

# Énergies

## TP n° 3 : Moteur à courant continu alimenté par hacheur

### 1 Introduction

#### 1.1 Objet de l'étude

Les moteurs à courants continus sont les actionneurs les plus couramment utilisés, notamment pour les puissances inférieures à quelques centaines de kilowatt.

Dans ce travail, on se propose d'étudier une solution d'actionnement composée d'un moteur à courant continu, d'un hacheur et de boucles d'asservissement permettant d'asservir le couple et la vitesse. La simulation sera faite avec le logiciel Matlab et l'interface graphique Simulink.

#### 1.2 Travail demandé

Le travail peut être effectué en binômes. Vous rédigerez un compte-rendu électronique de votre travail intégrant les différents résultats obtenus (calculs, courbes, valeurs numériques et analyses). Il ne doit pas s'agir d'une simple collection de résultats, mais d'un véritable rapport technique où vous donnerez des explications et des commentaires sur les résultats obtenus. La qualité des remarques et de la rédaction est un point important qui sera évalué.

Vous enverrez votre **compte-rendu au format pdf** ainsi qu'une **archive de vos programmes** au plus tard une semaine après la séance de TP. L'archive contiendra un fichier Matlab `execute.m` dont l'exécution lancera vos calculs et le tracé des courbes.

Pour profiter pleinement de la séance de TP, il est impératif de bien la préparer, notamment en se mettant à niveau sur les méthodes de réglage des correcteurs.

### 2 Le hacheur

Réalisez un bloc permettant de réaliser un signal de commutation à rapport-cyclique variable dont le front montant est synchronisé à une période choisie. Le rapport-cyclique est fourni en entrée du bloc. Vous pourrez utiliser une S-fonction (cf. poly).

Réalisez le bloc hacheur 4 quadrants dont les entrées sont la tension amont, le courant aval, le signal de commutation et dont les sorties sont la tension aval et le courant amont.

Validez le fonctionnement sur un générateur de courant continu de 5 A en considérant une tension d'alimentation constante de 400 V et une fréquence de hachage de 10 kHz. Commentez.

On considère maintenant que la charge est composée d'une résistance  $R_{ch}$  connectée en série avec une inductance  $L_{ch}$ . Modélisez la charge par une fonction de transfert du premier ordre. Simulez l'ensemble hacheur + charge RL; vous pourrez choisir comme valeur nominale des paramètres de la charge  $R_{ch} = 10 \Omega$  et  $L_{ch} = 10 \text{ mH}$ . Commentez.

### 3 Le moteur à courant continu

Implantez le modèle du moteur à courant continu en utilisant la structure de votre choix (S-fonction ou schéma-bloc). On donne les valeurs suivantes de paramètres : constante de fem et de couple  $K = 1 \text{ Vs/rad}$ , résistance d'induit  $R = 1 \Omega$ , inductance d'induit  $L = 5 \text{ mH}$ , inertie  $J = 10 \text{ g.m}^2$ , plage de variation du coefficient de frottements fluides  $f : 0 - 10 \text{ N.m.s/rad}$ .

Validez le modèle en simulant le démarrage à vide (sous charge mécanique nulle,  $f = 0$ ) et sous une tension de 100 V. Commentez les trajectoires du courant et de la vitesse.

### 4 Asservissement de courant

On considère que le système est alimenté par un hacheur fonctionnant à la fréquence de  $f_h = 10 \text{ kHz}$ . On pourra commencer par modéliser le hacheur par un bloqueur d'ordre zéro de période  $T_h = 1/f_h$ . On tiendra compte d'un temps de calcul de la commande égal à une période de hachage en intégrant un retard pur dans la boucle. Réalisez un asservissement du courant à l'aide d'un correcteur PI. Vous pourrez faire l'étude en continu et réaliser ensuite l'asservissement numérique en supposant que les conversions CAN et CNA sont synchrones avec l'horloge du hacheur à 10 kHz. Vous utiliserez la méthode de synthèse de votre choix : par compensation du pôle dominant ou par la méthode de l'optimum symétrique. Validez tout d'abord le correcteur sur le modèle de synthèse (modèle simplifié), puis sur le modèle complet du moteur puis en intégrant le hacheur. Le cas échéant, vous prendrez soin d'inclure au terme intégral une saturation afin d'éviter les problèmes d'emballement (effet anti-windup).

### 5 Asservissement de la vitesse

Synthétisez une boucle d'asservissement de vitesse incluant une limitation interne du courant à  $\pm 10 \text{ A}$  par la méthode de votre choix que vous exposerez. Donnez les résultats de simulation des différents modèles (modèle de synthèse puis modèle complet).