

Práctica Supervisada

Ingeniería Química

Costo de Oportunidad Perdido en Equipos de Combustión

Profesor: Eduardo Genzone

Máximo Esteban Arias Messa

marias@frd.utn.edu.ar

Resumen

En el informe se detallará el desarrollo de un tablero de equipos de combustión, en el cual se busca cuantificar las pérdidas por operar fuera de los valores objetivos. Las calderas son máquinas que producen vapor al calentar agua por medio de calor generado en este caso por combustión. El cual después es utilizado en los diferentes servicios, como puede ser intercambiadores de calor para calentar un fluido o inyectarlo como vapor vivo en una torre de destilación. Otro equipo de combustión son los hornos los cuales buscan calentar el fluido de proceso previo al ingreso a torres destilación, a reactores o incluso el horno puede ser el propio reactor.

Estos equipos pueden quemar diferentes tipos de combustibles, lo cual lo vamos a dividir en 3 grupos:

Gas natural: gas de la red de distribución pública

Fuel Gas: subproducto que busca aprovecharse el poder calorífico, mezcla de hidrocarburos livianos.

Combustible Líquido: utilizado en caso de faltante de Fuel Gas

Estos equipos representan el 70% de la energía consumida por la propia empresa, la cual busca optimizar lo mejor posible la utilización de estos recursos.

Para buscar esa optimización, primero se busca la seguridad de operación de estos equipos aunque operen fuera de parámetros, ya que al suceder una combustión, en cualquier caso de liberación del fluido de procesos sería una situación crítica, en segundo lugar se busca la confiabilidad de este proceso que se cumpla con los requisitos para que no afecte aguas abajo del proceso. Y por último se busca la optimización, que sería cumplir los requisitos para el proceso y a su vez que se consuman la menor cantidad de recursos posibles.

Desde el foco de combustión se busca monitorear, regular y controlar las variables que afectan tanto al equipo, como al fenómeno de combustión.

Las variables que se monitorean que afectan al equipo serían las temperaturas de piel de tubo (TMT), que un análisis de estas se encuentra fuera del alcance del informe.

Las variables que afectan al fenómeno de combustión de forma cualitativa son: el porcentaje de oxígeno en la chimenea(O₂%), la temperatura de gases de chimenea (T_s), tiraje y la concentración de combustible no quemado.

De forma cuantitativa: el combustible quemado (FG), y el fluido de proceso(F).

Objetivo

El objetivo de este proyecto es crear un tablero dinámico. Con el fin de monitorear y cuantificar el costo de pérdida de no operar en objetivo.

Tareas

1. Recopilación de datos de los diferentes equipos de combustión y costos de energía.
2. Recopilar datos de proceso y propiedades de los combustibles.
3. En Excel:

Calcular la energía liberada en el cada equipo de combustión.

Calcular la energía aprovechada por el fluido de proceso.

Comparar con la energía que se debería haber consumido en el caso de operar en objetivo.

4. Realizar un tablero donde se muestren los resultados

Desarrollo:

Tablero de control:

Un tablero es un elemento que muestra determinada información de un modo sencillo, ordenado y resumido, con una determinada frecuencia de actualización de esa información, a través de **indicadores**.

Los indicadores a tuilziar en el desarrollo del tablero son:

Cantidad de días cuantificables

LOC (Lost Opportunity Cost)

Como se explico anteriormente primero se busca la operación segura y confiable, por último, optimizar, en el caso de no ser posible la optimización del equipo por "X" motivo no es cuantificable el LOC, causas más comunes es el faltante de Fuel gas en la red, el cual se compensa con la quema de combustible líquido, otra posible causa es la baja carga de fluido de proceso.

El LOC es la diferencia de la energía liberada por el combustible quemado, y la energía que se hubiese utilizado si este operara en oxígeno objetivo, independientemente de la temperatura de chimenea.

El oxígeno objetivo varía dependiendo de cada equipo, su forma, volumen, cantidad y tipo de quemadores. El cual puede variar entre 2%, hasta 10% o incluso más. Este objetivo puede cambiar de acuerdo con el desempeño del horno a lo largo de su vida o la renovación de la tecnología.

