del volumen de calostro. De esta manera, suponiendo el $c_p = 4,17 kJ/kgK$ y la densidad $\rho = 995,3 kg/m^3$ del agua a la temperatura promedio $32,5^\circ C$ (Toro & Pérez-Lombard, 2019), tenemos que la energía total a entregarle es:

$$Q = 0,02246m^3 \cdot 995,3 \frac{kg}{m^3} \cdot 4,17 \frac{kJ}{kgK} \cdot (45^\circ C - 20^\circ C) = 2330,45 kJ \quad (124)$$

Suponiendo que la resistencia calefactora será de $1000 W$ y que la transferencia de calor se encontrará mejorada por la agitación (podemos suponer un 20% de mejora), el tiempo medio se obtiene como:

$$t_{régimen} = \frac{2330,45 kJ \cdot 1000 J/kJ}{(1000W - 3,8W) \cdot 1,2} = 1949,45 s = 32,5 min \quad (125)$$

Se realizó un ensayo con un prototipo para verificar que este número tiene sentido, utilizando una resistencia del mismo tamaño, utilizando $10L$ de agua en lugar de $22,46L$, aunque se desprende de la ecuación que el comportamiento debería ser más o menos lineal (hay muchos factores que no se tienen en cuenta). Se registraron datos cada 30 segundos utilizando el sensor de temperatura digital 'DS18B20', que es el mismo que se utilizará para el equipo. Los resultados se adjuntan a continuación:

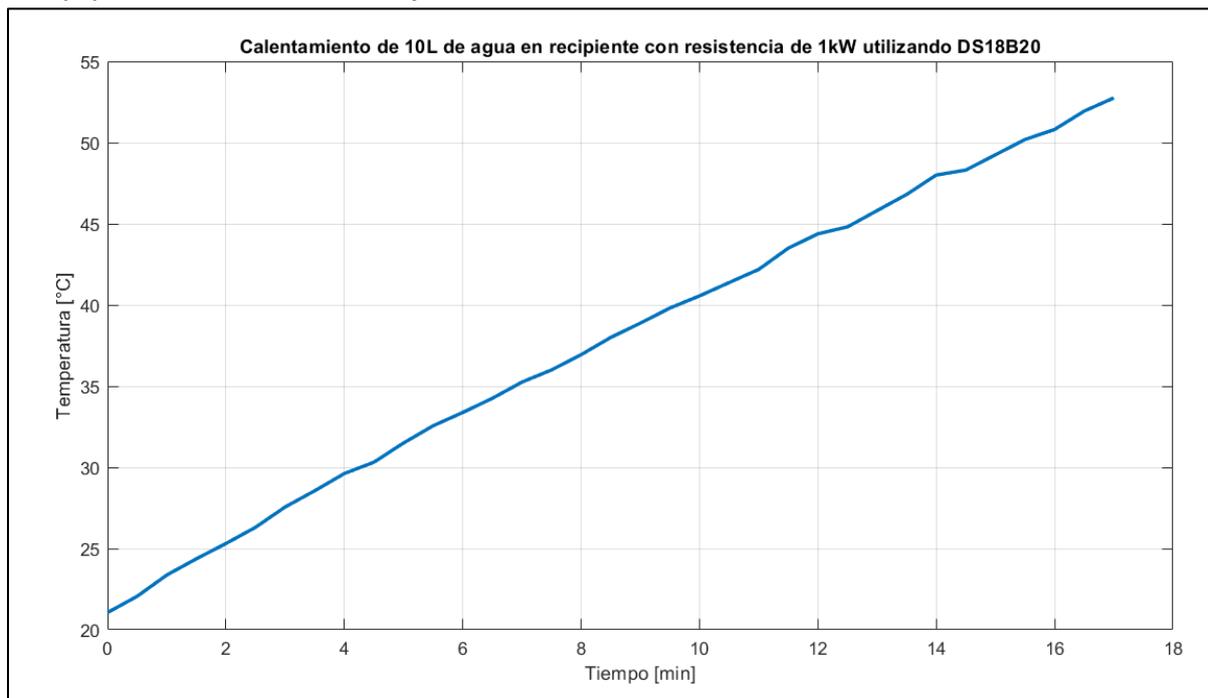


Imagen 10C - Ensayo de calentamiento en prototipo para estimar tiempo de puesta en régimen

Se observa que los $45^\circ C$ se alcanzan en aproximadamente 13 minutos, aunque la temperatura inicial fue ligeramente superior a los $21^\circ C$. Al haber sido el volumen menos de la

mitad del utilizado para el cálculo anterior, se estima que el tiempo calculado no se desviará mucho del real.

2.14. Pasteurizado

Como se aclaró en las incumbencias de este proyecto, el pasteurizado del calostro y su consecuente reducción de inmunoglobulinas es un tema muy discutido en la ciencia de alimentos. Por esta razón, para este proyecto se adoptará el trabajo de Elizondo-Salazar et al. (2008), quienes realizaron ensayos con 28 muestra de calostro de bovinos Holstein. Luego de someter las muestras a una temperatura de 62,8 °C durante 30 minutos, obtuvieron como resultado una reducción muy significativa en la carga bacteriana del mismo, con una reducción de inmunoglobulinas promedio de un 14%. Se considera que dicho número es viable y por lo tanto se utilizará este método. El proceso consistirá en que el equipo caliente el agua hasta la temperatura indicada para este proceso, sin las botellas de calostro a pasteurizar. Una vez alcanzada la temperatura, el operario deberá ingresar las botellas y presionar el botón indicado, ubicado en el tablero, para comenzar la cuenta regresiva del proceso, que será de 30 minutos. Así, el único cálculo que aquí se realizará será el tiempo en el que el agua alcanzará el valor de proceso como un tiempo promedio. Una vez que la cuenta regresiva finalice, mediante la electroválvula de desagote se vaciará el equipo y luego se volverá a llenar con agua a 20°C para el enfriamiento. Quedará pendiente el ensayo de este mecanismo, utilizando muestras con concentración de inmunoglobulinas conocidas y midiendo la concentración luego de la pasteurización para verificar que este método es efectivo o si necesita ajustes.

$$Q_{past} = 0,02246m^3 \cdot 995,3 \frac{kg}{m^3} \cdot 4,17 \frac{kJ}{kgK} \cdot (62,8^{\circ}C - 20^{\circ}C) = 3989,73 kJ \quad (126)$$

$$t_{past} = \frac{3989,73 kJ \cdot 1000 J/kJ}{(1000W - 3,8W) \cdot 1,2} = 3337,46 s = 55,6 min \quad (127)$$

2.15. Agitación

Se propone para el proceso la adición de un sistema de agitación, de forma de homogeneizar las temperaturas dentro del recipiente para aumentar la transferencia de calor mediante la convección forzada del agua calefactora. Se utilizarán ecuaciones y métodos de cálculo que se encuentran en la literatura de McCabe, Smith y Harriott (1993). Se proponen dos soluciones para la agitación y se desarrollan a continuación.

2.15.1. Opción 1

Para la primera opción se propone un agitador tradicional de turbina de cuatro palas planas por su sencillez constructiva, que irá solidario a un motor de accionamiento y se encontrará en la cavidad inferior del equipo, junto a la resistencia calefactora. Se proponen las siguientes dimensiones, que se corresponden con la *Imagen 11*.

$$L = 25 mm \quad W = 25 mm \quad D_a = 60 mm \quad E = 100mm \quad (128)$$

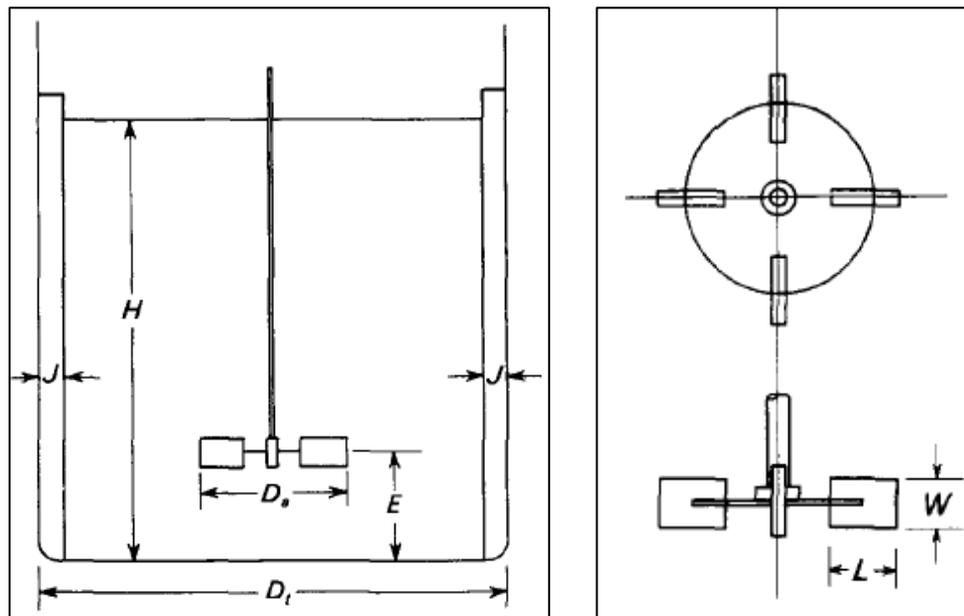


Imagen 11C - Medidas de un agitador de turbina

Para este caso, $J = 0$ ya que no tenemos placas deflectoras, $H = 330\text{mm}$ y $D_t = 346\text{mm}$. Se propone además una velocidad de rotación de $n = 1380\text{ rpm}$ debido a que es la velocidad aproximada nominal de motores asíncronos comerciales de 4 polos. Es necesario mencionar que en nuestro sistema el agitador estará ubicado en la misma posición, pero el eje motriz saldrá por la parte inferior del recipiente a través de un sello hidráulico apropiado. Son necesarias además algunas propiedades del líquido a agitar, que en este caso es agua líquida a $T = 45^\circ\text{C}$. Dichas propiedades son (Toro & Pérez-Lombard, 2019):

$$\rho = 990,3\text{ kg/m}^3 \quad \mu = 0,0005963\text{ Ns/m}^2 \quad (129)$$

Con estos datos podemos calcular el número de Reynolds de agitación, el cual queda definido por:

$$Re = \frac{D_a^2 \cdot n \cdot \rho}{\mu} = \frac{(0,06\text{m})^2 \cdot \frac{1380\text{ rpm}}{60\text{ s/min}} \cdot 990,3\text{ kg/m}^3}{0,0005963\text{ Ns/m}^2} = 137509 \quad (130)$$

La potencia requerida se obtiene utilizando la siguiente ecuación para flujo totalmente turbulento:

$$P = \frac{K_T \cdot n^3 \cdot D_a^5 \cdot \rho}{g_c} \quad (131)$$

Donde el coeficiente K_T es una constante que se obtiene de la siguiente tabla 9.2 de la literatura ya citada para este cálculo:

Tipo de rodete†	K_L	K_T
Hélice, paso cuadrado, tres palas	41,0	0,32
Paso de 2, tres palas	43,5	1,00
Turbina, seis palas planas	71,0	6,30
Seis palas curvas	70,0	4,80
Turbina de ventilador, seis palas	70,0	1,65
Palas planas, dos palas§	36,5	1,70
Turbina cerrada, seis palas curvas	97,2	1,08
Con estator, sin deflectores	172,5	1,12

Imagen 12C - Valores de las constantes para distintos tipos de rodete

Se lee el valor de la constante para una turbina de seis palas planas debido a que no hay datos para la de cuatro palas y se consideran muy similares. Se observa que $K_T = 6,3$. Reemplazando en la ecuación anterior:

$$P = \frac{6,3 \cdot \left(\frac{1380 \text{ rpm}}{60 \text{ s/min}}\right)^3 \cdot (0,06 \text{ m})^5 \cdot 990,3 \text{ kg/m}^3}{9,81 \text{ N/kg}} = 6,02 \frac{\overrightarrow{\text{kgm}}}{\text{s}} = 59,03 \text{ W} \quad (132)$$

2.15.2. Opción 2

Consiste en la rotación de las botellas dentro del recipiente de agua, transformándolas en una suerte de paletas del agitador. Esta solución requiere, a diferencia la anterior, el diseño de un soporte para las botellas que pueda girar solidario a un eje, junto con las botellas que necesitan descongelarse.

En esta configuración, las dimensiones de las “paletas” del agitador vienen dadas por las dimensiones de las botellas contenedoras de calostro, de forma que su diámetro es la dimensión L de las paletas y la altura la dimensión W . Así:

$$L = 120 \text{ mm} \quad W = 252 \text{ mm} \quad D_a = 300 \text{ mm} \quad (133)$$

Se propone una velocidad de rotación de 30 rpm debido a que la masa del agitador mismo se vuelve significativa a comparación del anterior. Reemplazando en la expresión del número de Reynolds, se tiene que:

$$Re = \frac{(0,3 \text{ m})^2 \cdot \frac{30 \text{ rpm}}{60 \text{ s/min}} \cdot 990,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{0,0005963 \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}} = 74733 \quad (134)$$

De esta forma se comprueba que con esta configuración también se logra un flujo turbulento a una velocidad mucho menor. La razón de que a baja velocidad se logre un flujo turbulento radica en que es todo el arreglo de botellas el que gira dentro del recipiente, haciendo que las “paletas” sean de tamaño considerable, específicamente 0,867 veces el diámetro del recipiente. Además de esto, la altura de las paletas es la totalidad de la altura de las botellas, excepto por el espacio libre en la parte inferior, en donde se colocará el sensor de nivel de agua mínima y la resistencia de calefacción.

Para el cálculo de la potencia se aplicará la siguiente expresión, que aplica para el número de Reynolds obtenido:

$$P = \frac{N_p \cdot n^3 \cdot D_a^5 \cdot \rho}{g_c} \quad (135)$$

Donde N_p es un coeficiente adimensional que se obtiene de ensayar los distintos tipos de agitadores y obtener las correlaciones. Para este caso, utilizamos la figura 9.13 de la literatura citada, en donde encontramos curvas que relacionan el número de potencia con el número de Reynolds. Leyendo para la curva D, la cual corresponde a un agitador sin placas deflectoras, y para el Reynolds calculado:

$$N_p = 1,29 \quad (136)$$

Debido a que el punto se encuentra en la zona punteada de la curva, es necesario afectar dicho número por el número de Froude, de forma que:

$$N'_p = N_p N_{Fr}^m \quad (137)$$

Donde m es un exponente que depende del tipo de agitador. La expresión para N_{Fr} es:

$$N_{Fr} = \frac{n^2 D_a}{g} = \frac{\left(\frac{700rpm}{60min/s}\right)^2 \cdot 0,1m}{9,81 m/s^2} = 1,39 \quad (138)$$

Para obtener m buscamos los coeficientes a y b de la tabla 9.1 para la curva D:

$$a = 1,0 \quad b = 40,0 \quad (139)$$

Reemplazamos estos valores en la siguiente expresión de m :

$$m = \frac{a - \log N_{Re}}{b} = \frac{1,0 - \log 74733}{40,0} = -0,097 \quad (140)$$

Así, el nuevo número de potencia será:

$$N'_p = 1,29 \cdot 1,39^{-0,097} = 1,25 \quad (141)$$

Reemplazando en la expresión de potencia:

$$P = \frac{1,25 \cdot \left(\frac{700rpm}{60min/s}\right)^3 \cdot (0,1m)^5 \cdot 990,3 \frac{kg}{m^3}}{9,81N/kg} = 2,0 \frac{kgm}{s} = 19,7 W \quad (142)$$

2.15.3. Conclusión

Se considera que la primera opción tiene como ventajas la sencillez constructiva y por tanto menor costo y complejidad, puede rotar a una velocidad elevada que coincida con velocidades nominales de motores comerciales lo cual hace que sea de fácil reemplazo en caso de falla, y con la desventaja de que tiene un consumo de potencia elevado respecto de la segunda opción. La opción 2 tiene como ventajas el bajo consumo de potencia, al girar las botellas es posible que mejore la transferencia de calor hacia el calostro a la misma vez que homogeniza la temperatura del agua calefactora. Como desventaja se observa que, al ser la velocidad de rotación tan reducida, es necesario agregar una reducción importante cuyo costo hace que pierda todos sus atractivos, y en caso de querer utilizar un motor de corriente continua también se pierde la disponibilidad rápida en el mercado en caso de falla. Por todo lo mencionado, se decide optar por la primera opción.

3. Calculo eléctrico

3.1. Control de temperatura

En una planta industrial, en este caso nuestro sistema, un sistema de control a lazo cerrado tiene el rol de mantener la señal física medida en un valor predefinido (*setpoint*). Dicha señal será, para el caso en cuestión, una señal de tensión proveniente del sensor de temperatura que se encontrará inmerso en el agua a calefaccionar. La diferencia entre la variable controlada (medida) y el *setpoint* se denomina error. La entrada del controlador es el error y la salida del controlador es la señal que será enviada a un actuador ubicado en la planta, la variable controlada se volverá a medir y la información se enviará de nuevo al controlador. El actuador será la resistencia calefactora en nuestro caso. El sistema tendrá el siguiente esquema:

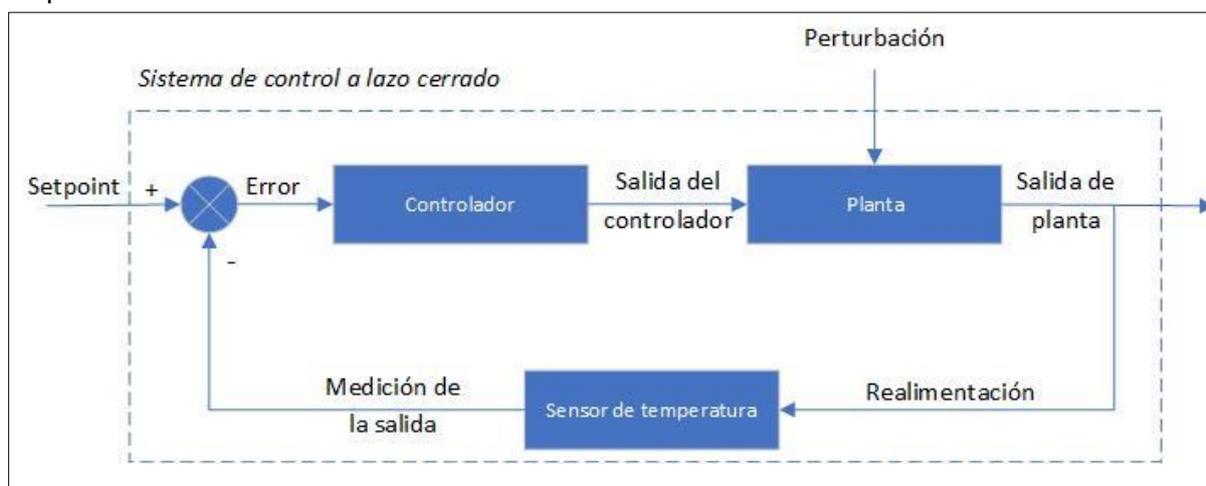


Imagen 13C - Esquema del sistema con un controlador realimentado

La diferencia entre el *setpoint* y la salida de la planta ocurre debido a perturbaciones externas o internas del proceso, afectando la variable controlada. El rol de controlador es contrarrestar dichas perturbaciones y mantener la salida de la planta (variable controlada) en el valor predefinido.

