



Proba de

Código

IGB

Instalador/ora de gas

Categoría B

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

- Material proporcionado polo tribunal.
- 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.

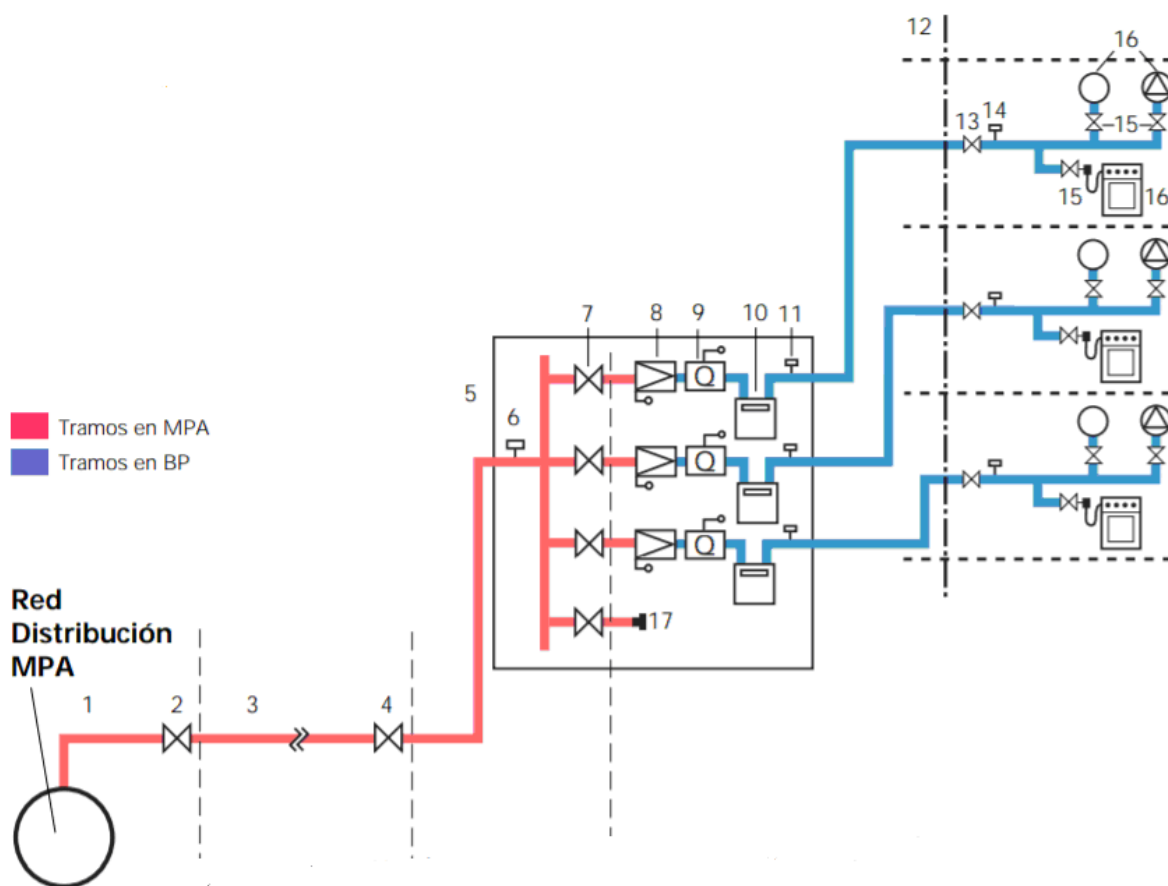


2. Exercicio

Problema 1 [2 puntos] [0,2 puntos cada resposta correcta]

Indicar o nome dos compoñentes numerados 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 que figuran no seguinte esquema:

Indicar el nombre de los componentes numerados 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 que figuran en el siguiente esquema:

