



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.

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 [3 puntos]

Tense unha caldeira pirotubular de gas natural (GN) que se emprega para a produción continua de vapor saturado, cos seguintes datos de partida:

- Producción de vapor real: 10 ton/h
- Presión de traballo: 6 bar (manométrica)
- Presión máxima de servizo: 8 kg/cm^2
- Presión máxima admisible: 9 kg/cm^2
- Volume total da caldeira: $16,9 \text{ m}^3$
- Salinidade da auga de achega: 1000 p.p.m
- Salinidade máxima na auga da caldeira: 3500 p.p.m
- Poder calorífico inferior GN (H_i): $10304 \text{ kcal/m}^3(\text{n})$
- $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$

Se tiene una caldera pirotubular de gas natural (GN) que se emplea para la producción continua de vapor saturado, con los siguientes datos de partida:

- *Producción de vapor real: 10 ton/h*
- *Presión de trabajo: 6 bar (manométrica)*
- *Presión máxima de servicio: 8 kg/cm^2*
- *Presión máxima admisible: 9 kg/cm^2*
- *Volumen total de la caldera: $16,9 \text{ m}^3$*
- *Salinidad del agua de aportación: 1000 p.p.m.*
- *Salinidad máxima en el agua de la caldera: 3500 p.p.m.*
- *Poder calorífico inferior GN (H_i): $10304 \text{ kcal/m}^3(\text{n})$*
- *$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$*



Propiedades da auga saturada (líquida - vapor): táboa de presións

Propiedades del agua saturada (líquido - vapor): tabla de presiones

		Entalpía		
		kJ / kg		
Presión bar	Temp. °C	Líquido sat, h_f	Vapor vaporiz., h_{fg}	Vapor sat, h_g
0,04	28,96	121,46	2432,9	2554,4
0,06	36,16	151,53	2415,9	2567,4
0,08	41,51	173,88	2403,1	2577,0
0,10	45,81	191,83	2392,8	2584,7
0,20	60,06	251,40	2358,3	2609,7
0,30	69,10	289,23	2336,1	2625,3
0,40	75,87	317,58	2319,2	2636,8
0,50	81,33	340,49	2305,4	2645,9
0,60	85,94	359,86	2293,6	2653,5
0,70	89,95	376,70	2283,3	2660,0
0,80	93,50	391,66	2274,1	2665,8
0,90	96,71	405,15	2265,7	2670,9
1,00	99,63	417,46	2258,0	2675,5
1,50	111,4	467,11	2226,5	2693,6
2,00	120,2	504,70	2201,9	2706,7
2,50	127,4	535,37	2181,5	2716,9
3,00	133,6	561,47	2163,8	2725,3
3,50	138,9	584,33	2148,1	2732,4
4,00	143,6	604,74	2133,8	2738,6
4,50	147,9	623,25	2120,7	2743,9
5,00	151,9	640,23	2108,5	2748,7
6,00	158,9	670,56	2086,3	2756,8
7,00	165,0	697,22	2066,3	2763,5

Nota: as presións indicadas na táboa son presións absolutas.

Nota: las presiones indicadas en la tabla son presiones absolutas

1. De que clase sería a caldeira? [0,75 puntos]

¿De qué clase sería la caldera? [0,75 puntos]

2. Se o consumo horario de gas natural é de 505 m³(n), cal será o rendemento instantáneo da caldeira? [0,75 puntos]

Si el consumo horario de gas natural es de 505 m³(n), ¿cuál será el rendimiento de la caldera? [0,75 puntos]

3. Se temos un retorno de condensados do 75 %, calcular o caudal de purga continua necesario para manter a salinidade requirida no interior da caldeira. [1,5 puntos]

