

Exercici 11

a) L'energia que cal per escalfar els 240 L (= 240 kg) d'aigua es calcula com

$$Q = mC_e\Delta T = 240 \cdot 4180 \cdot (45 - 10) = 35,112 \text{ MJ}$$

llavors

$$I_{dia} = 35,112 \text{ MJ} \times \frac{1 \text{ captador}}{2,2 \text{ m}^2} = 15,96 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

b) Per una banda cal tenir en compte el 60% de l'energia que calia abans per escalfar l'aigua, i per l'altre, cal tenir en compte que la irradiació s'ha reduït a la tercera part, llavors

$$\frac{60}{100} \cdot 35,112 \text{ MJ} \times \frac{1 \text{ m}^2}{\frac{15,96 \text{ MJ}}{3}} \times \frac{1 \text{ captador}}{2,2 \text{ m}^2} = 1,8 \text{ captadors}$$

llavors, és clar que calen 2 captadors.

c) Ara, els dos captadors proporcionen la següent quantitat d'energia

$$2 \text{ captadors} \times \frac{2,2 \text{ m}^2}{1 \text{ captador}} \times \frac{\frac{15,96 \text{ MJ}}{3}}{1 \text{ m}^2} = 23,408 \text{ MJ}$$

i l'energia que ha de proveir l'escalfador elèctric és

$$E_{electr} = 35,112 - 23,408 = 11,704 \text{ MJ} \times \frac{1 \text{ kWh}}{3,6 \text{ MJ}} = 3,25 \text{ kWh}$$

Exercici 12

a) Tenim, a partir de les dades del problema, i tenint en compte que per l'aigua $1 L = 1 kg$

$$E_1 = Q = mC_e\Delta T = 0,5 \cdot 4180 \cdot (120 - 20) = 209 kJ$$

b) Ara

$$P_1 = \frac{E_1}{t} \longrightarrow t = \frac{E_1}{P_1} = \frac{209000}{700} = 298,57 s \approx 5 min$$

c) Del curs passat sabem que la potència que entrega una font d'alimentació U en un circuit amb resistència equivalent R , val

$$P = \frac{U^2}{R}$$

Llavors, quan està connectada només R_e podem escriure

$$700 = \frac{230^2}{R_e} \longrightarrow R_e = \frac{230^2}{700} = 75,57 \Omega$$

i quan es connecten en sèrie R_e i R_m

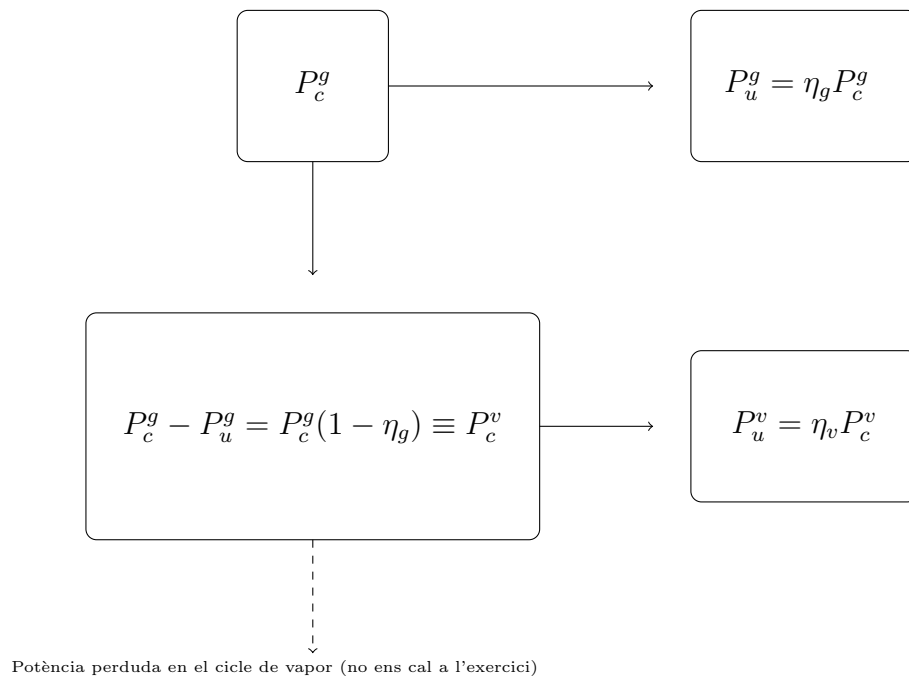
$$260 = \frac{230^2}{R_e + R_m} \longrightarrow R_m = \frac{230^2}{260} - R_e = 127,9 \Omega$$

