
Proba para a obtención da habilitación profesional

Operador/ora industrial de caldeiras

OCL

Parte 2. Proba práctica



1. Formato da proba

Formato

- A proba constará de 3 problemas.

Puntuación

- 10 puntos.

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.

Duración

- Tempo estimado para responder: 60 minutos.

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 [4 puntos]

Ao realizar a revisión dunha caldeira de gasóleo, obsérvase o seguinte:

- A boquilla de pulverización é de 2,25 GPH.
- A presión de axuste na bomba de inxección é de 12 kg/cm².
- A lectura do contador de horas de funcionamento do queimador nun día é de 15 horas.
- Ao realizar a análise de combustión obtense un rendemento da caldeira do 94%.
- A densidade do gasóleo é de 860 kg/m³ e o seu poder calorífico inferior (Hi) é de 10500 kcal/kg.

Al realizar la revisión de una caldera de gasóleo, se observa lo siguiente:

- *La boquilla de pulverización es de 2,25 GPH.*
- *La presión de ajuste en la bomba de inyección es de 12 kg/cm².*
- *La lectura del contador de horas de funcionamiento del quemador en un día es de 15 horas.*
- *Al realizar el análisis de combustión se obtiene un rendimiento de la caldera del 94%.*
- *La densidad del gasóleo es de 860 kg/m³ y su poder calorífico inferior (Hi) es de 10500 kcal/kg.*

1. Calcular o caudal do combustible demandado polo queimador, en kg/h. [1 punto]

Calcular el caudal del combustible demandado por el quemador, en kg/h. [1 punto]

2. Calcular os litros de gasóleo consumidos pola caldeira nun día. [1,5 puntos]

Calcular los litros de gasóleo consumidos por la caldera en un día. [1,5 puntos]

3. Calcular a potencia útil da caldeira, en kW. [1,5 puntos]

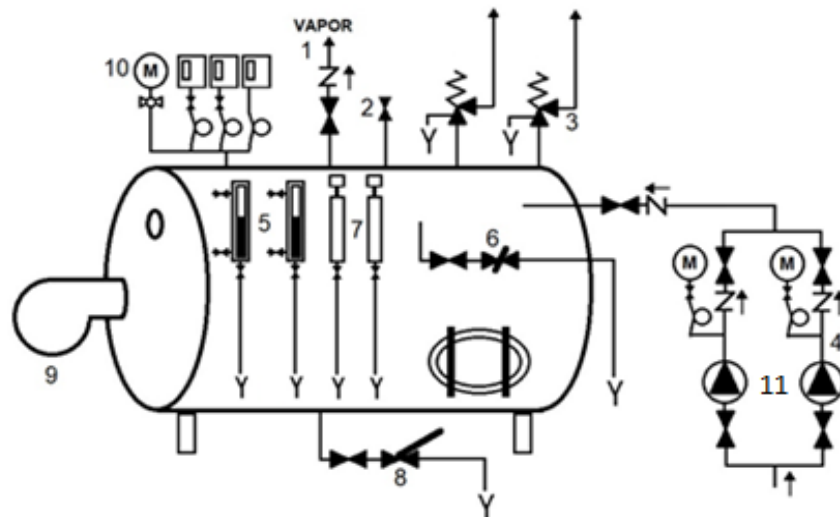
Calcular la potencia útil de la caldera, en kW. [1,5 puntos]

