Corrigé DS N3 - 2022-2023 — Fly Line

Pr : A. OUAANABI

I- Déplacement radiocommandé du chariot

Q1/ cycle T

* la distance D

Pythagore : $\boxed{D = \sqrt{L^2 + H^2}} \Rightarrow \boxed{D = 111.8\,m}$

* la vitesse entre A et B : $v_{AB} = 45\,km/h$

Soit $v = 45 \times \frac{1000}{3600} \Rightarrow \boxed{v = 12.5\,m/s}$

* le temps t_2

On a : $v = \frac{D}{t_2} \Rightarrow t_2 = \frac{D}{v} \Rightarrow \boxed{t_2 = 8.944\,s}$

Donc : $T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$

$\Rightarrow \boxed{T = 55.444\,s}$

Q2/ l'accélération ac

l'accélération est défini par : $a_c = \frac{V}{t_1}$

soit $a_c = \frac{12.5}{14} \Rightarrow \boxed{a_c = 0.83\,m/s^2}$

* la décélération ad

$a_d = -\frac{V}{t_3} = -\frac{12.5}{12.5} \Rightarrow a_d = -1\,m/s^2$

Q3/ la seul phase pour récupérer de la puissance mécanique est la phase de freinage

Q4/ la masse totale

$M = M_{ch} + M_{caméra}$

$M_{chariot} = 7\,kg$ et $M_{caméra} = 8\,kg$

Donc : $\boxed{M = 15\,kg}$

* la force motrice Fr

On a ; $F_r = a_c.M + Mg.C_{d1}$

$a_c = 0{,}83\,m/s^2$; $g = 9.81\,N/kg$

la slackline et roue motrice sont en acier

$\Rightarrow C_{d1} = 0.3$

d'où : $\boxed{F_r = 57\,N}$

Q5/ le couple à l'arbre de roue motrice

On a : $C_{roue} = F_r \times \frac{D_{cr}}{2} \Rightarrow \boxed{C_{roue} = 3.45\,Nm}$

* le couple résistant Cr ?

$\eta_1 = \frac{P_{roue}}{P_m} = \frac{C_{roue}}{C_r} \times \frac{\Omega_{roue}}{\Omega_m} = \frac{C_{roue}}{C_r} \times r$

d'où : $C_r = \frac{C_{roue}}{\eta_1} \times r \Rightarrow \boxed{C_r = 1.61\,Nm}$

et $r = \frac{D_m}{D_M} \Rightarrow r = 0.375$

* PFD : $J\frac{d\Omega_m}{dt} = C_m - C_r = 0$ (régime permanent) $\Omega_m = C^{te}$

D'où : $\boxed{C_m = C_r = 1.61\,Nm}$

II- motorisation du chariot mobile

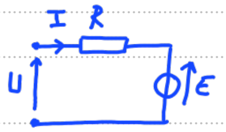
1. Etude énergétique

Q6/ * modèle de la Mcc

On a pour le régime permanent $i(t) = C^{te}$

$L\frac{di}{dt} = 0 \Rightarrow$ l'effet de L est négligé

Le modèle devient :



* les 4 équations pour $i(t) = I$, $u(t) = U$

- $U = RI + E$
- $E = k\Omega_m$
- $C_{em} = kI$
- $C_m = C_r + f\Omega_m$

* caractéristique $\Omega_m = f(I)$

- à vide $I = I_0$ et $\Omega_m = \Omega_0 \Rightarrow U = E = k\Omega_0$ ↳ $\boxed{\Omega_0 = \frac{U}{k}}$
- en charge $\Rightarrow E = U - RI = k\Omega$

↳ $\Omega = \frac{U}{k} - \frac{RI}{k} \Rightarrow \boxed{\Omega_m = \Omega_0 - \frac{RI}{k}}$