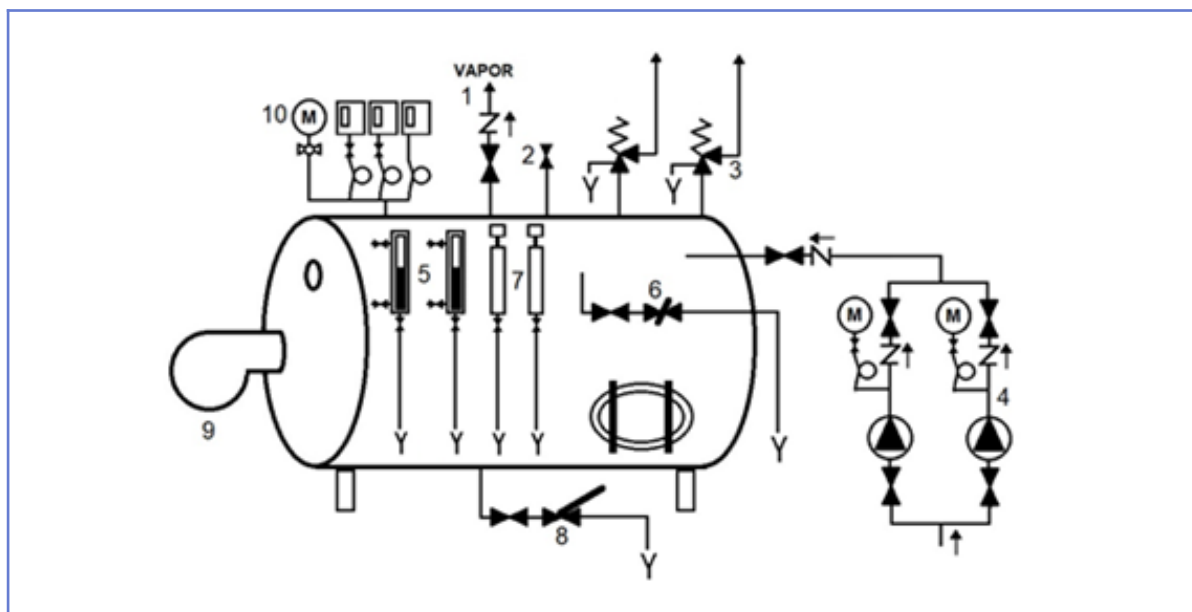
Si tenemos un retorno de condensados del 75 %, calcular el caudal de purga continua necesario para mantener la salinidad requerida en el interior de la caldera. [1,5 puntos]



Problema 2 [2 puntos: 0,25 puntos cada operación relacionada correctamente]

O seguinte debuxo representa unha caldeira industrial de produción de vapor. Relacione os números que se indican no debuxo coas operacións recollidas na táboa 1.

El dibujo siguiente representa una caldera industrial de producción de vapor. Relacione los números que se indican en dicho dibujo con las operaciones recogidas en la tabla 1.



- a) Se se vai encher de auga a caldeira, que válvula habería que abrir para que saia o aire?
- b) No caso de querer eliminar sales, sobre que válvula habería que operar?
- c) Para a alimentación de auga da caldeira, que sistema habería que activar?
- d) No caso de exceder a presión de traballo, que elemento actuaría para aliviar a presión?
- e) Cando a caldeira estea a traballar, a través de que elemento se observará o nivel de auga e de vapor?
- f) Unha vez posta a réxime a caldeira, que válvula habería que abrir para que saia vapor?
- g) No caso de querer eliminar lodos, sobre que válvula habería que operar?
- h) Cando a caldeira estea a traballar, a través de que elemento se observará a presión?

- a) Si se va a llenar de agua la caldera, ¿qué válvula habría que abrir para que salga el aire?
- b) En caso de querer eliminar sales, ¿sobre qué válvula habría que operar?
- c) Para la alimentación de agua de la caldera, ¿qué sistema habría que activar?
- d) En caso de exceder la presión de trabajo, ¿qué elemento actuaría para aliviar la presión?
- e) Cuando la caldera esté trabajando, ¿a través de qué elemento se observará el nivel de agua y de vapor?
- f) Una vez puesta a régimen la caldera, ¿qué válvula habría que abrir para que salga vapor?
- g) En caso de querer eliminar lodos, ¿sobre qué válvula habría que operar?
- h) Cuando la caldera esté trabajando, ¿a través de qué elemento se observará la presión?