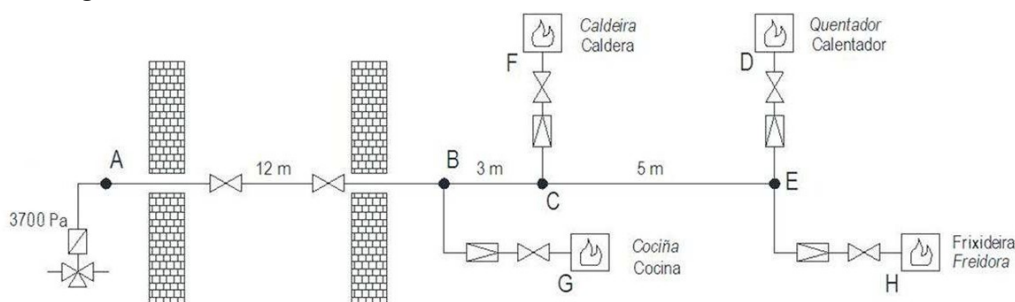




Problema 2 [4 puntos: 1 por cada cuestión]

Temos unha instalación receptora de gas butano ($H_s=11800$ kcal/kg) conectada a unha batería de botellas UD 125 que alimenta un restaurante. O regulador está situado a carón da batería. A presión de saída do regulador é de 3700 Pa, chegando ao punto E a 2800 Pa. O restaurante está equipado cunha cociña de 6000 kcal/h funcionando 3 h/día, unha caldeira de 10000 kcal/h funcionando 6 h/día, un calentador de 8000 kcal/h funcionando 5 h/día e unha frixideira de 1500 kcal/h funcionando 4 h/día. A vaporización das botellas é de $V_p=1,25$ kg/h.

Tenemos una instalación receptora de gas butano ($H_s=11800$ kcal/kg) conectada a una batería de botellas UD 125 que alimenta un restaurante. El regulador está junto a la batería. La presión de salida del regulador es de 3700 Pa, llegando al punto E a 2800 Pa. El restaurante está equipado con una cocina de 6000 kcal/h funcionando 3 h/día, una caldera de 10000 kcal/h funcionando 6 h/día, un calentador de 8000 kcal/h funcionando 5 h/día y una freidora de 1500 kcal/h funcionando 4 h/día. La vaporización de las botellas es de $V_p=1,25$ kg/h.



- 1.** Calcular o caudal simultáneo de cada aparello e o total en kg/día.

Calcular el caudal simultáneo de cada aparato y el total en kg/día.

- 2.** Calcular o número de botellas necesarias e a súa autonomía, así como a configuración necesaria para unha autonomía de 10 días.

Calcular el número de botellas necesarias y la autonomía de la misma, así como la configuración necesaria para una autonomía de 10 días.

- 3.** Calcular o caudal de cada tramo en kg/h (A-B, B-C, C-E, E-D, E-H).

Calcular el caudal de cada tramo en kg/h (A-B, B-C, C-E, E-D, E-H).

- 4.** Calcular a perda de carga por unidade de lonxitude no tramo A-E en mmcd/m.

Calcular la pérdida de carga por unidad de longitud en el tramo A-E en mmcd/m

NOTA:

A potencia de deseño P prevista para unha instalación de local, segundo a UNE 60670-4, calcúlase empregando a seguinte fórmula:

La potencia de diseño P para una instalación de local, según la UNE 60670-4, se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$P = (A + B + C + D + \dots) \cdot 1,1$$



Problema 3 [2 puntos: 1 por cada cuestión]

Un contador de gas para unha caldeira que está funcionando ao máximo rendemento contabiliza un consumo de $0,04 \text{ Nm}^3$ nun minuto de tempo. O PCS do gas empregado é de 9000 kcal/Nm^3 . Responda ás seguintes cuestións:

Un contador de gas para una caldera que está funcionando al máximo rendimiento contabiliza un consumo de $0,04 \text{ Nm}^3$ en un minuto de tiempo. El PCS del gas empleado es de 9000 kcal/Nm^3 . Responda a las siguientes cuestiones:

1. Calcular a potencia nominal da caldeira.

Calcular la potencia nominal de la caldera.