Como ya se mencionó, el control de temperatura de los procesos que involucra este proyecto es fundamental para poder asegurar una calidad elevada de calostro luego de cualquiera de los dos procesos posibles (descongelado o pasteurizado). Dicho esto, es necesario seleccionar un controlador que se ajuste a las necesidades del proceso. Los tipos de control que más se pueden adecuar son:

- Control "on/off"
- Control "on/off" con histéresis
- Control PID (proporcional, integral y derivativo)

Comenzando por el último, podemos decir que posee gran robustez frente a perturbaciones no consideradas durante el diseño (en determinado margen de operación), fácil de implementar con microcontroladores y de fácil puesta a punto (sintonización) mediante prueba y error o a través de métodos específicos para esto. La principal desventaja que presenta al pensarlo para este proyecto es que la salida de este controlador varía, de acuerdo con un algoritmo, de forma casi continua. Es decir, no podríamos conectar como actuador a su salida un simple *switch* ya que solamente posee dos estados: cerrado o abierto. Para poder

aprovechar este tipo de controlador necesitaríamos un relé de estado sólido, un dispositivo que module la salida de tensión o corriente en función de una señal de control. Dicho dispositivo electrónico incrementaría en gran medida el costo del equipo y se considera, a priori, que es justificable ya que mediante los otros controladores es posible un resultado no tan preciso, pero aún suficiente para los procesos en cuestión.

Por otro lado, el control “on/off” es el controlador más primitivo, el cual se enciende (“on”) cuando el error es positivo y se apaga (“off”) cuando el error se hace cero o negativo. Este tipo de controlador no tiene estados intermedios, sino solamente totalmente encendido o apagado, por lo que se concluye que su salida no es proporcional al tamaño del error. En este tipo de controladores sí es posible la conexión de un actuador de dos estados, como un interruptor, a su salida. De ser aplicado este tipo de controlador a nuestro sistema tendríamos como controlador un interruptor (relé), como planta nuestro recipiente con agua y las botellas de calostro y como realimentación la señal de temperatura del sensor.

Los sistemas de la misma naturaleza que el nuestro (térmicos en general) tienen dos características importantes que afectan la respuesta del controlador:

- Tiempo muerto
- Capacitancia (inercia)

En la mayoría de los sistemas de control con realimentación, el sistema no puede responder de forma instantánea a cualquier perturbación y existe una demora (“*delay*”) hasta que la salida del controlador tiene algún tipo de influencia en la salida de la planta. Este tiempo se conoce como tiempo muerto y tiene el efecto de “esconder” la perturbación del controlador y limita su capacidad de responder de forma rápida.

La capacitancia del sistema es entendida como la resistencia a la variación de las entradas. A mayor capacitancia del sistema, mayor tiempo le tomará reaccionar a un cambio de *setpoint*. Cuando encendamos el equipo con botellas con calostro congelado y agua fría, aún con las resistencias encendidas, tomará cierto tiempo para que la temperatura comience a aumentar hasta alcanzar su valor nominal. La ventaja de este parámetro del sistema es que tiene la tendencia de filtrar el efecto de las perturbaciones.

En teoría de control, nuestro sistema se define como uno de **primer orden con tiempo muerto**. La función transferencia de un proceso de primer orden con tiempo muerto es:

$$H(s) = \frac{K}{T \cdot s + 1} \cdot e^{-\tau \cdot s} \quad (143)$$

Donde:

- K es la ganancia,
- T es la constante de tiempo,
- τ es el tiempo muerto

La constante de tiempo es una medida de la capacitancia del sistema. A continuación, se muestra una simulación de nuestro sistema en forma aproximada, sin las botellas. Es decir, se simuló la puesta a régimen del equipo, cuando se enciende sin carga de calostro y con el agua de calefacción a 20°C. Los parámetros del sistema fueron los siguientes:

- Ganancia a lazo abierto de 100°C (es la temperatura en estado estacionario del sistema, es decir, para nuestro sistema significaría el encendido de la resistencia sin ningún tipo de control),
- Constante de tiempo de 5100 segundos,

- Tiempo muerto del proceso de 20 segundos,
- *Setpoint* del controlador de 45°C.

Se obtienen los siguientes resultados de la simulación:

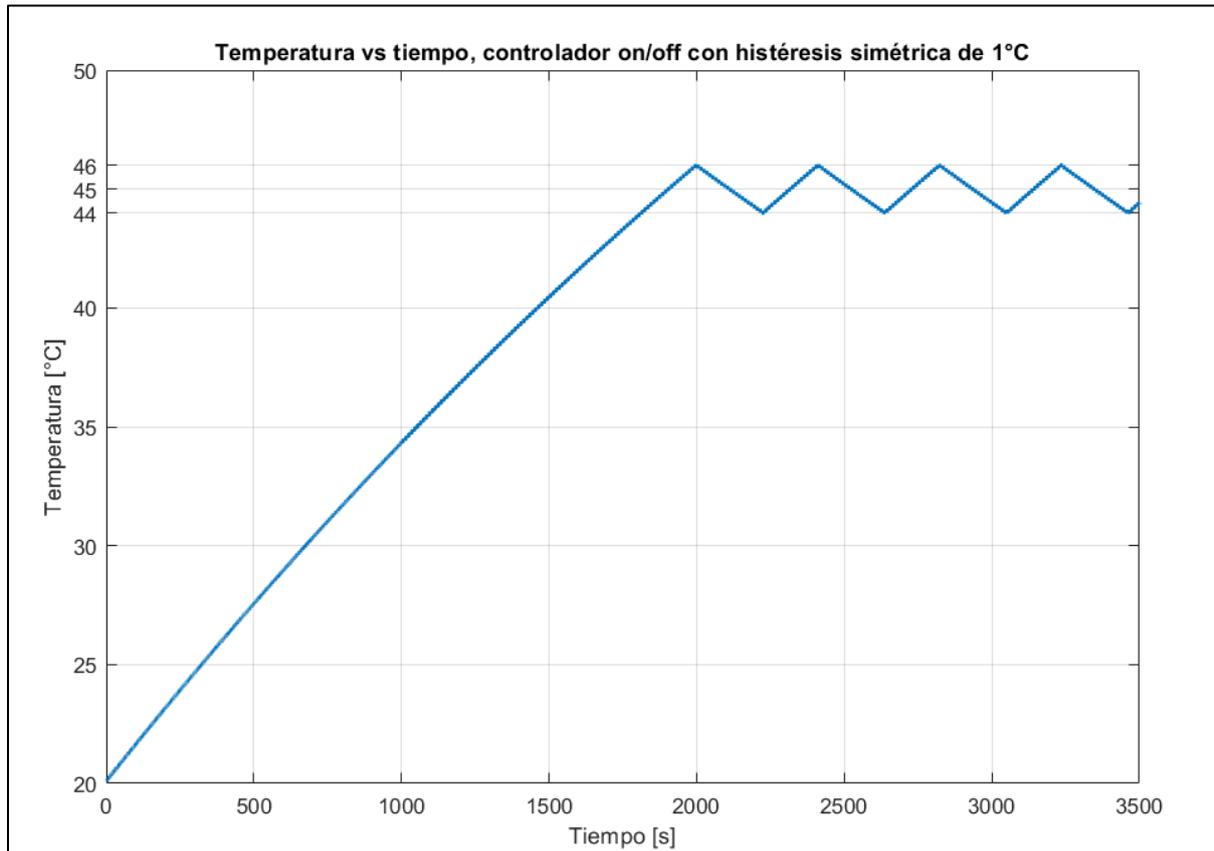


Imagen 14C - Simulación hecha con NI LabVIEW y graficado con MATLAB

La función transferencia a lazo abierto del sistema simulado es:

$$H(s) = \frac{100}{5100s + 1} \cdot e^{-20s} \quad (144)$$

Es posible suponer que la simulación es trasladable a nuestro sistema debido a que el tiempo en alcanzar los 45°C es muy cercano a lo que se obtuvo por cálculo

Si hiciéramos conmutar al relé cada vez que la temperatura es mayor o menor que el *setpoint*, la frecuencia de conmutación sería muy alta lo que conlleva al desgaste prematuro del actuador. Es por esta razón que se introduce el último tipo de control que es el control “on/off” con histéresis. El concepto es el mismo con la diferencia de que este controlador conmuta no alrededor del *setpoint*, sino entre un límite superior y otro inferior, como se observa en la figura anterior. De esta manera, la frecuencia de conmutación disminuye, aunque las oscilaciones (“overshoot”) alrededor del *setpoint* aumentarán. El error ya no se comparará contra cero, sino contra un valor de histéresis. A mayor valor de histéresis, menor frecuencia de conmutación y mayor *overshoot*.

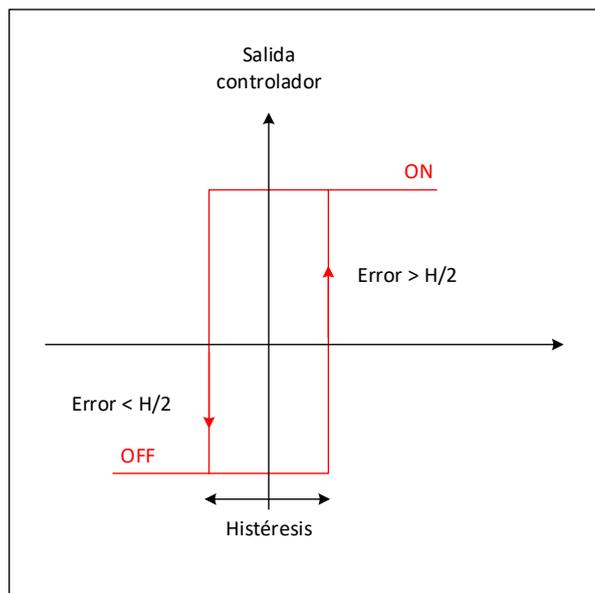


Imagen 15C - Esquema de funcionamiento de controlador on/off con histéresis

Por la simplicidad con la que este controlador se puede implementar y sabiendo que se trabajará con márgenes de alrededor de 5 °C de la temperatura a la que las inmunoglobulinas comienzan a destruirse, se considera que este es el controlador que más se adapta al sistema en cuestión y por lo tanto se adopta. Este controlador será programado en el microcontrolador y la realimentación se hará con uno o dos sensores de temperatura digital.

3.2. Resistencia eléctrica de calefacción

Como se mencionó antes, el calor necesario para descongelar y calentar el calostro se puede suministrar de varias formas. Se optó por el método que se considera más práctico, fácil de controlar y eficiente del mercado con el menor costo inicial: una resistencia eléctrica.

Para esto, como también ya se aclaró, se elige una resistencia eléctrica de disponibilidad comercial.

La resistencia eléctrica será de 1000W. La corriente que demandará dicha potencia es igual a:

$$I_n = \frac{P}{V_{ca} \cdot \cos(\varphi)} \quad (145)$$

Se asume el $\cos(\varphi)$ como la unidad por ser la carga puramente resistiva. La tensión de alimentación será monofásica y de la red, por lo tanto $V_{ca} = 220 V$ eficaces. Luego:

$$I_n = \frac{1000W}{220V} = 4,54A \quad (146)$$

3.3. Motor agitador

Como se determinó en un apartado anterior, se necesitan $59,02 W$ en el eje para el accionamiento de la turbina de cuatro palas planas. Se propone un motor asíncrono monofásico tipo jaula de ardilla de 4 polos, con velocidad nominal de $1380 rpm$ y una potencia de $180 W$. El consumo de este motor será, a plena carga:

$$I_n = \frac{180 W}{220 V_{ca} \cdot \cos(\varphi) \cdot \eta} \quad (147)$$

Se asume el $\cos(\varphi)$ como $0,88$ y el rendimiento η como 62% . Entonces:

$$I_n = \frac{180 W}{220 V_{ca} \cdot 0,88 \cdot 0,62} = 1,5 A \quad (148)$$

Debido a que su corriente es pequeña con respecto a la resistencia no se necesita un contactor, es decir, solamente se controla con un relé de $5 V$ y $5 A$ de corriente continua. En cuanto a los cables de conexión, se conectará con cables unipolares de $1,5 mm^2$ de sección ya que es el mínimo por norma IRAM 2183.

3.4. Protecciones

3.4.1. Contra contactos indirectos

En primer lugar, se debe proteger al operario si existe un riesgo. Una falla común cuando se utilizan resistencias eléctricas para calentar agua es que falle la aislación de esta. Esto tiene como consecuencia que el agua quede con tensión eléctrica, en el peor caso con la tensión de la red. El riesgo existirá para el operario cuando coloque o retire las botellas y tenga contacto con el agua, generándose una descarga eléctrica a través de él. La protección adecuada para evitar esta falla consiste en la colocación de un conductor equipotencial al que irán conectados el conductor de protección de la red (verde amarillo) y las partes metálicas del equipo. De esta manera, si la falla ocurriera, el equipo no se encontraría con tensión debido a que tendrá un camino de poca resistencia a tierra.

Si por alguna razón este conductor se cortara o no estuviera correctamente puesto a tierra o se anule mediante un adaptador el conductor de protección, se asume que la instalación eléctrica del lugar está correctamente realizada y cuenta con un interruptor diferencial, de manera que, si llegara a existir una descarga a través del operario por falla del aislante, esta debiera actuar en el tiempo estipulado, protegiendo nuevamente al mismo.

3.4.2. Contra sobrecargas y cortocircuitos

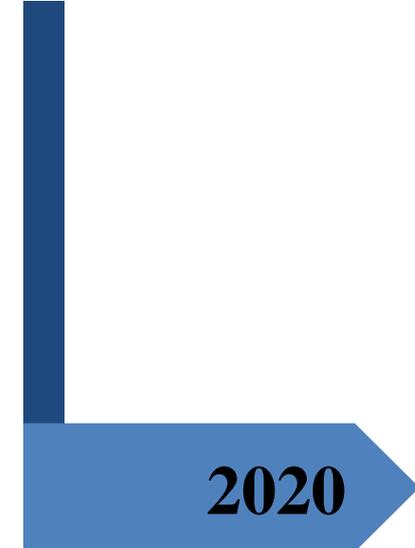
En cuanto a la protección del equipo, se colocará una llave termomagnética la cual abrirá el circuito en caso de que se supere la corriente nominal durante un determinado tiempo (sobrecarga) o en caso de una corriente de falla muy elevada, por falla entre fase y neutro o fase y conductor de protección (cortocircuito).

3.4.3. Fuente de alimentación

Se sabe por la hoja de datos que el Arduino seleccionado tiene un consumo de 93mA en funcionamiento, sin alimentar a ningún otro componente. A continuación, se detallan los consumos parásitos del microcontrolador:

Componente	Consumo (mA)
Arduino MEGA 2560 Rev 3	93
Sensor de temperatura DS18B20	1
Sensor de nivel	No posee consumo activo de corriente
Lógica de relés	15-20 por relé. 100 con todos activos
Pantalla LCD	1,1
Total	195,1

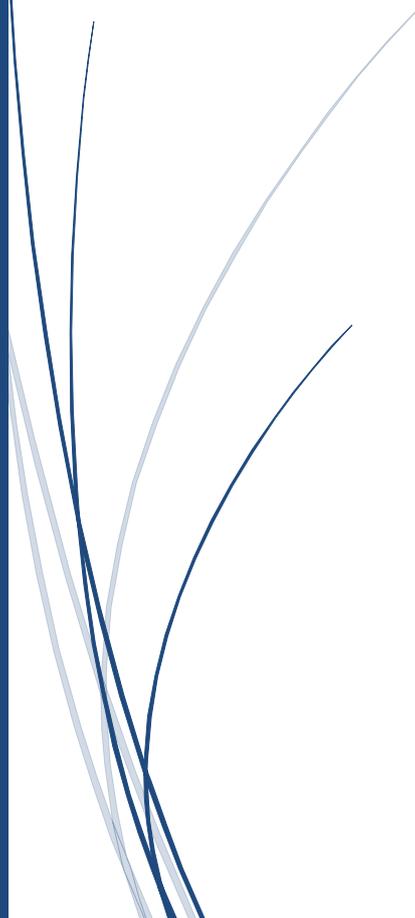
Existen más consumos pero que son insignificantes a la hora de contabilizarlos, por lo que no se detallan en esta tabla. De esta manera, se considera que cualquier fuente que sea capaz de entregar al menos 200 mA a 5V será capaz de suministrar la energía suficiente para este proyecto.



2020

AUTOMATIZACIÓN DE UN BANCO DE CALOSTRO

PFC – 1811C – ANEXO A – NORMATIVAS DE APLICACIÓN



EGEL, MARCELO; LONDRA, LEANDRO
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL – FACULTAD
REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

Normativa de aplicación

Tanto a nivel nacional como internacional no existe una normativa establecida relativa a la construcción de un descongelador y pasteurizador de calostro. Sin embargo, existen normativas que aplican a distintas partes del equipo. Las normas utilizadas en este proyecto son:

➤ Planos y codificaciones

Todos los planos de especificaciones técnicas serán realizados de acuerdo con el paquete de normas IRAM para dibujo técnico.

