Exercici 1

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

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

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

$$\frac{2387\,MJ/km}{1,18\,passatger}=2,023\,MJ/(Km\cdot passatger)$$

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

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

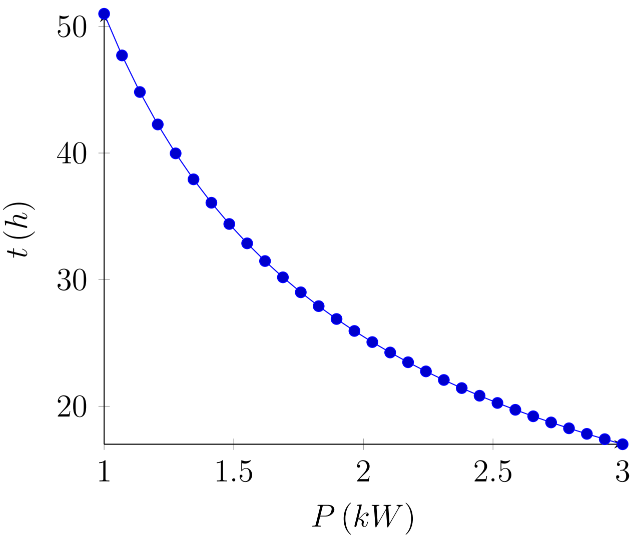
b) Ara podem fer

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

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

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

d)



Exercici 4

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

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

b) En quant a la potència tèrmica consumida

$$P_{ter} = 4,5\,\frac{\cancel{L}}{100\,\cancel{km}} \cdot \frac{90\,\cancel{km}}{1\,\cancel{h}} \cdot \frac{50\,MJ}{1\,\cancel{L}} \cdot \frac{1\,\cancel{h}}{3600\,s} = 0,05625\,MW = 5,625 \cdot 10^4\,W$$

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

$$P_{mec} = \eta P_{ter} = 0,32 \cdot 5,625 \cdot 10^4 = 1,8 \cdot 10^4\,W$$

c) El parell motor el podem calcular a partir de

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

Exercici 5

a) Tenim

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

i

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

La potència nominal de la cuina

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

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

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

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

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

i finalment

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

Exercici 6

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

$$Q = m C_e \Delta T = 6,5 \cdot 4180 \cdot 50 = 1,36 \cdot 10^6 \, J$$

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

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

b) La potència calorífica consumida es pot calcular com

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

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

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

i el consum de gas serà

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

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

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

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

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

podem plantejar el sistema

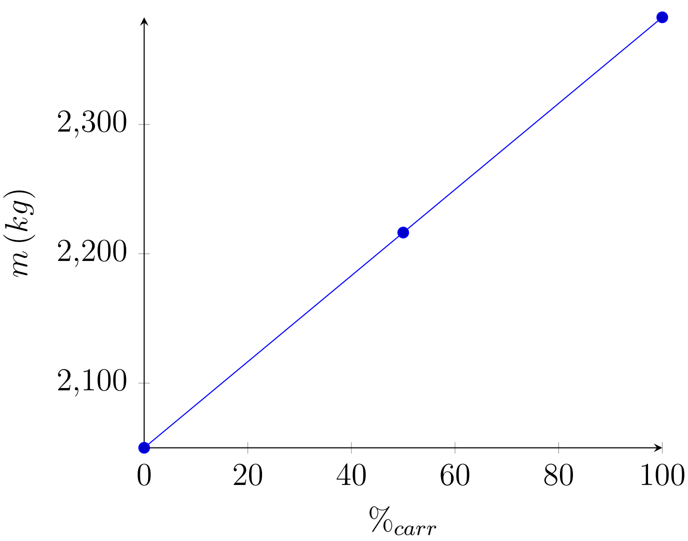
$$\begin{cases} 2050 = A \cdot 0 + B \\ 2050 + 332,8 = A \cdot 100 + B \end{cases}$$

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

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

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

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

en el cas del dipòsit al 5% de capacitat

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

Exercici 8

Calculem primer el consum per volta en litres

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

llavors, el consum en litres per km és

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

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

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

Exercici 9

a) Podem escriure

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

Aquesta energia correspon a una potència

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

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

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

b) La potència en el motor es pot calcular com

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

c) Calculem a potència tèrmica consumida

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

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

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

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

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

llavors, és clar que calen 2 captadors.