Q7/ * le couple des pertes

$C_p = C_{sec} + f.\Omega_m \Rightarrow C_p = 51\,mNm$

$N = 1500\,tr/min \Rightarrow \Omega_m = 157\,rad/s$

* la puissance des pertes collectives

$P_c = C_p\Omega_m \Rightarrow P_c = 8\,W$

* Pertes Joule induit : $P_J = RI^2 \Rightarrow P_J = 6{,}89\,W$

Q8/ * la puissance absorbée

$P_{am} = U.I \Rightarrow P_{am} = 126\,W$

* la puissance utile : $P_u = P_a - P_c - P_J$ ↳ $P_u = 111.11\,W$
* le rendement : $\eta_m = \frac{P_u}{P_a} \Rightarrow \eta_m = 88\%$
* le couple utile : $C_u = \frac{P_u}{\Omega_m} \Rightarrow C_u = 0.71\,Nm$
* " " électromagnétique : $C_{em} = \frac{P_{em}}{\Omega_m}$

Avec $P_{em} = P_a - P_J \Rightarrow P_{em} = 119\,W \Rightarrow C_{em} = 0{,}75\,Nm$

* Cp est déja calculé
* sachant que $P_u = P_{em} - P_c \Rightarrow C_u = C_{em} - C_p$

avec : $C_{em} = kI$ et $C_p = kI_0$

$\Rightarrow$ d'où : $\boxed{C_u = k(I - I_0)}$

2- Autonomie de la batterie

- courant total : $I_b = I + I_c \Rightarrow I_b = 5{,}6\,A$
- Δt ? On a $C_{bat} = I_b.\Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{C_{bat}}{I_b}$

↳ $\Delta t = 2{,}16\,h = 2h\,6min > 90\,min$

C/C : la batterie peut assurer le temps complet du match foot

TD9 - Hacheur 4 quadrants : corrigé

Prof : A. OUAANABI

1- l'allure de $u(t)$ et $i(t)$

voir le document réponse.

2°/ Ondulation de courant maximale Δi_{max}

a°/ expression de $i(t)$ pour $t \in [0, \alpha T]$

• Dans cet intervalle $u(t) = V$

et que : $L\dfrac{di(t)}{dt} + E = u(t) = V$

$\Longleftrightarrow \dfrac{di(t)}{dt} = \dfrac{V-E}{L}$

• Résolution : $i(t) = \dfrac{V-E}{L}t + cte$

• à $t=0$, $i(0) = I_{min} \Rightarrow cte = I_{min}$

• d'où : $\boxed{i(t) = \dfrac{V-E}{L}t + I_{min}}$

b°/ expression de Δi en fonction V, E, L et αT

On a : $\begin{cases} i(t) = \dfrac{V-E}{L}t + I_{min} \\ i(\alpha T) = I_{max} \end{cases}$

On a : $\Delta i = I_{max} - I_{min}$

$\Rightarrow i(\alpha T) = I_{max} = \dfrac{V-E}{L}\alpha T + I_{min}$

$\Longleftrightarrow I_{max} - I_{min} = \alpha\dfrac{V-E}{L}T$

$\Longleftrightarrow \boxed{\Delta i = \alpha\dfrac{V-E}{L}T}$

c°/ la relation entre E, α et V

On a : $v_L(t) + E = u(t)$

$\langle v_L(t)\rangle + \langle E\rangle = \langle u(t)\rangle$

i est périodique $\Rightarrow \langle v_L(t)\rangle = 0$

d'où : $E = \langle u(t)\rangle$

d'après le graphe $u(t) \Rightarrow$ la valeur moyenne de $u(t)$ est :