➤ Materiales usados

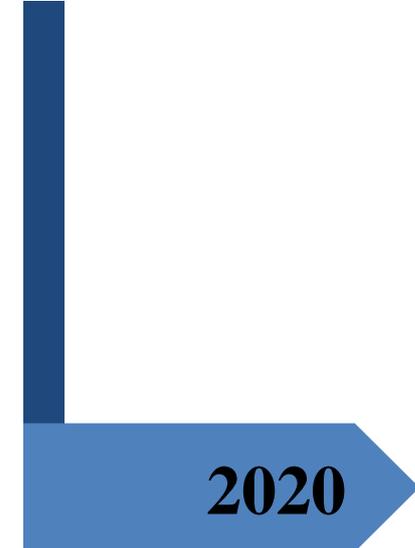
- AISI 304 L o ASTM A554.

➤ Elementos eléctricos:

- IEC 60529: Grado de protección contra ingresos.
- IEC 60947-2 para aparatos de conexión y mando de baja tensión.
- Conjunto Normas IEC: Para elementos eléctricos.
- IEC 60670-22 (ed. 1):2003: cajas y gabinetes para accesorios eléctricos e instalaciones fijas.
- IRAM 2178 y NM247-3 para conductores eléctricos.
- UNE-EN 61095 para contactores electromecánicos para usos domésticos y análogos.

➤ Normativa de sanidad

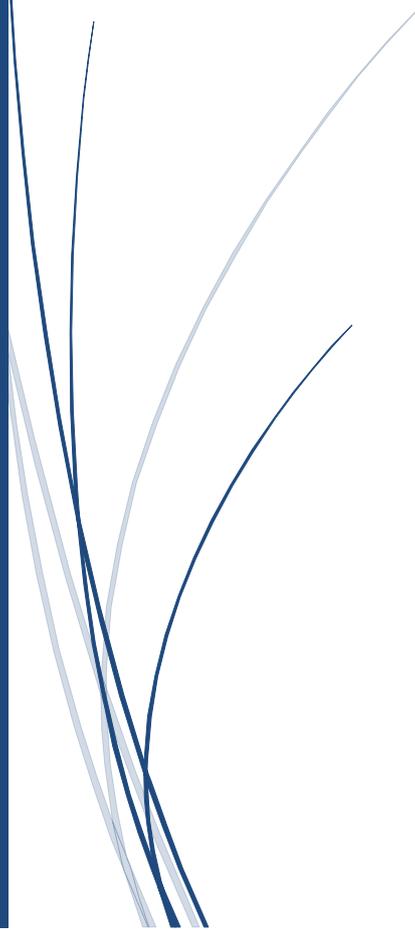
Relacionado con la sanidad de las partes que tienen contacto con el calostro. Los procedimientos de limpieza y sanitización de los envases y del equipo se encuentran definidos en el *“Manual de Gestión de la Calidad y Seguridad Alimentaria en la Industria Láctea”* publicado por la subsecretaría de lechería perteneciente al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la nación. Define los procedimientos de limpieza y los estudios periódicos de hisopado que verifican la calidad sanitaria de los envases. Para más información, referirse a ítem [20] de la bibliografía.



2020

AUTOMATIZACIÓN DE UN BANCO DE CALOSTRO

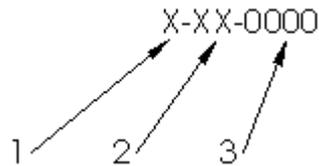
PFC – 1811C – ANEXO B – ESTÁNDARES PROPIOS DEL PROYECTO



EGEL, MARCELO; LONDRA, LEANDRO
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL – FACULTAD
REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

1. Nomenclatura y codificación

1.1. Accesorios y piezas



1. Tipo de piezas

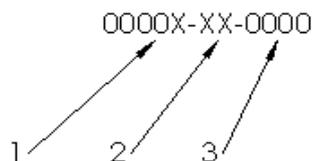
- S: Estructural
- E: Eléctricos/Electrónicos

2. Subdivisión

- S:
 - RR: Recipientes
 - AG: Agitación
 - CC: Carrocería
 - AA: Accesorios
- E:
 - SE: Sensores
 - AD: Adquisición de datos y acondicionamiento de señal
 - PC: Potencia y comando
 - AA: Accesorios

3. Número de pieza

1.2. Planos



1. Código de proyecto: "1811C"

2. Subdivisión

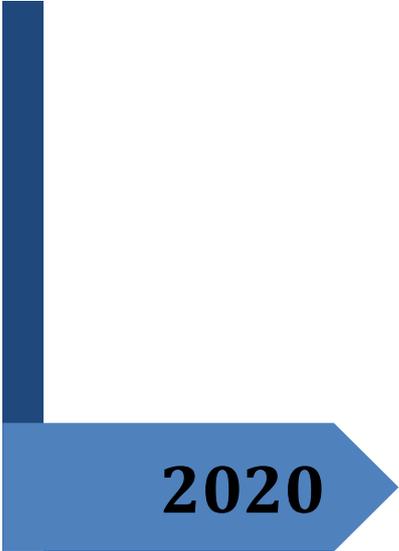
- PM: Planos de montaje
- PE: Planos eléctricos
- PS: Planos estructurales

3. Número de plano

1.3. Codificación de modelo de equipo

$$X^{(1)} - 00^{(2)} - 00^{(3)} - 000^{(4)}$$

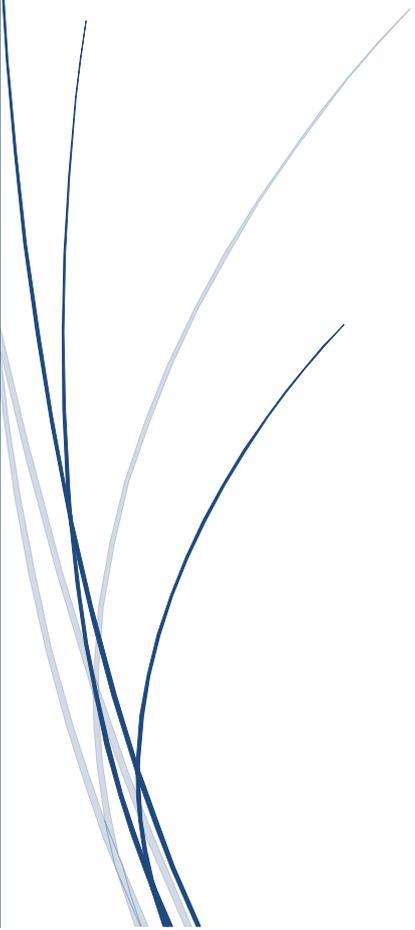
1. Diseño del equipo (A: cilíndrico).
2. Cantidad de botellas admitidas.
3. Volumen de cada botella.
4. Volumen de agua requerido.



2020

AUTOMATIZACIÓN DE UN BANCO DE CALOSTRO

PFC – 1811C – ANEXO D - DEFINICIONES Y GLOSARIO



EGEL, MARCELO; LONDRA, LEANDRO
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL – FACULTAD
REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

Índice

Glosario.....	3
Siglas	5
Unidades.....	6

Glosario

- **Pasteurizado**: es un proceso térmico que es realizado en líquidos con la intención de reducir la presencia de agentes patógenos que puedan contener. Debido a las altas temperaturas la gran mayoría de los agentes bacterianos mueren.
- **Calostro**: es la primera secreción que produce el bovino hembra después del parto, es particularmente rico en inmunoglobulinas y anticuerpos, los cuales brindan al ternero la protección inmunológica que éste carece durante las primeras semanas de vida, hasta que su propio sistema inmunológico llegue a ser completamente funcional.
- **Inmunoglobulinas (anticuerpos)**: son proteínas de importancia vital que circulan en el torrente sanguíneo y realizan una amplia variedad de funciones. Influyen notablemente sobre el equilibrio del sistema inmunitario.
- **Inmunoglobulinas séricas**: inmunoglobulinas que pertenecen al suero.
- **Baño termostático**: baño diseñado para mantener la temperatura constante de forma precisa.
- **Electroválvula**: una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería. La válvula se mueve mediante una bobina solenoide, la cual se acciona mediante una señal eléctrica adecuada.
- **Sistema de control a lazo cerrado**: son aquellos en los que existe una realimentación de la señal de salida o, dicho de otra forma, aquellos en los que la señal de salida tiene efecto sobre la acción de control.
- **Setpoint**: significa “valor prefijado” y es la consigna o el valor deseado de la variable de proceso, la cual es medida y controlada por el controlador.
- **Controlador**: es un instrumento utilizado para el control de cierta variable. Para el caso de este proyecto, un controlador de temperatura tiene una entrada procedente de un sensor de temperatura y una salida conectada a un elemento de control, como una resistencia eléctrica. Recibe una señal consigna (*setpoint*) e intenta mantener la variable de control en dicho valor.
- **Overshoot**: es una fase exagerada en el movimiento de alguna variable antes de que retorne a un estado de equilibrio de mayor plazo, en el caso de un controlador al *setpoint*.
- **Actuador**: es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado.
- **Histéresis**: es la diferencia entre los tiempos de apagado y encendido del controlador. Es decir, que el *setpoint* no es el punto en el cual el controlador conmuta, sino que para evitar un número elevado de conmutaciones alrededor de dicho punto, se suma la histéresis al *setpoint* y se establece como punto de conmutación superior y, de la misma

forma, se resta la histéresis al *setpoint* y se establece como punto de conmutación inferior.

- Relé: es un dispositivo electromagnético. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.
- Optoacoplador: dispositivo de emisión y recepción que funciona como un interruptor activado mediante la luz emitida por un diodo led que satura un componente optoelectrónico, normalmente en forma de fototransistor o fototriac. Proporciona aislación galvánica entre el circuito emisor y el receptor.
- Fuente conmutada: dispositivo electrónico que transforma energía eléctrica mediante transistores en conmutación. Convertidor AC/DC.
- Código abierto: es un modelo de desarrollo de software basado en la colaboración abierta. Se enfoca más en los beneficios prácticos que en cuestiones éticas o de libertad que tanto se destacan en el software libre.
- Microcontrolador: es un circuito integrado que en su interior contiene una unidad central de procesamiento (CPU), unidades de memoria (RAM y ROM), puertos de entrada y salida.
- Entorno processing: es un lenguaje de programación y entorno de desarrollo integrado de código abierto basado en Java, de fácil utilización, y que sirve como medio para la enseñanza y producción de proyectos multimedia e interactivos de diseño digital.
- Wiring: es una plataforma de prototipo electrónico de fuente abierta compuesta de un lenguaje de programación, un entorno de desarrollo integrado y un microcontrolador.
- AVR: Son una familia de microcontroladores RISC del fabricante Atmel.
- Firmware: firmware o soporte lógico inalterable es un programa informático que establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo.
- Limit switch: generalmente usado para referirse a sensores de contacto que hacen las veces de finales de carrera, en este proyecto hace referencia a que establece límites superiores e inferiores del nivel de agua.
- LCD: acrónimo de “cristal líquido” por sus siglas en inglés (*liquid cristal display*). Son pantallas generalmente delgadas, formadas por un determinado número de píxeles que se colocan delante de una fuente de luz. Este tipo de pantalla utiliza pequeñas cantidades de energía eléctrica.
- PCB: proviene del término en inglés *Printed Circuit Board*, es una tarjeta o placa de circuito impreso, que soporta y conecta los componentes electrónicos, con caminos o pistas de cobre, para que un circuito o producto funcione como se desea.

- Contacto directo: se produce cuando una persona o un animal toca directamente las partes activas de la instalación como, por ejemplo, los conductores de fase y neutro con el aislamiento deteriorado.
- Contacto indirecto: falla sufrida por un usuario al tocar una parte metálica de la instalación (por ejemplo, la carcasa de un electrodoméstico) puesta en tensión por efecto de un fallo en el aislamiento de los conductores activos que alimentan el receptor.
- Sobrecarga eléctrica: se refiere a la presencia de carga excesiva en el circuito. Esta carga en exceso demanda un mayor consumo de corriente, que puede traer como consecuencia recalentamiento del cableado, y en casos extremos, incendio si las protecciones eléctricas no son adecuadas.
- Cortocircuito: es una conexión entre dos terminales de un elemento de un circuito eléctrico, lo que provoca una anulación parcial o total de la resistencia en el circuito, lo que conlleva un aumento en la intensidad de corriente que lo atraviesa. Produce grandes esfuerzos electrodinámicos entre las partes involucradas, recalentando el cableado y produciendo incendios en casos en los que las protecciones eléctricas no sean las adecuadas.

Siglas

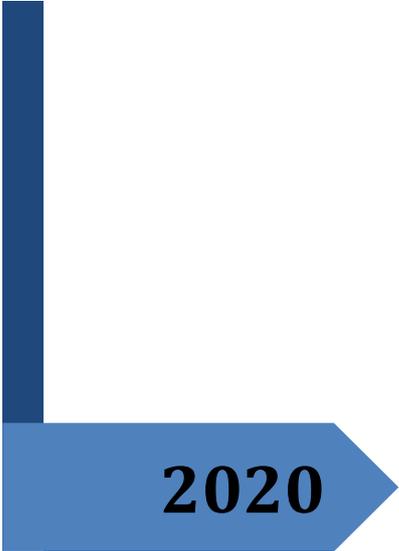
- PFC: Proyecto Final de Carrera.
- UTN: Universidad Tecnológica Nacional.
- FRCU: Facultad Regional Concepción del Uruguay.
- ISP: Introducción y Situación Problemática.
- IB: Ingeniería Básica.
- ID: Ingeniería de Detalles.
- MC: Memorias de Cálculo.
- Ig: Inmunoglobulinas.
- IgM: Inmunoglobulinas tipo M.
- IgG: Inmunoglobulinas tipo G.
- IgA: Inmunoglobulinas tipo A.
- UART: Universal Asynchronous Receiver-Transmitter.
- USB: Universal Serial Bus.
- PWM: Pulse Width Modulation.
- PCB: Printed Circuit Board.
- CPU: Central Processing Unit.
- Vca: Volts de corriente alterna.
- Vcc: Volts de corriente continua.
- LCD: Liquid Crystal Display.
- CC: Corriente Continua.
- CA: Corriente Alterna.
- Pr: número de Prandtl.
- Nu: número de Nusselt.
- Re: número de Reynolds.

- Bi: número de Biott.
- Fo: número de Fourier.
- Ra: número de Rayleigh.
- D: diámetro.
- k: conductividad térmica.
- T_f : temperatura de película.
- μ : viscosidad dinámica.
- α : difusividad térmica.
- ρ : densidad.
- c_p : calor específico
- Gr_L : número de Grashof.
- Θ : temperatura adimensional.
- J_n : término enésimo de la función de Bessel.
- h: coeficiente de transferencia de calor por convección.
- g: aceleración de la gravedad
- β : coeficiente de expansión volumétrica.
- T_s : temperatura de la superficie.
- T_∞ : temperatura invariable del medio.
- L_c : longitud característica.
- ν : viscosidad cinemática.
- V: velocidad del fluido.
- \dot{Q} : flujo de calor.
- D_a : diámetro del agitador.
- N_{Fr} : número de Froude.
- N_p : número de potencia.
- I_n : corriente nominal.
- DOX: salida digital número "X".
- DIX: entrada digital número "X".
- GND: referencia o masa.
- Vin: entradas de tensión.
- Vout: salidas de tensión.
- NC: normal cerrado.
- NO: normal abierto.

Unidades

- W: watts.
- kW: kilowatts.
- J: joules.
- kJ: kilojoules.
- kB: kilobytes.
- L: litros.
- °C: grados centígrados.
- K: grados kelvin.
- mA: miliamperes.

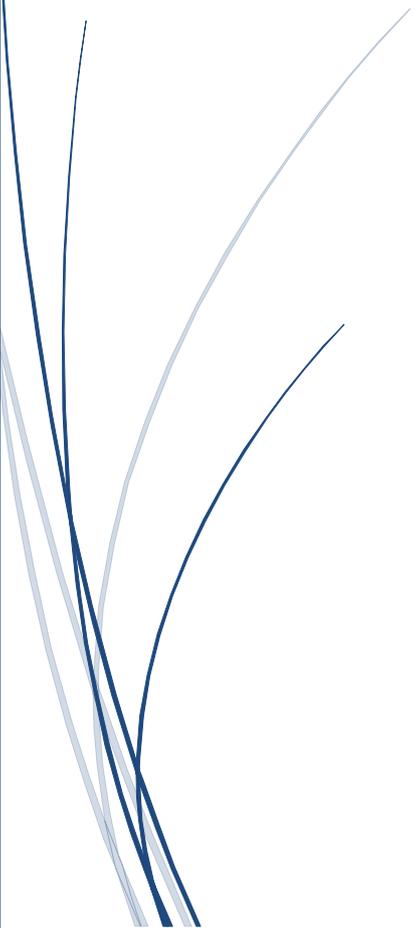
- A: amperes.
- kA: kiloamperes.
- mV: milivolts.
- V: volts.
- Rpm: revoluciones por minuto.
- g/L: gramos por litro.
- mg/mL: miligramos por mililitro.
- Hz: hertz.
- dB: decibeles.
- m: metros.
- cm: centímetros.
- mm: milímetros.
- in: pulgadas.
- MPa: megapascal-
- min: minutos.
- s: segundos.
- ms: milisegundos.
- m/s: metros por segundo.
- rad/s: radianes por segundo.
- m²: metros cuadrados.
- m/s²: metros por segundo cuadrado.
- g: gramos.
- mg: miligramos.
- kg: kilogramos.



