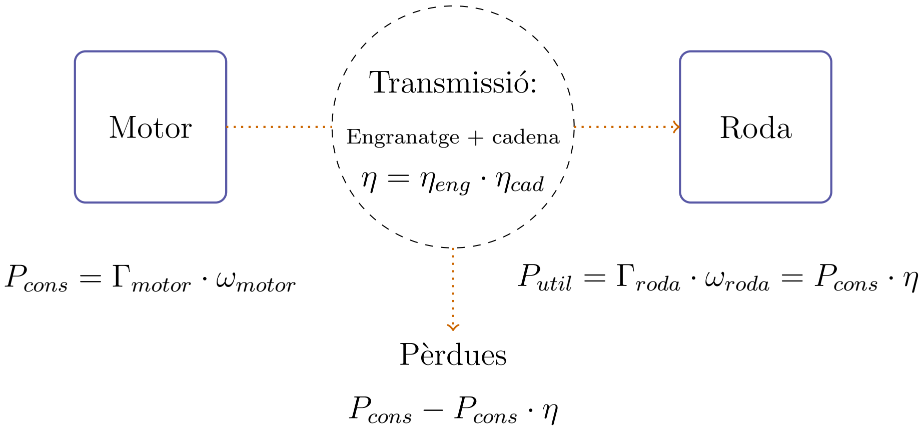
72. Considerem el següent diagrama de blocs



(a) Passem la velocitat de la moto al sistema internacional

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

Per trobar la velocitat angular de la roda fem servir la relació de cinemàtica del moviment circular. Suposem, tal com diu l'enunciat, que la roda gira sense relliscar

$$v = \omega R \rightarrow \omega_{roda} = \frac{v_{roda}}{R_{roda}} = \frac{v}{d/2} = \frac{2v}{d} = \frac{2 \cdot 13,89}{0,62} = 44,8\,rad/s$$

Ara, per el motor

$$\tau = \frac{\omega_{roda}}{\omega_{motor}} \rightarrow \omega_{motor} = \frac{\omega_{roda}}{\tau} = \frac{44,8}{0,044} = 1018,25\,rad/s$$

(b) Tenim que

$$P_{motor} = \Gamma_{motor} \cdot \omega_{motor} = 6 \cdot 1018,25 = 6109,5\,W$$

(c) Aplicant els rendiments de forma seqüencial ($\eta = \eta_{eng} \cdot \eta_{cad}$),

$$P_{roda} = P_{motor} \cdot \eta_{eng} \cdot \eta_{cad} = 6109,5 \cdot 0,90 \cdot 0,85 = 4673,75\,W$$

La potència (útil) a la roda es pot calcular com

$$P_{roda} = Fv$$

on la força F que ha de vèncer la moto per pujar amb velocitat constant és igual a la component horitzontal del pes. Es comprova (veure apunts de teoria de 1r batxillerat, pla inclinat) que és

$$F = mg \sin \alpha$$

on α és l'angle que forma el pla inclinat amb l'horitzontal, llavors

$$P_{roda} = mg \sin \alpha \cdot v$$

d'on

$$\alpha = \arcsin \left(\frac{P_{roda}}{mgv} \right) = \arcsin \left(\frac{4673,75}{150 \cdot 9,8 \cdot 13,89} \right) = 13,23^\circ$$

(d) De

$$P_{roda} = \Gamma_{roda} \cdot \omega_{roda}$$

tenim

$$\Gamma_{roda} = \frac{P_{roda}}{\omega_{roda}} = \frac{4673,75}{44,8} = 104,32\, N \cdot m$$

* * *

73. Aquest exercici és molt semblant a l'anterior i alguns detalls de la resolució no es repetiran.

(a) A partir de $v = \omega R$ podem calcular

$$\omega_{roda} = \frac{v_{roda}}{R_{roda}} = \frac{18/3,6}{0,330} = 15,15\, rad/s$$

en quant als pedals

$$\omega_{pedals} = \frac{\omega_{roda}}{\tau} = \frac{15,15}{1,8} = 8,42\, rad/s$$

(b) La potència necessària per superar el pendent es pot calcular com

$$P_{bici} = F \cdot v = mg \sin \alpha \cdot v = 87 \cdot 9,8 \cdot \sin 12^\circ \cdot (18/3,6) = 886,33\, W$$

(c) En quant a la potència als pedals

$$P_{pedals} = \frac{P_{bicicleta}}{\eta} = \frac{886,33}{0,95} = 932,98\, W$$

(d) Per calcular el parell als pedals

$$P_{pedals} = \Gamma_{pedals} \cdot \omega_{pedals}$$

$$\Gamma_{pedals} = \frac{P_{pedals}}{\omega_{pedals}} = \frac{932,98}{8,42} = 110,80\, N \cdot m$$

* * *

75. Considerem el diagrama de blocs

$$P_1 = \Gamma_1 \cdot \omega_1 \dashrightarrow \underset{\eta_{mult}}{\boxed{\text{Multiplicador}}} \dashrightarrow P_2 = \Gamma_2 \cdot \omega_2 \dashrightarrow \underset{\eta_{eng} = 0,85}{\boxed{\text{Generador}}} \dashrightarrow 1,5\, MW$$

(a) A partir del diagrama anterior i la definició de rendiment, es veu que és

$$P_2 = \frac{1,5 \cdot 10^6}{\eta_{gen}} = \frac{1,5 \cdot 10^6}{0,85} = 1,76 \cdot 10^6\, W$$

