

Exercici 1

A partir de les dades que proporciona l'enunciat i fent factors de conversió

$$34,1 \frac{MJ}{\cancel{X}} \cdot \frac{7\cancel{X}}{100 km} = 2,387 MJ$$

com volem el valor per passatger i l'ocupació mitjana és 1,8

$$\frac{2387 MJ}{1,18} = 2,023 MJ$$

Exercici 2

a) Passem la velocitat a m/s

$$50 \frac{\cancel{km}}{\cancel{h}} \cdot \frac{1000 m}{1 \cancel{km}} \cdot \frac{1\cancel{h}}{3600 s} = 13,89 m/s$$

Ara, la potència de tracció

$$P_T = F_T \cdot v = 92 \cdot 10^3 \cdot 13,89 = 1,28 \cdot 10^6 W$$

b) La potència desenvolupada per el motor és més gran que la de tracció, ja que la transmissió a les rodes té un rendiment $\eta < 1$

$$P_{motor} = \frac{P_T}{\eta} = \frac{1,28 \cdot 10^6}{0,72} = 1,775 \cdot 10^6 W$$

c) Fent un factor de conversió

$$1,775 \cdot 10^6 \frac{J}{s} \cdot \frac{1 kW \cdot h}{3,6 \cdot 10^6 J} \cdot \frac{260 g}{1 kW \cdot h} = 128,2 g/s$$

d) Amb un altre factor de conversió

$$1,5\cancel{h} \cdot \frac{3600\cancel{s}}{1\cancel{h}} \cdot \frac{128,2\cancel{g}}{1\cancel{s}} \cdot \frac{1\cancel{kg}}{1000\cancel{g}} \cdot \frac{1\cancel{m}^3}{850\cancel{kg}} \cdot \frac{1000 L}{1\cancel{m}^3} = 814,45 L$$

Exercici 3

a) Fem un factor de conersió amb les dades que ens proporciona l'enunciat

$$3\cancel{kW} \cdot \frac{10^3\cancel{W}}{1\cancel{kW}} \cdot \frac{1\cancel{Y}/s}{1\cancel{W}} \cdot \frac{1\cancel{MJ}}{10^6\cancel{J}} \cdot \frac{1\cancel{kg}}{46\cancel{MJ}} \cdot \frac{1 L}{0,8\cancel{kg}} = 8,15 \cdot 10^{-5} L/s$$

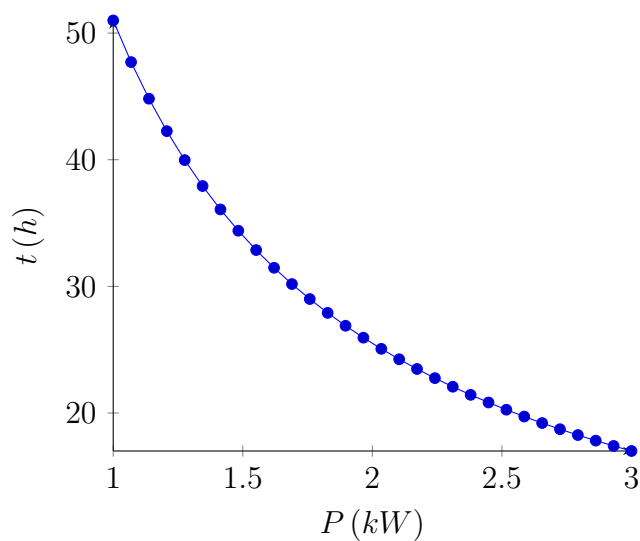
b) Ara podem fer

$$17 \text{ h} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{8,15 \cdot 10^{-5} L}{1 \text{ s}} = 5 L$$

c) És clar que el producte $P \cdot t$ ha de ser constant, llavors

$$3 \text{ kW} \cdot 17 \text{ h} = P' \cdot 36 \text{ h} \rightarrow P' = 3 \text{ kW} \cdot \frac{17 \text{ h}}{36 \text{ h}} = 1,417 \text{ kW}$$

d)