2020

AUTOMATIZACIÓN DE UN BANCO DE CALOSTRO

PFC – 1811C – ANEXO E – REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS

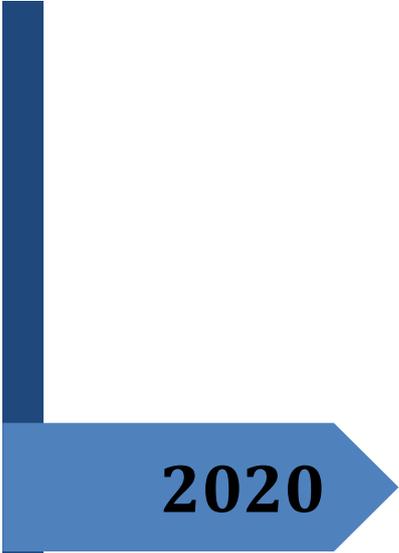


EGEL, MARCELO; LONDRA, LEANDRO
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL – FACULTAD
REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

1. Bibliografía

- [1] Andreo, N., Danelón, J., Abdala, A., Vitulich, C., & Beltramino, R. (27 de Noviembre de 2019). *Ganancia de peso de terneros holando argentino criados artificialmente con consumo restringido de leche*. ISSN 0485-9057. Obtenido de INTA Rafaela: http://rafaela.inta.gov.ar/info/pubtecnicas/inta_rafaela_publicacion_tecnica_041.pdf
- [2] Besser, T., & Gay, C. (1985). Septicemic colibacillosis and failure of passive transfer of colostral immunoglobulin in calves. *Vet. Clin. N. Am.: Food Anim. Pract.*, 1:445-459.
- [3] Bush, L., & Staley, T. (1980). Absorption of colostral immuno globulins in newborn calves. *J. Dairy Sci.*, 63:672-680.
- [4] Casas, Mariela; Canto, Francisco. (2015). La importancia del calostro en el bovino. *Manuales INIA*.
- [5] Çengel, Y. A. (1998). *Heat transfer: A practical approach*. Boston, Mass: WBC McGraw-Hill.
- [6] Davis, C., & Drackley, J. (1998). The development, nutrition, and management of the young calf. *Iowa State University Press, Ames, Iowa*.
- [7] Elizondo-Salazar, J., Jayarao, B., & Heinrichs, A. (2008). Colostrum pasteurization: Effect on bacterial count and immunoglobulin G concentration. *REDVET Vol. IX Número 9*.
- [8] Larson, B. L., Heary, H., & Devery, J. (1980). Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. *J. Dairy Sci.*, 63:665-671.
- [9] McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. (1993). *Unit Operations of Chemical Engineering. Fifth Edition*. McGraw-Hill Inc.
- [10] Meiye, Chua; Lai, Tan Fock. (s.f.). Studies on freezing time of foodstuffs. *School of Mechanical and Production Engineering, Nanyang Technological University, Singapore*.
- [11] Norma IRAM. (2004). *11601:2002. Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo*.
- [12] Nousiainen, J., Korhonen, H., Syvaaja, E., Savolainen, S., Saloniemi, H., & Halonen, H. (1994). The effect of colostral, immunoglobulin supplement on the passive immunity, growth and health of neonatal calves. *Agric. Sci.*, 3:421-428.
- [13] Pham, Q. (1986). Simplified Equation for predicting the freezing time of foodstuffs. *Journal of Food Technology*, 9, 209-219.
- [14] Quigley, J., Drewry, J., & Martin, K. (1998). Estimation of plasma volume in Holstein and Jersey calves. *J. Dairy Sci.*, 81:1308-1312.
- [15] R. Paul Singh; Dennis R. Heldman. (2009). *Introduction to Food Engineering Fourth Edition*. Academic Press.

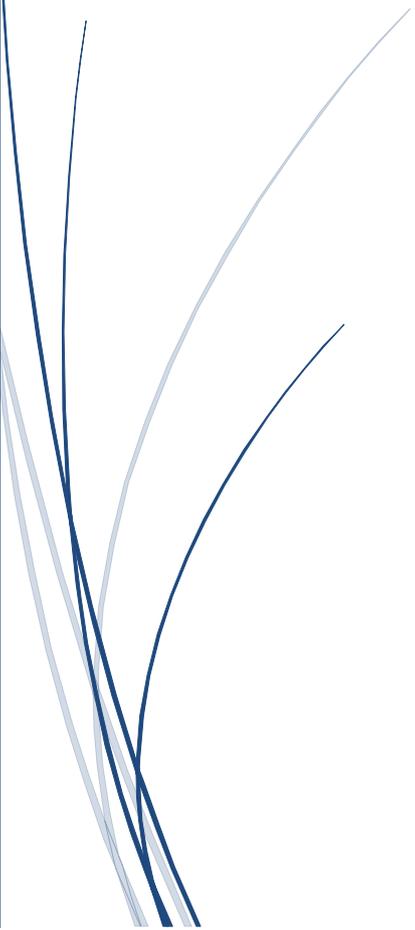
- [16] Sasaki, M.; Davis, C.L.; Larson, B.L. (1983). Immunoglobulin IgG1 metabolism in new born calves. *J. Dairy Sci.*, 60:623-626.
- [17] Stott, G., & Menefee, B. (1978). Selective absorption of immunoglobulin IgM in the newborn calf . *J. Dairy Sci.*, 61:461-466.
- [18] Toro, J., & Pérez-Lombard, L. (19 de Noviembre de 2019). *Colección de Tablas, Gráficas y Ecuaciones de Transmisión de Calor. Versión 3.6*. Obtenido de http://www.esi2.us.es/~jfc/Descargas/TC/Coleccion_tablas_graficas_TC.pdf
- [19] Young, H., & Freedman, R. (2009). *Física Universitaria vol. 1. Decimosegunda edición*. México: Pearson Educación.
- [20] Ing. Berra, C. & Ing. Di Bartolo, E. (1 de marzo de 2020). *Observatorio de la Cadena Láctea Argentina*. Obtenido de <http://www.ocla.org.ar/contents/news/details/13278268-gestion-de-la-calidad-y-seguridad-alimentaria-en-la-industria-lactea-agroindustri>



2020

AUTOMATIZACIÓN DE UN BANCO DE CALOSTRO

PFC – 1811C – ANEXO E – CATÁLGOS



EGEL, MARCELO; LONDRA, LEANDRO
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL – FACULTAD
REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

Índice

1.	Catálogos y hojas de datos	3
1.1.	Elementos eléctricos y electrónicos.....	3
1.1.1.	Sensor de temperatura	3
1.1.2.	Sensor de nivel	5
1.2.	Adquisición de datos	6
1.2.1.	Plataforma Arduino	6
1.3.	Potencia y comando.....	7
1.3.1.	Válvula solenoide.....	7
1.3.2.	Módulo de 4 Relés	9
1.3.3.	Modulo Relé simple.....	11
1.3.4.	Fuente de alimentación.....	13
1.3.5.	Contactador para motor de agitación	14
1.3.6.	Interruptor termomagnético	15
1.3.7.	Motor eléctrico de agitación	17
1.3.8.	Pantalla LCD.....	19
1.3.9.	Pulsador de navegación con flecha.....	21
1.3.10.	Pulsador de confirmación de selección	22
1.4.	Accesorios	23
1.4.1.	Tubo rígido	23
1.4.2.	Caja estanca.....	25
1.4.3.	Conductores.....	27
1.5.	Elementos estructurales.....	33
1.5.1.	Tubos estructurales cuadrados	33
1.5.2.	Chapa lisa de acero inoxidable	34
1.5.3.	Barra redonda para la construcción de las piezas.....	35
1.5.4.	Planchuela de 1"x1/8" para la construcción de las piezas	36
1.5.5.	Bisagra para tapa de recipiente de agua.....	37
1.5.6.	Bulonería de acero inoxidable.....	38
1.5.7.	Reten de eje de agitación.....	39
1.5.8.	Aislante Armaflex	40

1. Catálogos y hojas de datos

1.1. Elementos eléctricos y electrónicos

1.1.1. Sensor de temperatura

Click [here](#) for production status of specific part numbers.

DS18B20

Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer

General Description

The DS18B20 digital thermometer provides 9-bit to 12-bit Celsius temperature measurements and has an alarm function with nonvolatile user-programmable upper and lower trigger points. The DS18B20 communicates over a 1-Wire bus that by definition requires only one data line (and ground) for communication with a central microprocessor. In addition, the DS18B20 can derive power directly from the data line ("parasite power"), eliminating the need for an external power supply.

Each DS18B20 has a unique 64-bit serial code, which allows multiple DS18B20s to function on the same 1-Wire bus. Thus, it is simple to use one microprocessor to control many DS18B20s distributed over a large area. Applications that can benefit from this feature include HVAC environmental controls, temperature monitoring systems inside buildings, equipment, or machinery, and process monitoring and control systems.

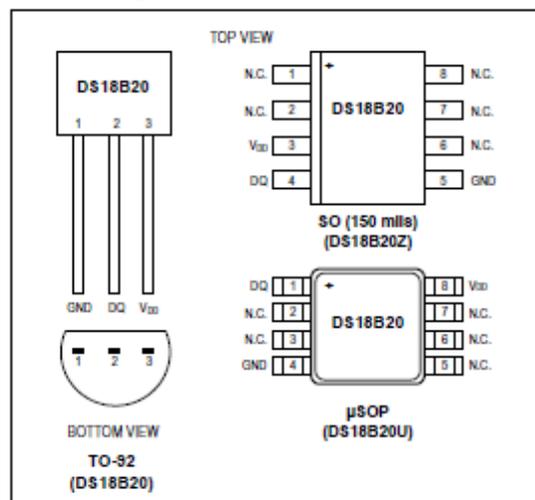
Applications

- Thermostatic Controls
- Industrial Systems
- Consumer Products
- Thermometers
- Thermally Sensitive Systems

Benefits and Features

- Unique 1-Wire® Interface Requires Only One Port Pin for Communication
- Reduce Component Count with Integrated Temperature Sensor and EEPROM
 - Measures Temperatures from -55°C to +125°C (-67°F to +257°F)
 - ±0.5°C Accuracy from -10°C to +85°C
 - Programmable Resolution from 9 Bits to 12 Bits
 - No External Components Required
- Parasitic Power Mode Requires Only 2 Pins for Operation (DQ and GND)
- Simplifies Distributed Temperature-Sensing Applications with Multidrop Capability
 - Each Device Has a Unique 64-Bit Serial Code Stored in On-Board ROM
- Flexible User-Definable Nonvolatile (NV) Alarm Settings with Alarm Search Command Identifies Devices with Temperatures Outside Programmed Limits
- Available in 8-Pin SO (150 mils), 8-Pin µSOP, and 3-Pin TO-92 Packages

Pin Configurations



Ordering Information appears at end of data sheet.

1-Wire is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.

DS18B20

Programmable Resolution
1-Wire Digital Thermometer

Absolute Maximum Ratings

Voltage Range on Any Pin Relative to Ground -0.5V to +6.0V Storage Temperature Range -55°C to +125°C
 Operating Temperature Range -55°C to +125°C Solder Temperature Refer to the IPC/JEDEC J-STD-020 Specification.

These are stress ratings only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

DC Electrical Characteristics

(-55°C to +125°C; $V_{DD} = 3.0V$ to $5.5V$)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V_{DD}	Local power (Note 1)	+3.0		+5.5	V
Pullup Supply Voltage	V_{PU}	Parasite power	+3.0		+5.5	V
		Local power	+3.0		V_{DD}	
Thermometer Error	t_{ERR}	-10°C to +85°C			±0.5	°C
		-30°C to +100°C			±1	
		-55°C to +125°C			±2	
Input Logic-Low	V_{IL}	(Notes 1, 4, 5)	-0.3		+0.8	V
Input Logic-High	V_{IH}	Local power	+2.2		The lower of 5.5 or $V_{DD} + 0.3$	V
		Parasite power	+3.0			
Sink Current	I_L	$V_{IO} = 0.4V$	4.0			mA
Standby Current	I_{DDS}	(Notes 7, 8)		750	1000	nA
Active Current	I_{DD}	$V_{DD} = 5V$ (Note 9)		1	1.5	mA
DQ Input Current	I_{DQ}	(Note 10)		5		µA
Drift		(Note 11)		±0.2		°C

Note 1: All voltages are referenced to ground.

Note 2: The Pullup Supply Voltage specification assumes that the pullup device is ideal, and therefore the high level of the pullup is equal to V_{PU} . In order to meet the V_{IH} spec of the DS18B20, the actual supply rail for the strong pullup transistor must include margin for the voltage drop across the transistor when it is turned on; thus: $V_{PU_ACTUAL} = V_{PU_IDEAL} + V_{TRANSISTOR}$.

Note 3: See typical performance curve in [Figure 1](#). Thermometer Error limits are 3-sigma values.

Note 4: Logic-low voltages are specified at a sink current of 4mA.

Note 5: To guarantee a presence pulse under low voltage parasite power conditions, V_{ILMAX} may have to be reduced to as low as 0.5V.

Note 6: Logic-high voltages are specified at a source current of 1mA.

Note 7: Standby current specified up to +70°C. Standby current typically is 3µA at +125°C.

Note 8: To minimize I_{DD} , DQ should be within the following ranges: $GND \leq DQ \leq GND + 0.3V$ or $V_{DD} - 0.3V \leq DQ \leq V_{DD}$.

Note 9: Active current refers to supply current during active temperature conversions or EEPROM writes.

Note 10: DQ line is high ("high-Z" state).

Note 11: Drift data is based on a 1000-hour stress test at +125°C with $V_{DD} = 5.5V$.

1.1.2. Sensor de nivel



Especificación:

Material de acero inoxidable: acero inoxidable

Color: plata

Grado máximo de contacto: 10 W

Voltaje de conmutación máximo: 100 V CC

Corriente de conmutación máxima: 0.5A

Tensión máxima de ruptura: 220 V CC

Corriente máxima de transporte: 1 a

Resistencia máxima de contacto: 100m

Temperatura máxima: -30 + 125 °

Diámetro del hilo (aprox.): 10mm

Longitud del Cable: aprox. 350mm/13,78 pulgadas

Tamaño: 6x2,6 cm/2,36x1,02 pulgadas

Cantidad: 1 unid

Nota:

Puede haber un error de 1-3 MM debido a la medición manual. Por favor, asegúrate de que no te importa antes de pujar. Debido a la diferencia entre diferentes monitores, la imagen puede no reflejar el color real del artículo. ¡Gracias!

Contenido del paquete:

1PCx interruptor de flotante

1.2. Adquisición de datos

1.2.1. Plataforma Arduino

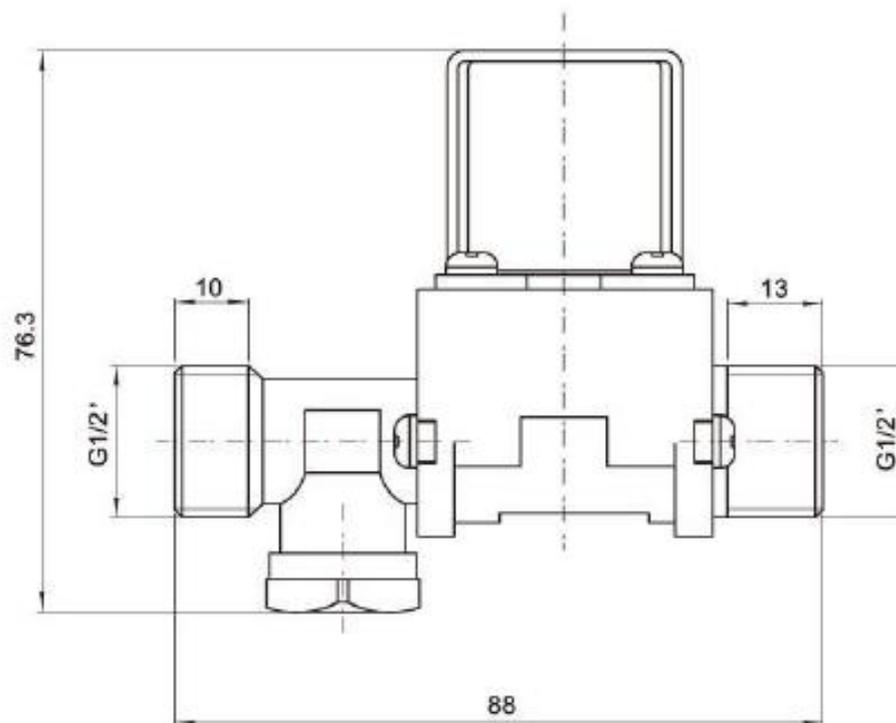
[OVERVIEW](#)[TECH SPECS](#)[DOCUMENTATION](#)

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 15 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	101.52 mm
Width	53.3 mm
Weight	37 g

1.3. Potencia y comando

1.3.1. Válvula solenoide

Hoja de datos de la válvula FPD-270A03



Technical parameters

Model	FPD-270A01	FPD-270A02	FPD-270A03	FPD-270A04
Action way	Pilot type			
Type	NC			
Working pressure	0.02MPa-0.8MPa			
Connection Way	Four teeth male thread			
Applicable medium	Water			
Valve body material	Plastic valve body, copper joint	Plastic valve body, copper joint	Copper valve body, copper joint	Plastic valve body, copper joint
Medium temperature	0-80℃	0-80℃	0-120℃	0-80℃
Environment temperature	0-40℃			
Electrical rating	AC220V,0.02A;DC6V,0.6A;DC9V,0.4A;DC12V,0.3A;DC24V,0.15A			
Variable Voltage of Supply Voltage	-10% ~ +10%			
Insulation resistance	Tested by DC500V megohmmeter for 1 min,the insulation resistance should $\geq 100M\Omega$			
Watertight performance	Hydrostatic pressure 0.02Mpa, Leakage ratio<0.1ml/min		Hydrostatic pressure 0.03-0.08Mpa, leakage ratio 0ml/min	
Hydraulic pressure withstand	withstand hydrostatic pressure of 1.2Mpa for 5min, no unbroken,deformation oroutside leakage;			
Reliability	0.01-0.02Mpa,make and break for 10s respectively, lasting 1h, the check valve should be unblocked;			
Flow characteristic	Pressure 0.02Mpa,Flux 3L/min,pressure 0.1Mpa,Flux3L/min Pressure 0.33Mpa,Flux 13L/min,Pressure 0.8Mpa,Flux25L/min			
Across layers insulation	withstand high voltage pulse for 2s, it should be normal;			
Continuously energized	Energize for 12h, but not connect through the water, the valve should be no deformation, and the coil should not be burned			
Withstand voltage	The acceptable high-voltage power between electric conduction and outer without electrified metal withstand AC 1500V 50Hz for 1 min, no Flashover or breakdown;withstand AC1800V, 50Hz, for 1s, no flashover or breakdown			
Non-return function	Yes	Yes	No	No
Filtering function	with filter screen			
Angle between coil and valve body	360、270、180、90			
Power supply connection way	fixed with M5 screw			
Life Expectancy	≥ 10 cycles			

1.3.2. Módulo de 4 Relés

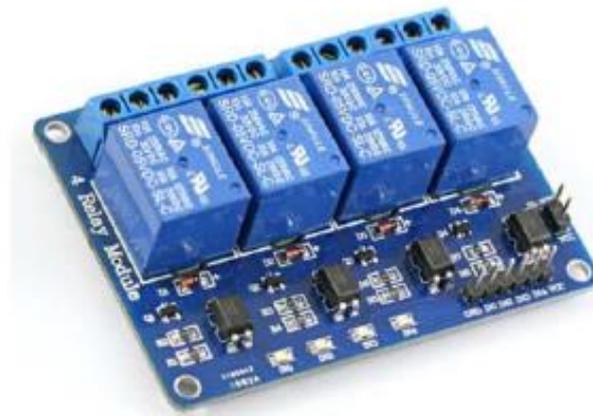


Handson Technology

User Guide

4 Channel 5V Optical Isolated Relay Module

This is a LOW Level 5V 4-channel relay interface board, and each channel needs a 15-20mA driver current. It can be used to control various appliances and equipment with large current. It is equipped with high-current relays that work under AC250V 10A or DC30V 10A. It has a standard interface that can be controlled directly by microcontroller. This module is optically isolated from high voltage side for safety requirement and also prevent ground loop when interface to microcontroller.