El parell màxim Γ_2 es dona per la ω_2 mínima, ja que és $P = \Gamma\omega$. La ω_2 mínima està relacionada amb la mínima ω_1 abans d'entrar al multiplicador, i aquella és

$$\omega_1^{minima} = 15\, min^{-1} = 15 \cdot \frac{\pi}{30} = \frac{\pi}{2}\, rad/s$$

per tant

$$\omega_2^{minima} = \omega_1^{minima} \cdot \tau = \frac{\pi}{2} \cdot 90 = 45\pi\, rad/s$$

llavors, pel parell demanat tenim

$$\Gamma_2^{max} = \frac{P_2}{\omega_2^{minima}} = \frac{1,76 \cdot 10^6}{45\pi} = 12450\, N \cdot m$$

(b) Quan el parell a l'entrada del multiplicador és màxim ($\Gamma_1 = 1600\, kN \cdot m$), la velocitat angular associada és mínima, llavors

$$P_1 = \Gamma_1^{max} \cdot \omega_1^{minima} = 1,6 \cdot 10^6 \cdot \frac{\pi}{2} = 2,513 \cdot 10^6\, W$$

i el rendiment del multiplicador (η_{mult}) es pot calcular com

$$\eta_{mult} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{1,76 \cdot 10^6}{2,513 \cdot 10^6} = 0,7$$

(c) La potència dissipada en el multiplicador val

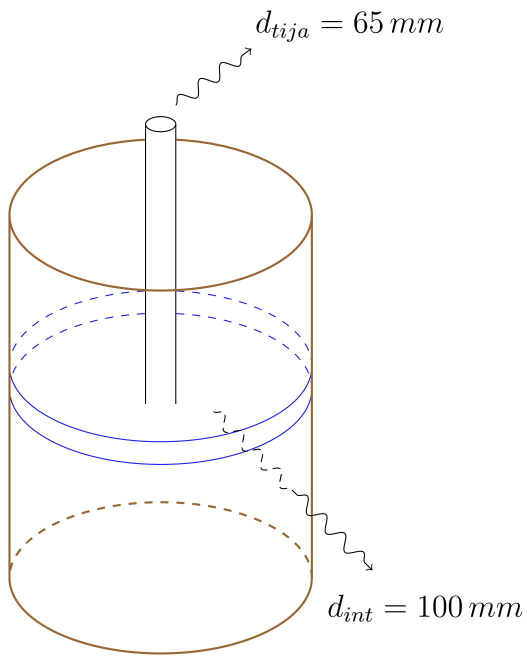
$$\begin{aligned} P_1^{diss} &= P_1 - P_1 \cdot \eta_{mult} = P_1(1 - \eta_{mult}) \\ &= 2,513 \cdot 10^6 \cdot (1 - 0,7) = 7,54 \cdot 10^5\, W \end{aligned}$$

i la dissipada en el generador

$$\begin{aligned} P_2^{diss} &= P_2 - P_2 \cdot \eta_{gen} = P_2(1 - \eta_{gen}) \\ &= 1,76 \cdot 10^6 \cdot (1 - 0,85) = 2,64 \cdot 10^5\, W \end{aligned}$$

* * *

78. Representem el cilindre



(a) El cilindre hidràulic ha de suportar el pes de l'ascensor, i per tant la força F_{ch} que fa, és

$$F_{ch} = mg = 1250 \cdot 9,8 = 1,225 \cdot 10^4\, N$$

la pressió relativa a l'interior l'obtenim a partir de

$$p_{int} = \frac{F_{ch}}{A_{int}} = \frac{F_{ch}}{\frac{\pi}{4} d_{int}^2} = \frac{1,225 \cdot 10^4}{\frac{\pi}{4}(0,1)^2} = 1,56 \cdot 10^6\, Pa$$

(b) La tensió normal de compressió σ de la tija es pot calcular com

$$\sigma = \frac{F_{ch}}{A_{tija}} = \frac{F_{ch}}{\frac{\pi}{4}d_{tija}^2} = \frac{1,225 \cdot 10^4}{\frac{\pi}{4}(0,065)^2} = 3,7 \cdot 10^6\, Pa$$

(c) De la definició de cabal sabem

$$q = A \cdot v$$

llavors

$$v = \frac{q}{A_{int}} = \frac{2,5}{\frac{\pi}{4}(1)^2} = 3,18\, dm/s = 0,318\, m/s$$

on hem escrit el diàmetre en dm per posar d'acord les unitats ja que el cabal estava en $L/s = dm^3/s$.

(d) Per una banda, la potència mecànica (útil), val

$$P_{mec} = F_{ch} \cdot v = 1,225 \cdot 10^4 \cdot 0,318 = 3895,5\, W$$

i per una altra banda, la potència hidràulica (consumida), val

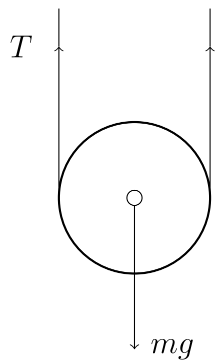
$$P_{ch} = p \cdot q = 1,94 \cdot 10^6 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = 4850\, W$$

de forma que el rendiment del cilindre és

$$\eta = \frac{P_{mec}}{P_{ch}} = \frac{3895,5}{4850} = 0,8$$

* * *

80. Considerem l'esquema



(a) És trivial veure que $2T = mg$ llavors, la tensió normal σ_n es pot calcular com

$$\sigma_n = \frac{F}{A} = \frac{T}{A} = \frac{mg/2}{\frac{\pi}{4}(d)^2} = \frac{50 \cdot 9,8/2}{\frac{\pi}{4}(5)^2} = 12,48\,MPa$$

en quant a la deformació unitària

$$\sigma_n = E \cdot \varepsilon \Longrightarrow \varepsilon = \frac{\sigma_n}{E} = \frac{12,48}{130000} = 9,6 \cdot 10^{-5}$$

(b) De la definició de deformació unitària

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \rightarrow \Delta L = \varepsilon L = 9,6 \cdot 10^{-5} \cdot 2000 = 0,192\,mm$$