Exercici 13

Fem les següents identifikacions per tal de resoldre el problema:

- Potència útil del cicle de gas $\equiv P_u^g$
- Potència consumida del cicle de gas $\equiv P_c^g$
- Potència útil del cicle de vapor $\equiv P_u^v$
- Potència consumida del cicle de vapor $\equiv P_c^v$

i considerem el diagrama de blocs següent



Pel procés global és

$$\eta = \frac{P_u}{P_c} = \frac{P_u^g + P_u^v}{P_c^g} = \frac{\eta_g P_c^g + \eta_v P_c^v}{P_c^g} = \frac{\eta_g \cancel{P_c^g} + \eta_v \cancel{P_c^g}(1 - \eta_g)}{\cancel{P_c^g}} = \eta_g + \eta_v(1 - \eta_g)$$

a) L'energia procedent de la combustió del gas natural que consumeix la central en 24 hores es pot calcular amb factors de conversió

$$4515 \, m^3 \times \frac{10^3 \, L}{1 \, m^3} \times \frac{0,423 \, kg}{1 \, L} \times \frac{32,1 \, MJ}{1 \, kg} = 6,13 \cdot 10^{13} \, J$$

llavors la potència consumida val

$$P_c^g = \frac{W_c}{t} = \frac{6,13 \cdot 10^{13}}{24 \cdot 3600} = 709,6 \, MW$$

b) Calculem el quocient entre la potència útil (és una dada de l'exercici) i la consumida que acabem de calcular

$$\eta = \frac{390}{709,6} = 0,55$$

c) Tenim que

$$\eta_g = \frac{\eta - \eta_v}{1 - \eta_v} = \frac{0,55 - 0,31}{1 - 0,31} = 0,348$$

Exercici 14

a) Apliquem factors de conversió

$$d_{max} = 24000 L \times \frac{0,807 kg}{1 L} \times \frac{1 h}{2700 kg} \times \frac{850 km}{1 h} = 6,1 \cdot 10^3 km$$

b) Calculem primer el consum global per km

$$2700 \frac{kg}{h} \times \frac{1 L}{0,807 kg} \times \frac{1 h}{850 km} = 3,94 L/km$$

Ara calculem el consum per passatger i per cada 100 km

$$c_p = 3,94 \frac{L}{km} \times \frac{1}{144} \times \frac{100}{100} = 2,73 \frac{L}{passatger \cdot 100 km}$$

c) Calcularem la potència útil com $P_u = F \cdot v$ i la consumida a partir de factors de conversió. Abans, passem la velocitat a m/s

$$850 \frac{km}{h} \times \frac{10^3 m}{1 km} \times \frac{1 h}{3600 s} = 236,11 m/s$$

ara

$$P_u = F \cdot v = 43 \cdot 10^3 \cdot 236,11 = 10,15 MW$$

per una altra banda

$$P_c = 42,42 \frac{MJ}{kg} \times \frac{2700 kg}{1 h} \times \frac{1 h}{3600 s} = 31,815 MW$$

i finalment

$$\eta = \frac{P_u}{P_c} = \frac{10,15}{31,815} = 0,32$$

Exercici 15

a) En quant a la potència tèrmica consumida amb gasolina

$$\begin{aligned}P_{gasol} &= \frac{8 L_{gasol}}{100 km} \times \frac{120 km}{1 h} \times \frac{0,75 kg_{gasol}}{1 L_{gasol}} \times \frac{42,5 MJ}{1 kg_{gasol}} \times \frac{1 h}{3600 s} = \\&= 0,085 MJ/s = 85 kW\end{aligned}$$