Brief Data:

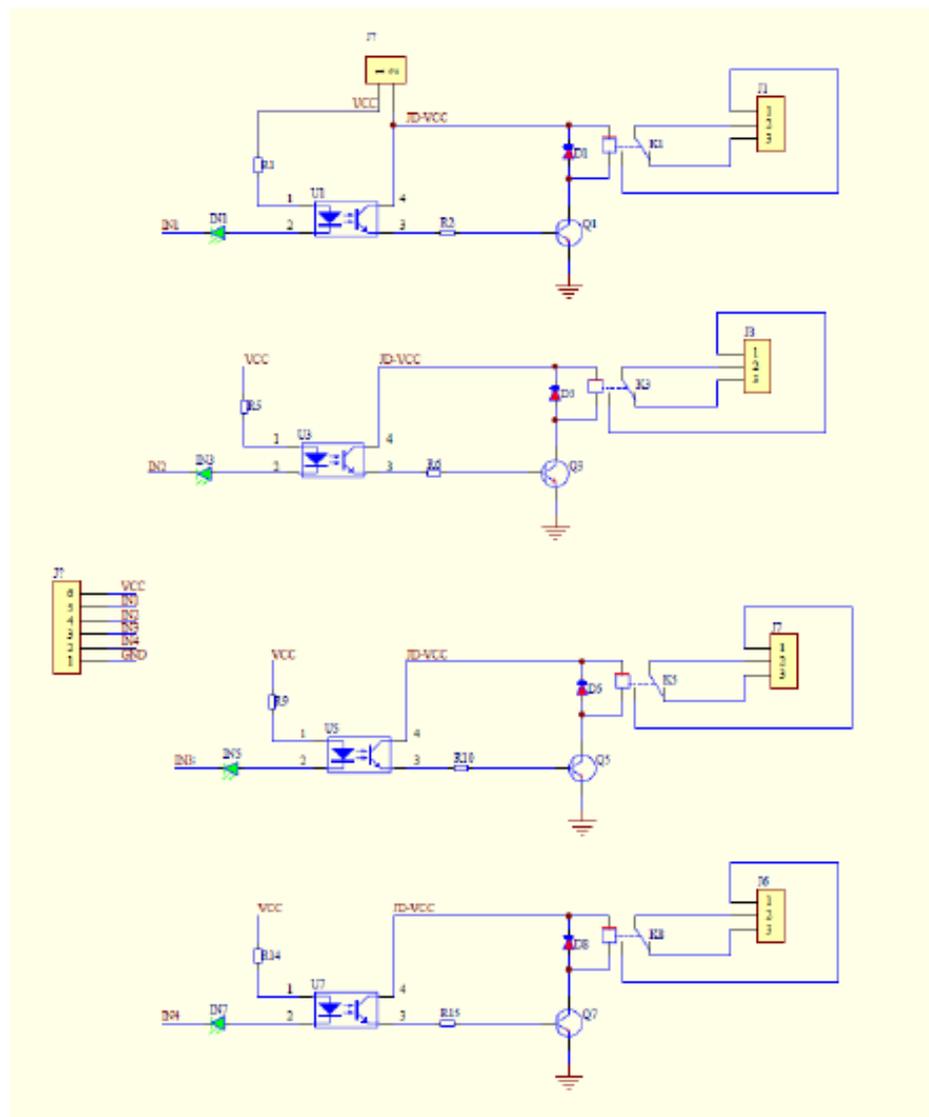
- Relay Maximum output: DC 30V/10A, AC 250V/10A.
- 4 Channel Relay Module with Opto-coupler. LOW Level Trigger expansion board, which is compatible with Arduino control board.
- Standard interface that can be controlled directly by microcontroller (8051, AVR, *PIC, DSP, ARM, ARM, MSP430, TTL logic).
- Relay of high quality low noise relays SPDT. A common terminal, a normally open, one normally closed terminal.
- Opto-Coupler isolation, for high voltage safety and prevent ground loop with microcontroller.

Schematic:

VCC and RY-VCC are also the power supply of the relay module. When you need to drive a large power load, you can take the jumper cap off and connect an extra power to RY-VCC to supply the relay; connect VCC to 5V of the MCU board to supply input signals.

NOTES: If you want complete optical isolation, connect "Vcc" to Arduino +5 volts but do NOT connect Arduino Ground. Remove the Vcc to JD-Vcc jumper. Connect a separate +5 supply to "JD-Vcc" and board Gnd. This will supply power to the transistor drivers and relay coils.

If relay isolation is enough for your application, connect Arduino +5 and Gnd, and leave Vcc to JD-Vcc jumper in place.



4 Channel Relay Module Schematic

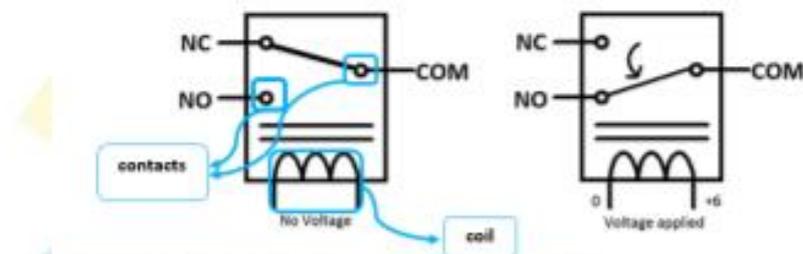
1.3.3. Modulo Releé simple



RELAY MODULES

RELAY WORKING IDEA

Relays consist of three pins normally open pin , normally closed pin, common pin and coil. When coil power on magnetic field is generated the contacts connected to each other.

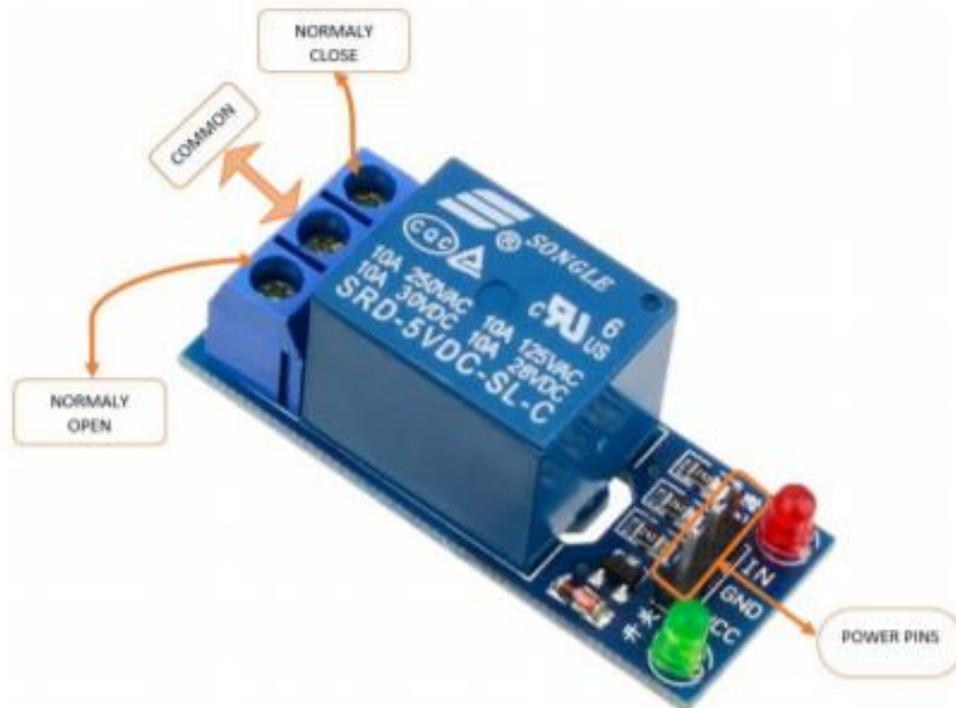


Relay modules 1-channel features

- Contact current 10A and 250V AC or 30V DC.
- Each channel has indication LED.
- Coil voltage 12V per channel.
- Kit operating voltage 5-12 V
- Input signal 3-5 V for each channel.
- Three pins for normally open and closed for each channel.

How to connect relay module with Arduino

As shown in relay working idea it depends on magnetic field generated from the coil so there is power isolation between the coil and the switching pins so coils can be easily powered from Arduino by connecting VCC and GND pins from Arduino kit to the relay module kit after that we choose Arduino output pins depending on the number of relays needed in project designed and set these pins to output and make it out high (5 V) to control the coil that allow controlling of switching process.



NOTE : whatever was the relay channels number the pinconfiguration is the same for every channel except the power pins (VCC and GND) are for the board itself. The input signal (IN) pin for every relay.

1.3.4. Fuente de alimentación



ALL CATEGORIES ▾

BUSCAR PRODUCTO 🔍



My Account

My Cart ⁰

MI CUENTA

PRODUCTOS

PULSADORES METÁLICOS

MIKROE

CONTACTO

ACERCA DE

FUENTE DE ALIMENTACIÓN AC-DC 220V A 12V 5V 1,2A ARDUINO

VER EN MERCADOLIBRE



Fuente De Alimentación Ac-dc 220v A 12v 5v 1,2a Arduino

₺738,30

Fuente de alimentación AC-DC 220V a 12v 5v 1,2A

- Realizamos factura A o B

La fuente de alimentación es un módulo de potencia incorporado de grado industrial totalmente aislado con protección de temperatura, protección contra sobrecorriente y protección completa contra cortocircuitos, entrada de voltaje ancho de AC85 ~ 265 V, aislamiento de alto y bajo voltaje, voltaje de salida aislado dual DC12V1A 5V1A, 431 regulado, salida con Circuito de filtro EMI, con luz, con orificios de montaje, rentable.

Detalles técnicos

- Temperatura de trabajo: -20 a 60

- Humedad relativa: 40% RH - 90% RH

- Rango de voltaje de entrada: 85V - 265V (típico: 110/220) (en condiciones de plena carga)

- Corriente de entrada: 0.027 (AC110V) 0.0136 (AC220V) (en condiciones de plena carga)

- Corriente de entrada : 20A (en condiciones de plena carga)

- Tamaño: 7.5 x 4.0 x 4.0 (cm)

- Realizamos factura A o B

Hay existencias

Name	Range	Discount
Descuento por Cantidad	10 - 49	5 %
Descuento por Cantidad	50 - 99	10 %
Descuento por Cantidad	100 - 500	15 %

1

AÑADIR AL CARRITO

SKU: MLA775194269

Categoría: Arduino

1.3.5. Contactor para motor de agitación



CONTACTORES MODULARES PARA RIEL DIN

SERIE 3SC8-H



INFORMACIÓN GENERAL

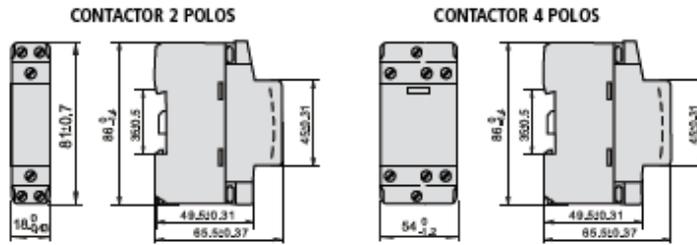
Características de utilización: 50/60Hz, 230/380Vca.
Intensidades: 20A, 32A, 40A Y 63A
Categorías de utilización: AC1, AC7a y AC7b.
Anclaje en riel DIN.
Temperatura ambiente: -5°C / 40°C.



Humedad relativa: no excederá del 50% cuando la temperatura ambiente sea de 40°C.
Homologaciones: SEMKO, VDE, CE.
Conforme a Normas UNE-EN61095
Grado de protección: IP20.
Tensión de aislamiento Ui: 500V
Bipolares y Tetrapolares.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS



Modelo	Categoría de Utilización	Tensión Aislamiento Ui (V)	Tensión nominal (V-)	Corriente nominal (A)	Corriente de empleo (A)	Potencia controlada (W)
3SC8-H20	AC1, AC7a	500	230	20	20	4
3SC8-H20	AC7b	500	230	20	9	1,2
3SC8-H32	AC1, AC7a	500	400	32	32	32
3SC8-H40	AC1, AC7a	500	400	40	40	40
3SC8-H63	AC1, AC7a	500	400	63	63	40

Modelo	Categoría de Utilización	Condiciones de cierre y apertura			Tiempo de reacción (s)	Intervalo de espera (s)	Frecuencia de maniobra
		Ic/Ie	Ui/Ue	cos φ			
3SC8-H20	AC1, AC7a	1.5	1.05	0.8	0.05	10	50
3SC8-H20	AC7b	8	1.05	0.45	0.05	10	50
3SC8-H63	AC1, AC7a	1.5	1.05	0.8	0.05	10	50

Código In Polos Un Ubobina Módulos DIN Cont. Aux.

CONTACTORES MODULARES BIPOLARES

3SC8-H2024	20A	2P	230Vca	24Vca	1 (18mm)	2 NA
3SC8-H20220	20A	2P	230Vca	230Vca	1 (18mm)	2 NA



Código In Polos Un Ubobina Módulos DIN Cont. Aux.

CONTACTORES MODULARES TETRAPOLARES

3SC8-H32	32A	4P	380Vca	220Vca	3 (54mm)	2 NA
3SC8-H40	40A	4P	380Vca	220Vca	3 (54mm)	2 NA
3SC8-H63	63A	4P	380Vca	220Vca	3 (54mm)	2 NA



www.tbcin.com.ar

1.3.6. Interruptor termomagnético

Soluciones Eléctricas
SICA[®]
Electrotecnia de Vanguardia

Protecciones Eléctricas
Calidad con seguridad y respaldo

www.sicaelec.com



Utilice los servicios del catálogo on-line en la página de Sica, www.sicaelec.com, para cotizar su pedido. Una buena herramienta para contactarse rápidamente con nuestros distribuidores y cotizar productos.

www.sicaelec.com

SICA S.A. - www.sicaelec.com

Accesorios para Riel DIN

Consulte todos los productos de Industrias Sica para cables con Riel DIN.



Ensayos, Certificados y Normas

Industrias Sica cuenta con un sector dedicado a proveer al profesional de información, certificaciones y ensayos que pueda necesitar en sus proyectos instalados eléctricos.

Los productos que ofrece Industrias Sica, están a la altura de los más exigentes requerimientos de normas. Los mismos cuentan con el respaldo de ensayos y certificados de laboratorios nacionales e internacionales de reconocida trayectoria.

Los productos cuentan con sistemas de homologación y control de calidad de Industrias Sica. Al adquirir un producto de Industrias Sica, el instalador obtiene garantía y calidad fundamentada en nuestros 68 años de trayectoria en el mercado eléctrico.