Inxección Inyección G.P.H.	Presión bomba Kg/cm ²											
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0,40	1,18	1,27	1,36	1,44	1,52	1,59	1,67	1,73	1,80	1,86	1,92	1,98
0,50	1,47	1,59	1,70	1,80	1,90	1,99	2,08	2,17	2,25	2,33	2,40	2,48
0,60	1,77	1,91	2,04	2,16	2,28	2,39	2,50	2,60	2,70	2,79	2,88	2,97
0,65	1,91	2,07	2,21	2,34	2,47	2,59	2,71	2,82	2,92	3,03	3,12	3,22
0,75	2,2	2,38	2,55	2,70	2,85	2,99	3,12	3,25	3,37	3,49	3,61	3,72
0,85	2,5	2,70	2,89	3,06	3,23	3,39	3,54	3,68	3,82	3,96	4,09	4,21
1,00	2,94	3,18	3,40	3,61	3,80	3,99	4,16	4,33	4,50	4,65	4,81	4,96
1,10	3,24	3,50	3,74	3,97	4,18	4,38	4,58	4,77	4,95	5,12	5,29	5,45
1,20	3,53	3,82	4,08	4,33	4,56	4,78	5,00	5,20	5,40	5,59	5,77	5,95
1,25	3,68	3,97	4,25	4,50	4,75	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00	6,20
1,35	3,97	4,29	4,59	4,87	5,13	5,38	5,62	5,85	6,07	6,28	6,49	6,69
1,50	4,42	4,77	5,10	5,41	5,70	5,90	6,24	6,50	6,75	6,98	7,21	7,43
1,65	4,86	5,25	5,61	5,95	6,27	6,58	6,87	7,15	7,42	7,68	7,93	8,18
1,75	5,15	5,56	5,95	6,31	6,65	6,98	7,29	7,58	7,87	8,15	8,41	8,67
2,00	5,89	6,30	6,80	7,21	7,60	7,97	8,33	8,67	8,99	9,31	9,61	9,91
2,25	6,62	7,15	7,65	8,15	8,55	8,97	9,37	9,75	10,12	10,47	10,85	11,15
2,50	7,36	7,95	8,50	9,01	9,50	9,97	10,41	10,83	11,24	11,64	12,02	12,39
3,00	8,83	9,54	10,20	10,82	11,40	11,96	12,49	13,00	13,49	13,96	14,42	14,87
Caudal na saída do pulverizador / Caudal en la salida del pulverizador en kg/h												

Problema 2 [3 puntos]

De acordo co esquema, correspondente a unha caldeira de produción de vapor sobre a que se vai operar, responda ás cuestións que se indican.

De acuerdo con el esquema, correspondiente a una caldera de producción de vapor sobre la que se va a operar, responda a las cuestiones que se indican.



1. Válvula de saída de vapor.
2. Válvula de aireación.
3. Válvula de seguridade.
4. Sistema de alimentación de auga.
5. Niveis de cristal.
6. Purga de sales.
7. Sondas de nivel.
8. Purga de lodos.
9. Queimador.
10. Manómetro.
11. Bomba.

1. Válvula de salida de vapor.
2. Válvula de aireación.
3. Válvula de seguridad.
4. Sistema de alimentación de agua.
5. Niveles de cristal.
6. Purga de sales.
7. Sondas de nivel.
8. Purga de lodos.
9. Quemador.
10. Manómetro.
11. Bomba.

1. Facendo referencia á numeración do esquema, indique a operación ou secuencia de operacións para realizar no caso de observar un nivel da auga por baixo do mínimo nos niveis de cristal (elemento 5). [1,5 puntos]

Haciendo referencia a la numeración del esquema, indique la operación o secuencia de operaciones a realizar en caso de observar un nivel de agua por debajo del mínimo en los niveles de cristal (elemento 5). [1,5 puntos]

2. Facendo referencia á numeración do esquema, indique a operación ou a secuencia de operacións que se deberán efectuar no caso de observar unha fuga na válvula de seguridade (non é un disparo desta). [1,5 puntos]

Haciendo referencia a la numeración del esquema, indique la operación o la secuencia de operaciones que se deberán efectuar en caso de observar una fuga en la válvula de seguridad (no es un disparo de esta). [1,5 puntos]



Problema 3 [3 puntos]

Temos unha caldeira pirotubular para a produción de 10 t/h de vapor saturado a 6 bar (manométrico). Responda ás cuestións que se indican tendo en conta os seguintes datos relativos ao seu funcionamento:

- A entalpía da auga no tanque de alimentación é de 333,86 kJ/kg.
- A caldeira traballa 7000 horas/ano.
- As perdas totais son do 8% da potencia nominal da caldeira.
- A entalpía do vapor de saída da caldeira é de 2066,3 kJ/kg.
- O poder calorífico inferior (H_i) do gas natural é de 9314 kcal/m³(n).
- Desprezaranse o volume de purgas e o retorno de condensados.
- Suporase a densidade da auga constante e igual a 1 kg/l.