Táboa 1 / Tabla 1



Problema 3 [3 puntos: 1 punto cada cuestión]

Tense unha caldeira de potencia 35 kW con fogar a unha sobrepresión de 7 mbar e un rendemento do 90 %, que dispón dun queimador de gasóleo dunha soa etapa.

Poder calorífico inferior do gasóleo (H_i) = 10500 kcal/kg

Densidade do gasóleo (ρ) = 860 kg/m³

Se tiene una caldera de potencia 35 kW con hogar a una sobrepresión de 7 mbar y un rendimiento del 90 %, que dispone de un quemador de gasóleo de una sola etapa.

Poder calorífico inferior del gasóleo (H_i) = 10500 kcal/kg

Densidad del gasóleo (ρ) = 860 kg/m³

Pulverizador G.P.H.	Presión bomba bar							
	7	8	9	10	11	12	13	14
0,40	1,27	1,36	1,44	1,52	1,59	1,67	1,73	1,80
0,50	1,59	1,70	1,80	1,90	1,99	2,08	2,17	2,25
0,60	1,91	2,04	2,16	2,28	2,39	2,50	2,60	2,70
0,65	2,07	2,21	2,34	2,47	2,59	2,71	2,82	2,92
0,75	2,38	2,55	2,70	2,85	2,99	3,12	3,25	3,37
0,85	2,70	2,89	3,06	3,23	3,39	3,54	3,68	3,82
1,00	3,18	3,40	3,61	3,80	3,99	4,16	4,33	4,50
1,10	3,50	3,74	3,97	4,18	4,38	4,58	4,77	4,95
Caudal pulverización en Kg/h								

1. Determinar o caudal do gasóleo, en kg/h.

Determinar el caudal del gasóleo, en kg/h.

2. Cantos litros de gasóleo consumirá traballando en continuo durante 10 horas?

¿Cuántos litros de gasóleo consumirá trabajando de continuo durante 10 horas?

3. Seleccionar a boquilla necesaria para un réxime de traballo do queimador a 12 bar.

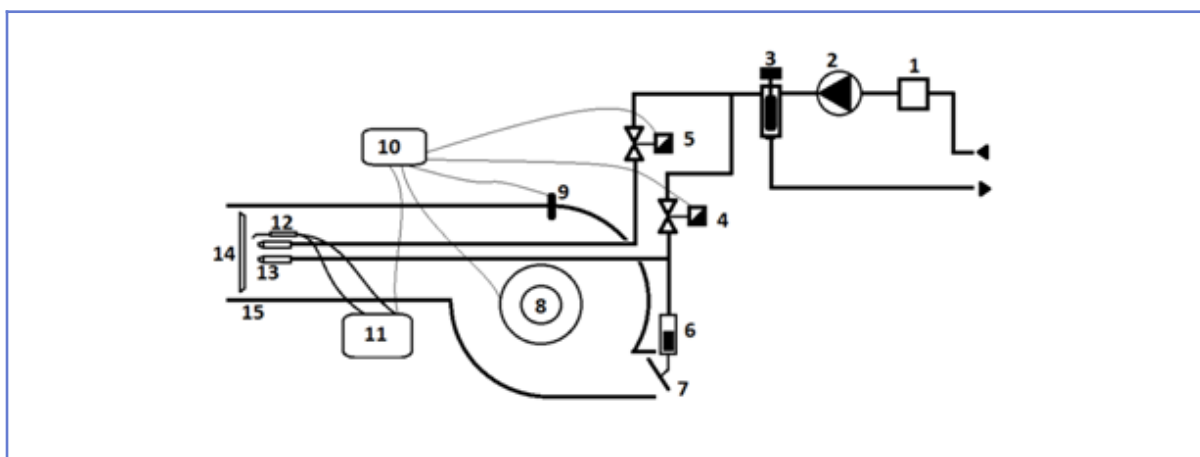
Seleccionar la boquilla necesaria para un régimen de trabajo del quemador a 12 bar.