Exercici 4

a) Fem un factor de conversió amb les dades de l'enunciat

$$\frac{4,5 L}{100 \text{ km}} \cdot \frac{90 \text{ km}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 0,001125 L/s$$

b) En quant a la potència tèrmica consumida

$$P_{ter} = 4,5 \frac{L}{100 \text{ km}} \cdot \frac{90 \text{ km}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{50 \text{ MJ}}{1 L} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 5,625 \text{ MW} = 5,625 \cdot 10^6 \text{ W}$$

i la potència mecànica (inferior a la tèrmica, degut al rendiment)

$$P_{mec} = \eta P_{ter} = 0,32 \cdot 5,625 \cdot 10^6 = 1,8 \cdot 10^6 \text{ W}$$

c) El parell motor el podem calcular a partir de

$$P = \Gamma \cdot \omega \rightarrow \Gamma = \frac{P_{mec}}{\omega} = \frac{1,8 \cdot 10^6}{2800 \cdot \frac{\pi}{30}} = 6,14 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Exercici 5

a) Tenim

$$P_1 = 49 \frac{\cancel{MJ}}{\cancel{kg}} \cdot \frac{10^6 \text{ J}}{1 \cancel{MJ}} \cdot \frac{1 \cancel{kg}}{1000 \text{ g}} \cdot \frac{180 \text{ g}}{1 \cancel{kg}} \cdot \frac{1 \cancel{h}}{3600 \text{ s}} = 2,45 \cdot 10^3 \text{ W}$$

i

$$P_2 = 49 \frac{\cancel{MJ}}{\cancel{kg}} \cdot \frac{10^6 \text{ J}}{1 \cancel{MJ}} \cdot \frac{1 \cancel{kg}}{1000 \text{ g}} \cdot \frac{150 \text{ g}}{1 \cancel{kg}} \cdot \frac{1 \cancel{h}}{3600 \text{ s}} = 2,042 \cdot 10^3 \text{ W}$$

La potència nominal de la cuina

$$P_t = P_1 + P_2 = 4,5 \cdot 10^3 \text{ W}$$

b) A partir de la massa d'una bombona i del consum dels cremadors podem calcular

$$t = 3 \text{ kg} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{(180 + 150) \text{ g}} = 9,1 \text{ h}$$

c) Una bombona té una durada de 9,1 h i hem vist que la potència total de la cuina era $P_t = 4,5 \cdot 10^3 \text{ W} = 4,5 \text{ kW}$ llavors l'energia que proporciona una bombona és

$$4,5 \text{ kW} \cdot 9,1 \text{ h} = 40,1 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

i finalment

$$p = \frac{5 \text{ €}}{40,1 \text{ kW} \cdot \text{h}} = 0,12 \text{ €/kW} \cdot \text{h}$$

Exercici 6

a) Cada minut hem d'eleva la temperatura de 6,5 L d'aigua 50°, llavors el treball que cal fer és

$$Q = mC_e \Delta T = 6,5 \cdot 4180 \cdot 50 = 1,36 \cdot 10^6 \text{ J}$$

on hem tingut en compte que la densitat de l'aigua és $\rho_{aigua} = 1 \text{ kg/dm}^3$ llavors la potència que cal per escalfar aquesta aigua és

$$P_{util} = \frac{Q}{t} = \frac{1,36 \cdot 10^6}{60} = 2,264 \cdot 10^4 \text{ W}$$

b) La potència calorífica consumida es pot calcular com

$$2,1 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{47 \text{ MJ}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{10^6 \text{ J}}{1 \text{ MJ}} = 2,74 \cdot 10^4 \text{ W}$$

d'on el rendiment val

$$\eta = \frac{P_{util}}{P_{cons}} = \frac{2,264 \cdot 10^4}{2,74 \cdot 10^4} = 0,826$$

c) El temps mínim per escalfar 50 L es pot calcular amb el cabal

$$t_{min} = 50 \text{ L} \cdot \frac{1 \text{ min}}{6,5 \text{ L}} = 7,7 \text{ min}$$

i el consum de gas serà

$$7,7 \text{ min} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \cdot \frac{2,1 \text{ kg}}{1 \text{ h}} = 0,27 \text{ kg}$$

Exercici 7

a) Quan el percentatge de càrrega és igual a zero ($\%_{carr} = 0$), la massa del vehicle és 2050 kg. Quan $\%_{carr} = 100$, a la massa anterior hem d'afegir la del combustible, que es pot calcular amb la dada de la densitat del combustible

