



Proba de

Código

Operador/ora industrial de caldeiras

OCL

Parte 2. Proba práctica



1. Formato da proba

Formato

- A proba consta de catro problemas.

Puntuación

- 10 puntos.

Duración

- Tempo estimado para responder: 60 minutos.

Materiais e instrumentos que se poden empregar durante a proba

- Bolígrafo con tinta negra ou azul.
- Calculadora científica, excepto as que sexan programables, gráficas ou con capacidade para almacenar e transmitir datos.

Advertencias para as persoas participantes

- Cumprirá que se desenvolva o conxunto ou a secuencia de operacións ordenadas que dan lugar ao resultado final, ou a xustificación razoada da resposta, se se require na cuestión algún argumento de reflexión. En caso contrario, non se puntuará o exercicio.
- Os exames non deben levar ningún tipo de marca nin texto que poidan identificar a persoa candidata, agás nos espazos reservados para a súa identificación.



2. Exercicio

Problema 1 [2,50 puntos]

Unha caldeira de produción de vapor⁽²⁾ ten as seguintes características:

Una caldera de producción de vapor⁽²⁾ tiene las siguientes características:

Datos	
Produción de vapor. <i>Producción de vapor.</i>	2000 kg/h
Rendemento da caldeira. <i>Rendimiento de la caldera.</i>	88 %
Volume total. <i>Volumen total.</i>	1,12 m ³
Presión máxima de servizo. <i>Presión máxima de servicio.</i>	6 bar
Poder calorífico inferior do gasóleo C. <i>Poder calorífico inferior del gasóleo C.</i>	11,55 kWh/kg ⁽¹⁾
Densidade do gasóleo C a 15 ° C. <i>Densidad del gasóleo C a 15 ° C.</i>	890 kg/m ³ ⁽¹⁾

Datos	
Temperatura do vapor saturado. <i>Temperatura del vapor saturado.</i>	165 °C
Entalpía do vapor saturado a 165 °C e 6 bar. <i>Entalpía del vapor saturado a 165 °C y 6 bar.</i>	2762,80 kJ/kg
Entalpía da auga a 93,49 °C. <i>Entalpía del agua a 93,49 °C.</i>	391,70 kJ/kg
Temperatura da auga de alimentación. <i>Temperatura del agua de alimentación.</i>	93,49 °C
Porcentaxe do condensado retornado. <i>Porcentaje del condensado retornado.</i>	75 %

Notas

- (1) Fonte: IDAE - Guía técnica para o deseño de centrais de calor eficientes.
Fuente: IDAE - Guía técnica para el diseño de centrales de calor eficientes.
- (2) A caldeira produce vapor saturado.
La caldera produce vapor saturado.
- (3) Por simplicidade suporase que a densidade da auga líquida será constante e igual a 963 kg/m³ nas condicións de operación da caldeira.
Por simplicidad se supondrá que la densidad del agua líquida será constante e igual a 963 kg/m³ en las condiciones de operación de la caldera.

1. Cal será o caudal consumido de auga da rede? [0,25 puntos]

¿Cuál será el caudal consumido de agua de la red? [0,25 puntos]

2. Cal será a potencia consumida pola caldeira? [1 punto]

¿Cuál será la potencia consumida por la caldera? [1 punto]

3. Supondo que a potencia consumida pola caldeira anterior fora de 1000 kW, cal sería o número de litros de gasóleo consumidos nunha xornada de traballo de 8 horas? [1,25 puntos]

Suponiendo que la potencia consumida de la caldera anterior fuese de 1000 kW, ¿cuál sería el número de litros de gasóleo consumidos en una jornada de trabajo de 8 horas? [1,25 puntos]



1. Diga o combustible que emprega. [0,5 puntos]

Diga el combustible que emplea. [0,5 puntos]

2. Nomee cada un dos compoñentes marcados. [0,5 puntos]

Nombre cada uno de los componentes marcados. [0,5 puntos]