Problema 4 [2 puntos: 0,40 cada cuestión]

Tendo en conta o esquema de funcionamento do seguinte queimador, responda ás seguintes cuestións na folia de respostas.

Teniendo en cuenta el esquema de funcionamiento del siguiente quemador, responda a las siguientes cuestiones en la hoja de respuestas:



Lenda	Leyenda
1. Filtro de gasóleo.	1. Filtro de gasóleo.
2. Bomba de gasóleo.	2. Bomba de gasóleo.
3. Regulador de presión.	3. Regulador de presión.
4. Electroválvula de 2ª lapa.	4. Electroválvula de 2ª llama.
5. Electroválvula de 1ª lapa.	5. Electroválvula de 1ª llama.
6. Servopistón entrada aire.	6. Servopistón entrada aire.
7. Clapeta entrada aire.	7. Clapeta entrada aire.
8. Motor ventilador e bomba de gasóleo.	8. Motor ventilador y bomba de gasóleo.
9. Fotocélula.	9. Fotocélula.
10. Central.	10. Centralita.
11. Transformador acendemento.	11. Transformador de encendido.
12. Eléctrodos de acendemento.	12. Electroodos de encendido.
13. Pulverizadores.	13. Pulverizadores.
14. Disco estabilizador.	14. Disco estabilizador.
15. Tubo de lapa.	15. Tubo de llama.



1. Cantas lapas ten a pleno rendemento?

¿Cuántas llamas tiene a pleno rendimiento?

2. Cando traballará o servopistón que leva o número 6 no esquema?

¿Cuándo trabajará el servopistón que lleva el número 6 en el esquema?

3. No caso de que haxa residuos carbonizados entre os elementos 12 e 13 do esquema, que ocorrería ao traballar o transformador de acendemento?

En caso de que halla residuos carbonizados entre los elementos 12 y 13 del esquema, ¿qué ocurriría al trabajar el transformador de encendido?

4. Se o elemento marcado co número 9 está sucio, que ocorrería ao facer o queimador o ciclo de acendemento?

Si el elemento marcado con el número 9 está sucio, ¿qué ocurriría al hacer el quemador el ciclo de encendido?

5. Se a electroválvula marcada co número 5 ten a bobina queimada, podería acender o queimador cando entre a segunda lapa?

Si la electroválvula marcada con el número 5 tiene la bobina quemada, ¿podría encender el quemador cuando entre la segunda llama?



3. Solucións

Problema 1

Cuestión 1

Tendo en conta os datos do enunciado:

$$P_{ms} \cdot V_T = 8 \cdot 16.900 = 135200$$

Segundo o regulamento, unha caldeira pirotubular con $P_{ms} \cdot V_T > 15.000$ será de **Clase segunda**.

Teniendo en cuenta los datos del enunciado:

$$P_{ms} \cdot V_T = 8 \cdot 16.900 = 135200$$

*Según el reglamento, una caldeira pirotubular con $P_{ms} \cdot V_T > 15.000$ será de **Clase segunda**.*

Cuestión 2

A potencia consumida será:

A potencia consumida será:

$$P_{CONS} = C_{HORARIO} \cdot H_i$$

Onde:

$$P_{CONS} = \text{Potencia consumida.}$$

$$C_{HORARIO} = \text{Consumo horario} = 505 \text{ m}^3(\text{n}) / \text{h}$$

$$H_i = \text{Poder calorífico inferior} = 10.304 \text{ kcal/m}^3(\text{n})$$

Por tanto:

$$P_{CONS} = 505 \text{ m}^3(\text{n}) / \text{h} \cdot 1/3600 \text{ h/s} \cdot 10.304 \text{ kcal/m}^3(\text{n}) \cdot 4,18 \text{ kJ/kcal} = 6041,86 \text{ kW}$$