(c) La potència mecànica val

$$P = \Gamma \cdot \omega$$

llavors,

$$\begin{aligned}\Gamma &= \frac{P}{\omega} = \frac{F \cdot v}{\omega} = F \cdot \frac{v}{\omega} = F \cdot \frac{(r_1 - r_2)r_3}{2r_1} \\ &= 50 \cdot 9,8 \cdot \frac{(250 - 230) \cdot 150}{2 \cdot 250} = 2940\,N \cdot m\end{aligned}$$

ja que de la condició que presenta l'enunciat

$$\Delta h = \varphi \cdot \frac{(r_1 - r_2)r_3}{2r_1}$$

i dividint per t, obtenim

$$\frac{\Delta h}{t} = \frac{\varphi}{t} \cdot \frac{(r_1 - r_2)r_3}{2r_1}$$

que és equivalent a

$$v = \omega \cdot \frac{(r_1 - r_2)r_3}{2r_1} \rightarrow \frac{v}{\omega} = \frac{(r_1 - r_2)r_3}{2r_1}$$

81. (a) A partir de la definició de potència elèctrica, podem calcular

$$P = UI \rightarrow 600 = U \cdot 50 \rightarrow U = \frac{600}{50} = 12\,V$$

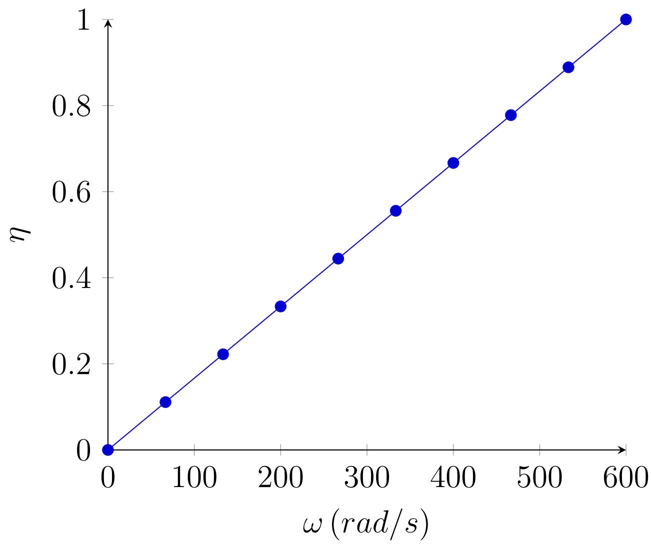
(b) Suposant que la tensió d'alimentació és de $12\,V$, la velocitat angular ω de l'eix, quan $I = 100\,A$ es pot calcular amb

$$\omega = \frac{U - IR}{c} = \frac{12 - 100 \cdot 0,03}{0,02} = 450\,rad/s$$

(c) En quant al rendiment electromecànic

$$\eta = \frac{P_{mec}}{P_{elec}} = \frac{\Gamma\omega}{UI} = \frac{c\cancel{I}\omega}{U\cancel{I}} = \frac{0,02\omega}{12} = \frac{\omega}{600}$$

Llavors, la gràfica del rendiment en funció de ω



* * *

84. Considerem el diagrama de blocs

$$P_1 = 1,966\,MW \dashrightarrow \boxed{\text{Multiplicador}} \dashrightarrow P_2 \dashrightarrow \boxed{\text{Generador}} \dashrightarrow 1,2\,MW$$

$$\eta_{mult} = 0,7 \qquad \eta_{gen}$$

Llavors, $P_{entrada} = P_1$, i a la sortida del multiplicador queden

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{mult} = 1,3762\,MW$$

mentre que s'han perdut

$$P_1 - P_1 \cdot \eta_{mult} = 0,5898\,MW$$

i, després del generador, obtenim

$$P_2 \cdot \eta_{gen} = 1,2 \cdot 10^6\,W \rightarrow \eta_{gen} = \frac{1,2 \cdot 10^6}{P_2} = \frac{1,2 \cdot 10^6}{1,3762 \cdot 10^6} = 0,872$$

i s'han perdut en ell

$$P_2 - P_2\eta_{gen} = 1,3762\,MW - 1,2\,MW = 1,762 \cdot 10^5 = 176,2\,kW$$

* * *

85. Els motors asíncrons o d'inducció són dels més utilitzats a nivell industrial. El seu funcionament depèn del fenomen conegut com a inducció magnètica i es pot resumir de la següent manera. La idea és crear un camp magnètic "giratori" a partir de corrent altern. La part fixa del motor o estator, és on es disposen els parells de pols p que crearan el camp magnètic. La freqüència f del corrent que alimenta els pols de l'estator i el nombre de pols determina la velocitat de "gir" n_s, del camp magnètic segons

$$n_s = \frac{60f}{p}\,rpm\,(= min^{-1})$$

a aquesta velocitat també se l'anomena velocitat de sincronisme.

El camp magnètic crea un corrent al rotor, i és la interacció entre el camp magnètic i aquest corrent induït el que fa aparèixer una força que "arrossega" el rotor, fent-lo girar amb velocitat n. El fenomen d'inducció magnètica (explicat a la matèria de Física) es basa en que hi hagi variació de flux de camp magnètic. D'aquesta manera, el rotor i el camp magnètic han de girar a velocitats diferents per tal que es mantingui aquesta variació de flux. L'efecte de la inducció desapareix si el rotor gira a la velocitat de sincronisme, però llavors, al veure disminuïda la seva velocitat de gir, l'arrossegament que provoca el camp magnètic giratori torna a tenir efecte. Aquesta situació se l'anomena lliscament. Així, definim el lliscament absolut D com

$$D = n_s - n$$

i el lliscament relatiu d com

$$d = \frac{n_s - n}{n_s}$$

Al final s'arriba a un equilibri en el qual el rotor gira a una velocitat menor que la de sincronisme. Aquesta és la raó d'anomenar aquests motors "asíncrons".