Tenemos una caldera pirotubular para la producción de 10 t/h de vapor saturado a 6 bar (manométrico). Responda a las cuestiones que se indican teniendo en cuenta los siguientes datos relativos a su funcionamiento:

- *La entalpía del agua en el tanque de alimentación es de 333,86 kJ/kg.*
- *La caldera trabaja 7000 horas/año.*
- *Las pérdidas totales son del 8% de la potencia nominal de la caldera.*
- *La entalpía del vapor de salida de la caldera es de 2066,3 kJ/kg.*
- *El poder calorífico inferior (H_i) del gas natural es de 9314 kcal/m³(n).*
- *Se despreciarán el volumen de purgas y el retorno de condensados.*
- *Se supondrá la densidad del agua constante e igual a 1 kg/l.*

1. Calcular cal será a potencia nominal. [1,5 puntos]

Calcular cuál será la potencia nominal. [1,5 puntos]

2. Supoñendo unha potencia nominal de 6000 kW, calcular cal será o consumo anual de combustible. [1,5 puntos]

Suponiendo una potencia nominal de la caldera de 6000 kW, calcular cuál será el consumo anual de combustible. [1,5 puntos]



3. Solucións

Problema 1

Cuestión 1

Tendo en conta que a boquilla é de 2,25 GPH e a presión de axuste da bomba é de 12 kg/cm², da táboa obtense que o caudal demandado será de 9,37 kg/h.

Teniendo en cuenta que la boquilla es de 2,25 GPH y la presión de ajuste de la bomba es de 12 kg/cm², de la tabla se obtiene que el caudal demandado será de 9,37 kg/h

Inxector Injector G.P.H.	Presión bomba Kg/cm ²											
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0,40	1,18	1,27	1,36	1,44	1,52	1,59	1,67	1,73	1,80	1,86	1,92	1,98
0,50	1,47	1,59	1,70	1,80	1,90	1,99	2,08	2,17	2,25	2,33	2,40	2,48
0,60	1,77	1,91	2,04	2,16	2,28	2,39	2,50	2,60	2,70	2,79	2,88	2,97
0,65	1,91	2,07	2,21	2,34	2,47	2,59	2,71	2,82	2,92	3,03	3,12	3,22
0,75	2,2	2,38	2,55	2,70	2,85	2,99	3,12	3,25	3,37	3,49	3,61	3,72
0,85	2,5	2,70	2,89	3,06	3,23	3,39	3,54	3,68	3,82	3,96	4,09	4,21
1,00	2,94	3,18	3,40	3,61	3,80	3,99	4,16	4,33	4,50	4,65	4,81	4,96
1,10	3,24	3,50	3,74	3,97	4,18	4,38	4,58	4,77	4,95	5,12	5,29	5,45
1,20	3,53	3,82	4,08	4,33	4,56	4,78	5,00	5,20	5,40	5,59	5,77	5,95
1,25	3,68	3,97	4,25	4,50	4,75	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00	6,20
1,35	3,97	4,29	4,59	4,87	5,13	5,38	5,62	5,85	6,07	6,28	6,49	6,69
1,50	4,42	4,77	5,10	5,41	5,70	5,90	6,14	6,50	6,75	6,98	7,21	7,43
1,65	4,86	5,25	5,61	5,95	6,27	6,58	6,87	7,15	7,42	7,68	7,93	8,18
1,75	5,15	5,56	5,95	6,31	6,65	6,98	7,29	7,58	7,87	8,15	8,41	8,67
2,00	5,89	6,30	6,80	7,21	7,60	7,97	8,33	8,67	8,99	9,31	9,61	9,91
2,25	6,32	6,75	7,18	7,58	7,95	8,30	8,67	9,02	9,37	9,75	10,12	10,55
2,50	7,36	7,95	8,50	9,01	9,50	9,97	10,41	10,83	11,24	11,64	12,02	12,39
3,00	8,83	9,54	10,20	10,82	11,40	11,96	12,49	13,00	13,49	13,96	14,42	14,87
Caudal na saída do pulverizador / Caudal en la salida del pulverizador en kg/h												