2. Se o rendemento da caldeira é do 93 % (referido ao PCS), cal é a potencia útil?

Si el rendimiento de la caldera es del 93 % (referido al PCS), ¿cuál es la potencia útil?

Problema 4 [2 puntos]

Dado un acumulador de auga quente sanitaria que quenta 50 litros de auga desde 12°C ata 37°C en 30 minutos, tendo en conta que funciona con propano de PCS $H_s=49,623 \text{ MJ/kg}$ e que ten un consumo de $0,32 \text{ kg/h}$. Cal sería o seu rendemento?

Dado un acumulador de agua caliente sanitaria que calienta 50 litros de agua desde 12°C hasta 37°C en 30 minutos, teniendo en cuenta que funciona con propano de PCS $H_s=49,623 \text{ MJ/kg}$ y que tiene un consumo de $0,32 \text{ kg/h}$. ¿Cuál sería su rendimiento?



3. Solucións

Problema 1

7. Chave de abonado. Fai as funcións de chave de entrada ao contador.
8. Regulador de abonado MPA/BP do modelo aceptado pola compañía de gas con válvula de seguridade por defecto de presión de rearme automático incorporada.
9. Limitador de caudal inserto na rosca de entrada do contador.
10. Contador G-4.
11. Toma de presión á saída do contador.
12. Límite da vivenda.
13. Chave da vivenda.
14. Toma de presión na vivenda.
15. Chave de conexión do aparello.
16. Aparello de utilización.
17. Previsión de novas instalacións individuais.

7. Llave de abonado. Hace las funciones de llave de entrada al contador.

8. Regulador de abonado MPA/BP de modelo aceptado por la compañía de gas con válvula de seguridad por defecto de presión de rearme automático incorporada.

9. Limitador de caudal insertado en la rosca de entrada del contador.

10. Contador G-4.

11. Toma de presión a la salida del contador.

12. Límite de vivienda.

13. Llave de vivienda.

14. Toma de presión en vivienda.

15. Llave de conexión de aparato.

16. Aparato de utilización.

17. Previsión de nuevas instalaciones individuales.



Problema 2

Cuestión 1

A potencia de diseño P prevista para unha instalación de un local segundo a UNE 60670-4 é:

$$P = (A + B + C + D + \dots) \cdot 1,1$$

sendo:

- A, B : consumos caloríficos dos aparellos de maior consumo (referidos a H_i).
- C, D : consumos caloríficos do resto de aparellos (referidos a H_i).
- $1,1$: coeficiente corrector (relación H_s/H_i).

Calculamos o caudal de cada aparello sabendo que:

$$Q = P / H_s$$

$$Q_{\text{cocina}} = [(6000 \cdot 1,1) \text{ kcal/h}] / [11800 \text{ kcal/kg}] = 0,56 \text{ kg/h} \cdot 3 \text{ h/día} = 1,68 \text{ kg/día}$$

$$Q_{\text{caldeira}} = [(10000 \cdot 1,1) \text{ kcal/h}] / [11800 \text{ kcal/kg}] = 0,93 \text{ kg/h} \cdot 6 \text{ h/día} = 5,59 \text{ kg/día}$$

$$Q_{\text{quentador}} = [(8000 \cdot 1,1) \text{ kcal/h}] / [11800 \text{ kcal/kg}] = 0,74 \text{ kg/h} \cdot 5 \text{ h/día} = 3,73 \text{ kg/día}$$

$$Q_{\text{frixideira}} = [(1500 \cdot 1,1) \text{ kcal/h}] / [11800 \text{ kcal/kg}] = 0,14 \text{ kg/h} \cdot 4 \text{ h/día} = 0,56 \text{ kg/día}$$