En l'exercici que ens ocupa podem escriure

$$n_s = \frac{60f}{p} \to 1000 = \frac{60 \cdot 50}{p}$$

$$n'_s = \frac{60f'}{p} \to 1200 = \frac{60f'}{p}$$

dividint les equacions tenim,

$$\frac{1200}{1000} = \frac{\frac{\cancel{60}f'}{\cancel{p}}}{\frac{\cancel{60}\cdot 50}{\cancel{p}}}$$

d'on

$$f' = \frac{1200 \cdot 50}{1000} = 60\,Hz$$

* * *

86. La velocitat de sincronisme d'aquest motor és

$$n_s = \frac{60f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{2} = 1500\,min^{-1}$$

i de la definició de lliscament relatiu

$$d = \frac{n_s - n}{n_s} \to n_s d = n_s - n \to n = n_s(1-d)$$

$$n = 1500(1 - 0,05) = 1425\,min^{-1}$$

* * *

87. La velocitat de sincronisme no depèn de la tensió de la xarxa i val

$$n_s = \frac{60f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{4} = 750\,min^{-1}$$

88. Tenim
$$n_s = \frac{60f}{p} \rightarrow p = \frac{60f}{n_s} = \frac{60 \cdot 50}{600} = 5$$

* * *

89. Tenim
$$n_s = \frac{60f}{p} \rightarrow 750 = \frac{60 \cdot 50}{p}$$
$$n_s' = \frac{60f'}{p} \rightarrow n_s' = \frac{60 \cdot 60}{p}$$

Dividint les equacions
$$\frac{n_s'}{750} = \frac{\frac{\cancel{60} \cdot 60}{\cancel{p}}}{\frac{\cancel{60} \cdot 50}{\cancel{p}}} \rightarrow n_s' = 750 \cdot \frac{6}{5} = 900\, min^{-1}$$

* * *

90. La velocitat de sincronisme d'aquest motor és
$$n_s = \frac{60f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{2} = 1500\, min^{-1}$$

i el lliscament relatiu (d o s)
$$d = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{1500 - 1400}{1500} = 0,067 = 6,67\%$$

* * *

91. (a) L'energia mecànica necessària cada viatge val $E_{mv} = 103,6\, kJ$ i cada viatge dura $t_v = 204\, s$. Llavors, la potència mecànica (útil) per cada viatge val
$$P_{mec} = \frac{E_m}{t_v} = \frac{103,6}{204} = 0,5078\, kW$$

i com el rendiment electromecànic val
$$\eta = \frac{E_{mec}}{E_{elec}} = \frac{P_{mec}}{P_{elec}} = 0,64$$

tenim, per la potència elèctrica (consumida)
$$P_{elec} = \frac{P_{mec}}{\eta} = \frac{0,5078}{0,64} = 0,7935\, kW = 793,5\, W$$

(b) En un dia es fan $6 \cdot 12 = 72$ viatges de durada $204\,s$ cadascun, que corresponen a

$$72 \cdot 204 = 14688\,s = 4,08\,h$$

llavors, l'energia elèctrica diària en $kW \cdot h$ es pot calcular directament com

$$E_{elec}^{dia} = 0,7935\,kW \cdot 4,08\,h = 3,2375\,kW \cdot h$$

(c) L'energia elèctrica total serà la calculada a l'apartat anterior, més la corresponent a megafonia i enllumenat

$$E_{elec}^{total/dia} = 3,2375\,kW \cdot h + 25\,kW \cdot 6\,h = 153,24\,kW \cdot h$$

* * *

93. (a) En $9\,h$ de funcionament, i sabent que tarda $15\,s$ a transportar un passatger, l'escala fa un nombre de viatges igual a

$$\frac{9 \cdot 3600}{15} = 2160$$

i com a cada viatge l'escala transporta 10 passatgers, el nombre de passatgers total transportat és

$$n_t = 2160 \cdot 10 = 21600$$

(b) La potència mecànica addicional cada viatge, que dura $15\,s$ i porta 10 passatgers, val

$$P_{mec} = \frac{4,5 \cdot 10^3 \cdot 10}{15} = 3000\,W$$

llavors, tenint en compte el rendiment electromecànic, la potència elèctrica addicional serà

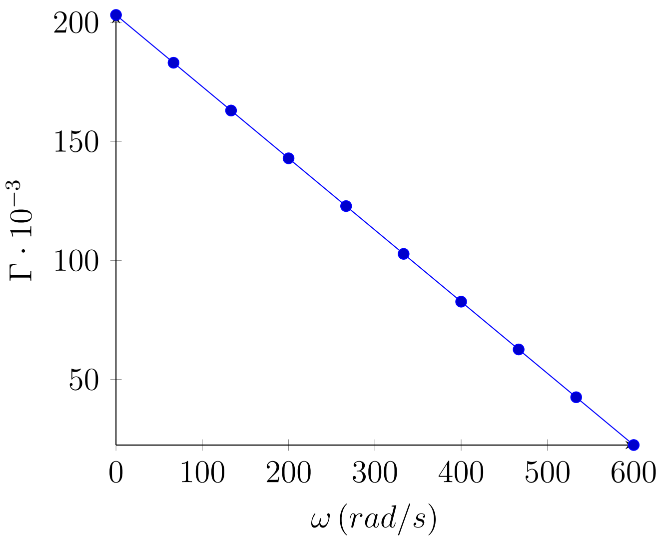
$$\eta = \frac{P_{mec}}{P_{elec}} \to P_{elec} = \frac{P_{mec}}{\eta} = \frac{3000}{0,58} = 5172,41\,W$$