3. Explique a función do elemento marcado co número 6 (cando actúa e por que). [0,5 puntos]

Explique la función del elemento marcado con el número 6 (cuándo actúa y por qué). [0,5 puntos]

4. Por que motivo os eléctrodos só están próximos a unha das dúas boquillas pulverizadoras? Como acende a outra boquilla? [0,5 puntos]

¿Por qué motivo los electrodos solo están próximos a una de las dos boquillas pulverizadoras? ¿Cómo enciende la otra boquilla? [0,5 puntos]

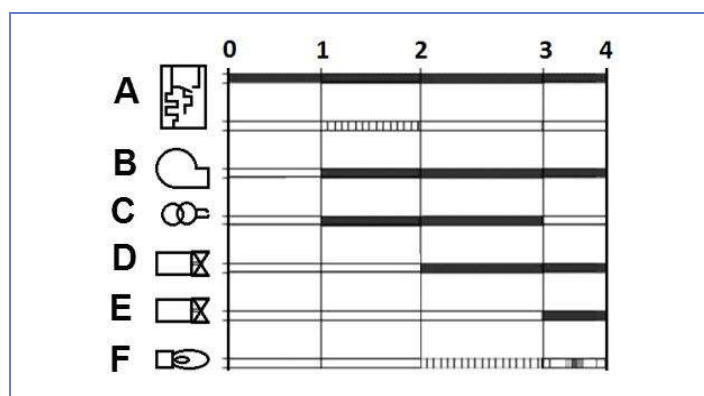
5. Indique se son verdadeiras ou falsas as seguintes afirmacións. [0,5 puntos]

Indique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones. [0,5 puntos]

5.1	<ul style="list-style-type: none">Posúe doada modulación de potencias. <i>Posee fácil modulación de potencias.</i>
5.2	<ul style="list-style-type: none">A boquilla de segunda chama ensúciase menos ao funcionar menos horas. <i>La boquilla de segunda llama se ensucia menos al funcionar menos horas.</i>
5.3	<ul style="list-style-type: none">Ao funcionar con dous pulverizadores a chama alóngase. <i>Al funcionar con dos pulverizadores la llama se alarga.</i>

As tres seguintes cuestións deste problema refírense ao seguinte cronograma:

Las tres siguientes cuestiones de este problema se refieren al siguiente cronograma:



6. Describa os catro primeiros pasos que efectuará o queimador ao arrancar. [0,5 puntos]

Describe los cuatro primeros pasos que efectuará el quemador al arrancar. [0,5 puntos]

7. Indique a letra (A, B, C, D, E e F) correspondente coa segunda chama. [0,5 puntos]

Indique la letra (A, B, C, D, E y F) correspondiente con la segunda llama. [0,5 puntos]

8. Indique con número (1, 2, 3 ou 4) o punto en que comezará a contar o "tempo de seguridade" previo ao bloqueo. [0,5 puntos]

Indique con número (1, 2, 3 o 4) el punto en el que comenzará a contar el "tiempo de seguridad" previo al bloqueo. [0,5 puntos]



Problema 4 [1 punto]

Unha instalación de produción de vapor conta cun sistema de purga automática para o control dos sales disolvidos. O sistema conta cunha sonda condutiva e os parámetros cos que se traballa na instalación son os que se indican na táboa que se xunta.

Obter o caudal mínimo de auga en l/h que cumprirá purgar para manter a condutividade no interior da caldeira no valor do seu réxime de traballo.

Para a relación entre $\mu\text{S/cm}$ e mg/ml tómake un factor medio de 0,75 ($1 \text{ mg/l} = 0,75 \mu\text{S/cm}$). Para o obxecto do problema non se considera retorno de condensado na instalación.

Una instalación de producción de vapor cuenta con un sistema de purga automática para el control de las sales disueltas. El sistema cuenta con una sonda conductiva y los parámetros con los que se trabaja en la instalación son los que se indican en la tabla que se acompaña.