$\langle u(t)\rangle = \alpha V$

d'où : $\boxed{E = \alpha V}$

d°/ Δi en fonction V, L, α et f

On a : $E = \alpha V$ et $T = \dfrac{1}{f}$

Donc : $\boxed{\Delta i = \dfrac{\alpha(1-\alpha)V}{Lf}}$

e/ l'ondulation maximal

Δi est maximal lorsque $\dfrac{d\Delta i}{d\alpha} = 0$

$\Rightarrow \dfrac{d\Delta i}{d\alpha} = 0 \Rightarrow 1 - 2\alpha = 0$

$\Longleftrightarrow \boxed{\alpha = 0{,}5}$

• Donc : $\Delta i_{max} = \Delta i(0{,}5)$

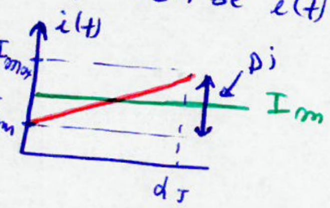
$\Longleftrightarrow \boxed{\Delta i_{max} = \dfrac{V}{4Lf}}$

4°/ la valeur efficace $i(t)$

Par définition : $I_{eff} = \sqrt{\dfrac{1}{T}\displaystyle\int_0^T i^2(t)\,dt}$

On a : $\alpha = 0{,}5 \Rightarrow$ donc on calcule cette intégrale de 0 à αT et on la multiplie par 2 :

• expression de $i(t)$ entre 0 à αT :



$i(t) = \dfrac{\Delta i}{\alpha T}t + I_{min}$ et $I_{min} = I_m - \dfrac{\Delta i}{2}$

d'où : $i(t) = \dfrac{\Delta i}{\alpha T}t + I_m - \dfrac{\Delta i}{2}$

Dmc :

$$I_{eff}^2 = \frac{2}{T}\int_0^{\alpha T}\left(\frac{\Delta i}{\alpha T}t + I_{min}\right)^2 dt$$

$$I_{eff}^2 = \frac{2}{T}\int_0^{\alpha T}\left(\frac{\Delta i}{\alpha T}\right)^2 t^2 + \frac{2\Delta i . I_{min}}{\alpha T}t + I_{min}^2\, dt$$

$$= \frac{2}{T}\left[\left(\frac{\Delta i}{\alpha T}\right)^2\frac{t^3}{3} + \frac{\Delta i . I_{min}}{\alpha T}t^2 + I_{min}^2 t\right]_0^{\alpha T}$$

$$= \frac{2}{T}\left(\frac{\Delta i^2}{3}\alpha T + \Delta i\, I_{min}\,\alpha T + I_{min}^2 . \alpha T\right)$$

$$= 2\alpha\left(\frac{\Delta i^2}{3} + \Delta i\, I_{min} + I_{min}^2\right)$$

Pour $\alpha = 0.5 \Rightarrow \Delta i = \Delta i_{max}$

et $I_{min} = I_m - \frac{\Delta i}{2}$

$$I_{eff}^2 = \underbrace{2\alpha}_{1}\left(\frac{\Delta i^2}{3} + \Delta i\left(I_m - \frac{\Delta i}{2}\right) + \left(I_m - \frac{\Delta i}{2}\right)^2\right)$$

$$= \frac{\Delta i_{max}^2}{3} + \cancel{\Delta i_{max} I_m} - \frac{\Delta i_{max}^2}{2} + I_m^2 - \cancel{\Delta i_{max} I_m} + \frac{\Delta i_{max}^2}{4}$$

$$= I_m^2 + \frac{\Delta i_{max}^2}{12}$$

d'où $\boxed{I_{eff} = \sqrt{I_m^2 + \frac{\Delta i_{max}^2}{12}}} \Rightarrow \boxed{I_{eff} = 5{,}25127 A}$