(c) L'energia elèctrica total consumida

$$E_t = (P_b + P_{elec}) \cdot t = (3,2 + 5,172) \cdot 9 = 75,35\,kW \cdot h$$

94. (a) Hem de representar la funció

$$\Gamma(\omega) = 0,20308 - 0,301 \cdot 10^{-3}\omega$$



(b) El fet que no hi hagi càrrega és equivalent a considerar $\Gamma = 0$, llavors, la velocitat angular màxima

$$0 = 0,20308 - 0,301 \cdot 10^{-3}\omega \rightarrow \omega = 674,68\,rad/s$$

(c) La potència mecànica generada val

$$P = \Gamma\omega$$

llavors, a partir de

$$n = 3400\,\frac{rev}{min} \times \frac{2\pi}{1\,rev} \times \frac{1\,min}{60\,s} = \frac{340\pi}{3}\,rad/s$$

tenim que

$$\Gamma\left(\frac{340\pi}{3}\right) = 0,20308 - 0,301 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{340\pi}{3} = 0,0959\,N \cdot m$$

i finalment, per l'energia demanada

$$E = P \cdot t = \Gamma \cdot \omega \cdot t = 0,0959 \cdot \frac{340\pi}{3} \cdot 2 \cdot 3600 = 2,46 \cdot 10^5\,J$$

98. (a) El treball, tenint en compte les pèrdues

$$W = mg(h + \Delta h) = 2540 \cdot 10^3 \cdot 9,8 \cdot (129 + 70,81) = 4,97\,GJ$$

(b) Per una banda, el conjunt de les bombes produeix una potència mecànica

$$P_{mec}^{total} = \frac{W}{t} = \frac{4,97 \cdot 10^9}{8 \cdot 3600} = 1,73 \cdot 10^5\,W$$

llavors, cadascuna d'elles proporciona

$$P_{mec}^{bomba} = \frac{P_{mec}^{total}}{6} = 2,88 \cdot 10^4\,W$$

i llavors, la potència consumida per cada bomba

$$\eta = \frac{P_{mec}}{P_{elec}} \to P_{elec} = \frac{P_{mec}}{\eta} = \frac{2,88 \cdot 10^4}{0,7} = 4,11 \cdot 10^4\,W$$

En quant al cost en un dia

$$4,97\,GJ \times \frac{10^9\,J}{1\,GJ} \times \frac{1\,kW \cdot h}{3,6 \cdot 10^6\,J} \times \frac{0,08241\,€}{1\,kW \cdot h} = 113,77$$

$$6 \cdot 4,11 \cdot 10^4\,W \cdot 8\,h = 6 \cdot 41,1\,kW \cdot 8\,h = 1972,8\,kW \cdot h$$

$$1972,8\,kW \cdot h \times \frac{0,08241\,€}{1\,kW \cdot h} = 162,58\,€$$

(c) La potència hidràulica de cada bomba ($= P_{mec}$), en funció de la pressió p i el cabal q es pot escriure com

$$P_{mec} = p \cdot q$$

d'on

$$p = \frac{P}{q} = \frac{P}{V/t} = \frac{2,88 \cdot 10^4}{2540/(8 \cdot 3600)} = 3,27 \cdot 10^5\,Pa$$

99. (a) Considerem el diagrama de blocs

$$P_{elec} = UI \longrightarrow \boxed{\text{Motor reductor}} \longrightarrow P_{mr} = \Gamma_{mr} \cdot \omega_{mr}$$

$$\eta_{mr} = 0,65$$

$$\longrightarrow \boxed{\text{Politges}} \longrightarrow P_2 = F \cdot v$$

$$\eta_{pol} = 0,85$$

Llavors, com és

$$P_{elec} = UI = 230 \cdot 6,4 = 1472\,W$$

el parell a la sortida (tenint en compte el rendiment del motor) el calculem a partir de,

$$\eta_{mr} = \frac{P_{mr}}{P_{elec}} \rightarrow P_{mr} = \eta_{mr} P_{elec} = 0,65 \cdot 1472 = 956,8\,W$$

$$P_{mr} = \Gamma_{mr} \cdot \omega_{mr}$$

$$\begin{aligned}\Gamma_{mr} &= \frac{P_{mr}}{\omega_{mr}} = \frac{P_{mr}}{n_{mr} \cdot 2\pi} = \frac{P_{mr}}{v \cdot 2\pi} \cdot \tau \\ &= \frac{956,8}{0,4 \cdot 2\pi} \cdot 0,9918 = 377,58\,N \cdot m\end{aligned}$$

on hem tingut en compte que

$$\tau = \frac{v}{n_{mr}}\,; \quad n_{mr} \cdot 2\pi = \omega_{mr}$$

(b) Com és

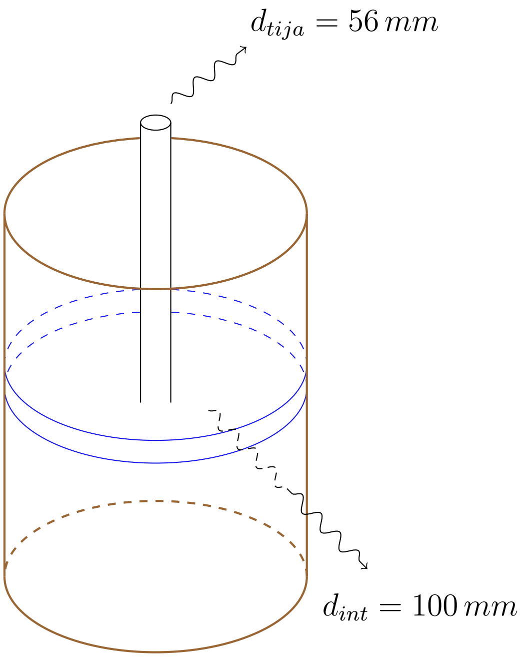
$$P_{mr}\eta_{pol} = P_2 = F \cdot v = mg \cdot v$$

$$m = \frac{P_{mr}\eta_{pol}}{gv} = \frac{956,8 \cdot 0,85}{9,8 \cdot 0,4} = 207.47\,kg$$

