

Exercici 1

a) Comencem passant la velocitat al SI

$$3,7 \frac{\cancel{km}}{\cancel{h}} \cdot \frac{10^3 m}{1 \cancel{km}} \cdot \frac{1 \cancel{h}}{3600 s} = 1,0278 m/s$$

Ara podem calcular la velocitat angular de la roda com

$$\omega_r = \frac{v}{d/2} = \frac{1,0278}{0,200/2} = 10,278 rad/s$$

i fent servir la relació de transmissió, podem calcular la velocitat angular del motor

$$\tau = \frac{\omega_r}{\omega_{mot}} \rightarrow \omega_{mot} = \frac{\omega_r}{\tau} = \frac{10,278}{0,08} = 128,472 rad/s$$

b) La potència a l'eix de les rodes P_{subm} és menor que la consumida pel motor degut a que el rendiment en el reductor i el motor és menor que 1. El rendiment global és

$$\eta = \eta_{mot}\eta_{red} = 0,87 \cdot 0,95 = 0,8265$$

llavors

$$\eta = \frac{P_{subm}}{P_{cons}} \rightarrow P_{subm} = \eta P_{cons} = 0,8265 \cdot 75 = 61,9875 W$$

c) A l'eix del motor

$$P_{mot} = \Gamma \omega_{mot}$$

on

$$P_{mot} = P_{cons}\eta_{mot} = 75 \cdot 0,87 = 65,25 W$$

ara és immediat calcular

$$\Gamma = \frac{P_{mot}}{\omega_{mot}} = \frac{65,250}{128,472} = 0,508 Nm$$

d)

A partir de $E_{bat} = 240 Wh$ i sabent que el motor consumeix $75 kW$ fem

$$240 = 75 \cdot t \rightarrow t = \frac{240}{75} = 3,2 h$$

i la distància màxima recorreguda, suposant que tota l'estona es mou a la velocitat $v = 3,7 m/s$ serà

$$e = vt = 3,7 \cdot 3,2 = 11,84 km$$

Exercici 2

a) Per una banda tenim

$$400 \text{ Wh} = 400 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 1,44 \cdot 10^6 \text{ J}$$

al conjunt motor-reductor s'obté

$$E_{bat} \eta_{motor} \eta_{red} = 1,44 \cdot 10^6 \cdot 0,957 \cdot 0,93 = 1,28 \cdot 10^6 \text{ J}$$

i s'ha perdut

$$1,44 \cdot 10^6 - 1,28 \cdot 10^6 = 1,584 \cdot 10^5 \text{ J}$$

b) Tenint en compte la potència útil i l'energia útil calculada abans podem trobar el temps com

$$P = \frac{W}{t} \rightarrow t_{max} = \frac{W}{P} = \frac{1,28 \cdot 10^6}{250} = 5120 \text{ s} = 1,42 \text{ h}$$

L'espai màxim que podrà recórrer serà doncs

$$e_{max} = vt = 25 \cdot 1,42 = 35,36 \text{ km}$$

c) Per una banda la velocitat és

$$25 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 6,944 \text{ m/s}$$

i el radi

$$r = \frac{d}{2} = \frac{0,710}{2} = 0,355 \text{ m}$$

llavors és immediat calcular

$$\omega_r = \frac{v}{r} = \frac{6,944}{0,355} = 19,56 \text{ rad/s}$$

d) La potència que entrega el motor al reductor val

$$P_{eix} = \frac{P_{subm}}{\eta_{red}} = \frac{250}{0,93} = 268,82 \text{ W}$$

de forma que podem escriure

$$\Gamma_{eix} = \frac{P_{eix}}{\omega_{mot}} = \frac{P_{eix}}{\frac{\omega_r}{\tau}} = \frac{\tau P_{eix}}{\omega_r} = \frac{0,065 \cdot 268,82}{19,56} = 0,893 \text{ Nm}$$

Exercici 3

a) Podem calcular directament la potència demanada a partir de les dades que ofereix l'enunciat com

$$P_p = \frac{W}{t} = \frac{m_{total} g \Delta h}{t} = \frac{m_p \cdot n_p g \Delta h}{t_p} = \frac{70,8 \cdot 20 \cdot 9,8 \cdot 6}{45} = 1850,24 \text{ W}$$

b) Calculem el nombre de viatges que es fan en un dia

$$\frac{10 \cdot 3600}{t_p} = \frac{10 \cdot 3600}{45} = 800$$

llavors al llarg d'un dia es transporten, $800 \cdot n_p = 800 \cdot 20 = 16000$ persones.

c) La potència consumida associada al transport dels passatgers val

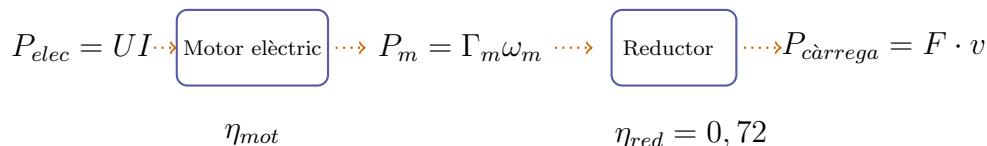
$$P_{p,cons} = \frac{P_p}{\eta} = \frac{1850,24}{0,58} = 3,19 \cdot 10^3 \text{ W}$$