En quant a la potència tèrmica consumida amb GLP

$$\begin{aligned}P_{GLP} &= \frac{9,3 L_{GLP}}{100 km} \times \frac{120 km}{1 h} \times \frac{0,56 kg_{GLP}}{1 L_{GLP}} \times \frac{46 MJ}{1 kg_{gasol}} \times \frac{1 h}{3600 s} = \\&= 0,07986 MJ/s = 79,86 kW\end{aligned}$$

b) En quant al cost per cada 100 km de cada un dels combustibles

$$c_{gasol} = \frac{8, L}{100 km} \times \frac{1,36€}{1 L} = 10,88 €/100 km$$

i

$$c_{GLP} = \frac{9,3, L}{100 km} \times \frac{0,73€}{1 L} = 6,789 €/100 km$$

c) Fent servir el sistema basat en GLP estalviem, cada 100 km una quantitat $10,88 - 6,789 = 4,091€$, llavors la distància que hem de recórrer en total per amortitzar la despesa d'instal·lació es pot calcular com

$$2000 € \times \frac{100 km}{4,091€} = 48887,8 km$$

i en tres anys, caldrà una distància anual d_{any}

$$d_{any} = \frac{48887,8 km}{3 any} = 16296 km/any$$

d) El dipòsit de GLP tenia un volum $V = 40 L$, de forma que al 85% de la seva capacitat podrà recórrer

$$40 L \times \frac{85}{100} \times \frac{100 km}{9,3 L} = 365,6 km$$

Exercici 16

a) Calculem aplicant directament l'expressió que ens proporcionen

$$\eta_A = \eta_0^A - k_1^A \cdot \frac{T_m - T_a}{I} = 0,80 - 8,9 \cdot \frac{50^\circ - 18^\circ}{800} = 0,444$$

i

$$\eta_B = \eta_0^B - k_1^B \cdot \frac{T_m - T_a}{I} = 0,66 - 3,2 \cdot \frac{50^\circ - 18^\circ}{800} = 0,532$$

es veu que l'opció més eficient és la B

b) Calculem l'energia que cal per escalfar els 390 L (= 390 kg) d'aigua en les 8 hores

$$Q = mC_e\Delta T = 390 \cdot 4180 \cdot 35 = 57,06 \text{ MJ}$$

llavors la potència (útil) associada que cal, val

$$P_u = \frac{57,06 \cdot 10^6}{8 \cdot 3600} = 1,98 \text{ kW}$$

La potència (consumida) que han de subministrar els captadors serà

$$P_{cons} = \frac{P_u}{\eta_B} = \frac{1,98 \cdot 10^3}{0,532} = 3,72 \text{ kW}$$

Com la radiació solar present val $I = 800 \text{ W/m}^2$, calculem el nombre de captadors necessaris amb factors de conversió

$$3,72 \cdot 10^3 \text{ W} \times \frac{1 \text{ m}^2}{800 \text{ W}} \times \frac{1 \text{ captador}}{2,1 \text{ m}^2} = 2,21 \text{ captadors}$$

és clar que per satisfer les necessitats en calen 3.

c) Ara la radiació solar val $I' = 400 \text{ W}$. Als 3 captadors, els arriba la següent potència

$$3 \text{ captadors} \times \frac{2,1 \text{ m}^2}{1 \text{ captador}} \times \frac{400 \text{ W}}{1 \text{ m}^2} = 2520 \text{ W}$$

La potència que proporcionen els captadors és menor, ja que hi ha un rendiment associat η'_B (que s'ha de recalculer perquè depenia de la radiació que arriba)

$$\eta'_B = \eta_0^B - k_1^B \cdot \frac{T_m - T_a}{I} = 0,66 - 3,2 \cdot \frac{50^\circ - 18^\circ}{400} = 0,404$$

$$P_u = 2520 \cdot \eta'_B = 2520 \cdot 0,404 = 1018,08 \text{ W}$$

Llavors, l'energia que proporcionen els captadors en 8 hores, val

$$E_{captadors} = P_u t = 1018,08 \cdot 8 \cdot 3600 = 29,32 \text{ MJ}$$

L'energia total que calia per escalfar l'aigua l'havíem calculat abans i valia

$$E_{total} = Q = 57,06 \text{ MJ}$$

per tant, l'energia suplementària que caldrà subministrar en forma d'electricitat serà

