



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 [2 puntos]

Determinar a potencia consumida no sobrequentador dunha caldeira de xeración de vapor a unha presión absoluta de 10 bar requentado a 240°C. A produción de vapor será de 1000 kg/h.

Determinar la potencia consumida en el sobrecalentador de una caldera de generación de vapor a una presión absoluta de 10 bar recalentado a 240°C. La producción de vapor será de 1000 kg/h.

T °C	v m ³ /kg	h kJ / kg
$p = 10,0 \text{ bar} = 1,0 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 179,91 \text{ }^\circ\text{C}$)		
Sat	0,1944	2778,1
200	0,2060	2827,9
240	0,2275	2920,4
280	0,2480	3008,2
320	0,2678	3093,9
360	0,2873	3178,9
400	0,3066	3263,9
440	0,3257	3349,3
500	0,3541	3478,5
540	0,3729	3565,6
600	0,4011	3697,9
640	0,4198	3787,2

Nota: Presión absoluta

Problema 2 [3 puntos; 1 por cada cuestión]

A análise dos fumes dunha caldeira que queima gas natural deu como resultado os seguintes datos:

- Porcentaxe de O₂ nos fumes: 3 %.
- Temperatura de saída de fumes: 165° C.
- Temperatura ambiente: 25° C.
- Concentración de CO nos fumes: 110 ppm.
- Concentración de hidrocarburos nos fumes: 60 ppm.

Nota: perdas fixas do 3 %; perdas por fumes (calor sensible) 6,5 %.

El análisis de los humos de una caldera que quema gas natural dio como resultado los siguientes datos:

- Porcentaje de O₂ en los humos: 3%.
- Temperatura de salida de humos: 165° C
- Temperatura ambiente: 25° C.
- Concentración de CO en los humos: 110 ppm.
- Concentración de hidrocarburos en los humos: 60 ppm

Nota: pérdidas fijas del 3 %; pérdidas por humos (calor sensible) 6,5 %.

1. Calcular a porcentaxe de perdas por inquemados.

Calcular el porcentaje de pérdidas por inquemados.

$$P_i = \frac{21}{21 - O_2} \cdot \left(\frac{[CO]}{3100} + \frac{[HIDROCARB]}{1000} + \frac{[OPACIDADE]}{65} \right) \cdot 100$$

2. Calcular o rendemento da instalación.

Calcular el rendimiento de la instalación.

3. Determinar a potencia útil da caldeira, sabendo que a potencia nominal desta é de 1400 kW.

Determinar la potencia útil de la caldera, sabiendo que la potencia nominal de la misma es de 1400 kW.



Problema 3 [3 puntos]

Nunha caldeira cos seguintes datos:

- Salinidade da auga depurada: 1000 ppm.
- Produción de vapor real: 6000 kg/hora.
- Presión de traballo: 8 bar.
- Salinidade desexada na auga da caldeira: 6500 ppm.

En una caldera con los siguientes datos:

- *Salinidad del agua depurada: 1000 ppm.*
- *Producción de vapor real: 6000 kg/hora.*
- *Presión de trabajo: 8 bar.*
- *Salinidad deseada en el agua de la caldera: 6500 ppm.*

1. Calcular o caudal de purga se temos un retorno de condensados do 70%. [1,75 puntos]

Calcular el caudal de purga si tenemos un retorno de condensados del 70%. [1,75 punto]

2. Para a mesma caldeira, calcular o caudal auga de achega se hai un 80% de recuperación de condensados. [1,25 puntos]

Para la misma caldera, calcular el caudal de agua de aportación si hay un 80% de recuperación de condensados. [1,25 puntos]

Problema 4 [2 puntos]

Tendo en conta os niveis de inspección (A, B e C) dos equipamentos a presión, recollidos no RD 2060/2008, indique a que nivel/niveis de inspección corresponden as seguintes actividades:

- a) Comprobación da estanquidade do circuito de gases.
- b) Inspección da deformación dos elementos da caldeira.
- c) Inspección das soldaduras do tubo fogar.
- d) Inspección dos virotillos e tirantes.
- e) Inspección visual do circuito de fumes e das partes sometidas a presión.
- f) Regulación e precinto das válvulas de seguridade ou de alivio.
- g) Comprobación do funcionamento dos elementos de operacións e das seguridades da caldeira.
- h) Proba hidrostática.

Teniendo en cuenta los niveles de inspección (A, B y C) de los equipos a presión, recogidos en el RD 2060/2008, indica a qué nivel/niveles de inspección corresponden las siguientes actividades:

- a) Comprobación de la estanqueidad del circuito de gases.*
- b) Inspección de la deformación de los elementos de la caldera.*
- c) Inspección de las soldaduras del tubo de hogar.*
- d) Inspección de los virotillos y tirantes.*
- e) Inspección visual del circuito de humos y de las partes sometidas a presión.*
- f) Regulación y precinto de las válvulas de seguridad o de alivio.*
- g) Comprobación del funcionamiento de los elementos de operaciones y de las seguridades de la caldera.*
- h) Prueba hidrostática.*