Calculem l'energia total consumida en un dia tenint en compte també la potència consumida en buit, que ens han proporcionat com a dada

$$E_t = (P_{p,cons} + P_b) t_t = (3,19 \cdot 10^3 + 3,2 \cdot 10^3) \cdot 10 \cdot 3600 = 2,3 \cdot 10^8 \text{ J}$$

* * *

Exercici 4 Considerem el diagrama de blocs



a) Tenim

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

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

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

c) Per una banda tenim

$$\eta_{red} = \frac{P_{càrrega}}{P_m}$$

$$P_{càrrega} = P_m \cdot \eta_{red} = 19,5 \cdot 1500 \cdot \frac{\pi}{30} \cdot 0,72 = 2205,4 \text{ W}$$

i, de la definició de la potència mecànica

$$P_{càrrega} = Fv = mgv = mg \frac{\Delta h}{t}$$

$$m = \frac{P_{càrrega} \cdot t}{g \Delta h} = \frac{2205,4 \cdot 50}{9,8 \cdot 4,5} = 2500,45 \text{ kg}$$

d) Llavors

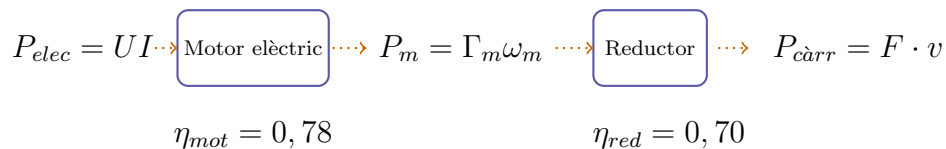
$$m' = \frac{m}{2} \rightarrow P'_{càrrega} = \frac{P_{càrrega}}{2} \rightarrow P'_m = \frac{P_m}{2} \rightarrow$$

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

* * *

Exercici 5

Considerem el diagrama de blocs



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

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

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

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

i en quant al parell a la sortida del motor

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

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,

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

* * *

Exercici 6

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

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

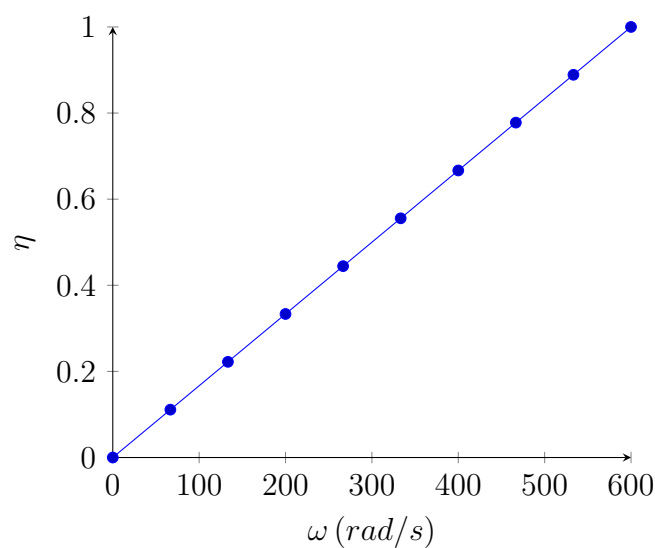
b) Suposant que la tensió d'alimentació és de 12 V, la velocitat angular ω de l'eix, quan $I = 100 A$ es pot calcular amb

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

c) En quant al rendiment electromecànic

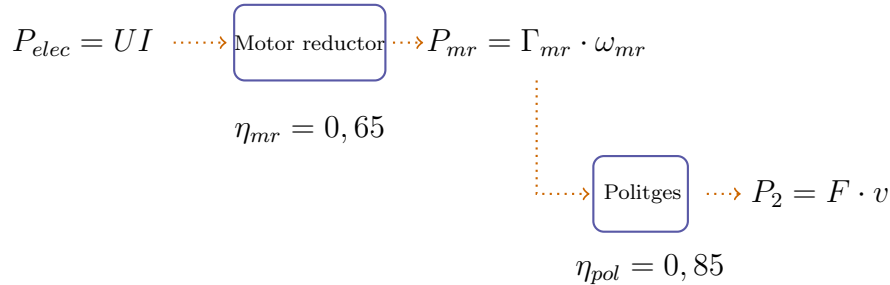
$$\eta = \frac{P_{mec}}{P_{elec}} = \frac{\Gamma\omega}{UI} = \frac{c\chi\omega}{U\chi} = \frac{0,02\omega}{12} = \frac{\omega}{600}$$