In(A)	Limit 3kA				Limit 6kA				Interruptores Automáticos Diferenciales		
	Unipolar	Bipolar	Tripolar	Tetrapolar	Unipolar	Bipolar	Tripolar	Tetrapolar	Sensibilidad	Bipolar	Tetrapolar
1	782101	782201	782301								
2	782102	782202	782302		782102	782202	782302	782402			
3	782103	782203	782303								
4					782104	782204	782304	782404			
5	782105	782205	782305	782405	782105	782205	782305	782405			
6					782106	782206	782306	782406			
10	782110	782210	782310	782410	782110	782210	782310	782410			
15	782115	782215	782315	782415	782115	782215	782315	782415			
16	782116	782216	782316	782416	782116	782216	782316	782416	10mA	784716	
20	782120	782220	782320	782420	782120	782220	782320	782420			
25	782125	782225	782325	782425	782125	782225	782325	782425	10mA 30mA	784725 785625	
32	782132	782232	782332	782432	782132	782232	782332	782432			
40	782140	782240	782340	782440	782140	782240	782340	782440	30mA	785640	785840
50	782150	782250	782350	782450	782150	782250	782350	782450			
63	782163	782263	782363	782463	782163	782263	782363	782463	30mA 300mA	785663 787363	785863
80	782180	782280	782380	782480							
100	782100	782200	782300	782400							

Industrias SICA valida constantemente el estado de verificación de la información de las especificaciones y documentos en el momento de la impresión. Industrias SICA se reserva el derecho de cambiar o introducir modificaciones en los equipos fabricados durante un periodo de tiempo. Las recomendaciones proporcionadas son orientativas y no pueden sustituir el asesoramiento de un profesional o ingeniero. Consulte estado y condiciones al 4357-5036 o en www.sicaelec.com

Soluciones Eléctricas
SICA
Electrotecnia de Vanguardia

INDUSTRIAS SICA S.A.I.C.
Av. 25 de Mayo 1200 - B1824NMY - Lanús Oeste - Pcia. de Buenos Aires - Argentina
Tel. (54-11) 4357-5000 - Fax (54-11) 4357-5036
Fax de Ventas (54-11) 4240-1188 - 0800-333-8968
ventas@sicaelec.com - www.sicaelec.com

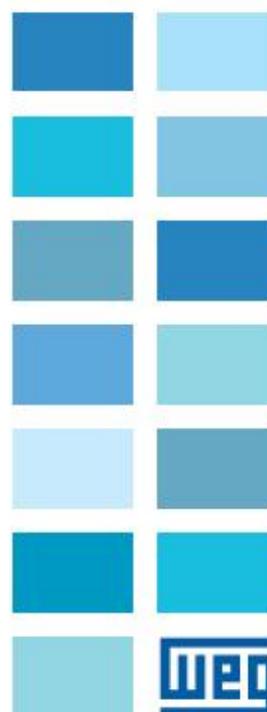
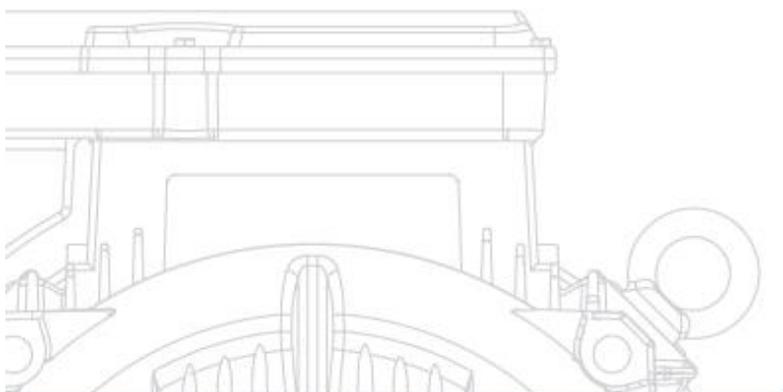
1.3.7. Motor eléctrico de agitación

Motores | Automação | Energia | Transmissão & Distribuição | Tintas

W22

Motor Eléctrico Monofásico

Catálogo Comercial
Mercado
Latinoamericano



Datos Eléctricos

W22 Monofásico - Con condensador de arranque o arranque y permanente - 50 Hz

Potencia	Carcasa	Par nominal Tn (kgm)	Corriente con rotor trabado Irt (A)	Par con rotor trabado Trt (Nm)	Par Máximo Tm (Nm)	Momento de inercia J (kgm²)	Tiempo máximo con rotor trabado ts (s)	Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	RPM	% de la potencia nominal						Corriente nominal In (A)			
											Rendimiento			Factor de potencia			220 V	440 V		
											50	75	100	50	75	100				
II polos																				
0,18	0,25	63	0,061	6,5	2,5	2,5	0,0002	6	10,3	47	2890	37,2	47,8	54,5	0,82	0,88	0,90	1,07	0,836	
0,25	0,33	63	0,085	6,8	2	2,1	0,0002	6	10,5	47	2970	43,1	53,5	59,5	0,76	0,85	0,86	0,96	2,01	1,00
0,37	0,5	71	0,123	8,5	3	2,9	0,0005	6	13,0	57	2930	55,1	64,7	69,5	0,72	0,82	0,86	2,82	1,41	
0,55	0,75	71	0,183	7,5	2,2	2,5	0,0005	6	13,5	57	2920	56,9	66,5	71,5	0,87	0,94	0,97	3,50	1,80	
0,75	1	80	0,251	7,5	2,3	2,5	0,0010	9	18,0	62	2915	63,9	71,7	75,0	0,79	0,87	0,91	5,00	2,50	
1,1	1,5	80	0,374	6,3	2,3	2	0,0011	11	19,0	62	2865	73,0	77,9	78,5	0,89	0,94	0,96	6,52	3,31	
1,5	2	90S	0,504	7,5	2	2,2	0,0022	7	24,0	66	2900	73,9	79,2	80,0	0,89	0,94	0,94	9,00	4,50	
2,2	3	90L	0,740	6,8	2,3	2,1	0,0028	6	27,0	66	2895	75,5	80,0	80,0	0,94	0,97	0,96	13,0	6,50	
3	4	100L	1,01	6,7	2,1	2,2	0,0070	6	40,0	69	2895	74,9	80,1	81,0	0,89	0,96	0,96	17,4	8,70	
3,7	5	112M	1,24	8,0	2,4	2,5	0,0095	6	46,5	69	2910	82,0	86,2	86,0	0,96	0,97	0,99	20,0	10,0	
5,5	7,5	132M	1,86	7,7	2,4	2,5	0,0254	6	71,0	69	2900	80,7	84,7	85,0	0,96	0,97	0,99	29,5	14,8	
7,5	10	132M	2,60	9,0	2,1	3,1	0,0288	6	80,0	69	2920	82,7	86,8	86,0	0,94	0,96	0,97	41,0	20,5	
9,2	12,5	132ML	3,07	8,5	1,7	2,9	0,0342	6	86,5	69	2920	85,1	88,3	88,0	0,99	0,99	0,99	48,0	24,0	
IV polos																				
0,18	0,25	71	0,121	5,8	3,8	2,5	0,0008	12	13,2	53	1460	38,8	49,0	55,5	0,61	0,69	0,75	2,00	1,00	
0,25	0,33	71	0,169	6,4	4	2,3	0,0009	9	13,7	53	1440	42,7	53,0	59,0	0,71	0,78	0,80	2,40	1,20	
0,37	0,5	71	0,254	5,9	3,1	2	0,0009	16	14,1	53	1420	53,0	62,5	67,0	0,80	0,86	0,89	2,80	1,40	
0,55	0,75	80	0,368	6,5	2,1	2,5	0,0030	7	18,3	53	1465	52,2	61,7	66,5	0,60	0,71	0,78	4,80	2,40	
0,75	1	80	0,509	6,5	2,1	1,9	0,0032	6	18,7	53	1435	61,0	68,3	70,0	0,80	0,89	0,92	5,20	2,60	
1,1	1,5	90S	0,744	6,5	2	2,1	0,0055	9	25,5	56	1440	63,1	70,8	73,5	0,93	0,96	0,97	7,00	3,50	
1,5	2	90L	1,01	7,2	2,4	2,1	0,0065	7	28,0	56	1440	65,8	73,3	75,5	0,91	0,96	0,96	9,40	4,70	
2,2	3	100L	1,48	6,7	2	2,2	0,0097	10	36,5	56	1460	73,9	79,5	77,5	0,87	0,92	0,93	13,8	6,90	
3	4	112M	2,04	6,7	2,4	2,4	0,0164	9	49,0	58	1430	72,4	78,0	78,5	0,84	0,91	0,93	18,5	9,30	
3,7	5	132M	2,49	6,9	2,3	2,5	0,0257	8	67,0	61	1445	68,5	75,5	78,5	0,86	0,91	0,94	22,8	11,4	
5,5	7,5	132M	3,69	8,0	2,9	2,5	0,0543	7	82,0	61	1460	73,8	79,7	81,5	0,96	0,98	0,97	31,4	15,7	
7,5	10	132M*	5,06	7,3	2,7	2,7	0,0543	11	86,5	61	1445	79,7	83,7	83,0	0,85	0,91	0,93	44,0	22,0	
Carcasas opcionales																				
3,7	5	112M*	2,63	6,3	2,2	2,2	0,0194	7	61,0	58	1425	72,5	78,2	78,5	0,96	0,97	0,97	22,0	11,0	

W22 Monofásico - Con condensador permanente - 50 Hz

Potencia	Carcasa	Par nominal Tn (kgm)	Corriente con rotor trabado Irt (A)	Par con rotor trabado Trt (Nm)	Par Máximo Tm (Nm)	Momento de inercia J (kgm²)	Tiempo máximo con rotor trabado ts (s)	Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	RPM	% de la potencia nominal						Corriente nominal In (A)		
											Rendimiento			Factor de potencia			220 V	440 V	
											50	75	100	50	75	100			
II polos																			
0,18	0,25	63	0,064	4,0	0,7	2,0	0,0002	10	9,0	47	2750	50,0	57,0	63,0	0,86	0,92	0,94	1,46	0,725
0,25	0,33	63	0,087	3,8	0,8	2	0,0002	6	9,5	47	2795	48,0	54,0	62,0	0,77	0,84	0,88	2,10	1,05
0,37	0,5	71	0,129	3,9	0,8	2	0,0005	10	11,2	57	2800	60,0	66,0	70,0	0,90	0,96	0,99	2,40	1,20
0,55	0,75	71	0,190	4,5	0,7	1,5	0,0005	10	11,8	57	2820	63,0	70,0	73,0	0,98	0,99	0,99	3,46	1,73
1,1	1,5	80	0,372	7,3	0,5	1,7	0,0010	10	17,5	62	2880	62,0	68,0	70,0	0,97	0,98	0,99	7,22	3,61
1,5	2	90L	0,507	6,5	0,5	2,5	0,0028	10	26,0	66	2880	63,0	71,0	74,0	0,96	0,97	0,98	8,92	4,46
IV polos																			
0,12	0,16	63	0,084	2,8	0,5	1,5	0,0007	10	9,5	46	1385	47,0	50,0	54,0	0,80	0,86	0,90	1,12	0,560
0,18	0,25	63	0,131	3,0	0,5	1,5	0,0007	10	9,5	46	1335	54,0	60,0	62,0	0,81	0,87	0,92	1,50	0,750
0,25	0,33	71	0,184	2,5	0,5	1,8	0,0009	10	11,5	53	1320	44,0	53,0	60,0	0,70	0,74	0,82	2,31	1,16
0,37	0,5	71	0,277	2,3	0,8	1,5	0,0010	10	11,5	53	1300	45,0	53,5	55,0	0,80	0,87	0,92	3,20	1,60
0,55	0,75	80*	0,380	4,0	0,63	2	0,0029	10	17,0	53	1410	43,0	53,0	59,0	0,71	0,80	0,87	5,00	2,50
0,75	1	80	0,518	4,5	0,5	1,5	0,0032	10	17,5	53	1410	57,0	67,0	71,0	0,90	0,94	0,96	4,80	2,40

Nota:

(*) Motores con elevación de temperatura F (105K)

1.3.8. Pantalla LCD

SHENZHEN BONE ELECTRONICS CO., LTD**1. 0 FEATURES**

- Display Mode: STN, BLUB
- Display Formate: 16 Character x 2 Line
- Viewing Direction: 6 O'Clock
- Input Data: 4-Bits or 8-Bits interface available
- Display Font : 5 x 8 Dots
- Power Supply : Single Power Supply (5V±10%)
- Driving Scheme : 1/16Duty,1/5Bias
- BACKLIGHT (SIDE) : LED (WHITE)

2.0 ABSOLUTE MAXIMUM

Item	Symbol	Min.	Max.	Unit
Power Supply for logic	Vdd	-0.3	+7.0	V
Power supply for LCD Drive	Vlcd	Vdd-10.0	Vdd+0.3	V
Input Voltage	Vi	-0.3	Vdd+0.3	V
Operating Temperature	Ta	0	+50	°C
Storage Temperature	Tstg	-10	+60	°C

3.0ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Ta=25°C;Vdd=3.0V±10%,otherwise specified)

Item	Symbol	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Power Supply for Logic	Vdd	--	4.7	5.0	5.5	V
Operating Voltage for LCD	Vdd-Vo	--	--	5.0	--	V
Input High voltage	Vih	--	2.2	--	Vdd	V
Input Low voltage	Vil	--	-0.3	--	0.6	V
Output High voltage	Voh	-Ioh=0.2mA	2.4	--	--	V
Output Low voltage	Vol	Iol=1.2mA	--	--	0.4	V
Power supply current	Idd	Vdd=3.0v	--	1.1	--	mA

4.0 MECHANICAL PARAMETERS

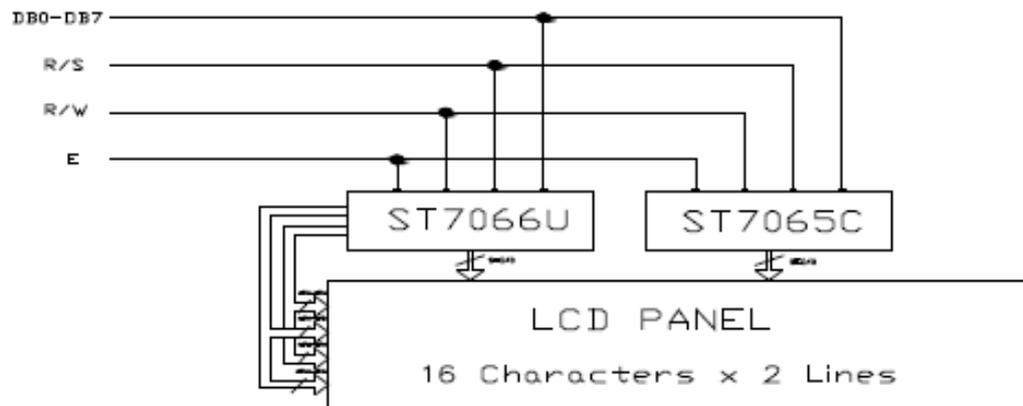
Item	Description	Unit
PCB Dimension	80.0*36.0*1.6	mm
View Dimension	69.5*14.5	mm

SHENZHEN EONE ELECTRONICS CO., LTD

5.0 PIN ASSIGNMENT

No.	Symbol	Level	Function
1	V _{ss}	--	0V
2	V _{dd}	--	+5V
3	V ₀	--	for LCD
4	RS	H/L	Register Select: H:Data Input L:Instruction Input
5	R/W	H/L	H--Read L--Write
6	E	H,H-L	Enable Signal
7	DB0	H/L	Data bus used in 8 bit transfer
8	DB1	H/L	
9	DB2	H/L	
10	DB3	H/L	
11	DB4	H/L	Data bus for both 4 and 8 bit transfer
12	DB5	H/L	
13	DB6	H/L	
14	DB7	H/L	
15	BLA	--	BLACKLIGHT +5V
16	BLK	--	BLACKLIGHT 0V-

6.0 BLOCK DIAGRAM



7.0 POWER SUPPLY BLOCK DIAGRAM

1.3.9. Pulsador de navegación con flecha

Ficha técnica del producto XB4BA3351
Características Pulsador Rasante 1Na Negro I



Principal

Rango de producto	Harmony XB4
Tipo de producto o componente	Pulsador
Modelo de dispositivo	XB4
Material del bisel	Metal cromado
Material anillo fijación	Zamak
Diámetro de montaje	22 mm
Venta por cantidad indivisible	1
Forma del cabezal de unidad de	Redondo
Tipo de operario	retorno de resorte
Perfil de operador	Negro empotrado, flecha abajo (blanco)
Tipo de cabezal	Estándar
Tipo de contactos y composición	1 NO
Funcionamiento de contacto	Rupt. lenta
Conexiones - terminales	Conexión tornillo de estribo, $\leq 2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ con extr. cable conforme a EN/IEC 60947-1 Conexión tornillo de estribo, $1 \times 0,22-2 \times 2,5 \text{ mm}^2$ sin extremo de cable conforme a EN/IEC 60947-1

Complementario

Peso del producto	0,08 kg
Resistencia a lavadoras de alta presión	7000000 Pa a 55 °C 0,1
Uso de contactos	Contactos estándar
Apertura positiva	Sin
Recorrido de funcionamiento	2,6 mm (NA cambiando estado eléctrico) 4,3 mm (viaje total)
Fuerza de funcionamiento	3,8 N NA cambiando estado eléctrico
Endurancia mecánica	10000000 ciclos
Par de apriete	0,8...1,2 N.m conforme a EN 60947-1
Forma de la cabeza de tornillo	Cruzado compatible con Philips n° 1 destornillador Cruzado compatible con Pozidriv n° 1 destornillador Con ranuras compatible con plano 4 mm Ø destornillador

02/12/2019

Life is On | Schneider
Electric

1

Descargo de responsabilidad: Esta documentación no ha sido diseñada como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad o la confiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios.

1.3.10. Pulsador de confirmación de selección

Ficha técnica del producto XB4BA42
Características Pulsador Rasante 1Nc Rojo



Principal

Rango de producto	Harmony XB4
Tipo de producto o componente	Pulsador
Modelo de dispositivo	XB4
Material del bisel	Metal cromado
Material anillo fijación	Zamak
Diámetro de montaje	22 mm
Venta por cantidad indivisible	1
Forma del cabezal de unidad de	Redondo
Tipo de operario	retorno de resorte
Perfil de operador	Rojo empotrado, sin marca
Tipo de cabezal	Estándar
Tipo de contactos y composición	1 NC
Funcionamiento de contacto	Rupt. lenta
Conexiones - terminales	Conexión tornillo de estribo, $\leq 2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ con extr. cable conforme a EN/IEC 60947-1 Conexión tornillo de estribo, $1 \times 0,22-2 \times 2,5 \text{ mm}^2$ sin extremo de cable conforme a EN/IEC 60947-1

Complementario

Alto	47 mm
Ancho	30 mm
Profundidad	52 mm
Descripción terminales ISO n°1	(21-22)NC
Peso del producto	0,08 kg
Resistencia a lavadoras de alta presión	7000000 Pa a 55 °C 0,1
Uso de contactos	Contactos estándar
Apertura positiva	Con conforme a EN/IEC 60947-5-1 anexo K
Recorrido de funcionamiento	1,5 mm (NC cambiando estado eléctrico) 4,3 mm (viaje total)
Fuerza de funcionamiento	3,5 N NC cambiando estado eléctrico

02/12/2019

Life is On | Schneider
ELECTRICITY

1

Desarrollo de responsabilidad: Esta documentación no ha sido diseñada como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios.

1.4. Accesorios

1.4.1. Tubo rígido

Tubelectric



INDUSTRIA ARGENTINA

Tubelectric

Tubelectric® libre de halógenos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tubo rígido, autoextinguible, no propagante de la llama, desarrollado mediante el proceso de extrusión de un tecnopolímero, libre de emisión de gases nocivos para personas y materiales, produciendo baja contaminación visual por concentración de humos en presencia de fuego externo.

Desarrollado especialmente para ser utilizados en instalaciones antisísmicas y en todo aquel proyecto donde sea necesaria una canalización con una alta resistencia a la compresión.

Por sus características, está especialmente indicado para el reemplazo directo de canalizaciones diseñadas con tubos metálicos semi-pesados.

