

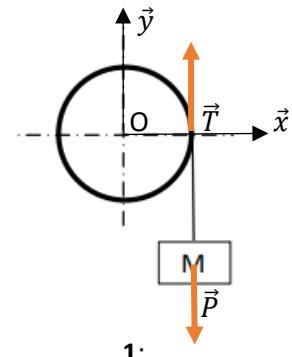
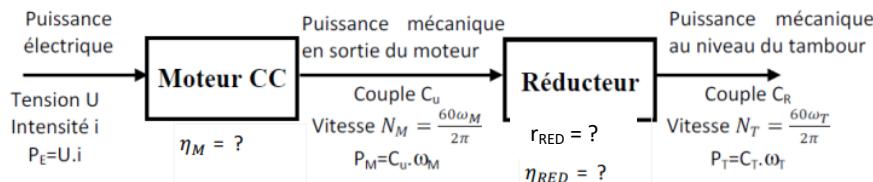
Devoir- treuil électrique

On s'intéresse à un treuil. Il s'agit d'un système pesant 40kg constitué d'un moteur CC et d'un tambour enroulant un câble en acier. Le constructeur indique que le treuil peut exercer une force correspondant à soulever une masse maximale de 900kg.

Le moteur utilisé est en 24V. La force de traction de 900 kg correspond à la puissance mécanique maximale.



On sait que le câble s'enroule sur un tambour de diamètre 60mm. On se place dans le cas de la puissance maximale.



Question1 :

Le câble est un système soumis à 2 forces. Lesquelles ? Que peut-on en conclure dans une étude statique ? Le câble est soumis aux forces \vec{T} et \vec{P} . Considéré à l'équilibre, la seule solution d'un système à deux forces est que les deux forces soient alignées sur les points d'applications des forces, de même norme et de sens opposé.

A l'aide du P.F.S, calculez l'effort du tambour sur la câble \vec{T} puis donner ses composantes dans un repère (O, x, y, z) . Déduire le couple C_T exercé par le tambour sur le câble. Donc $\vec{T} = -\vec{P}$. $\vec{P} = -900 \text{ g } \vec{y}$ donc $\vec{T} = 8829 \text{ g } \vec{y}$ N. $C_T = T \times OT = 8829 \times 0,030 = 264,87 \text{ Nm}$.

Question2: Le constructeur annonce que dans cette situation de puissance maximum, le câble enroule 6 mètres en une minute. Calculez la puissance P_T nécessaire à l'entraînement de la masse de 900kg.

$$P_T = T \times v = 882,9 \text{ W}$$

Question 3: Calculez la vitesse de rotation ω_T du tambour d'enroulement. $\omega_T = \frac{v_T}{R} = \frac{0,1}{0,03} = 3,33 \text{ rad s}^{-1}$

Question 4: A puissance maximale, le moteur développe une puissance mécanique de 1000W, calculez η_{RED} . $\eta_{RED} = \frac{882,9}{1000} = 88,29 \%$

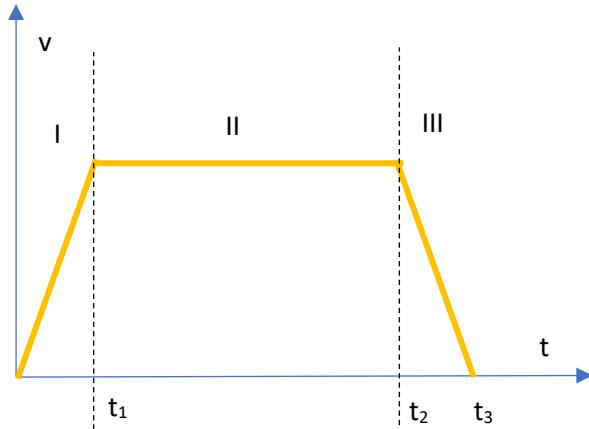
Question 5: On estime que $N_M = 1591,55 \text{ tr.min}^{-1}$. Déterminer r_{RED} . $R_{RED} = \frac{N_T}{N_M} = \frac{\frac{3,33 \times 60}{2\pi}}{1591,55} = \frac{1}{50}$

Question 6 : Montrer que $C_u = C_R \cdot \frac{r_{RED}}{\eta_{RED}}$ puis faire l'application numérique.

$$\eta_{RED} = \frac{P_T}{P_M} = \frac{C_T \cdot \omega_T}{C_u \cdot \omega_M} = \frac{C_T}{C_u} \cdot r_{RED} \text{ donc } C_u = C_T \cdot \frac{r_{RED}}{\eta_{RED}} \text{ donc } C_u = 264,87 \cdot \frac{\frac{1}{50}}{0,8829} = 6 \text{ N.m.}$$

Question 7: On estime que $\eta_M = 80\%$. Déterminez la valeur de l'intensité à puissance maximale et déduisez-en la puissance électrique consommée par le moteur. Quel est le rendement global du système ? $P_E = \frac{P_M}{\eta_M} = \frac{1000}{0,8} = 1250 W$. $I = \frac{1250}{24} = 52,08 A$. $\eta_G = \frac{882,9}{1250} = 70,63\%$.