Obtener el caudal mínimo de agua en l/h a purgar para mantener la conductividad en el interior de la caldera en el valor de su régimen de trabajo .

Para la relación entre $\mu\text{S/cm}$ y mg/ml se toma un factor medio de 0,75 ($1 \text{ mg/l} = 0,75 \mu\text{S/cm}$). Para el objeto del problema no se considera el retorno de condensado en la instalación.

Caldeira de vapor	Datos
▪ Condutividade en réxime de traballo no interior da caldeira. Conductividad en régimen de trabajo en el interior de la caldera.	3000 $\mu\text{S/cm}$
▪ Condutividade da auga de achega á caldeira. Conductividad del agua de aportación a la caldera.	120 $\mu\text{S/cm}$
▪ Produción de vapor. Producción de vapor.	2000 kg/h
▪ Densidade media da auga nas condicións de operación. Densidad media del agua en las condiciones de operación.	963 kg/m^3



3. Solucións

Problema 1

Cuestión 1

Caudal máxico de condensado retornado $Q_{mret} = 2000 \text{ kg/h} \times 0,75 = 1500 \text{ kg/h}$. Masa da auga de rede necesaria $Q_{mred} = 2000 \text{ kg/h} - 1500 \text{ kg/h} = 500 \text{ kg/h}$.

Caudal de condensado retornado $Q_{ret} = Q_{mret} \times d = 1500 \text{ kg/h} \times 0,963 \text{ l/kg} = 1444,5 \text{ l/h}$

Caudal de auga de rede $Q_{red} = Q_{mred} \times d = 500 \text{ kg/h} \times 0,963 \text{ l/kg} = 481,5 \text{ l/h}$.

Caudal máxico de condensado retornado $Q_{mret} = 2000 \text{ kg/h} \times 0,75 = 1500 \text{ kg/h}$. Masa del agua de red necesaria $Q_{mred} = 2000 \text{ kg/h} - 1500 \text{ kg/h} = 500 \text{ kg/h}$.

Caudal de condensado retornado $Q_{ret} = Q_{mret} \times d = 1500 \text{ kg/h} \times 0,963 \text{ l/kg} = 1444,5 \text{ l/h}$

Caudal de agua de red $Q_{red} = Q_{mred} \times d = 500 \text{ kg/h} \times 0,963 \text{ l/kg} = 481,5 \text{ l/h}$.

Cuestión 2

Potencia útil da caldeira:

$$P_u = m \times \Delta H = 2000 \text{ kg/h} \times 1/3600 \text{ h/s} \times (2762,80 - 391,70) \text{ kJ/kg} = 1317,28 \text{ kW}$$

Potencia consumida:

$$P_c = P_u / \eta = 1317,28 \text{ kW} \cdot 1/0,88 = 1496,91 \text{ kW}.$$

$$P_c = 1317,28 \text{ kW} \times 1/0,88 = 1496,91 \text{ kW}.$$

Sendo:

P_c : potencia nominal da caldeira (kW).

P_u : potencia útil da caldeira (kW).

η : rendemento en tanto por un.

m : produción de vapor (kg/h)

ΔH : diferenza de entalpías kJ/kg.

Potencia útil de la caldera:

$$P_u = m \times \Delta H = 2000 \text{ kg/h} \times 1/3600 \text{ h/s} \times (2762,80 - 391,70) \text{ kJ/kg} = 1317,28 \text{ kW}$$

Potencia consumida:

$$P_c = P_u / \eta = 1317,28 \text{ kW} \cdot 1/0,88 = 1496,91 \text{ kW}.$$

$$P_c = 1317,28 \text{ kW} \times 1/0,88 = 1496,91 \text{ kW}.$$

Siendo:

P_c : potencia nominal de la caldera (kW).

P_u : potencia útil de la caldera (kW).