$$E_{electr} = 57,06 - 29,32 = 27,74 \text{ MJ}$$

i finalment

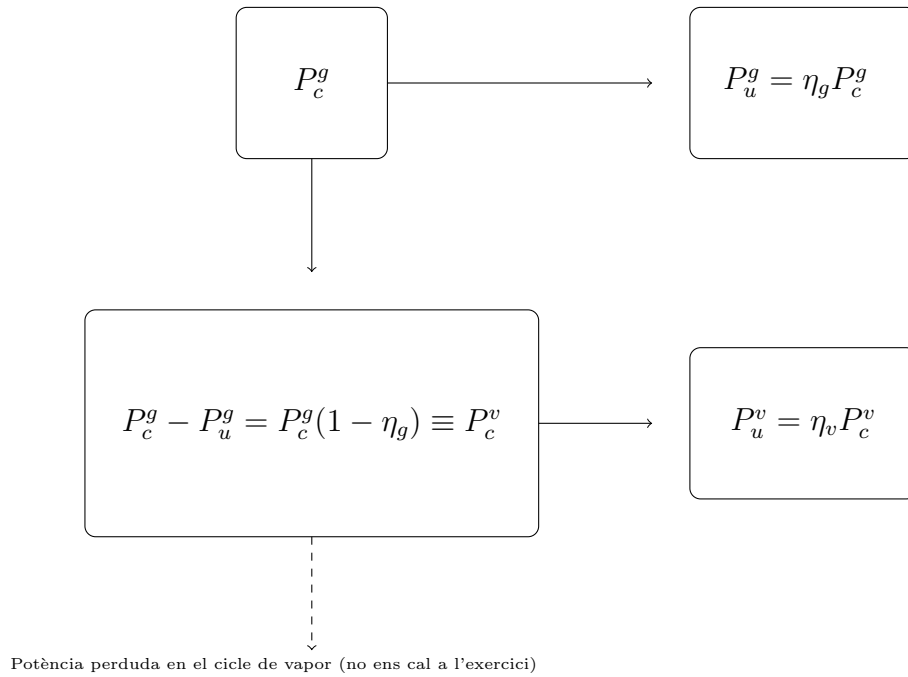
$$27,74 \text{ MJ} \times \frac{10^6 \text{ J}}{1 \text{ MJ}} \times \frac{1 \text{ kWh}}{3,6 \cdot 10^6 \text{ J}} = 7,706 \text{ kWh}$$

Exercici 17

Fem les següents identifikacions per tal de resoldre el problema:

- Potència útil del cicle de gas $\equiv P_u^g$
- Potència consumida del cicle de gas $\equiv P_c^g$
- Potència útil del cicle de vapor $\equiv P_u^v$
- Potència consumida del cicle de vapor $\equiv P_c^v$

i considerem el diagrama de blocs següent



Pel procés global és

$$\eta = \frac{P_u}{P_c} = \frac{P_u^g + P_u^v}{P_c^g} = \frac{\eta_g P_c^g + \eta_v P_c^v}{P_c^g} = \frac{\eta_g \cancel{P_c^g} + \eta_v \cancel{P_c^g}(1 - \eta_g)}{\cancel{P_c^g}} = \eta_g + \eta_v(1 - \eta_g)$$

a) Per calcular la potència consumida, P_{cons} per la central, apliquem la definició de rendiment al procés global, ja que la potència útil la coneixem,

val $P_u = 500 \text{ MW}$. Cal notar que la potència consumida per la central és el que hem anomenat P_c^g i la potència útil de la central és la suma de la potència útil del cicle de gas i del cicle de vapor, $P_u^g + P_u^v$

$$P_{cons} = \frac{P_u}{\eta} = \frac{500 \cdot 10^6}{0,575} = 869,6 \text{ MW} = 869,6 \text{ MJ/s} = P_c^g$$

b) Ara, per calcular el volum de gas demanat fem factors de conversió a partir de la potència consumida. Calculem

$$24 \text{ h} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \times \frac{869,6 \text{ MJ}}{1 \text{ s}} \times \frac{1 \text{ kg}}{32,5 \text{ MJ}} \times \frac{1 \text{ L}}{0,423 \text{ kg}} = 5,46 \text{ ML}$$

c) En quant a aquest apartat, la potència dissipada en el cicle de gas, que és la que es farà servir com a potència consumida pel cicle de vapor, és el que hem anomenat P_c^v i és

$$P_c^v = P_c^g(1 - \eta_g) = 869,6 \cdot (1 - 0,32) = 591,33 \text{ MW}$$

d) Ara fem servir un resultat obtingut abans que relaciona tots els rendiments que apareixen a l'exercici

$$\eta = \eta_g + \eta_v(1 - \eta_g) \longrightarrow \eta_v = \frac{\eta - \eta_g}{1 - \eta_g} = \frac{0,575 - 0,32}{1 - 0,32} = 0,375$$