Question 8: Le moteur doit avoir une phase d'accélération et de décélération de 20s. La course totale du câble sera de 10m. Résoudre le problème à l'aide des équations de la cinématique. Représentez graphiquement la courbe de vitesse. Estimez le nombre de tours de tambours réalisés sur un cycle de montée et de descente.



Phase I et III MTrUA, phase II MTrU

Données $t_1 = 20$ s, $t_3 - t_2 = 20$ s ; $d_{03} = 10$ m ; $v_1 = 6$ m/min.

Équations phase I :

$$a_0 = \text{CSTE (en m.s}^{-2}\text{)}$$

$$v_1 = v_0 + a_0 \cdot (t_1 - t_0) \text{ (en m.s}^{-1}\text{)} 6/60 = 0 + a_0 \cdot 20 \text{ donc } a_0 = 0,005 \text{ m.s}^{-2}$$

$$d_1 = d_0 + \frac{a_0 \cdot (t_1 - t_0)^2}{2} + v_0 \cdot (t_1 - t_0) \text{ (en m)} ; d_1 = 0 + \frac{a_0 \cdot (20)^2}{2} + 0 = \frac{5}{1000} \cdot \frac{400}{2} = 1 \text{ m}$$

Équations phase II :

$$a_1 = 0 \text{ m.s}^{-2}$$

$$v_2 = v_1 = 6/60 \text{ (en m.s}^{-1}\text{)}$$

$$d_{12} = v_1 \cdot (t_2 - t_1) \text{ (en m)} d_{12} = \frac{6}{60} \cdot (t_2 - 20)$$

Équations phase III :

$$a_2 = \text{CSTE (en m.s}^{-2}\text{)}$$

$$v_3 = v_2 + a_2 \cdot (t_3 - t_2) \text{ (en m.s}^{-1}\text{)} 0 = \frac{6}{60} + a_2 \cdot 20 \text{ donc } a_2 = -5/1000 \text{ m.s}^{-2}$$

$$d_{23} = \frac{a_2 \cdot (t_3 - t_2)^2}{2} + v_3 \cdot (t_3 - t_2) \text{ (en m)} ; d_{23} = -\frac{5}{1000} \cdot \frac{400}{2} + \frac{6}{60} \cdot 20 \text{ m} = 1 \text{ m}$$

$$d_{03} = d_{01} + d_{12} + d_{23} \text{ donc } 10 = 1 + d_{12} + 1 \text{ soit } d_{12} = 10 - 2 = 8 \text{ m}$$

$$\text{Comme } d_{12} = \frac{6}{60} \cdot (t_2 - 20) = 8 \text{ donc } t_2 = 100 \text{ s.}$$

Le tambour enroule 10m de corde soit $\frac{10000}{\pi \cdot 30} = 106,10 \text{ tours. Donc } 212,2 \text{ tours sur un aller-retour.}$

Question 9 Le câble de traction sera un ensemble de 6 brins en acier ($E=210000 \text{ MPa}$; $Re = 270 \text{ MPa}$) de forme cylindrique. Déterminez le diamètre du brin pour garantir un coefficient de sécurité de 7. Déduire l'elongation du câble.

Déduire l'elongation du câble.

$$\sigma = \frac{F}{S} \leq \frac{R_e}{S}; \frac{900 \cdot 9,81 / 6}{S} \leq \frac{270}{7}; S \geq \frac{1471,5}{38,57}; S \geq 38,15 \text{ mm}^2$$

$\pi \cdot r^2 \geq 38,15$ soit $r \geq \sqrt{\frac{38,15}{\pi}}$; $r \geq 3,48 \text{ mm}$. On peut prendre un diamètre de 3,5 mm pour garantir le coeff de sécurité de 7.

$$\frac{F}{S} = \sigma = E \cdot \varepsilon = E \cdot \frac{\Delta l}{l_o} \text{ donc } \Delta l = \frac{F}{E \cdot S} \cdot l_o = \frac{1471,5}{210000 \cdot 38,15} \cdot 10000 = 1,84 \text{ mm.}$$