Cuestión 2

Calculamos o volume de gasóleo V consumido tendo en conta que a caldeira funciona 15 horas ao día e que o caudal utilizado é de 9,37 kg/h. Xa que logo:

$$V = m / d$$

Sendo:

- V = volume de gasóleo
- m = masa de gasóleo = (9,37 kg/h) · (15 h/día) = 140,55 kg/día
- d = densidade do gasóleo = 860 kg/m³

Por tanto:

$$V = (140,55 \text{ kg/día}) / (860 \text{ kg/m}^3) = 0,163 \text{ m}^3/\text{día}$$

O gasóleo consumido nun día será:

$$V = 0,163 \text{ m}^3/\text{día} \cdot 1000 \text{ l/m}^3 = 163,43 \text{ litros.}$$



Calculamos el volumen de gasoil V consumido teniendo en cuenta que la caldera funciona 15 horas al día y que el caudal utilizado es de 9,37 kg/h. Por tanto:

$$V = m / d$$

Siendo:

- V = volumen de gasoil
- m = masa de gasoil = $(9,37 \text{ kg/h}) \cdot (15 \text{ h/día}) = 140,55 \text{ kg/día}$
- d = densidad del gasoil = 860 kg/m^3

Por tanto:

$$V = (140,55 \text{ kg/día}) / (860 \text{ kg/m}^3) = 0,163 \text{ m}^3/\text{día}$$

El gasoil consumido en un día será:

$$V = 0,163 \text{ m}^3/\text{día} \cdot 1000 \text{ l/m}^3 = 163,43 \text{ litros.}$$

Cuestión 3

Calculamos a potencia útil da caldeira a partir da fórmula:

$$P_u = Q \cdot \eta \cdot H_i$$

Sendo:

- P_u = Potencia útil da caldeira
- η = Rendemento da caldeira = 0,94
- Q = Caudal (kg/h) = 9,37 kg/h
- H_i = Poder calorífico inferior = 10500 kcal/kg

Por tanto:

$$P_u = Q \cdot \eta \cdot H_i = 9,37 \text{ kg/h} \cdot 0,94 \cdot 10500 \text{ kcal/kg} = 92481 \text{ kcal/h}$$

Tendo en conta que 1 kW = 860 kcal/h obtemos:

$$P_u = 92481 \text{ kcal/h} \cdot (1 / 860) = 107,54 \text{ kW}$$

Calculamos la potencia útil de la caldera a partir de la fórmula:

$$P_u = Q \cdot \eta \cdot H_i$$

Siendo:

- P_u = Potencia útil de la caldera
- η = Rendimiento de la caldera = 0,94
- Q = Caudal (kg/h) = 9,37 kg/h
- H_i = Poder calorífico inferior = 10500 kcal/kg

Por tanto:

$$P_u = Q \cdot \eta \cdot H_i = 9,37 \text{ kg/h} \cdot 0,94 \cdot 10500 \text{ kcal/kg} = 92481 \text{ kcal/h}$$

Teniendo en cuenta que 1 kW = 860 kcal/h obtenemos:

$$P_u = 92481 \text{ kcal/h} \cdot (1 / 860) = 107,54 \text{ kW}$$



Problema 2

Cuestión 1

Debemos proceder parando o funcionamento do queimador (elemento 9) e pechando a válvula de saída de vapor (elemento 1).

Debemos proceder parando el funcionamiento del quemador (elemento 9) y cerrando la válvula de salida de vapor (elemento 1).

Cuestión 2

Debe accionarse varias veces a válvula de seguridade (elemento 3) para tratar de limpar o seu asiento.

Debe accionarse varias veces la válvula de seguridad (elemento 3) para tratar de limpiar su asiento.