Para o cálculo da potencia útil empregamos os valores extraídos da táboa que se achega:

Para el cálculo de la potencia útil empleamos los valores extraídos de la tabla que se adjunta:



		Entalpía		
		kJ / kg		
Presión	Temp.	Líquido	Vapor	Vapor
bar	°C	sat.	vaporiz.	sat.
		h_f	h_{fg}	h_g
0,04	28,96	121,46	2432,9	2554,4
0,06	36,16	151,53	2415,9	2567,4
0,08	41,51	173,88	2403,1	2577,0
0,10	45,81	191,83	2392,8	2584,7
0,20	60,06	251,40	2358,3	2609,7
0,30	69,10	289,23	2336,1	2625,3
0,40	75,87	317,58	2319,2	2636,8
0,50	81,33	340,49	2305,4	2645,9
0,60	85,94	359,86	2293,6	2653,5
0,70	89,95	376,70	2283,3	2660,0
0,80	93,50	391,66	2274,1	2665,8
0,90	96,71	405,15	2265,7	2670,9
1,00	99,63	417,46	2258,0	2675,5
1,50	111,4	467,11	2226,5	2693,6
2,00	120,2	504,70	2201,9	2706,7
2,50	127,4	535,37	2181,5	2716,9
3,00	133,6	561,47	2163,8	2725,3
3,50	138,9	584,33	2148,1	2732,4
4,00	143,6	604,74	2133,8	2738,6
4,50	147,9	623,25	2120,7	2743,9
5,00	151,9	640,23	2108,5	2748,7
6,00	158,9	670,56	2086,3	2756,8
7,00	165,0	697,22	2066,3	2763,5

$$P_{\text{UTIL}} = \Delta H \cdot Q = (2763,5 - 697,22) \text{ kJ/kg} \cdot 2,778 \text{ kg/s} = 5740 \text{ kW}$$

O rendemento (η) será:

El rendimiento (η) será:

$$\eta = P_{\text{UTIL}} / P_{\text{CONS}} = 5740 \text{ kW} / 6041,86 \text{ kW} = 0,95 \Rightarrow \eta = 95\%$$

Cuestión 3

Asumindo que a densidade da auga é 1 kg/l, teremos que facer un balance dos diferentes compoñentes a controlar:

Asumiendo que la densidad del agua es 1 kg/l, tendremos que hacer un balance de los diferentes componentes a controlar:

$$P \cdot S = V \cdot A + P \cdot A \Rightarrow P = \frac{A}{S - A} \cdot V$$

P = Caudal de purga, en l/h

S = Salinidade total na caldeira, en ppm

A = Salinidade na auga de achega, en ppm

V = Caudal de achega, en l/h

P = Caudal de purga, en l/h

S = Salinidad total en la caldera, en ppm

A = Salinidad en el agua de aportación, en ppm

V = Caudal de aportación, en l/h



Por tanto:

$$P \cdot 3500 = (0 \cdot 7500) + 1000 \cdot (2500 + P) ;$$

$$P \cdot (3500 - 1000) = 1000 \cdot 2500 ;$$

$$P = 2500000 / 2500 = 1000 \text{ litros/hora}$$

Problema 2

- a) 2
- b) 6
- c) 4
- d) 3
- e) 5
- f) 1
- g) 8
- h) 10

Problema 3

Cuestión 1

Calculamos o caudal de combustible sabendo que:

$$C = P / (\eta \cdot H_i)$$

Onde:

C = caudal de combustible (kg/hora)