O caudal total será a suma dos caudais de cada aparello:

$$Q_{\text{total}} = 1,68 \text{ kg/día} + 5,59 \text{ kg/día} + 3,73 \text{ kg/día} + 0,56 \text{ kg/día} = 11,56 \text{ kg/día}$$

La potencia de diseño P prevista para una instalación de un local según la UNE 60670-4 es:

$$P = (A + B + C + D + \dots) \cdot 1,1$$

sendo:

- *A, B : consumos caloríficos de los aparatos de mayor consumo (referidos a H_i).*
- *C, D : consumos caloríficos del resto de aparatos (referidos a H_i).*
- *$1,1$: coeficiente corrector (relación H_s/H_i).*



Calculamos el caudal de cada aparato sabiendo que:

$$Q = P / H_s$$

$$Q_{\text{cocina}} = [(6000 \cdot 1,1) \text{ kcal/h}] / [11800 \text{ kcal/kg}] = 0,56 \text{ kg/h} \cdot 3 \text{ h/día} = 1,68 \text{ kg/día}$$

$$Q_{\text{caldera}} = [(10000 \cdot 1,1) \text{ kcal/h}] / [11800 \text{ kcal/kg}] = 0,93 \text{ kg/h} \cdot 6 \text{ h/día} = 5,59 \text{ kg/día}$$

$$Q_{\text{calentador}} = [(8000 \cdot 1,1) \text{ kcal/h}] / [11800 \text{ kcal/kg}] = 0,74 \text{ kg/h} \cdot 5 \text{ h/día} = 3,73 \text{ kg/día}$$

$$Q_{\text{freidora}} = [(1500 \cdot 1,1) \text{ kcal/h}] / [11800 \text{ kcal/kg}] = 0,14 \text{ kg/h} \cdot 4 \text{ h/día} = 0,56 \text{ kg/día}$$

El caudal total será la suma de los caudales de cada aparato:

$$Q_{\text{total}} = 1,68 \text{ kg/día} + 5,59 \text{ kg/día} + 3,73 \text{ kg/día} + 0,56 \text{ kg/día} = 11,56 \text{ kg/día}$$

Cuestión 2

Calculamos o caudal a partir das potencias de cada aparello tendo en conta que:

$$\begin{aligned} Q &= (P_{\text{cocina}} + P_{\text{caldeira}} + P_{\text{quentador}} + P_{\text{frixidoira}}) \cdot 1,10 / H_s = \\ &= [(6000 + 10000 + 8000 + 1500) \text{ kcal/h}] \cdot 1,10 / [11800 \text{ kcal/kg}] = 2,38 \text{ kg/hora} \end{aligned}$$

Polo tanto o número de envases necesario será:

$$N = Q / V_p = (2,38 \text{ kg/hora}) / (1,25) = 1,9 \sim 2 \text{ envases (2+2)}$$

A autonomía dos envases de servizo e reserva será:

$$A = [(2+2) \cdot 12,5 \text{ kg/botella}] / [11,56 \text{ kg/día}] = 4,33 \text{ días}$$

Calculamos o número de envases N necesario para garantir unha autonomía mínima de 10 días cos envases de servizo e reserva:

$$N = Q_{\text{total}} \cdot N / C_{\text{botella}}$$

sendo:

- Q_{total} = caudal total.
- N = número de días.
- C_{botella} = capacidade de cada botella.



$$N = [(11,56 \text{ kg/día}) \cdot 10 \text{ días}] / [12,5 \text{ kg/botella}] = 9,25 \text{ envases}$$

Xa que logo instalárase unha configuración de 5+5 envases, xa que no cálculo por autonomía obtemos 9,25 envases.