- Normas utilizadas para su construcción y control:
IRAM 62386-1:2006, IRAM 62386-21, IEC 60754-2:1
- Clasificación por aplicación de las Normas **IRAM 62386-1 e IRAM 62386-21**
- Rigidez dieléctrica ensayada a 2000V durante 5 minutos sin producir ruptura aislante.
- Presentación: tubos rígidos de 3 mts. de largo.
- Color: Gris Real 7036
- Resistencia a la ablación > 100MS2

Código	Nominal	Metros por paquete
TRO016LH	16	102
TRO020LH	20	90
TRO022LH	22	60
TRO025LH	25	60
TRO032LH	32	45
TRO040LH	40	30
TRO050LH	50	15

Clasificación por aplicación de las Normas **IRAM 62386-1 e IRAM 62386-21: 4422**

	4	Resistencia a la compresión 1250 N (125 kg).
	4	Resistencia al impacto mayor a masa de 2 kg desde una altura de 300 mm.
	2	Temperatura de servicio mínima -5° C
	2	Temperatura de servicio máxima 90° C



Licencia de producto certificado
IRAM DC-E-H30-004.1 (C1)

Tubelectric Ø 20 mm LIBRE DE HALOGENOS

Tubelectric®
Pág. 9

1.4.2. Caja estanca

Tel (5411) 4652 1124 / 1156



INICIO NOSOTROS PRODUCTOS EVENTOS NOTICIAS CONTACTO

Envoltentes para Interior Envoltentes para Exterior Cablecanal Caños Interruptores Medición



Línea Paso Gris

Cajas de paso estancas, de superficie, clase II, ahora también en color gris. Combinan a la perfección con toda la línea de caños Roker.

Aptas para intemperie y resistentes a la luz solar. Estancas al agua y al polvo. Resistentes a impactos accidentales. Buena resistencia a los agentes químicos más usuales.

SEGURIDAD

Por que nos dedicamos a elaborar materiales eléctricos la seguridad es algo que nos obsesiona y es por eso que le realizamos todo tipo de ensayos a nuestros productos, materia prima y semi-elaborados para que esté siempre se encuentre en optimas condiciones.



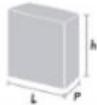
FICHA TÉCNICA

Grado de Protección	IP 65
Resistencia al Impacto (bules)	IK 08
Resistencia al filamento incandescente	650 °C
Resistencia al calor (°C) / Deformacion de bola (mm)	70 °C / < 1,4 mm
Resistencia al envejecimiento	70 °C / 168 hs
Resistencia de la aislacion (MΩ) / Voltaje de aislacion (V)	> 6,5 MΩ / 500 V
Rigidez Dielectrica	5250 V / 1 min
Rango de tensión	230/400 V -
Certificacion conforme de norma	IEC 60670-1:2002 + AMD1:2011 & IEC 60670-22 (ed. 1):2003



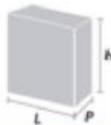
CÓDIGO	PR1000/50E	PR1000/67E	PR1000/81E	PR1001/110E	PR1006/50E	PR1006/67E	PR1006/81E	PR1007/110E	PR1002/50E
Medida Interior	h: 110 mm L: 155 mm P: 43 mm	h: 110 mm L: 155 mm P: 61 mm	h: 110 mm L: 155 mm P: 76 mm	h: 110 mm L: 155 mm P: 104 mm	h: 150 mm L: 150 mm P: 44 mm	h: 150 mm L: 150 mm P: 62 mm	h: 150 mm L: 150 mm P: 76 mm	h: 150 mm L: 150 mm P: 105 mm	h: 150 mm L: 200 mm P: 44 mm
Medida exterior	h: 122 mm L: 166 mm P: 50 mm	h: 122 mm L: 166 mm P: 67 mm	h: 122 mm L: 166 mm P: 81 mm	h: 122 mm L: 166 mm P: 110 mm	h: 165 mm L: 165 mm P: 50 mm	h: 165 mm L: 165 mm P: 67 mm	h: 165 mm L: 165 mm P: 81 mm	h: 165 mm L: 165 mm P: 110 mm	h: 162 mm L: 212 mm P: 50 mm

Para ver en tamaño real hacer clic en la imagen



CÓDIGO	PR1002/67E	PR1005/81E	PR1012/95E	PR1002/110E	PR1008/100E	PR1003/81E	PR1003/110E	PR1003/157E
Medida Interior	h: 150 mm L: 200 mm P: 62 mm	h: 150 mm L: 200 mm P: 75 mm	h: 153 mm L: 220 mm P: 88 mm	h: 150 mm L: 200 mm P: 115 mm	h: 150 mm L: 270 mm P: 90 mm	h: 200 mm L: 200 mm P: 75 mm	h: 200 mm L: 200 mm P: 104 mm	h: 200 mm L: 200 mm P: 150 mm
Medida exterior	h: 162 mm L: 212 mm P: 67 mm	h: 162 mm L: 212 mm P: 81 mm	h: 164 mm L: 212 mm P: 110 mm	h: 162 mm L: 212 mm P: 110 mm	h: 162 mm L: 285 mm P: 100 mm	h: 211 mm L: 211 mm P: 81 mm	h: 211 mm L: 211 mm P: 110 mm	h: 210 mm L: 210 mm P: 157 mm

Para ver en tamaño real hacer clic en la imagen



CÓDIGO	PR1010/106E	PR1010/136E	PR1009/109E	PR1004/170E	PR1011/108E
Medida Interior	h: 210 mm L: 280 mm P: 100 mm	h: 210 mm L: 280 mm P: 130 mm	h: 270 mm L: 285 mm P: 100 mm	h: 295 mm L: 295 mm P: 160 mm	h: 420 mm L: 268 mm P: 98 mm
Medida exterior	h: 230 mm L: 300 mm P: 106 mm	h: 230 mm L: 300 mm P: 136 mm	h: 285 mm L: 300 mm P: 109 mm	h: 305 mm L: 305 mm P: 170 mm	h: 437 mm L: 285 mm P: 108 mm

1.4.3. Conductores

Baja Tensión

RV-K / RV-R

NORMAS DE REFERENCIA ▶

DESCRIPCION ▶



Distribución en BT

RETENAX VALIO

IRAM 2178

> CONDUCTOR

Metal: cobre electrolítico ó aluminio grado eléctrico según IRAM 2011 e IRAM 2176 respectivamente.

Forma: Redonda (flexible "Clase 5" o compacta "Clase 2") y sectorial ("Clase 2") para cables tripolares y tripolares con neutro con secciones superiores a los 50 mm².

Flexibilidad: Las cuerdas en todos los casos responden a las exigencias de las Norma IRAM NM-280 o IEC 60 228.

Conductores de cobre:

- Unipolares : Cuerdas flexibles Clase 5 hasta 240 mm² e inclusive y cuerdas compactas Clase 2 para secciones superiores. A pedido las cuerdas Clase 5 pueden reemplazarse por cuerdas Clase 2 (compactas o no según corresponda).
- Multipolares : Cuerdas flexible Clase 5 hasta 35 mm² y Clase 2 para secciones superiores , siendo circulares compactas hasta 50 mm² y sectoriales para secciones nominales superiores.

Conductores de aluminio:

- Unipolares : Cuerdas circulares Clase 2 , normales o compactas según corresponda.
- Multipolares : Cuerdas circulares Clase 2 normales o compactas según corresponda hasta 50mm² y sectoriales para secciones nominales superiores.

Temperatura máxima en el conductor: 90°C en servicio continuo, 250°C en cortocircuito.

> AISLANTE

Polietileno reticulado silanizado (xlpe).

Identificación de los conductores:
 Unipolares: Marrón
 Bipolares: Marrón / Negro
 Tripolares: Marrón / Negro / Rojo
 Tetrapolares: Marrón / Negro / Rojo / Celeste
 Otras colores de identificación bajo pedido.



Norma de Fabricación



Tensión nominal



Temperatura de servicio



Cuerdas flexibles ó rígidas



Resistente a la absorción de agua



Resistente a los rayos ultravioletas



No propagación de la llama



Resistente a agentes químicos



Mezclas ecológicas



Sello IRAM



Sello de Seguridad Eléctrica

CONDICIONES DE EMPLEO



Directamente enterrado



Enterrado en canaletas



Enterrado en cañerías



Retenax Valio

Sección nominal mm ²	Diámetro Conductor mm	Espesor aislante nominal mm	Espesor de envoltura nominal mm	Diámetro Exterior aprox. mm	Masa aprox. Kg/km	Resistencia eléctrica máx. a 90°C y 50 Hz. ohm/km	Reactancia a 50 Hz. ohm/km
Tripolares (almas de color marrón, negro y rojo)							
1,5	1,5	07	1,8	10	135	17,00	0,103
2,5	2,0	07	1,8	11	175	10,20	0,0957
4	2,5	0,7	1,8	12,5	235	6,30	0,0894
6	3,0	0,7	1,8	13,5	305	4,20	0,085
10	3,9	0,7	1,8	15,5	450	2,44	0,0797
16	5,7	0,7	1,8	18,5	705	1,54	0,075
25	-	0,9	1,8	24,5	1140	0,995	0,074
35	-	0,9	1,8	27	1480	0,707	0,072
50	-	1,0	1,8	28	1905	0,493	0,0726
70	-	1,1	1,9	28,5	2210	0,341	0,0707
95	-	1,1	2,0	32	2985	0,246	0,0685
120	-	1,2	2,1	35	3680	0,195	0,0689
150	-	1,4	2,3	38,5	4550	0,158	0,0693
185	-	1,6	2,4	42,5	5630	0,126	0,0696
240	-	1,7	2,6	47,5	7310	0,0961	0,0689
300	-	1,8	2,8	52	9115	0,0766	0,0685
Tetrapolares (almas de color marrón y negro, rojo y azul)							
1,5	1,5	0,7	1,8	11	160	17,00	0,103
2,5	2,0	0,7	1,8	12	210	10,20	0,0957
4	2,5	0,7	1,8	13,5	280	6,30	0,0894
6	3,0	0,7	1,8	14,5	370	4,20	0,085
10	3,9	0,7	1,8	17	550	2,44	0,0797
16	4,9	0,7	1,8	20	1080	1,54	0,075
25/16	-	0,9/0,7	1,8	25,5	1280	0,995	0,074
35/16	-	0,9/0,7	1,8	27,5	1610	0,707	0,072
50/25	-	1,0/0,9	1,8	29,5	2150	0,493	0,0726
70/35	-	1,1/0,9	1,9	29	2560	0,341	0,0707
95/50	-	1,1/1,0	2,1	33	3465	0,246	0,0685
120/70	-	1,2/1,1	2,2	37	4365	0,195	0,0689
150/70	-	1,4/1,1	2,3	40,5	5225	0,158	0,0693
185/95	-	1,6/1,1	2,5	45	6575	0,126	0,0696
240/120	-	1,7/1,2	2,7	51	8480	0,0961	0,0689
300/150	-	1,8/1,4	2,9	56,5	10565	0,0766	0,0685

Baja Tensión

Distribución en BT

Datos Eléctricos

Intensidad admisible en amperes para cables con conductores de cobre

Sección nominal mm ²	Método B1 y B2 Caño embutido en pared Caño a la vista		Método C Bandeja no perforada O de fondo sólido		Método E Bandeja perforada Bandeja tipo escalera	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1,5	20	18	22	20	24	21
2,5	27	24	30	27	33	29
4	36	32	41	36	45	38
6	46	40	53	47	57	49
10	63	55	73	65	78	68
16	83	73	97	87	105	91
25	108	96	126	108	136	116
35	133	116	156	134	168	144
50	-	140	190	163	205	175
70	-	176	245	208	263	224
95	-	212	298	253	320	271
120	-	244	348	293	373	315
150	-	-	401	338	430	363
185	-	-	460	386	493	415
240	-	-	545	455	583	490
300	-	-	631	524	674	565

74

- (1) Un cable bipolar.
- (2) Un cable tripolar o tetrapolar
- (3) Un cable bipolar o dos cables unipolares
- (4) Un cable tripolar o tetrapolar o tres cables unipolares
- (5) Un cable bipolar
- (6) Un cable tripolar o tetrapolar





Cable Superastic® Jet / Flex

Extra deslizante para una rápida y fácil instalación.



Prysmian

A part of the
Prysmian
Group

Superastic® Jet / Flex

Instalaciones Fijas

Baja Tensión
450 / 750 V
H07V-K

Normas de referencia: IRAM NM247-3

Descripción: **Conductor**
Metal: Cobre electrolítico recocido.
Flexibilidad: clase 5; según IRAM NM-280 e IEC 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 70 °C en servicio continuo, 160 °C en cortocircuito (máximo 5 s).



Aislante
PVC ecológico.

Colores de aislación:
Negro - blanco - celeste - rojo - marrón y verde/amarillo.

Marcación:
PRYSMIAN - SUPERASTIC JET - Industria Argentina - 450/750V - Sección (mm²) - 247 NM 02-CS BWF-B - Sello IRAM.

PRYSMIAN - SUPERASTIC FLEX - Industria Argentina - 450/750V - Sección (mm²) - 247 NM 02-CS BWF-B - Sello IRAM.

Normativas:
IRAM NM 247-3, NBR u otras bajo pedido.

Ensayos de fuego:
No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1.
No propagación del incendio: IRAM NM IEC 60332-3-23 (Cat. B);
ABNT NBR IEC 60332-3-23 (Cat. B).

Los cables Superastic Jet® / Flex® son especialmente aptos para instalaciones de iluminación y distribución de energía en el interior de edificios civiles e industriales, en circuitos primarios, secundarios y derivaciones, instalados en tableros, en conductos situados sobre superficies o empotrados, o en sistemas cerrados análogos. Superastic Jet hasta la sección de 6 mm² inclusive y Superastic Flex para secciones superiores.

Certificaciones:
Todos los cables de PRYSMIAN están elaborados bajo el Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2015 y Medio Ambiente ISO 14001:2015, certificados por SGS.



Características



Condiciones de empleo



Edición 2018

Prysmian

A brand of the
Prysmian Group 02

Superastic® Jet / Flex

Instalaciones Fijas

Baja Tensión

450 / 750 V

H07V-K

Características técnicas (IRAM)

Sección nominal	Diámetro máximo de alambres del conductor	Espesor de aislación nominal	Diámetro exterior aproximado	Masa aproximada	Intensidad de corriente admisible en cañerías (3)		Caída de tensión (4)	Resistencia eléctrica a 20 °C y c.c.	
					(1)	(2)			
mm²	mm	mm	mm	kg/km	A	A	V/A km	ohm/km	
Jet	1,0	0,21	0,6	2,5	15	11,5	10,5	37	19,5
	1,5	0,26	0,7	3,0	20	15	13	26	13,3
	2,5	0,26	0,8	3,6	31	21	18	15	7,98
	4	0,31	0,8	4,1	45	28	25	10	4,95
	6	0,31	0,8	4,7	63	36	32	6,5	3,30
Flex	10	0,41	1,0	6,0	107	50	44	3,8	1,91
	16	0,41	1,0	7,0	167	66	59	2,4	1,21
	25	0,41	1,2	9,6	268	88	77	1,6	0,78
	35	0,41	1,2	10,8	361	109	96	1,2	0,554
	50	0,41	1,4	12,8	511	131	117	0,8	0,386
	70	0,51	1,4	14,6	698	167	149	0,6	0,272
	95	0,51	1,6	16,8	899	202	180	0,5	0,206
120	0,51	1,6	19,7	1165	234	208	0,4	0,161	

Nota:

- (1) 2 conductores cargados + PE(*) en cañerías embutidas en mampostería, temperatura ambiente 40 °C.
 (2) 3 conductores cargados + PE(*) en cañerías embutidas en mampostería, temperatura ambiente 40 °C.
 (3) Para Instalaciones en aire (no contempladas en el Reglamento de Instalaciones en Inmuebles de la AEA) considerar los valores (1) y (2)
 (4) Cables en contacto en corriente alterna monofásica 50 Hz., cos $\phi = 0,8$.
 *PE: Cable a tierra

Coefficientes de corrección de la corriente admisible:

- Para dos circuitos en una misma cañería multiplicar por 0,80
- Para tres circuitos en una misma cañería multiplicar por 0,70
- Para temperatura ambiente de 30 °C multiplicar por 1,15
- Para temperatura ambiente de 20 °C multiplicar por 1,29

Acondicionamiento cajas / rollos

- 1 mm² - 4 mm² pack de 3 cajas de 100 m
- 6 mm² pack de 2 cajas de 100 m
- 10 mm² - 25 mm² rollos de 100 m

Acondicionamiento bobinas

- 1,5 mm² bobina plástica 800m
- 2,5 mm² bobina plástica 500m
- 4 mm² bobina plástica 400m
- 6 mm² bobina plástica 300m
- 35 mm² - 120 mm² bobina de madera (corte / m)

Prysmian se reserva el derecho de modificar sin aviso previo, las características técnicas, pesos y dimensiones presentadas en este catálogo, siempre respetando los valores en las normas citadas. Prysmian no se responsabiliza por daños personales o materiales resultantes del uso inadecuado y/o negligente de las informaciones contenidas en este catálogo. Recomendamos que consulte un profesional habilitado para el correcto dimensionado de su proyecto.
 Análogos meramente ilustrativos.

A brand of the

Edición 2018

Prysmian

Prysmian
Group 03

1.5. Elementos estructurales

1.5.1. Tubos estructurales cuadrados

CAÑOS CUADRADOS PULIDO EXTERIOR

Materia prima

Caños estructurales

Características

Los caños cuadrados de acero inoxidable ASTM A554 son suministrados con un pulido exterior esmerilado grit #180 a #240 para su uso estructural donde la higiene, la estética y la resistencia a la corrosión son importantes.

Funcionamiento

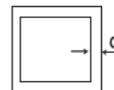
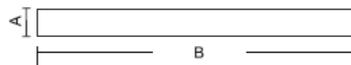
Pueden utilizarse de múltiples maneras, soldandolos entre sí, soldandolos a otras piezas, amurandolos a una pared o abulonados, entre otros.

Aplicación

Aplicaciones estructurales. Estos tubos se utilizan como soporte y estructuras de máquinas y equipos, barandas, balaustradas y variados usos arquitectónicos.

Datos técnicos

- AISI 304L y 316L.
- Soldadura automática sin aporte (GTAW).
- Terminación superficial: Pulido exterior.
- Largo estándar: 6 metros.