(c) D'acord amb el diagrama de blocs,

$$\eta = \eta_{mr}\eta_{pol} = 0,65 \cdot 0,85 = 0,5525$$

103. Representem el cilindre



(a) Com que hi ha dos cilindres, cadascun suporta la meitat del pes del cotxe, i la força que cada cilindre pot fer es pot calcular a partir de

$$p = \frac{F}{A_{int}} \rightarrow F = pA_{int} = p\frac{\pi}{4}d_{int}^2 = 2,5{\cdot}10^6{\cdot}\frac{\pi}{4}(0,1)^2 = 19634,95\,N$$

llavors, la massa que pot suportar un cilindre és

$$mg = 19634,95 \rightarrow m = \frac{19634,95}{9,8} = 2003,56\,N$$

i per tant, els dos en conjunt podran suportar

$$m' = 2m = 2 \cdot 2003,56 = 4007,13\,kg$$

(b) La tensió normal de la tija σ_{tija} la calculem a partir de

$$\sigma_{tija} = \frac{F}{A_{tija}} = \frac{mg}{\frac{\pi}{4}d_{tija}^2} = \frac{2003,56 \cdot 9,8}{\frac{\pi}{4} \cdot (56)^2} = 7,98\,MPa$$

(c) El rendiment d'un cilindre hidràulic es definia com

$$\eta = \frac{P_{mec}}{P_h}$$

llavors, la potència hidràulica de cada cilindre es calcula com,

$$P_h = \frac{P_{mec}}{\eta} = \frac{Fv}{\eta} = \frac{mgv}{\eta} = \frac{2003,56 \cdot 9,8 \cdot 0,038}{0,88} = 847,87\,W$$

(d) De la relació entre la potència hidràulica, el cabal i la pressió

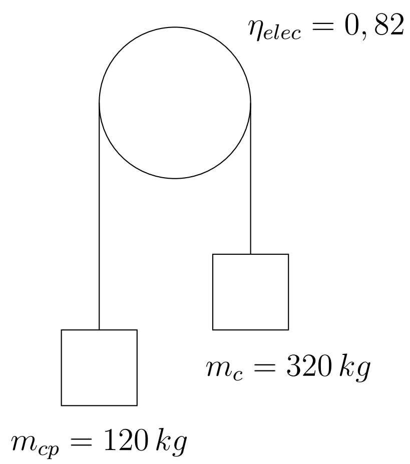
$$P_h = p \cdot q \rightarrow p = \frac{P_h}{q} = \frac{847,87}{0,2985 \cdot 10^{-3}} = 2,84\,MPa$$

on s'ha tingut en compte que per el cabal,

$$0,2985 \cdot \frac{L}{s} \times \frac{1\,m^3}{10^3\,L} = 0,2985 \cdot 10^{-3}\,m^3/s$$

* * *

104. Representem la situació



(a) La potència útil que fa l'ascensor (hem de tenir en compte que el contrapés "ajuda"), val

$$\begin{aligned} P_{mec} &= P_c - P_{cp} \\ &= F_c \cdot v_c - F_{cp} \cdot v_{cp} \\ &= m_c g \cdot v_c - m_{cp} g \cdot v_{cp} \\ &= m_c g \cdot v_c - m_{cp} g \cdot 2v_c \\ &= v_c g \cdot (m_c - 2m_{cp}) \\ &= 1 \cdot 9,8 \cdot (320 - 2 \cdot 120) \\ &= 784\,W \end{aligned}$$

(b) La potència elèctrica consumida

$$\eta = \frac{P_{mec}}{P_{elec}} \rightarrow P_{elec} = \frac{P_{mec}}{\eta} = \frac{784}{0,82} = 956,1\,W$$

(c) La potència consumida pel motor serà nul·la quan la potència mecànica ho sigui, (el contrapés ajuda a que passi això). Un resultat parcial anterior permet escriure

$$P_{mec} = v_c g \cdot (m_c - 2m_{cp})$$

d'on

$$m_c = 2m_{cp} = 2 \cdot 120 = 240\,kg \Rightarrow P_{mec} = 0$$

(d) Com que hi ha sis cintes, cadascuna suporta en condicions de càrrega màxima, una força F

$$F = \frac{m_c g}{6} = \frac{320 \cdot 9,8}{6} = 522,67\,N$$

d'on la tensió normal σ_n a que està sotmesa cada cinta val

$$\sigma_n = \frac{F}{A} = \frac{522,67}{30 \cdot 2,5} = 6,97\,MPa$$

* * *

105. (a) En aquest exercici cal anar amb compte amb les unitats. Com ens diuen que la velocitat es dona en km/h, i la força en N, és clar que la constant $0,13$ ha de tenir unitats $\frac{N \cdot h^2}{km^2}$. De l'expressió que proporciona l'enunciat

$$F_r(v) = 230 + 0,13v^2$$

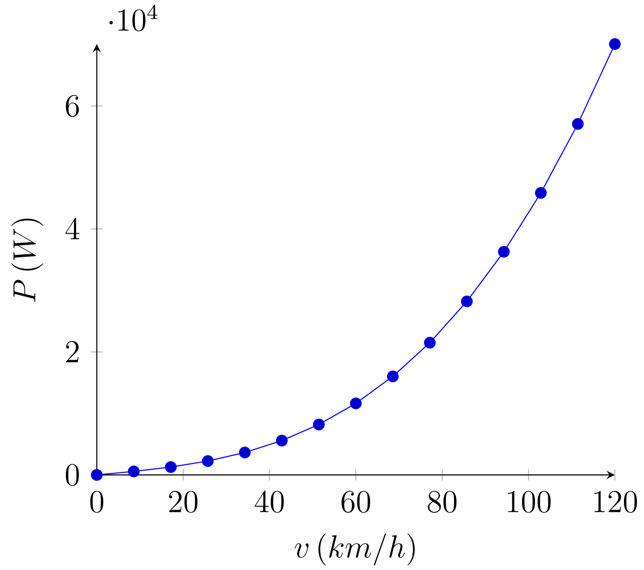
tenim que, per $v = 60\,km/h$,

$$F_r(60) = 230 + 0,13(60)^2 = 698\,N$$

(b) La potència mecànica es pot calcular com

$$P(v) = F \cdot v = \left(230 + 0,13v^2\right) \frac{v}{3,6}$$

on introduïm el factor $3,6$ per poder expressar la potència en W. Ara, la representació demanada queda