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

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

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

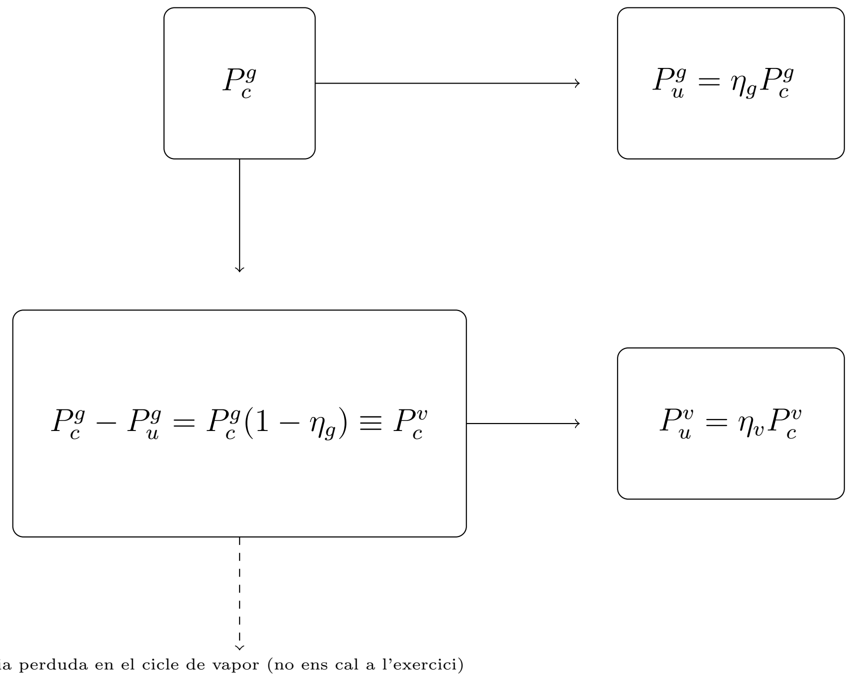
$$260 = \frac{230^2}{R_e + R_m} \longrightarrow R_m = \frac{230^2}{260} - R_e = 127,9\,\Omega$$

Exercici 13

Fem les següents identificacions 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

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

En quant a la potència tèrmica consumida amb GLP

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

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'instalació 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

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

llavors la potència (útil) associada que cal, val

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

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

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

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

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

és clar que per satisfer les necessitats en calen 3.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

i finalment

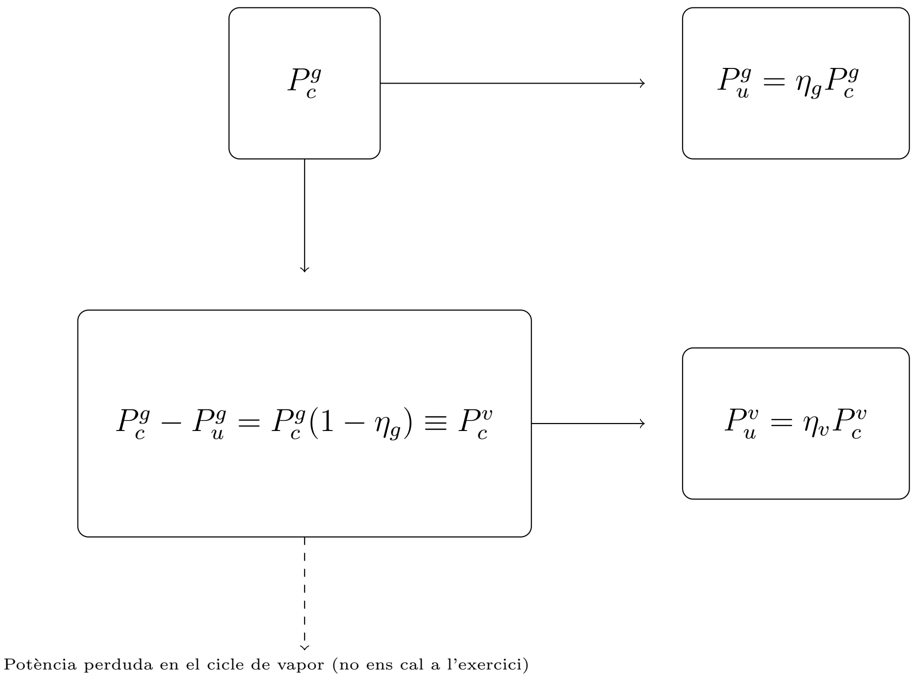
$$27,74\,MJ \times \frac{10^6\,J}{1\,MJ} \times \frac{1\,kWh}{3,6 \cdot 10^6\,J} = 7,706\,kWh$$

Exercici 17

Fem les següents identificacions 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 $P_u = 500\, MW$. 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, $P_u^g + P_u^v$

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

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

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

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

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

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

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