Llavors, la gràfica del rendiment en funció de ω



Exercici 7

Considerem el diagrama de blocs



a) Llavors, com és

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

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

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

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

on hem tingut en compte que

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

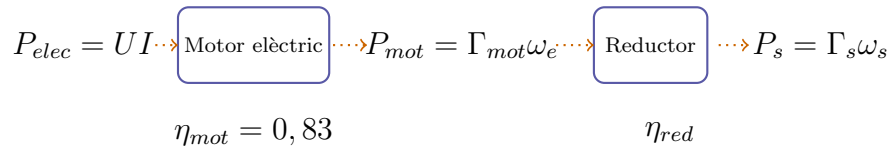
b) Com és

$$\begin{aligned} P_{mr} \eta_{pol} &= P_2 = F \cdot v = mg \cdot v \\ m &= \frac{P_{mr} \eta_{pol}}{gv} = \frac{956,8 \cdot 0,85}{9,8 \cdot 0,4} = 207,47 \text{ kg} \end{aligned}$$

c) D'acord amb el diagrama de blocs,

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

Exercici 8 Considerem el diagrama de blocs



a) La potència elèctrica consumida val

$$P_{elec} = UI = 230 \cdot 1,80 = 414 \text{ W}$$

i la potència a l'eix de sortida del motor val

$$P_{mot} = P_{elec} \cdot \eta_{mot} = 414 \cdot 0,83 = 343,62 \text{ W}$$

Per calcular el parell passem primer la velocitat de rotació de la porta al SI

$$10 \frac{\cancel{rev}}{\cancel{min}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \cancel{rev}} \cdot \frac{1 \cancel{min}}{60 \text{ s}} = \frac{\pi}{3} \text{ rad/s}$$

ara, fent servir la relació de transmissió calculem la velocitat de rotació del motor

$$\omega_e = \frac{\omega_s}{\tau} = \frac{\pi/3}{1/128} = 95\pi \text{ rad/s}$$

i ja podem calcular el parell demanat

$$\Gamma_e = \frac{P_{mot}}{\omega_e} = \frac{343,62}{95\pi} = 1,15 \text{ Nm}$$

b) La potència a l'eix de sortida del reductor es pot calcular amb el rendiment global i la potència elèctrica consumida

$$P_s = P_{elec} \eta_{tot} = 414 \cdot 0,33 = 136,62 \text{ W}$$

en quant al parell

$$\Gamma_s = \frac{P_s}{\omega_s} = \frac{136,62}{\pi/3} = 130,46 \text{ Nm}$$

c) A partir de la relació entre el parell, la força i el radi del tambor

$$\Gamma_s = Fr \rightarrow \Gamma_s = mg \frac{d}{2} \rightarrow m = \frac{2\Gamma_s}{gd} = \frac{2 \cdot 130,46}{9,8 \cdot 0,22} = 121 \text{ kg}$$

Exercici 9

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

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

b) Com que hi ha simultàniament n paquets separats $1,2 \text{ m}$ 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

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

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

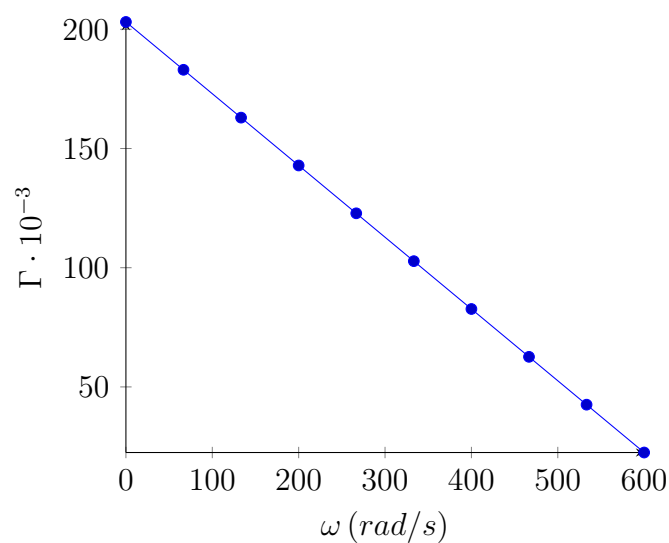
$$\begin{aligned} E_{paquet} &= \frac{(P_{nom} - P_{buit}) \cdot \eta \cdot t_{paquet}}{15} \\ &= \frac{(3500 - 2400) \cdot 0,68 \cdot 36}{15} = 1795,2 \text{ J} \end{aligned}$$

* * *

Exercici 10

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

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

c) La potència mecànica generada val

$$P = \Gamma \omega$$

llavors, a partir de

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

tenim que

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

i finalment, per l'energia demanada

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

* * *

Exercici 11

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

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

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

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

c) L'energia elèctrica total consumida

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

* * *

Exercici 12

a) L'energia mecànica necessària cada viatge val $E_{mv} = 103,6 \text{ kJ}$ i cada viatge dura $t_v = 204 \text{ s}$. Llavors, la potència mecànica (útil) per cada viatge val

$$P_{mec} = \frac{E_m}{t_v} = \frac{103,6}{204} = 0,5078 \text{ kW}$$

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)

$$P_{elec} = \frac{P_{mec}}{\eta} = \frac{0,5078}{0,64} = 0,7935 \text{ kW} = 793,5 \text{ W}$$

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

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

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

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

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

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