

Master 1 EEA

EMEAG2C1 : Commande des machines électriques

Examen du 26 juin 2017

Sans document

Durée : 1H30

ASSERVISSEMENT DE POSITION D'UNE MACHINE À COURANT CONTINU

Un bras articulé est mû par des moteurs électriques à courant continu et à aimants permanents. Chaque moteur est associé à un hacheur quatre quadrants, supposé alimenté par une tension continue E constante et d'amplitude égale à 200 V. L'ensemble moteur + hacheur est appelé variateur. Dans la suite du problème, on considérera un seul de ces variateurs, représenté schématiquement sur la figure 1. Le hacheur fonctionne avec une fréquence de découpage constante égale à 20 kHz. Chaque variateur doit positionner le bras, selon un de ses axes (ou degrés de liberté), en fonctionnant dans les quatre quadrants du plan couple/vitesse.

- Les caractéristiques de chaque moteur sont les suivantes :

Tension d'induit nominale $V_n = 190$ V
 Courant d'induit nominal $I_n = 2$ A
 Vitesse de rotation nominale $N_n = 1000$ t/mn
 L'inducteur à aimants permanents crée à la vitesse nominale une f.c.é.m. E_m de 180 V
 Les paramètres de l'induit sont : $r = 5 \Omega$ et $L = 10$ mH.

- Les paramètres mécaniques sont :

Inertie moyenne du moteur et de sa charge mécanique $J = 0,01$ kg.m²

Coefficient de frottement visqueux $f = 0,005$ N.m.rad⁻¹s
 Les autres couples de frottement sont rassemblés sous un terme C_r .

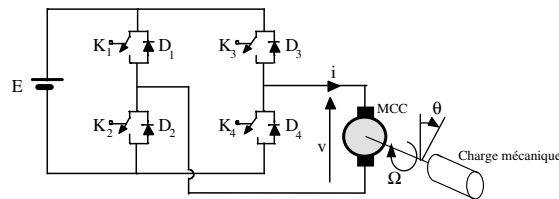


Figure 1

• Modélisation

1 - Peut-on inverser le sens de rotation de la charge ? Peut-on la freiner au moyen du variateur de vitesse ? Expliquer rapidement.

Le pont en H est piloté par M.L.I. dans le mode $u \in \{-1, 1\}$. La valeur moyenne de u sur chaque période de découpage sera notée U .

2 - Proposer un modèle aux valeurs moyennes du pont en H doté de sa commande. L'entrée sera notée U_c . Le transfert entre U_c et U sera explicité.

3 - Modéliser le système et en déduire le schéma-blocs décomposé de l'ensemble hacheur-moteur-charge mécanique (U_c : entrée ; θ : sortie).

• Boucle de courant

On désire réaliser l'asservissement proposé sur la figure 2. La force contre-électromotrice E_m est supposée lentement variable par rapport à la rapidité souhaitée pour la boucle de courant. On note I_c la consigne à laquelle on souhaite asservir le courant induit I .

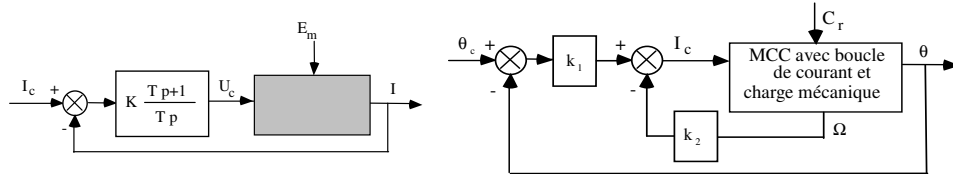


Figure 2

Figure 3

4 - Après avoir proposé une méthode de réglage du correcteur, exprimer la fonction de transfert en boucle fermée $\frac{I(p)}{I_c(p)}$ pour $E_m=0$ et calculer K et T pour obtenir un temps de réponse à 95 % voisin de 2 ms. Justifier l'approximation effectuée.

• Asservissement de position

Le principe de l'asservissement de position est représenté sur la figure 3. On souhaite obtenir un temps de réponse à 95 % voisin de 20 ms.

5 - Exprimer la fonction de transfert de poursuite en boucle fermée $F_p(p) = \frac{\theta(p)}{\theta_c(p)} \Big|_{C_r=0}$. Pour cela, pourquoi peut-on supposer que la boucle de courant précédemment calculée est idéale ?

6 - Par analogie avec un système du 2° ordre de fonction de transfert $F_p(p) = \frac{1}{1 + \frac{2z}{\omega_n}p + \frac{p^2}{\omega_n^2}}$, exprimer k_1 et k_2 en

fonction de ω_n et z et les calculer.

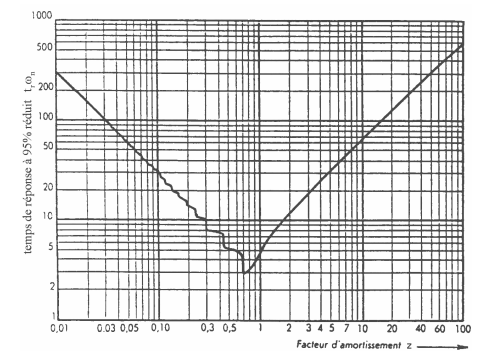
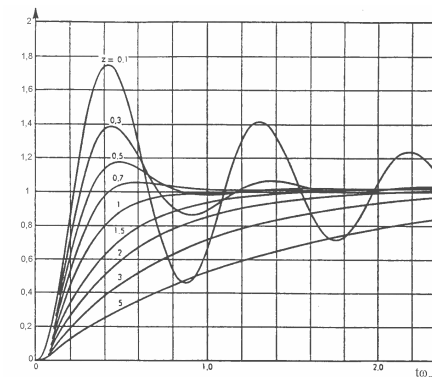
7 - Exprimer la fonction de transfert de régulation $F_r(p) = \frac{\theta(p)}{C_r(p)} \Big|_{\theta_c=0}$.

8 - Calculer l'erreur statique de position vis à vis d'une perturbation de couple.

9 - En lieu et place de k_1 , proposer un correcteur permettant d'annuler l'erreur statique de position précédente. Justifier.

10 - Exprimer alors la nouvelle fonction de transfert de poursuite en boucle fermée $F_p(p) = \frac{\theta(p)}{\theta_c(p)} \Big|_{C_r=0}$. Proposer qualitativement une méthode de réglage.

• Annexe : Système du 2° ordre



Réponse à un échelon de position unitaire en fonction de z Temps de réponse réduit t_r à 95 % en fonction de z