(c) La potència mecànica que ha de desenvolupar el vehicle quan $v = 60\,km/h$ val

$$P(60) = \left(230 + 0,13(60)^2\right)\frac{60}{3,6} = 11633,33\,W$$

el rendiment del motor és

$$\eta = \frac{P_{mec}}{P_{motor}} = 0,8$$

llavors

$$P_{motor} = \frac{P_{mec}}{\eta} = \frac{11633,33}{0,8} = 14541,67\,W$$

i finalment, el parell val

$$P_{motor} = \Gamma\omega \rightarrow \Gamma = \frac{P_{motor}}{\omega} = \frac{14541,67}{2500\cdot\frac{\pi}{30}} = 55,55\,N\cdot m$$

* * *

108. Considerem el diagrama de blocs

$$P_{elec} = UI \dashrightarrow \boxed{\text{Motor elèctric}} \dashrightarrow P_m = \Gamma_m\omega_m \dashrightarrow \boxed{\text{Reductor}} \dashrightarrow P_{càrrega} = F\cdot v$$

η_{mot} $\qquad\qquad$ $\eta_{red} = 0,72$

(a) Tenim

$$P_{elec} = UI = 220 \cdot 17,5 = 3850\,W$$

i en relació al rendiment del motor

$$\eta_{mot} = \frac{P_m}{P_{elec}} = \frac{\Gamma\omega}{UI} = \frac{19,5 \cdot 1500 \cdot \frac{\pi}{30}}{220 \cdot 17,5} = 0,796$$

(b) La potència dissipada en el conjunt

$$\begin{aligned} P_{diss} &= \overbrace{P_{elec} - P_{elec}\eta_{mot}}^{p\grave{e}rdues\,motor} + \overbrace{P_{elec}\eta_{mot} - P_{elec}\eta_{mot}\eta_{red}}^{p\grave{e}rdues\,reductor} \\ &= P_{elec}(1 - \cancel{\eta_{mot}} + \cancel{\eta_{mot}} - \eta_{mot}\eta_{red}) \\ &= P_{elec}(1 - \eta_{mot}\eta_{red}) \\ &= 3850 \cdot (1 - 0,796 \cdot 0,72) = 1644,1\,W \end{aligned}$$

(c) Per una banda tenim

$$\eta_{red} = \frac{P_{c\grave{a}rrega}}{P_m}$$

$$P_{c\grave{a}rrega} = P_m \cdot \eta_{red} = 19,5 \cdot 1500 \cdot \frac{\pi}{30} \cdot 0,72 = 2205,4\,W$$

i, de la definició de la potència mecànica

$$P_{c\grave{a}rrega} = Fv = mgv = mg\frac{\Delta h}{t}$$

$$m = \frac{P_{c\grave{a}rrega} \cdot t}{g\Delta h} = \frac{2205,4 \cdot 50}{9,8 \cdot 4,5} = 2500,45\,kg$$

(d) Tenim

$$m' = \frac{m}{2} \to P'_{c\grave{a}rrega} = \frac{P_{c\grave{a}rrega}}{2} \to P'_m = \frac{P_m}{2} \to$$

$$P'_{elec} = \frac{P_{elec}}{2} \to I' = \frac{I}{2} = \frac{17,5}{2} = 8,75\,A$$

* * *

109. (a) Tenim

$$P_s = \Gamma_s\omega \to \Gamma_s = \frac{P_s}{\omega} = \frac{310}{2600\frac{\pi}{30}} = 1,14\,N \cdot m$$

(b) Ara, per el rendiment

$$\eta = \frac{P_s}{P_{elec}} = \frac{\Gamma\omega}{UI} = \frac{310}{230 \cdot 1,9} = 0,71$$

(c) Per l'energia elèctrica consumida en $3\,min$

$$E_{elec} = P_{elec} \cdot 3 \cdot 60 = 230 \cdot 1,9 \cdot 3 \cdot 60 = 78660\,J$$

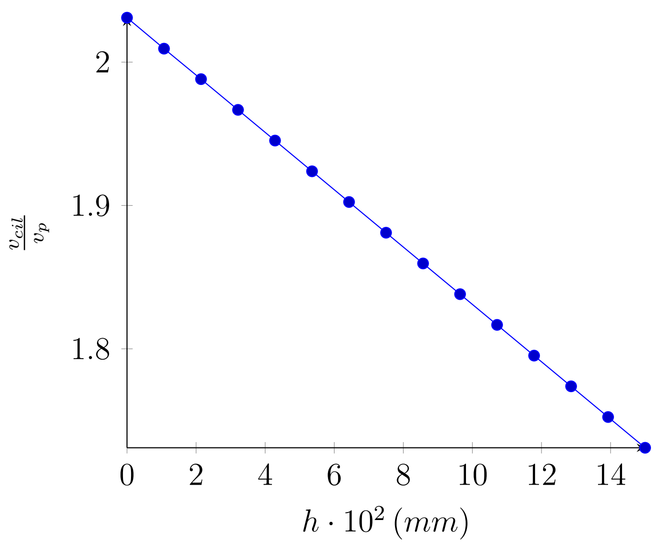
i l'energia dissipada en aquest temps

$$E_{diss} = E_{elec}(1 - \eta) = 78660 \cdot (1 - 0,71) = 22811,4\,J$$

* * *

110. (a) Hem de representar la funció

$$\frac{v_{cil}}{v_p}(h) = \frac{10155 - h}{50000}$$



(b) La potència que desenvolupa la pala val,

$$P_p = mg \cdot v_p$$

i la que desenvolupen els cilindres val,

$$P_{cil} = 2F_{cil} \cdot v_{cil}$$

llavors, suposant que no hi ha pèrdues,

$$mg \cdot v_p = 2F_{cil} \cdot v_{cil}$$

$$F_{cil} = \frac{mg}{2} \cdot \frac{v_p}{v_{cil}} = \frac{1800 \cdot 9,8}{2} \cdot \frac{50000}{10155 - 1100} = 48\,702,37\,N$$