P = potencia = 35 kW = 30100 kcal/hora

η = rendemento = 90 %

Por tanto:

$$C = 30100 \text{ kcal/hora} / (0,90 \cdot 10500 \text{ kcal/kg}) = 3,18 \text{ kg/hora}$$

Calculamos el caudal de combustible sabiendo que:

$$C = P / (\eta \cdot H_i)$$



Donde:

$C = \text{caudal de combustible (kg/hora)}$

$P = \text{potencia} = 35 \text{ kW} = 30100 \text{ kcal/hora}$

$\eta = \text{rendimiento} = 90 \%$

Por tanto:

$C = 30100 \text{ kcal/hora} / (0,90 \cdot 10500 \text{ kcal/kg}) = 3,18 \text{ kg/hora}$

Cuestión 2

O volume de combustible consumido traballando durante 10 horas será:

$$V = C \cdot t / \rho$$

Onde:

$V = \text{volume}$

$C = \text{caudal} = 3,18 \text{ kg/hora}$

$t = \text{tempo} = 10 \text{ horas}$

$\rho = \text{densidade do gasóleo} = 0,86 \text{ kg/l}$

Por tanto:

$V = 3,18 \text{ kg/hora} \cdot 10 \text{ horas} / 0,86 \text{ kg/l} = 36,97 \text{ litros de combustible}$

El volumen de combustible consumido trabajando durante 10 horas será:

$$V = C \cdot t / \rho$$

Donde:

$V = \text{volumen}$

$C = \text{caudal} = 3,18 \text{ kg/hora}$

$t = \text{tiempo} = 10 \text{ horas}$

$\rho = \text{densidad del gasóleo} = 0,86 \text{ kg/l}$

Por tanto:

$V = 3,18 \text{ kg/hora} \cdot 10 \text{ horas} / 0,86 \text{ kg/l} = 36,97 \text{ litros de combustible}$



Cuestión 3

A boquilla necesaria obtense consultando a táboa que se achega e será de 0,85 GHP.

La boquilla necesaria se obtiene consultando la tabla que se adjunta y será de 0,85 GHP.

Pulverizador G.P.H.	Presión bomba bar							
	7	8	9	10	11	12	13	14
0,40	1,27	1,36	1,44	1,52	1,59	1,67	1,73	1,80
0,50	1,59	1,70	1,80	1,90	1,99	2,08	2,17	2,25
0,60	1,91	2,04	2,16	2,28	2,39	2,50	2,60	2,70
0,65	2,07	2,21	2,34	2,47	2,59	2,71	2,82	2,92
0,75	2,38	2,55	2,70	2,85	2,99	3,12	3,25	3,37
0,85	2,70	2,89	3,06	3,26	3,40	3,54	3,68	3,82
1,00	3,18	3,40	3,61	3,80	3,99	4,16	4,33	4,50
1,10	3,50	3,74	3,97	4,18	4,38	4,58	4,77	4,95
Caudal pulverización en Kg/h								

Problema 4

Cuestión 1

A pleno rendemento prodúcense 2 lapas.

A pleno rendimiento se producen 2 llamas.

Cuestión 2

O servopistón indicado co número 6 no esquema traballará cando abra a electroválvula da segunda lapa para achegar máis aire.

El servopistón indicado con el número 6 en el esquema trabajará cuando abra la electroválvula de la segunda llama para aportar más aire.

Cuestión 3

Non se produciría chispa ao non existir separación entre os compoñentes.

No se produciría chispa al no existir separación entre los componentes.

Cuestión 4

Bloquearíase o queimador ao non detectar lapa.

Se bloquearía el quemador al no detectar llama.

Cuestión 5

Non, xa que os eléctrodos actívanse coa primeira lapa, e a segunda chama acende co lume da primeira. Aínda que entrasen en paralelo coa segunda lapa, con esa distancia, non habería chispa.

No, porque los electrodos se activan con la primera llama, y la segunda enciende con la llama de la primera. Aunque entrasen en paralelo con la segunda llama con esa distancia no habría chispa.