$$400 \text{ L} \cdot \frac{0,832 \text{ kg}}{1 \text{ L}} = 332,8 \text{ kg}$$

Suposant una relació lineal entre $\%_{carr} = 0$ i m

$$m = A \cdot \%_{carr} + B$$

podem plantejar el sistema

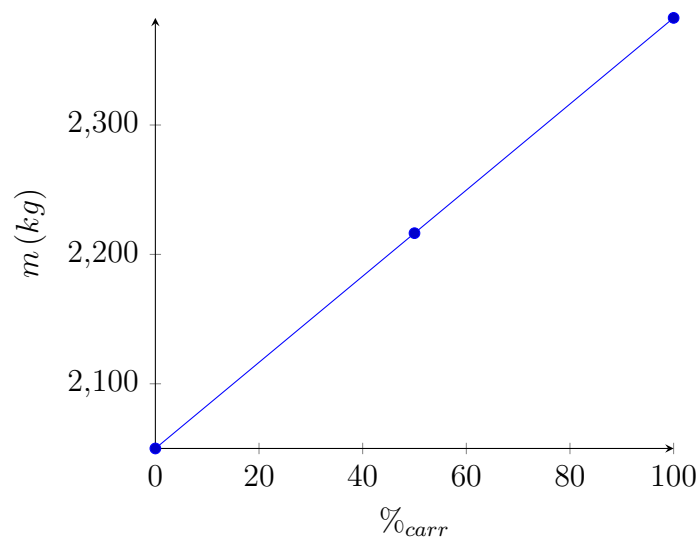
$$\begin{cases} 2050 = A \cdot 0 + B \\ 2050 + 332,8 = A \cdot 100 + B \end{cases}$$

d'on

$$B = 2050; \quad A = \frac{2050 + 332,8 - 2050}{100} = 3,328$$

és a dir, hem de representar la funció

$$m = 3,328 \cdot \%_{carr} + 2050$$



b) Com que és $P = \Gamma \cdot \omega$ tenim

$$\eta = \frac{P_r}{P_{mot}} = \frac{\Gamma_r \cdot n_r}{\Gamma_{mot} \cdot n_{mot}} = \frac{\Gamma_r}{\Gamma_{mot}} \cdot \tau$$

d'on

$$\Gamma_r = \eta \cdot \frac{\Gamma_{mot}}{\tau} = 0,85 \cdot \frac{750}{0,285} = 2,23 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{m}$$

c) A partir de $F = ma$ podem escriure

$$a = \frac{F}{m} = \frac{\Gamma_r/r}{m} = \frac{\Gamma}{r \cdot m}$$

i en el cas del dipòsit ple tenim

$$a = \frac{\Gamma_r}{r \cdot m} = \frac{2,23 \cdot 10^3}{0,4 \cdot (2050 + 332,8)} = 2,347 \text{ m/s}^2$$

en el cas del dipòsit al 5% de capacitat

$$a = \frac{\Gamma_r}{r \cdot m} = \frac{2,23 \cdot 10^3}{0,4 \cdot (2050 + 20)} = 2,7 \text{ m/s}^2$$

Exercici 8

Calculem primer el consum per volta en litres

$$2,9 \text{ kg} \cdot \frac{1 \text{ L}}{0,75 \text{ kg}} = 3,867 \text{ L}$$

llavors, el consum en litres per km és

$$\frac{3,867}{5,543} = 0,6976 \text{ L/km}$$

d'on el consum en litres per cada 100 km serà

$$0,6976 \text{ L/km} \cdot \frac{100 \text{ km}}{100 \text{ km}} = 69,76 \text{ L/100 km}$$

Exercici 9

a) Podem escriure

$$Q = mC_e\Delta T = 1,4 \cdot 4180 \cdot (95 - 20) = 4,39 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Aquesta energia correspon a una potència

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{4,39 \cdot 10^5}{4 \cdot 60 + 30} = 1,626 \cdot 10^4 \text{ W}$$

b) A partir de l'expressió de la potència que dissipa la resistència d'escalfament i igualant amb el valor obtingut a l'apartat anterior

$$1,626 \cdot 10^3 = P = \frac{V^2}{R} \rightarrow R = \frac{V^2}{P} = \frac{230^2}{1,626 \cdot 10^4} = 3,254 \Omega$$

c) Quan s'obre l'interruptor A les dues resistències estan en sèrie i si volem que dissipin 300 W podem aplicar

$$P = \frac{V^2}{R_e + R_m} \rightarrow R_m = \frac{V^2}{P} - R_e = \frac{230^2}{300} - 3,254 = 173,08 \Omega$$

Exercici 10

a) Fent un factor de conversió amb dades de l'enunciat

$$4 \frac{\text{L}}{100 \text{ km}} \cdot \frac{90 \text{ km}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ L/s}$$

b) La potència en el motor es pot calcular com

$$P = \Gamma\omega = 47,75 \cdot 3000 \cdot \frac{\pi}{30} = 1,5 \cdot 10^4 \text{ W}$$

c) Calculem la potència tèrmica consumida

$$1 \cdot 10^{-3} \frac{\cancel{\text{K}}}{\text{s}} \cdot \frac{50 \cancel{\text{MJ}}}{1 \cancel{\text{K}}} \cdot \frac{10^6 J}{1 \cancel{\text{MJ}}} = 5 \cdot 10^4 W$$

El rendiment val

$$\eta = \frac{P_{mec}}{P_{term}} = \frac{1,5 \cdot 10^4}{5 \cdot 10^4} = 0,3 = 30\%$$

Exercici 11

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

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

llavors

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

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

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

llavors, és clar que calen 2 captadors.