η : rendimiento en tanto por uno.

m : producción de vapor (kg/h)

ΔH : diferencia de entalpías kJ/kg.



Cuestión 3

Consumo de gasóleo supondo a potencia de 1000 kW:

$$Q_g = n \times P_c / (PCI \times d) = (8h \times 1000 \text{ kW}) / (11,55 \text{ kWh/kg} \times 0,89 \text{ kg/l}) = 778,25 \text{ l}$$

Sendo:

Q_g : consumo de gasóleo (l).

n : número de horas de funcionamento (hora).

P_c : potencia nominal da caldeira (kW).

PCI : poder calorífico inferior do combustible (kWh/ kg).

d : densidade do combustible (kg/m³).

Consumo de gasóleo suponiendo la potencia de 1000 kW:

$$Q_g = n \times P_c / (PCI \times d) = (8h \times 1000 \text{ kW}) / (11,55 \text{ kWh/kg} \times 0,89 \text{ kg/l}) = 778,25 \text{ l}$$

Siendo:

Q_g : consumo de gasóleo (l).

n : número de horas de funcionamiento (hora).

P_c : potencia nominal de la caldera (kW).

PCI : poder calorífico inferior del combustible (kWh/ kg).

d : densidad del combustible (kg/m³).

Problema 2

Cuestión 1

Potencia útil da caldeira:

$$P_u = 5000 \text{ kg/h} \times (2762,80 - 391,70) \text{ kJ/kg} \times 1h/3600s = 3293,19 \text{ kW}$$

Potencia consumida:

$$P_c = 356,44 \text{ l/h} \times 0,89 \text{ kg/l} \times 11,55 \text{ kWh/kg} = 3664,02 \text{ kW}$$

Potencia perdas:

$$P_p = P_c - P_u = 3664,02 \text{ kW} - 3293,19 \text{ kW} = 370,83 \text{ kW}$$

Sendo:

Q_g : consumo de gasóleo (l/h).

P_u : potencia útil da caldeira (kW).

P_c : potencia nominal da caldeira (kW).

PCI : poder calorífico inferior do combustible. (kWh/ kg).

d : densidade do combustible (kg/m³).

m : produción de vapor (kg/h)

ΔH : diferenza de entalpías kJ/kg

Potencia útil de la caldera:

$$P_u = 5000 \text{ kg/h} \times (2762,80 - 391,70) \text{ kJ/kg} \times 1h/3600s = 3293,19 \text{ kW}$$

Potencia consumida:

$$P_c = 356,44 \text{ l/h} \times 0,89 \text{ kg/l} \times 11,55 \text{ kWh/kg} = 3664,02 \text{ kW}$$

Potencia pérdidas:

$$P_p = P_c - P_u = 3664,02 \text{ kW} - 3293,19 \text{ kW} = 370,83 \text{ kW}$$

Siendo:

Q_g : consumo de gasóleo (l/h).



P_u : potencia útil de la caldera (kW).

P_c : potencia nominal de la caldera (kW).

PCI: poder calorífico inferior del combustible. (kWh/ kg).

d : densidad del combustible (kg/m³).

m : producción de vapor (kg/h)

ΔH : diferencia de entalpías kJ/kg

Cuestión 2

Rendemento caldeira:

Rendimiento caldera:

$$\eta = 100 \times P_u / P_c = 100 \times 3293,19 \text{ kW} / 3664,02 \text{ kW} = 89,88 \%$$

Problema 3

Cuestión 1

O combustible que emprega é gasóleo.

El combustible que emplea es gasóleo.