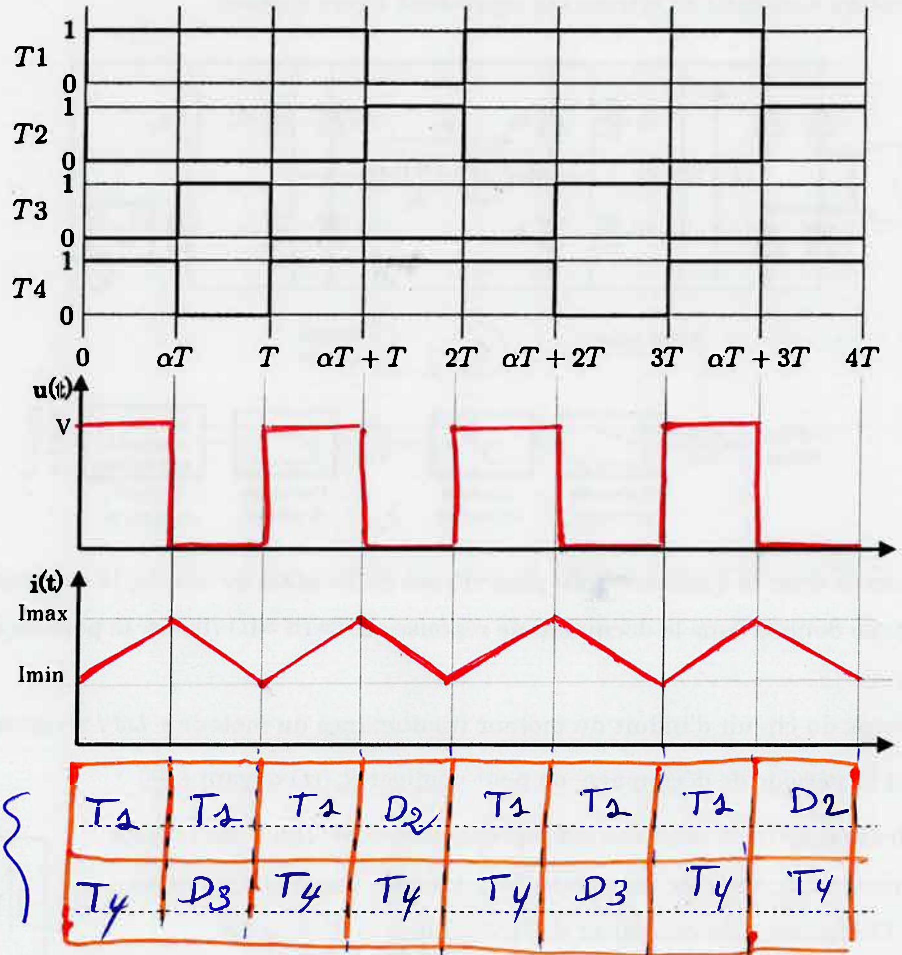
• facteur de forme : $F = \frac{I_{eff}}{I_m}$

dmc : $\boxed{F = 1.00024 < 1.02}$

Le moteur ne sera pas déclassé.

1. Représenter sur le document de réponse, les chronogrammes de $u(t)$ et de $i(t)$ en supposant $0 < I_{min} < i(t) < I_{max}$ et en prenant $\alpha = 0,5$. Indiquer sur le chronogramme les composants par lesquels passe effectivement le courant. L'ondulation de courant est définie par $\Delta i = I_{max} - I_{min}$.
2. Exprimer Δi_{max}, la valeur maximale de l'ondulation du courant. Pour cela, exprimer successivement :
   a. i(t) pour $0 < t < \alpha T$ en fonction V, E, L, t et I_{min}.
   b. Δi en fonction V, E, L et αT.
   c. E en fonction V et α sachant que i(t) est périodique.
   d. Δi en fonction V, L, α et f.
   e. Δi_{max} en fonction V, L et f.
3. Le calcul précédent montre que cette ondulation est maximale pour $\alpha = 0,5$. Le constructeur du variateur recommande la mise en série d'une inductance de 1 mH, ce qui conduit à une ondulation de courant Δi_{max} de 0,4 A. Celui du moteur recommande d'avoir un facteur de forme F (valeur efficace / valeur moyenne) inférieur à 1,02 pour éviter de déclasser le moteur.
4. Exprimer Ieff, la valeur efficace de $i(t)$, en fonction de Im, la valeur moyenne du courant $i(t)$ et de l'ondulation de courant Δi_{max}. Calculer ensuite F pour Im = 5,25 A. Conclure quant à la nécessité éventuelle de déclassement du moteur

Document de réponse



les interrupteurs qui passe le courant