Problema 3

Cuestión 1

Calculamos o valor da enerxía necesaria por kg de vapor (E_U) a partir dos valores das entalpías da auga no tanque de alimentación (333,86 kJ/kg) e do vapor de saída da caldeira (2066,3 kJ/kg):

$$E_U = (2066,3 \text{ kJ/kg}) - (333,86 \text{ kJ/kg}) = 1732,44 \text{ kJ/kg}$$

A partir dos datos do enunciado calculamos o valor do caudal instantáneo (Q_i), en kg/s:

$$Q_i = 10000 \text{ kg/h} \cdot (1 \text{ h} / 3600 \text{ s}) = 2,778 \text{ kg/s}$$

A potencia necesaria para a produción do vapor ($P_{\text{ÚTIL}}$) será:

$$P_{\text{ÚTIL}} = E_U \cdot Q_i = (1732,44 \text{ kJ/kg}) \cdot (2,778 \text{ kg/s}) = 4813 \text{ kJ/s} = 4813 \text{ kW}$$

Tendo en conta que as perdas totais son o 8% da potencia nominal da caldeira, o rendemento (h) da caldeira será do 92%:

$$h = P_{\text{ÚTIL}} / P_{\text{NOM}} \Rightarrow P_{\text{NOM}} = P_{\text{ÚTIL}} / h = (4813 \text{ kW}) / 0,92 = 5231,52 \text{ kW}$$

Calculamos el valor de la energía necesaria por kg de vapor (E_U) a partir de los valores de las entalpías del agua en el tanque de alimentación (333,86 kJ/kg) y del vapor de salida de la caldera (2066,3 kJ/kg):

$$E_U = (2066,3 \text{ kJ/kg}) - (333,86 \text{ kJ/kg}) = 1732,44 \text{ kJ/kg}$$

A partir de los datos del enunciado calculamos el valor del caudal instantáneo (Q_i), en kg/s:

$$Q_i = 10000 \text{ kg/h} \cdot (1 \text{ h} / 3600 \text{ s}) = 2,778 \text{ kg/s}$$

La potencia necesaria para la producción de vapor ($P_{\text{ÚTIL}}$) será:

$$P_{\text{ÚTIL}} = E_U \cdot Q_i = (1732,44 \text{ kJ/kg}) \cdot (2,778 \text{ kg/s}) = 4813 \text{ kJ/s} = 4813 \text{ kW}$$

Teniendo en cuenta que las pérdidas totales son el 8% de la potencia nominal de la caldera, el rendimiento (h) de la caldera será del 92%:

$$h = P_{\text{ÚTIL}} / P_{\text{NOM}} \Rightarrow P_{\text{NOM}} = P_{\text{ÚTIL}} / h = (4813 \text{ kW}) / 0,92 = 5231,52 \text{ kW}$$



Cuestión 2

O consumo anual C será:

$$C = Q \cdot N$$

Sendo:

- $Q = \text{caudal horario de gas} = P / H_i =$
 $(6000 \text{ kW} \cdot 860 \text{ kcal/h}) / (9314 \text{ kcal/m}^3(\text{n})) =$
 $(5160000 \text{ kcal/h}) / (9314 \text{ kcal/m}^3(\text{n})) = 554 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}$
- $N = \text{horas de funcionamento anuais} = 7000 \text{ h/ano}$

Por tanto:

$$C = [554 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}] \cdot [7000 \text{ h/ano}] = 3878033 \text{ m}^3(\text{n})/\text{ano}$$

El consumo anual C será:

$$C = Q \cdot N$$

siendo:

- $Q = \text{caudal horario de gas} = P / H_i =$
 $(6000 \text{ kW} \cdot 860 \text{ kcal/h}) / (9314 \text{ kcal/m}^3(\text{n})) =$
 $(5160000 \text{ kcal/h}) / (9314 \text{ kcal/m}^3(\text{n})) = 554 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}$
- $N = \text{horas de funcionamento anuales} = 7000 \text{ h/año.}$

por tanto:

$$C = [554 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}] \cdot [7000 \text{ h/año}] = 3878033 \text{ m}^3(\text{n})/\text{año.}$$