A = Diámetro
B = Longitud
C = Espesor

IDENTIFICACIÓN (mm)			
	A	B	C
Caño cuadrado pulido exterior	Ø6,35 a Ø101,6	6.000*	1,00 hasta 3,00

1.5.2. Chapa lisa de acero inoxidable

CHAPAS MATE 2B

Materia prima

Chapas

Características

Posterior al proceso de laminado en caliente, el material es sometido a una laminación en frío en la cual se lo pasa por rodillos que le disminuyen su espesor y lo abrillantan (skin pass).

El acabado en frío 2B es el más utilizado, siendo su superficie más brillante en los inoxidables ferríticos (AISI 430) que en los austeníticos (AISI 304).

Tiene un brillo superior y es el más utilizado entre los acabados de laminación en frío.



Aplicación

La gran variedad en calidades y espesores de esta chapa permiten su aplicación a distintos tipos de conformados de maquinarias, equipos, revestimientos y múltiples piezas que son utilizadas en la industria metalmeccánica.

Dato

Las chapas se comercializan por unidad en distintos anchos, largos y espesores.

Un cálculo para obtener el peso de las chapas es aplicar una fórmula donde se tiene en cuenta el peso específico (de acuerdo a la calidad) espesor, ancho y largo.

CÁLCULOS DE PESO EN CHAPAS		
AISI	MASA ESPECÍFICA (KG / MM M2)	FÓRMULA
304 / 304L	7.93	$Kg = 7.93 \times \text{espesor (milímetros)} \times \text{ancho (metros)} \times \text{largo (metros)}$
316 / 316L	7.98	$Kg = 7.98 \times \text{espesor (milímetros)} \times \text{ancho (metros)} \times \text{largo (metros)}$
430	7.70	$Kg = 7.70 \times \text{espesor (milímetros)} \times \text{ancho (metros)} \times \text{largo (metros)}$

Espesores, anchos y calidades

ESPEORES (mm)	1000 mm			1250 mm			1500 mm			2000 mm		
	430	304L	316L	430	304L	316L	430	304L	316L	430	304L	316L
0,4	•			•	•							
0,5	•	•		•	•	•						
0,6	•	•		•	•							
0,7	•	•		•	•			•				
0,8	•	•	•	•	•							
0,9	•	•		•	•			•				
1,0	•	•	•	•	•	•		•	•			
1,2	•	•	•	•	•			•				
1,5	•	•	•	•	•			•			•	
2,0	•	•	•	•	•	•		•			•	•
2,5	•	•	•	•	•			•			•	
3,0	•	•	•	•	•	•		•			•	•
3,5		•		•	•			•				
4,0		•	•	•	•	•		•			•	•
4,5		•	•		•	•		•				
5,0		•	•	•	•			•			•	
6,0		•	•	•	•			•			•	
8,0		•	•	•	•			•			•	
9,5		•	•	•	•			•			•	
12,7		•		•	•	•		•			•	
15,8		•		•	•			•			•	
19,1		•		•	•			•			•	
22,2		•		•	•			•			•	
25,4				•	•			•			•	
31,7				•	•			•			•	
38,1				•	•			•			•	
50,0				•	•			•			•	

1.5.3. Barra redonda para la construcción de las piezas

BARRAS REDONDAS Y BARRAS PERFORADAS

Materia prima

Barras

Barra redonda



Características

Las barras redondas de acero inoxidable ASTM A276/A484 son productos de sección maciza de largos variables, fabricados para uso en estructuras, piezas y equipos donde la resistencia mecánica y a la corrosión son relevantes. Estas barras de acero inoxidable luego del trafilado pasan por procesos térmicos de recocido homogeneizando y ablandando la estructura para futuros procesos mecánicos.

Aplicación

Se utilizan en los más variados usos como materia prima para maquinado de piezas, de bulonería en general, para engranajes y como ejes de válvulas o piezas neumáticas.

Datos técnicos

BARRAS REDONDAS																				
Diámetro (mm)	3	4	4,76	5	6	6,35	7	7,94	9,52	10	11,1	12,7	14,3	15,8	17,4	19,1	20	22,2	25,4	28,6
Peso (Kg/M)	0,06	0,1	0,14	0,16	0,22	0,25	0,3	0,39	0,56	0,62	0,77	1	1,27	1,55	1,88	2,25	2,48	3,06	4	5,07
Diámetro (mm)	30	31,7	35	38,1	41,3	44,5	47,6	50,8	53,9	51,7	60,3	63,5	69,8	76,2	82,5	102	114	125	152	200
Peso (Kg/M)	5,58	6,23	7,6	9	10,58	12,28	14,05	16	18,01	20,21	22,54	25	30,21	36	42,2	64	81	96,88	144	248

TIPO	410		420		430		304L		316L		430 (17-4 PH)	
	DIÁMETRO	TOLERANCIA	DIÁMETRO	TOLERANCIA	DIÁMETRO	TOLERANCIA	DIÁMETRO	TOLERANCIA	DIÁMETRO	TOLERANCIA	DIÁMETRO	TOLERANCIA
REDONDA	6 a 76 mm	H9	3 a 76 mm	H9	4 a 16 mm	H9	3 a 76 mm	H9	3 a 76 mm	H9	15 a 65 mm	H9
	77 a 101 mm	H11	.	.	.	.	77 a 114 mm	H11	77 a 114 mm	H11	.	.
	.	.	.	.	.	.	115 a 406 mm	DIN 1013	115 a 300 mm	DIN 1013	.	.

Famiq S.R.L. | Información orientativa | V12.2018

Reservado el derecho de modificar cualquier material o característica sin previo aviso | www.famiq.com.ar

Página 32



1.5.4. Planchuela de 1"x1/8" para la construcción de las piezas

PLANCHUELAS LAMINADAS

Materia prima

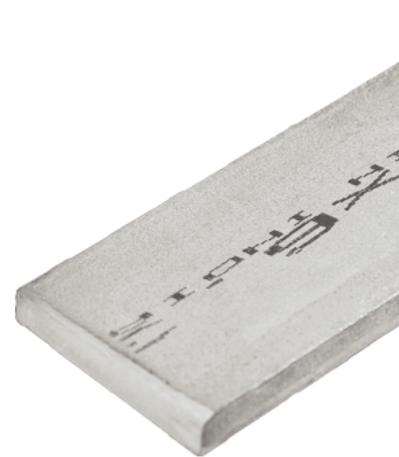
Perfiles

Características

- Laminadas en caliente
- Norma ASTM A276
- Largo: 6 metros
- Tolerancia dimensional ASTM A484.

Aplicación

Su aplicación es muy amplia. Se aplican desde estructuras de máquinas hasta en arquitectura.



Datos técnicos

ANCHOS DE ALA (mm)		11,10	12,70	15,80	19,05	22,20	25,40	31,70	38,10	44,50	50,80	63,50	76,20
ESPESORES (mm)	2,00			●	●		●	●	●		●		
	3,17	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	4,76		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	6,35		●	●	●		●	●	●	●	●	●	●
	7,94						●	●	●		●	●	●
	9,52				●		●	●	●	●	●	●	●
	12,70						●	●	●	●	●	●	●
	15,80							●	●		●	●	●
	19,00								●	●		●	●

Peso en Kg/M

ESPEJOR/ANCHO	12,7	15,8	19,1	22,2	25,4	31,7	38,1	44,5	50,8	63,5	76,2
2,00	0,20	0,25	0,30	0,36	0,41	0,51	0,61	0,71	0,81	1,02	1,22
3,17	0,32	0,40	0,48	0,56	0,64	0,80	0,97	1,13	1,29	1,61	1,93
4,76	0,48	0,60	0,73	0,85	0,97	1,21	1,45	1,69	1,93	2,42	2,90
6,35	0,65	0,80	0,97	1,13	1,29	1,61	1,94	2,26	2,58	3,23	3,87
7,94	0,81	1,00	1,21	1,41	1,61	2,01	2,42	2,83	3,23	4,03	4,84
9,52	0,97	1,20	1,45	1,69	1,93	2,41	2,90	3,39	3,87	4,84	5,80
12,70	1,29	1,61	1,94	2,26	2,58	3,22	3,87	4,52	5,16	6,45	7,74
15,80	1,61	2,00	2,41	2,81	3,21	4,01	4,82	5,62	6,42	8,03	9,63
19,05	1,94	2,41	2,90	3,38	3,87	4,83	5,81	6,78	7,74	9,68	11,61

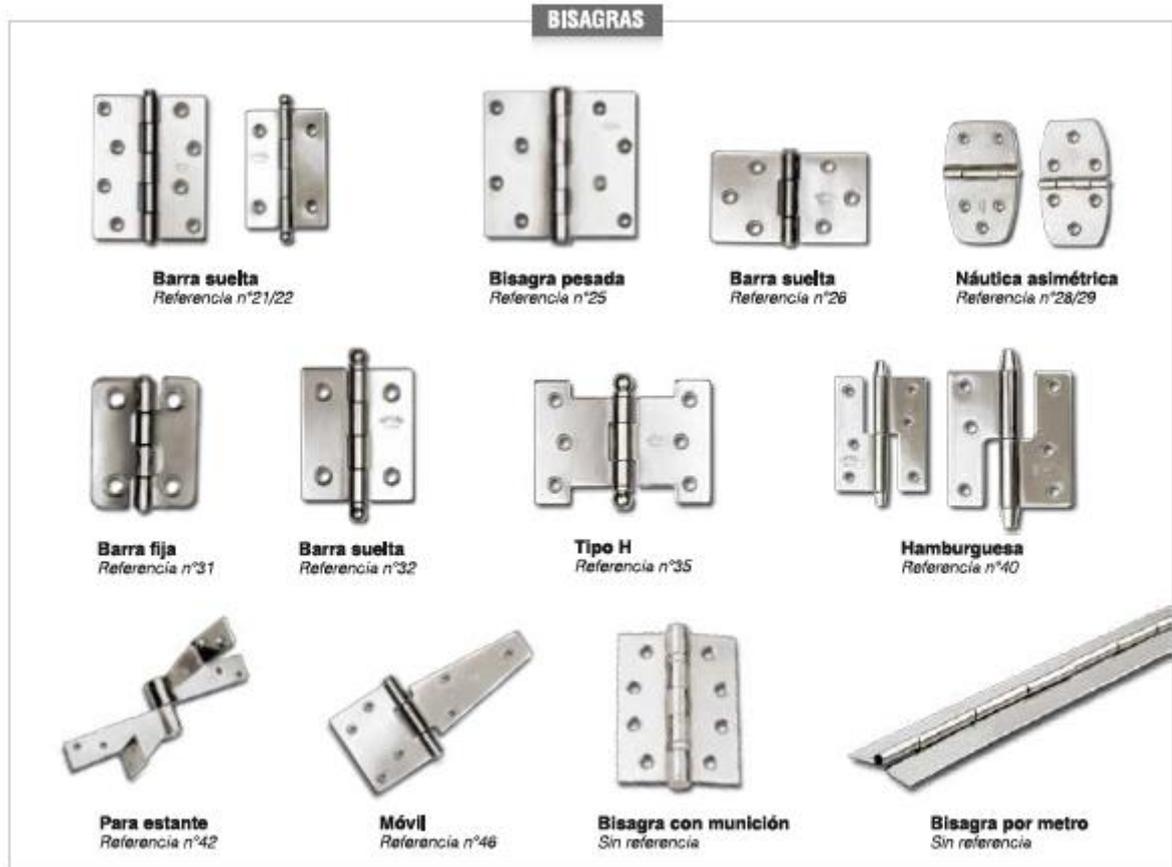
Famiq S.R.L. | Información orientativa | V12,2018

Reservado el derecho de modificar cualquier material o característica sin previo aviso | www.famiq.com.ar

Página 35



1.5.5. Bisagra para tapa de recipiente de agua



1.5.6. Bulonería de acero inoxidable

BULONES, VARILLAS Y ESPÁRRAGOS												
TIPOS DE RANURA												
 RANURA PLANA	 RANURA CONCAVA	 RANURA CONVEXA	BULON			ESPARRAGO			VARILLA ROSCADA			
 RANURA HEXÁGONA	 RANURA ALLEN	 HEXAGONAL	ROSCA	NORMA	CABEZA	ROSCA	NORMA		ROSCA	NORMA		
			Métrica	DIN 934		Métrica	DIN 975		Métrica	DIN 975		
			Whitworth	ANSI B16.1		Whitworth	ASTM A193		Whitworth	ASTM A-193		
TORNILLOS ALLEN												
												
CABEZA CILÍNDRICA			CABEZA FREZADA			CABEZA BOTON			GUSANO			
ROSCA	NORMA	RANURA	ROSCA	NORMA	RANURA	ROSCA	NORMA	RANURA	ROSCA	NORMA	RANURA	
Métrica	DIN 912		Métrica	DIN 7981		Métrica	ISO 7380		Métrica	DIN 918		
Whitworth	ANSI B16.3		Whitworth	ANSI B16.3		Whitworth	ANSI B16.3		Whitworth	ANSI B16.3		
TUERCAS												
												
TUERCA HEXAGONAL TUERCA PESADA			TUERCA MARIPOSA			TUERCA AUTOFRENANTE			TUERCA CIGA			
ROSCA	NORMA		ROSCA	NORMA		ROSCA	NORMA		ROSCA	NORMA		
Métrica	DIN 934		Métrica	DIN 915		Métrica	DIN 985		Métrica	DIN 1587		
Whitworth	ANSI B16.3		Whitworth	ANSI B16.17					Whitworth	SAE J483A		

1.5.7. Reten de eje de agitación

Catálogo

En este sector de nuestro sitio usted encontrará disponible el catálogo de medidas actualizado permanentemente por nuestros especialistas. Para facilitar su búsqueda el mismo siempre estará ordenado por el Diámetro de EJE (segunda columna). La visualización está organizada para mostrar hasta 20 líneas por página. Utilice las opciones <<Anterior y Siguiente>> para avanzar o retroceder dentro del catálogo.

Nº DBH	Ø Eje	Ø Aloj.	Altura	Tipo	Giro	Compuesto	Aplicación
8883	10.00	16.00	4.00	Lx	L	NBR/ACM	- PEUGEOT - 205 - DISTRIBUIDOR INDIEL. (NAFTA) Observación: USAR POLIACRILICO
8883	10.00	16.00	4.00	Lx	L	NBR/ACM	- PEUGEOT - 405 - DISTRIBUIDOR INDIEL - (NAFTA) Observación: USAR POLIACRILICO
8883	10.00	16.00	4.00	Lx	L	NBR/ACM	- HONDA - CBF 750 - MOTOR - Eje leva embrague
8883	10.00	16.00	4.00	Lx	L	NBR/ACM	- SUZUKI - GSX 250 - Eje tensor cadena distribución
8883	10.00	16.00	4.00	Lx	L	NBR/ACM	- SUZUKI - GS 400 - Eje tensor cadena distribución
8883	10.00	16.00	4.00	Lx	L	NBR/ACM	- SUZUKI - GS 425 - Eje tensor cadena distribución
8883	10.00	16.00	4.00	Lx	L	NBR/ACM	- SUZUKI - GS 450 - Eje tensor cadena distribución
8883	10.00	16.00	4.00	Lx	L	NBR/ACM	- SUZUKI - GS 550 - Eje tensor cadena distribución
8883	10.00	16.00	4.00	Lx	L	NBR/ACM	- SUZUKI - GSX 750 - Eje tensor cadena distribución
8883	10.00	16.00	4.00	Lx	L	NBR/ACM	- SUZUKI - SUZUKI 800 - Eje tensor cadena distribución
8883	10.00	16.00	4.00	Lx	L	NBR/ACM	- SUZUKI - GS 1000 - Eje tensor cadena distribución
8883	10.00	16.00	4.00	Lx	L	NBR/ACM	- SUZUKI - GSX 1100 - Eje tensor cadena distribución

1.5.8. Aislante Armaflex

AF/Armaflex Planchas		
Ref.	Espesor	Tolerancia
AF-10MM	10 mm	± 1,0 mm
AF-13MM	13 mm	± 1,0 mm
AF-19MM	19 mm	± 1,0 mm
AF-25MM	25 mm	± 1,0 mm
AF-32MM	32 mm	± 2,0 mm
AF-36MM	36 mm	± 2,0 mm
AF-50MM	50 mm	± 2,0 mm

Las planchas están disponibles en versión estándar o autoadhesiva, como planchas sueltas en hoja o en rollo, consulte nuestra tarifa de precios para cada referencia.

**ANEXO 3:
SOLICITUD DE FECHA PARA PRESENTACIÓN DEL PFC**

A Completar por el Alumno cuando se inscriba para la Defensa

Datos del alumno:

- **Apellido y Nombres:** Egel, Marcelo Rubén
- **Direcciones de E-mail:** marceloregel@gmail.com
- **Número de Legajo:** 14110952
- **Documento de Identidad:** 38773686
- **Domicilio:** Ignacio Heit 459
- **Localidad:** Herrera, Entre Ríos
- **Teléfono:** +54 9 3442 562990
- **Año de Ingreso, (plan de estudio):** 2014, (1995)
- **Fecha de inscripción:**
- **Título del PFC:** Automatización de un banco de calostro.

Conformidad del Profesor a cargo de “Proyecto Final” y del Tutor.

Constancia de que el Trabajo está terminado y en condiciones de ser presentado para su Pre-evaluación.:

.....
Firma del Profesor a cargo de “Proyecto Final”

.....
Firma del/los Tutor/es

**ANEXO 3:
SOLICITUD DE FECHA PARA PRESENTACIÓN DEL PFC**

A Completar por el Alumno cuando se inscriba para la Defensa

Datos del alumno:

- **Apellido y Nombres: Londra, Leandro Matías**
- **Direcciones de E-mail: leanlondra@gmail.com**
- **Número de Legajo: 14107760**
- **Documento de Identidad: 37.563.876**
- **Domicilio: Artigas 819 depto. 16.**
- **Localidad: Concepción del Uruguay, Entre Ríos**
- **Teléfono: +54 9 3442 541 973**
- **Año de Ingreso, (plan de estudio): 2013 (1995A)**
- **Fecha de inscripción:**
- **Título del PFC: Automatización de un banco de calostro**

Firma del Alumno

Conformidad del Profesor a cargo de “Proyecto Final” y del Tutor.

Constancia de que el Trabajo está terminado y en condiciones de ser presentado para su Pre-evaluación.:

.....
Firma del Profesor a cargo de “Proyecto Final”

.....
Firma del/los Tutor/es