3. Solucións

Problema 1

Segundo a táboa que se achega correspondente a unha presión de 10 bar temos unha entalpía en saturación de 2778,1 kJ/kg. No caso do vapor requeitado a 240°C a entalpía será 2920,4 kJ/kg e por tanto para unha produción de vapor de 1000 kg/h = 0,278 kg/s a potencia será:

$$P = 0,278 \text{ kg/s} \cdot (2920,4 - 2778,1) \text{ kJ/kg} = 39,56 \text{ kJ/s} = 39,56 \text{ kW}$$

Según la tabla que se adjunta correspondiente a una presión de 10 bar tenemos una entalpía en saturación de 2778,1 kJ/kg. En el caso de vapor recalentado a 240°C la entalpía será 2920,4 kJ/kg y por tanto para una producción de vapor de 1000 kg/h = 0,278 kg/s la potencia será:

$$P = 0,278 \text{ kg/s} \cdot (2920,4 - 2778,1) \text{ kJ/kg} = 39,56 \text{ kJ/s} = 39,56 \text{ kW}$$

Problema 2

1.

A porcentaxe de perdas por inqueimados será:

$$P_i = \frac{21}{21-3} \cdot \left[\frac{110}{3100} + \frac{60}{1000} + \frac{0}{65} \right] \cdot 100 = 11,14$$

Nota: A opacidade só se considera en combustibles sólidos e líquidos.

Nota: La opacidad sólo se considera en combustibles sólidos y líquidos.

2.

O rendemento da instalación é:

El rendimiento de la instalación es:

$$\eta = 100 - P_i - P_f - P_{qs}$$

$$\eta = 100 - 11,14 - 3 - 6,5 = 79,36\%$$

η = Rendemento	η = Rendimiento
P_i = Perdas por inqueimados	P_i = Pérdidas por inquemados
P_f = Perdas fixas	P_f = Pérdidas fijas
P_{qs} = Perdas calor sensible	P_{qs} = Pérdidas calor sensible



3.

$$\eta = \frac{P_u}{P_n} \cdot 100 \quad 79,36 = \frac{P_u}{1400} \cdot 100 \quad P_u = 1111,04 \text{ kW}$$

η = Rendemento	η = Rendimiento
P_u = Potencia útil	P_u = Potencia útil
P_n = Potencia nominal	P_n = Potencia nominal

Problema 3

1.

$$M = S_c \cdot \% \text{condensados} + S_a \cdot \% \text{auga depurada} \quad M = 0 \cdot 0,7 + 1000 \cdot 0,3 = 300 \text{ ppm}$$

M = Salinidade auga de mestura/alimentación	M = Salinidad agua de mezcla/alimentación
S_c = Salinidade de condensados	S_c = Salinidad de condensados
S_a = Salinidade auga depurada	S_a = Salinidad agua depurada

$$P = \frac{M}{S - M} \cdot V \quad P = \frac{300}{6500 - 300} \cdot 6000 = 290,32 \text{ kg/h}$$

P = Caudal de purga	P = Caudal de purga
M = Salinidade auga de mestura/alimentación	M = Salinidad agua de mezcla/alimentación
S = Salinidade de auga desexada na caldeira	S = Salinidad de agua deseada en la caldera
V = Caudal de vapor de saída (kg/h)	V = Caudal de vapor de salida (kg/h)



2.

$$M = S_c \cdot \% \text{condensados} + S_a \cdot \% \text{auga depurada} \quad M = 0 \cdot 0,8 + 1000 \cdot 0,2 = 200 \text{ ppm}$$

<p>M = Salinidade auga de mestura/alimentación</p> <p>S_c = Salinidade de condensados</p> <p>S_a = Salinidade auga depurada</p>	<p>M = Salinidad agua de mezcla/alimentación</p> <p>S_c = Salinidad de condensados</p> <p>S_a = Salinidad agua depurada</p>
--	--

$$P = \frac{M}{S - M} \cdot V \quad P = \frac{200}{6500 - 200} \cdot 6000 = 190,47 \text{ kg/h}$$

<p>P = Caudal de purga</p> <p>M = Salinidade auga de mestura/alimentación</p> <p>S = Salinidade de auga desexada na caldeira</p> <p>V = Caudal de vapor de saída (kg/h)</p>	<p>P = Caudal de purga</p> <p>M = Salinidad agua de mezcla/alimentación</p> <p>S = Salinidad de agua deseada en la caldera</p> <p>V = Caudal de vapor de salida (kg/h)</p>
---	--

$$A = V + P \quad A = 6000 + 190,47 = 6190,47 \text{ kg/h}$$

<p>A = Caudal total de auga de entrada á caldeira</p> <p>V = Caudal de vapor de saída (kg/h)</p> <p>P = Caudal de purga</p>	<p>A = Caudal total de agua de entrada a la caldera</p> <p>V = Caudal de vapor de salida (kg/h)</p> <p>P = Caudal de purga</p>
--	---

$$A = \text{Retorno condensados} + \text{Auga de achega}$$

$$6190,47 = 6190,47 \cdot 0,8 + \text{Auga de achega} \quad \text{Auga de achega} = 1238,08 \text{ kg/h}$$

$$A = \text{Retorno condensados} + \text{Auga de aportación}$$

$$6190,47 = 6190,47 \cdot 0,8 + \text{Auga de aportación} \quad \text{Auga de aportación} = 1238,08 \text{ kg/h}$$



Problema 4

Nivel A: a), e), g)

Nivel B: a), b), e), f), g)

Nivel C: a), b), c), d), e), f), g), h)