Una vez con lo datos de los equipos de combustión (oxígeno objetivo) y los precios de los combustibles cuantificados en U\$D/MBTU.

Se busca recopilar datos del proceso y propiedades. Para eso se utilizaron dos programas de la propia empresa, los cuales vamos a llamar Programa 1 y Programa 2.

El Programa 1 se utiliza para monitorear, las variables de proceso en tiempo real de este se exportan a Excel los datos de oxígeno, temperatura de chimenea, Caudal de Fuel gas, caudal de fluido de proceso y sus temperaturas de entrada y salida, si se está utilizando o no combustible líquido.

Se realizo un caso preliminar con promedios diarios de las variables o el promedio cada 15 minutos para un análisis de forma más rigurosa y presenta un error relativo del 8%.

Para fines más prácticos se utilizó el promedio diario.

El programa 2 se utiliza para cerrar los balances de materia y energía de toda la empresa a partir de los datos recopilados por el Programa 1. A partir de estos balances el Programa 2

estima las propiedades de las corrientes de proceso. Estas propiedades a utilizar son la densidad del Fuel Gas, y el poder calorífico inferior (LHV).

Excel:

En Excel se realiza el grueso de los cálculos.

Variable	Unidades	Descripción	Fórmula	
CIT		DEGC	Coil Inlet Temperature	Tag
COT		DEGC	Coil Outlet Temperature	Tag
Delta T	DT	DEGC		COT-CIT
Feed	F	m3/h	Caudal de Proceso	Tag
Flue Gas O2%	O2%	%	% de O2 en el gas de chimenea	Tag
Fuel Consumption	Cf	MBTU/d		$Fg * Rho * Qe * 3,96566 * 24 / 1000 / 1000 + FO * 10231 * 0,8417 * 3,96566 * 24 / 1000$
T Chimenea	Ts	DEGC		Tag
T-Ambiente	Ta	DEGC		Tag-CCD300I
Aire Exceso	A%	%		$(111,4 * O2\%) / (20,95 - O2\%)$
Eficiencia	Nu	%		$(100 - ((0,04266 + 0,00034 * A\%) * (Ts - Ta))) * (100 / (100 + 1))$
Consumo Específico	Ce	MBTU/((m3)*DEGC)		$Cf / (DT * F * 24)$
O2%-Obj	O2%o	%		Depende de c/horno
Exceso de Aire-Obj	A%o	%		$(111,4 * O2\%o) / (20,95 - O2\%o)$
Eficiencia-Obj	Nuo	%		$(100 - ((0,04266 + 0,00034 * A\%o) * (Ts - Ta))) * (100 / (100 + 1))$
Fuel Gas	FG	Sm3/h	Caudal de Fuel Gas	Tag
Densidad	Rho	kg/Sm3	Densidad del FG	Propiedades de k FG dependiendo de su composición
Calor Específico por caudal	Qe	Kcal/kg	Calor Específico del FG	Propiedades de k FG dependiendo de su composición
Combustible Liquido	FO	m3/h		Tag
Consumo-Obj	Co	MBTU/d		$Cf * Nu / Nuo$
LOC O2		MBTU/d		=Cf-Co
LOC\$ O2		U\$S/d		LOC O2 * F\$

La eficiencia se calcula con una correlación empírica.

Los resultados más relevantes son el consumo específico el cual nos sirve para saber si los resultados se encuentran dentro de los esperados, comparándolos con históricos.

Y el LOC que es el más relevante dependiendo para el sector/área que se busca comunicar como fue su desempeño. Se cuantifica en U\$D o MBTU.

POWER BI

Una vez desarrollado el Excel.

Se utilizó POWER BI para el análisis y presentación de estos datos. La cual proporciona visualizaciones interactivas y capacidades de inteligencia empresarial con una interfaz lo suficientemente simple como para que los usuarios finales puedan crear por sí mismos sus propios informes y paneles.