(c) De la definició de pressió

$$p = \frac{F}{A} \rightarrow p_{int} = \frac{F_{cil}}{A_{int}} = \frac{F_{cil}}{\frac{\pi}{4}d_{int}^2} = \frac{48\,702,37}{\frac{\pi}{4}(110)^2} = 5,125\,MPa$$

* * *

118. Considerem el diagrama de blocs

$$P_{elec} = UI \dashrightarrow \boxed{\text{Motor elèctric}} \dashrightarrow P_m = \Gamma_m \omega_m \dashrightarrow \boxed{\text{Reductor}} \dashrightarrow P_{càrr} = F \cdot v$$

$$\eta_{mot} = 0,78 \qquad \eta_{red} = 0,70$$

(a) La potència (útil) per pujar la càrrega val

$$P_{càrr} = Fv = \frac{mg\Delta h}{t} = \frac{2500 \cdot 9,8 \cdot 5}{60} = 2041,67\,W$$

(b) Tenint en compte el rendiment del reductor d'engranatges,

$$\eta_{red} = \frac{P_{càrr}}{P_m} \rightarrow P_m = \frac{P_{càrr}}{\eta_{red}} = \frac{2041,67}{0,70} = 2916,67W$$

i en quant al parell a la sortida del motor

$$P_m = \Gamma\omega \rightarrow \Gamma = \frac{P_m}{\omega} = \frac{2916,67}{1500 \cdot \frac{\pi}{30}} = 18,57\,N \cdot m$$

(c) Tenint ara en compte el rendiment del motor elèctric,

$$\eta_{mot} = \frac{P_m}{P_{elec}} = \frac{P_m}{UI} \rightarrow I = \frac{P_m}{U \cdot \eta_{mot}} = \frac{2916,67}{220 \cdot 0,78} = 17\,A$$

(d) Per calcular la potència dissipada globalment podem fer,

$$P_{diss} = P_{elec} - P_{càrr} = UI - \frac{mg\Delta h}{t}$$
$$= 220 \cdot 17 - 2041,67 = 1697,65\,W$$

119. Considerem el diagrama de blocs

$$P_{elec} = UI \dashrightarrow \boxed{\text{Motor elèctric}} \dashrightarrow P_1 = \Gamma_1 n_1 \dashrightarrow \boxed{\text{Trans}} \dashrightarrow P_2 = \Gamma_2 n_2$$

$$\eta_{mot} = 0,76 \qquad \eta_{trans} = 0,94$$

(a) A partir del rendiment del motor elèctric

$$\eta_{mot} = \frac{P_1}{P_{elec}} \to P_1 = \eta_{mot} \cdot P_{elec} = 0,76 \cdot 1100 = 836\, W$$

(b) Tenint ara en compte el rendiment de la transmissió

$$\eta_{trans} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Gamma_2 n_2}{P_1}$$

$$\Gamma_2 = \frac{P_1 \eta_{trans}}{n_2} = \frac{P_1 \eta_{trans}}{\tau \cdot n_1} = \frac{836 \cdot 0,94}{\frac{5}{7} \cdot 1460 \cdot \frac{\pi}{30}} = 7,196\, N \cdot m$$

(c) La potència dissipada en el trepant es pot calcular com

$$P_{diss} = P_{elec} - P_2 = P_{elec} - P_1 \eta_{transm} = 1100 - 836 \cdot 0,94 = 314,16\, W$$

(d) Si la corretja dentada no llisca sobre els eixos del motor (1) ni de la broca (2) es compleix que la velocitat lineal dels punts és la mateixa pels punts de la perifèria de cada eix, llavors

$$v_1 = v_2$$

$$\omega_1 R_1 = \omega_2 R_2$$

$$\omega_1 d_1 = \omega_2 d_2$$

$$d_2 = \frac{\omega_1 d_1}{\omega_2} = \frac{n_1 d_1}{n_2} = \frac{d_1}{\tau} = \frac{80}{5/7} = 112\, mm$$

* * *

120. (a) El treball elèctric consumit E_{elec} es pot calcular com

$$E_{elec} = P_{nom} \cdot t = 3,5 \cdot 7,5 = 26,25\, kW \cdot h$$

(b) Com que hi ha simultàniament n paquets separats $1,2\,m$ en $18\,m$ de longitud, tenim que el nombre de paquets és

$$n = \frac{18}{1,2} = 15$$

i el temps que cada paquet és sobre la cinta

$$18 = v \cdot t \rightarrow t = \frac{18}{v} = \frac{18}{0,5} = 36\,s$$

(c) Per calcular l'energia mecànica (major que l'elèctrica a causa del rendiment η), que requereix la manipulació d'un paquet E_{paquet}, podem fer

$$\begin{aligned} E_{paquet} &= \frac{(P_{nom} - P_{buit}) \cdot \eta \cdot t_{paquet}}{15} \\ &= \frac{(3500 - 2400) \cdot 0,68 \cdot 36}{15} = 1795,2\,J \end{aligned}$$