Cuestión 2

1	<ul style="list-style-type: none"> Filtro de gasóleo. 	6	<ul style="list-style-type: none"> Actuador hidráulico aire chama 2 Actuador hidráulico aire llama 2. 	11	<ul style="list-style-type: none"> Transformador tren de chispas acendemento. Transformador tren de chispas encendido.
2	<ul style="list-style-type: none"> Bomba engranaxes gasóleo. Bomba engranajes gasóleo. 	7	<ul style="list-style-type: none"> Bolboreta admisión. Mariposa admisión. 	12	<ul style="list-style-type: none"> Eléctrodos acendemento. Electrodos encendido.
3	<ul style="list-style-type: none"> Regulador presión. 	8	<ul style="list-style-type: none"> Ventilador centrífugo. 	13	<ul style="list-style-type: none"> Inyectores gasóleo. Injectores gasóleo.
4	<ul style="list-style-type: none"> Electroválvula chama 2. Electroválvula llama 2. 	9	<ul style="list-style-type: none"> Fotocélula. 	14	<ul style="list-style-type: none"> Deflector.
5	<ul style="list-style-type: none"> Electroválvula chama 1. Electroválvula llama 1. 	10	<ul style="list-style-type: none"> Central de control. Centralita de control. 	15	<ul style="list-style-type: none"> Cañón ou tubo de chama. Cañón o tubo de llama.

Cuestión 3

Actúa cando se activa a segunda chama para facilitar a entrada adicional de aire precisa para a combustión do total do combustible.

Actúa cuando se activa la segunda llama para facilitar la entrada adicional de aire precisa para la combustión del total del combustible.

Cuestión 4

Porque cando se acende a segunda chama xa está acendida a primeira chama. A segunda boquilla acende pola calor da combustión da primeira.

Porque cuando se enciende la segunda llama ya está encendida la primera llama. La segunda boquilla enciende por el calor de la combustión de la primera.



Cuestión 5

5.1	<ul style="list-style-type: none">Posúe doada modulación de potencias. <i>Posee fácil modulación de potencias.</i>	<ul style="list-style-type: none">Verdadeiro <i>Verdadero</i>
5.2	<ul style="list-style-type: none">A boquilla de segunda chama ensúciase menos ao funcionar menos horas. <i>La boquilla de segunda llama se ensucia menos al funcionar menos horas.</i>	<ul style="list-style-type: none">Falso
5.3	<ul style="list-style-type: none">Ao funcionar con dous pulverizadores a chama alóngase. <i>Al funcionar con dos pulverizadores la llama se alarga.</i>	<ul style="list-style-type: none">Falso

Cuestión 6

- Activa a resistencia de quecemento do combustible.
- Actívanse os ventiladores do tren de chispas.
- Actívase a electroválvula de primeira chama.
- Se a fotocélula detecta chama e non se produce bloqueo, transcorrido un tempo determinado desactívase o tren de chispas. Se o termóstato de segunda chama se activa, dáse sinal á electroválvula de segunda chama para que inxecte combustible á segunda boquilla.

- Activa la resistencia de calentamiento del combustible.*
- Se activan los ventiladores del tren de chispas.*
- Se activa la electroválvula de primera llama.*
- Si la fotocélula detecta llama y no se produce bloqueo, transcurrido un tiempo determinado se desactiva el tren de chispas. Si el termostato de segunda llama se activa, se da señal a la electroválvula de segunda llama para que inyecte combustible a la segunda boquilla.*

Cuestión 7

A letra correspondente coa segunda chama será o E.

La letra correspondiente con la segunda llama será la E.

Cuestión 8

Comezará a contar no número 2.

Comenzará a contar en el número 2.

Problema 4

A condutividade da auga da caldeira dános unha medida aproximada do contido de sales disolvidos nesta. A relación entre mg/l de sales disolvidos e a medida da condutividade en $\mu\text{S}/\text{cm}$ é de aproximadamente $1 \text{ mg/l} \approx 0,75 \mu\text{S}/\text{cm}$. Xa que logo, poderémola empregar como medida de concentración de sales disolvidos, aínda que como este factor aparecería nos dous termos da ecuación poderíamos prescindir del.