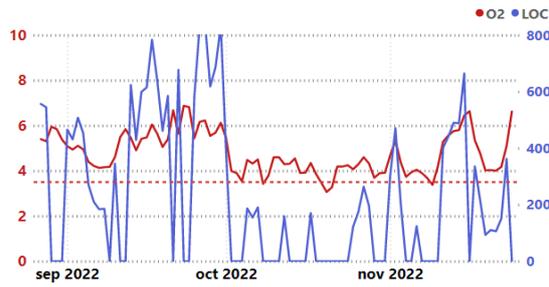
Los resultados obtenidos se pueden exportar desde Excel a POWER BI y a partir de estos realizar los gráficos correspondientes que sean necesarios.

PowerPoint

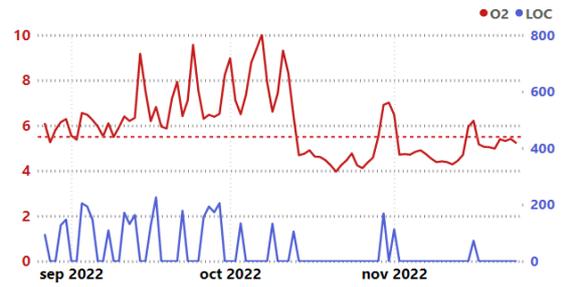
Se realizó una breve presentación la cual con actualizar el Excel, posteriormente el POWER BI este también se actualiza, el cual es utilizado como presentación para los informes semanales y mensuales.

Ejemplo:

F-1



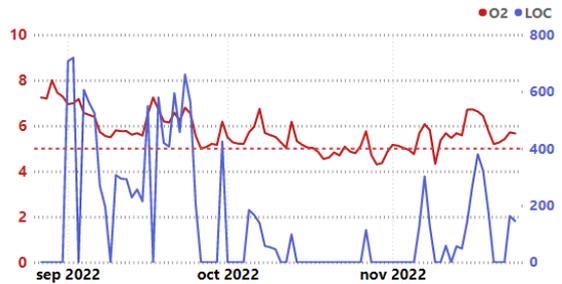
F-51



F-101



H-101



Equipo	Eficiencia Diseño [%]	Eficiencia Promedio [%]	LOCm [USD/mes]	N° Dias Contabilizados
F-1	83,5	83,9	2003	23
F-51	77,5	81,1	541	20
F-101	73,2	64,1	0	0
H-101	75,0	86,6	857	31

Representado para 3 de las 4 secciones de la empresa las cuales poseen equipos de combustión.

Resumen final mes de Octubre

	Equipo	Eficiencia Diseño [%]	Eficiencia Promedio [%]	LOCm [USD/mes]	N° Dias Contabilizados
Sección A	F-1	83,5	83,9	2003	23
	F-51	77,5	81,1	541	20
	F-101	73,2	64,1	0	0
	H-101	75,0	86,6	857	31
Sección B	F-151	77,5	80,5	0	31
	F-401	83,0	81,4	349	10
	F-405	90,6	88,0	0	0
	F-701	65,3	54,9	1391	18
	F-702	91,8	84,4	205	27
Sección C	C-22	81,0	78,3	0	31
	C-23	82,0	82,4	0	31
	C-24	82,0	81,4	406	26
	C-25	86,0	86,0	0	11
	C-26	84,0	84,8	0	31

La eficiencia de diseño nos sirve como blanco comparable para conocer que tan acertado resulta ser el análisis.

Conclusiones:

Las conclusiones a las que se llegaron durante el estudio, desarrollo e implementación de este análisis fueron.

- La revisión general de todas las unidades permite capturar rápidamente los principales malos actores.
- Aun así, tenemos importantes oportunidades para mejorar en las secciones A y, mientras nos desafía a mantener la performance de la sección C.
- Este año la confiabilidad ha sido el principal motor de los desvíos
- La puesta en marcha del gasoducto nos amortiguará estos impactos y la operación será más estable para alcanzar los objetivos deseados.
- De no utilizar combustible líquido por el ingreso de gas natural incrementarán los días contabilizados y por ende tendremos un mayor control.
- La contabilización de los mismos comprometerá más a la operación y nos dará importantes beneficios.