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

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

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

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

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

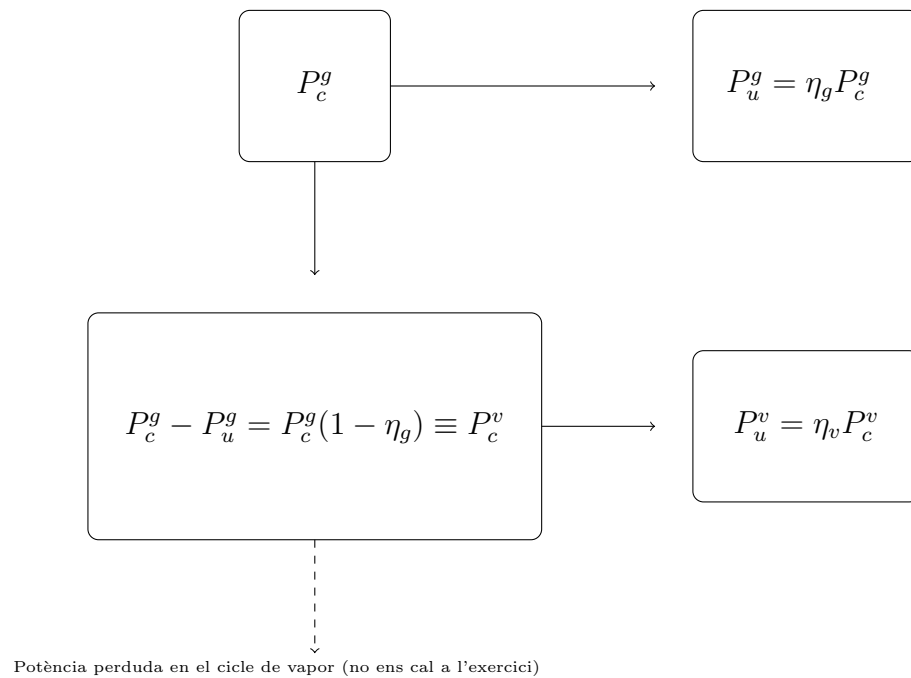
$$260 = \frac{230^2}{R_e + R_m} \longrightarrow R_m = \frac{230^2}{260} - R_e = 127,9 \Omega$$

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

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

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

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

i

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

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

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

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

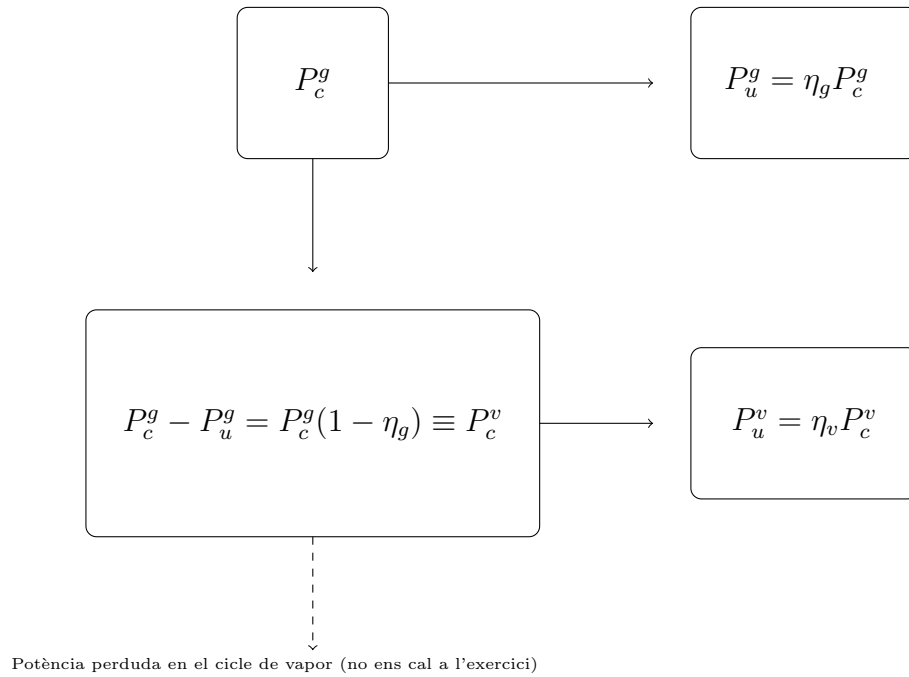
$$27,74 \text{ MJ} \times \frac{10^6 \text{ J}}{1 \text{ MJ}} \times \frac{1 \text{ kWh}}{3,6 \cdot 10^6 \text{ J}} = 7,706 \text{ kWh}$$

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

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