Calculamos el caudal a partir de las potencias de cada aparato teniendo en cuenta que:

$$\begin{aligned} Q &= (P_{\text{cocina}} + P_{\text{caldeira}} + P_{\text{calentador}} + P_{\text{freidora}}) \cdot 1,10 / H_S = \\ &= [(6000 + 10000 + 8000 + 1500) \text{ kcal/h}] \cdot 1,10 / [11800 \text{ kcal/kg}] = 2,38 \text{ kg/hora} \end{aligned}$$

Por tanto el número de envases necesario será:

$$N = Q / V_p = (2,38 \text{ kg/hora}) / (1,25) = 1,9 \sim 2 \text{ envases (2+2)}$$

La autonomía de los envases de servicio y reserva será:

$$A = [(2+2) \cdot 12,5 \text{ kg/botella}] / [11,56 \text{ kg/día}] = 4,33 \text{ días}$$

Calculamos el número de envases N necesario para garantizar una autonomía mínima de 10 días con los envases de servicio y reserva:

$$N = Q_{\text{total}} \cdot N / C_{\text{botella}}$$

siendo:

- Q_{total} = caudal total.
- N = número de días.
- C_{botella} = capacidad de cada botella

por tanto:

$$N = [(11,56 \text{ kg/día}) \cdot 10 \text{ días}] / [12,5 \text{ kg/botella}] = 9,25 \text{ envases}$$

Debe instalarse una configuración de 5+5 envases, ya que en el cálculo por autonomía obtenemos 9,25 envases.



Cuestión 3

Calculamos o caudal de deseño para un local empregando a fórmula recollida na norma UNE 60670-4:

$$Q = P / H_s = (A + B + C + D) \cdot 1,10 / H_s$$

$$Q_{si\ AB} = [(6000 + 10000 + 8000 + 1500) \text{ kcal/h}] \cdot 1,10 / [11800 \text{ kcal/kg}] = 2,38 \text{ kg/hora}$$

$$Q_{si\ BG} = (6000 \text{ kcal/h} \cdot 1,1) / (11800 \text{ kcal/kg}) = 0,56 \text{ kg/h}$$

$$Q_{si\ BC} = [(10000 + 8000 + 1500) \text{ kcal/h}] \cdot 1,10 / [11800 \text{ kcal/kg}] = 1,82 \text{ kg/hora}$$

$$Q_{si\ CE} = [(8000 + 1500) \text{ kcal/h}] \cdot 1,10 / [11800 \text{ kcal/kg}] = 0,89 \text{ kg/hora}$$

$$Q_{si\ CF} = (10000 \text{ kcal/h} \cdot 1,1) / (11800 \text{ kcal/kg}) = 0,93 \text{ kg/h}$$

$$Q_{si\ ED} = (8000 \text{ kcal/h} \cdot 1,1) / (11800 \text{ kcal/kg}) = 0,75 \text{ kg/h}$$

$$Q_{si\ EH} = (1500 \text{ kcal/h} \cdot 1,1) / (11800 \text{ kcal/kg}) = 0,14 \text{ kg/h}$$

Calculamos el caudal de diseño para un local empleando la fórmula recogida en la norma UNE 60670-4:

$$Q = P / H_s = (A + B + C + D) \cdot 1,10 / H_s$$

$$Q_{si\ AB} = [(6000 + 10000 + 8000 + 1500) \text{ kcal/h}] \cdot 1,10 / [11800 \text{ kcal/kg}] = 2,38 \text{ kg/hora}$$

$$Q_{si\ BG} = (6000 \text{ kcal/h} \cdot 1,1) / (11800 \text{ kcal/kg}) = 0,56 \text{ kg/h}$$

$$Q_{si\ BC} = [(10000 + 8000 + 1500) \text{ kcal/h}] \cdot 1,10 / [11800 \text{ kcal/kg}] = 1,82 \text{ kg/hora}$$

$$Q_{si\ CE} = [(8000 + 1500) \text{ kcal/h}] \cdot 1,10 / [11800 \text{ kcal/kg}] = 0,89 \text{ kg/hora}$$

$$Q_{si\ CF} = (10000 \text{ kcal/h} \cdot 1,1) / (11800 \text{ kcal/kg}) = 0,93 \text{ kg/h}$$

$$Q_{si\ ED} = (8000 \text{ kcal/h} \cdot 1,1) / (11800 \text{ kcal/kg}) = 0,75 \text{ kg/h}$$

$$Q_{si\ EH} = (1500 \text{ kcal/h} \cdot 1,1) / (11800 \text{ kcal/kg}) = 0,14 \text{ kg/h}$$