Por cada kg de vapor producido quedan na caldeira $120 \mu\text{S}/\text{cm}$ (dado que salvo problemas de arrastre de gotas o vapor non contén sales) ou o que é o mesmo: $120/0,75 = 160 \text{ mg/l}$.

Cada hora teremos que achegar á caldeira 2000 kg de auga para repor a auga que se nos transforma en vapor, e dado que non se toma en consideración o retorno de condensado, esta auga deberá ser achegada desde a unidade de tratamento cunha concentración de sales de 160 mg/l , polo que o total de sales que se nos depositarían na caldeira nunha hora sería:



$2000 \text{ kg/h} \times (1/0,963) \text{ kg/l} \times 160 \text{ mg/l}$.

Para que a concentración de sales non aumente dos $3000 \mu\text{S/cm}$ ou, o que é o mesmo, 4000 mg/l , a cantidade de sales que entra coa auga de achega terá que igualarse coa cantidade que sae coa purga, ou sexa:

$2000 \text{ kg/h} \times (1/0,963) \text{ l/kg} \times 160 \text{ mg/l} = P \text{ l/h} \times (4000-160) \text{ mg/l}$

Onde P é o caudal de auga purgada en l/h. Por cada litro que purgamos librámonos de $(4000-160) \text{ mg/l}$ dado que saen P litros de auga cada hora con concentración de 4000 mg/l pero entra a mesma cantidade de litros con concentración de 160 mg/l , polo que a diferenza de concentración é a cantidade de sales das que nos libramos.

Despexando temos:

$P = (2000 \text{ kg/h} \times (1/0,963) \text{ l/kg} \times 160 \text{ mg/l}) / (4000-160) \text{ mg/l} = 86,53 \text{ l/h}$ de auga.

La conductividad del agua de la caldera nos da una medida aproximada del contenido de sales disueltas en la misma. La relación entre mg/l de sales disueltas y la medida de la conductividad en $\mu\text{S/cm}$ es de aproximadamente $1 \text{ mg/l} \approx 0,75 \mu\text{S/cm}$. Por lo tanto podremos emplearla como medida de concentración de sales disueltas, aunque como este factor aparecería en los dos términos de la ecuación podríamos prescindir de él.

Por cada kg de vapor producido se quedan en la caldera $120 \mu\text{S/cm}$ (dado que salvo problemas de arrastre de gotas el vapor no contiene sales) o lo que es lo mismo $120/0,75 = 160 \text{ mg/l}$.

Cada hora tendremos que aportar a la caldera 2000 kg de agua para reponer el agua que se nos transforma en vapor, y dado que no se toman en consideración el retorno de condensado, este agua habrá de ser aportada desde la unidad de tratamiento con una concentración de sales de 160 mg/l , por lo que el total de sales que se nos depositarvan en la caldera en una hora servan:

$2000 \text{ kg/h} \times (1/0,963) \text{ kg/l} \times 160 \text{ mg/l}$.

Para que la concentración de sales no aumente de los $3000 \mu\text{S/cm}$ o lo que es lo mismo 4000 mg/l , la cantidad de sales que entran con el agua de aportación tendrá que igualarse con la cantidad que sale con la purga, o sea:

$2000 \text{ kg/h} \times (1/0,963) \text{ l/kg} \times 160 \text{ mg/l} = P \text{ l/h} \times (4000-160) \text{ mg/l}$

Donde P es el caudal de agua purgada en l/h. Por cada litro que purgamos nos libramos de $(4000-160) \text{ mg/l}$ dado que salen P litros de agua cada hora con concentración de 4000 mg/l pero entra la misma cantidad de litros con concentración de 160 mg/l , por lo que la diferencia de concentración es la cantidad de sales de las que nos libramos.

Despejando tenemos:

$P = (2000 \text{ kg/h} \times (1/0,963) \text{ l/kg} \times 160 \text{ mg/l}) / (4000-160) \text{ mg/l} = 86,53 \text{ l/h}$ de agua.