Cuestión 4

Para compensar a perda de carga tómasse como lonxitude da tubaxe a lonxitude real incrementada nun 20 %, a cal se denomina lonxitude equivalente:

$$L_E = 1,2 \cdot L_R$$

onde:

L_E = Lonxitude equivalente.

L_R = Lonxitude real.

Polo tanto:

$$L_E = 1,2 \cdot 20 \text{ m} = 24 \text{ m}$$

Calculamos a perda de carga no tramo A-E:

$$P_{cAE} = (P_A - P_E) / L_E$$

sendo:

- P_{cAE} = Perda de carga no tramo A-E.
- P_A = Presión no punto A.
- P_E = Presión no punto E.
- L_E = Lonxitude equivalente.

$$P_{cAE} = (3700 \text{ Pa} - 2800 \text{ Pa}) / 24 \text{ m} = 37,5 \text{ Pa} / \text{m} \cdot 0,102 \text{ mmcda} = 3,83 \text{ mmcda}$$

Para compensar la perdida de carga se toma como longitud de la tubería la longitud real incrementada en 20 %, a la cual se denomina longitud equivalente:

$$L_E = 1,2 \cdot L_R$$

onde:

L_E = Longitud equivalente.

L_R = Longitud real.

Por tanto:

$$L_E = 1,2 \cdot 20 \text{ m} = 24 \text{ m}$$



Calculamos la pérdida de carga en el tramo A-E:

$$P_{cAE} = (P_A - P_E) / L_E$$

siendo:

- P_{cAE} = Pérdida de carga en el tramo A-E.

- P_A = Presión en el punto A.

- P_E = Presión en el punto E.

- L_E = Longitud equivalente.

$$P_{cAE} = (3700 \text{ Pa} - 2800 \text{ Pa}) / 24 \text{ m} = 37,5 \text{ Pa/m} \cdot 0,102 \text{ mmcda} = 3,83 \text{ mmcda}$$

Problema 3

Cuestión 1

$$P_{NOM} = C \cdot PCS$$

onde:

- P_{NOM} = potencia nominal.
- C = consumo en $\text{Nm}^3/\text{h} = (0,04 \text{ Nm}^3/\text{min}) \cdot (60 \text{ min/hora}) = 2,4 \text{ Nm}^3/\text{hora}$
- PCS = poder calorífico superior do gas = 9000 kcal/Nm^3

Polo tanto:

$$P_{NOM} = (2,4 \text{ Nm}^3/\text{hora}) \cdot (9000 \text{ kcal/Nm}^3) = 21600 \text{ kcal/hora}$$

$$P_{NOM} = C \cdot PCS$$

donde:

- P_{NOM} = potencia nominal.
- C = consumo en $\text{Nm}^3/\text{h} = (0,04 \text{ Nm}^3/\text{min}) \cdot (60 \text{ min/hora}) = 2,4 \text{ Nm}^3/\text{hora}$
- PCS = poder calorífico superior del gas = 9000 kcal/Nm^3



Por tanto:

$$P_{NOM} = (2,4 \text{ Nm}^3/\text{hora}) \cdot (9000 \text{ kcal/Nm}^3) = 21600 \text{ kcal/hora}$$

Cuestión 2

Calculamos a potencia útil (P_{UTIL}) multiplicando o rendemento (η) pola potencia nominal (P_{NOM}):

Calculamos la potencia útil (P_{UTIL}) multiplicando el rendimiento (η) por la potencia nominal (P_{NOM}):

$$P_{UTIL} = P_{NOM} \cdot \eta = 21600 \text{ kcal / hora} \cdot 0,93 = 20088 \text{ kcal / hora}$$

Problema 4

Para realizar o cálculo do rendemento, debemos previamente calcular a potencia útil e a potencia calorífica.

Calculamos a potencia útil:

$$P_{UTIL} = E_{UTIL} / t$$

onde:

- P_{UTIL} = potencia útil.
- E_{UTIL} = enerxía útil = $m \cdot C_e \cdot (T_2 - T_1) = 50 \text{ kg} \cdot 1 \text{ (kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C)} \cdot (37 - 12) ^\circ\text{C} = 1250 \text{ kcal}$
- t = tempo = 0,5 horas.

Xa que logo:

$$P_{UTIL} = 1250 \text{ kcal / 0,5 horas} = 2500 \text{ kcal/h.}$$

Calculamos a potencia calorífica:

$$P_{CALORÍFICA} = Q \cdot H_s$$

onde:

- Q = consumo = 0,32 kg/h.
- H_s = poder calorífico superior = 49,62 MJ / kg.



Xa que logo:

$$P_{\text{CALORÍFICA}} = 0,32 \text{ kg / h} \cdot 49,62 \text{ MJ / kg} = 15,88 \text{ MJ / h}.$$

Expresando o resultado en kcal / h:

$$P_{\text{CALORÍFICA}} = (15,88 \text{ MJ / h}) \cdot (1000 \text{ kJ / MJ}) \cdot (0,24 \text{ kcal / kJ}) = 3810,96 \text{ kcal / h}.$$

Calculamos o rendemento η :

$$\eta = P_{\text{UTIL}} / P_{\text{CALORÍFICA}} = (2500 \text{ kcal / h}) / (3810,96 \text{ kcal / h}) = 0,656.$$

O rendemento expresado en tanto por cento é do 65,60 %.

Para realizar el cálculo del rendimiento, debemos previamente calcular la potencia útil y la potencia calorífica.

Calculamos la potencia útil:

$$P_{\text{UTIL}} = E_{\text{UTIL}} / t$$

donde:

- P_{UTIL} = potencia útil.
- E_{UTIL} = energía útil = $m \cdot C_e \cdot (T_2 - T_1) = 50 \text{ kg} \cdot 1 \text{ (kcal / kg} \cdot ^\circ\text{C)} \cdot (37 - 12)^\circ\text{C} = 1250 \text{ kcal}$
- t = tiempo = 0,5 horas.

Por tanto:

$$P_{\text{UTIL}} = 1250 \text{ kcal} / 0,5 \text{ horas} = 2500 \text{ kcal / h}.$$

Calculamos la potencia calorífica:

$$P_{\text{CALORÍFICA}} = Q \cdot H_s$$

donde:

- Q = consumo = 0,32 kg / h.
- H_s = poder calorífico superior = 49,62 MJ / kg.



Por tanto:

$$P_{\text{CALORÍFICA}} = 0,32 \text{ kg} / \text{h} \cdot 49,62 \text{ MJ} / \text{kg} = 15,88 \text{ MJ} / \text{h}.$$

Expresando el resultado en kcal / h:

$$P_{\text{CALORÍFICA}} = (15,88 \text{ MJ} / \text{h}) \cdot (1000 \text{ kJ} / \text{MJ}) \cdot (0,24 \text{ kcal} / \text{kJ}) = 3810,96 \text{ kcal} / \text{h}.$$

Calculamos el rendimiento η :

$$\eta = P_{\text{UTIL}} / P_{\text{CALORÍFICA}} = (2500 \text{ kcal} / \text{h}) / (3810,96 \text{ kcal} / \text{h}) = 0,656.$$

El rendimiento expresado en tanto por ciento es del 65,60 %.