

Utilisation de Scilab-xcos pour l'analyse des systèmes linéaires et asservis

Étude du comportement d'un moteur à courant continu

Robert Papanicola

Lycée Charlemagne

15 octobre 2014

Sommaire

- 1 **Problématique**
 - Objectifs de l'étude
 - Déroulement de l'étude
- 2 **Etude du moteur à courant continu**
 - Constituants
 - Modèle simplifié
 - Modèle complet
- 3 **Asservissement de vitesse**

Étude du comportement d'un moteur à courant continu

Problématique

Objectifs de l'étude

On se propose d'étudier le comportement d'un moteur à courant continu, et d'identifier les paramètres qui influence le comportement de celui-ci à l'aide d'un logiciel de modélisation des systèmes linaires et dynamique -Scilab et son module spécifique Xcos.

Étude du comportement d'un moteur à courant continu

Outils

Scilab-xcos

- Scilab est un logiciel open source gratuit de calcul numérique qui fournit un puissant environnement de développement pour les applications scientifiques et l'ingénierie. Scilab est distribué sous la licence open source CeCILL (compatible GPL), et est téléchargeable gratuitement. Il est disponible sous GNU/Linux, Mac OS X et Windows XP/Vista/7/8 (voir les configurations système).
<http://www.scilab.org/fr>
- Nous utiliserons principalement un module spécifique de Scilab : Xcos (<http://www.scilab.org/fr/scilab/features/xcos>). Ce module permet d'étudier le comportement des systèmes linéaires et asservis à partir de la description par schéma blocs.

Étude du comportement d'un moteur à courant continu

Outils

Scilab-xcos

- Vous trouverez de la documentation orientée CPGE sur le site de Scilab <http://www.scilab.org/fr/resources/documentation/tutorials>
- Une vidéo guide est disponible sur le site <http://sciences-indus-cpge.papanicola.info/Utilisation-de-Scilab-Xcos-pour>
- Il est fortement d'installer Scilab sur votre poste personnel ainsi que les modules utiles
(<http://sciences-indus-cpge.papanicola.info/Installation-Scilab>)

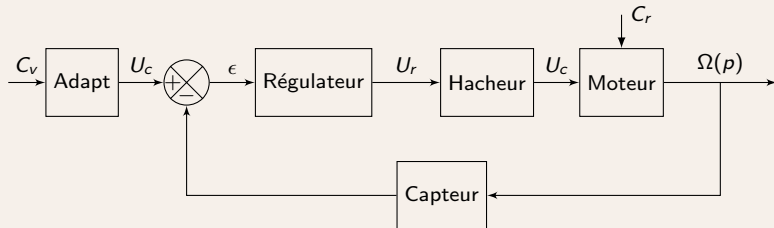
Étude du comportement d'un moteur à courant continu

Problématique

Objectifs de l'étude

On se propose d'étudier un asservissement de vitesse.

Le système étudié est décrit par le schéma-bloc.



Cahier des charges

- Une erreur indicielle nulle ;
- Un dépassement de la valeur finale inférieur à 10% ;
- Un temps de réponse de 1s (pour l'entrée de référence échelon).

Étude du comportement d'un moteur à courant continu

Problématique

Constituants

Le système est constitué d'un

- d'un moteur à courant continu déplaçant une charge à la vitesse ω ,
- d'un régulateur générant la tension de commande du hacheur U_r en fonction de l'erreur ε
- d'un hacheur (pré-actionneur) modulant la tension du moteur U_h ,
- d'un capteur (dynamo-tachymétrique) délivrant un signal proportionnel à la vitesse ω ,
- d'un bloc adaptateur.

Étude du comportement d'un moteur à courant continu

équations

Equations

Le fonctionnement du moteur est décrit par les équations suivantes

$$u(t) = R \cdot i(t) + L \cdot \frac{di(t)}{dt} + e(t)$$

$$J \cdot \frac{d\omega(t)}{dt} = c_m(t) - c_r(t) - f \cdot \omega(t)$$

$$c_m(t) = K_t \cdot i(t)$$

$$e(t) = K_e \cdot \omega(t)$$

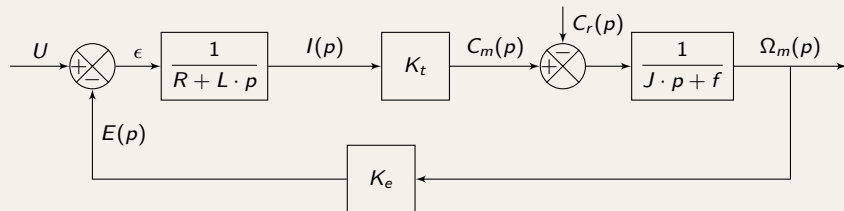
Montrer que le schéma bloc de la page suivante décrit bien le comportement du moteur.

Étude du comportement d'un moteur à courant continu

Constituants

Moteur

Le moteur et la charge à entraîner sont modélisés par le schéma bloc suivant :



Données

$$R = 3.6 \Omega$$

$$K_e = K_t = 1.1 \text{ V rad}^{-1} \text{ s}$$

$$J = 0.4 \text{ kgm}^2$$

$$L = 84 \text{ mH}$$

$$f = 2 \times 10^{-3} \text{ N rad}^{-1} \text{ s}$$

Étude du comportement d'un moteur à courant continu

Constituants

Modèle simplifié

Dans un premier temps, on suppose que $L = 0$, $f = 0$ et qu'aucun couple résistant n'est appliqué sur le moteur $c_r(t) = 0$.

Saisir le schéma à l'aide de Scilab -Xcos

Lancer la simulation temporelle pour une entrée en échelon
 $u(t) = 10 \cdot \mathcal{H}(t)$

Retrouver sur la courbe de réponse les éléments caractéristiques d'un premier ordre.

Étude du comportement d'un moteur à courant continu

Modèle complet

Modèle complet

On considère maintenant le modèle complet mais aucun couple résistant n'est appliqué sur le moteur $c_r(t) = 0$.

Saisir le schéma à l'aide de Scilab -Xcos

Lancer la simulation temporelle pour une entrée en échelon
 $u(t) = 10 \cdot \mathcal{H}(t)$

Comparer la réponse obtenue à celle du modèle simplifié.

Justifier alors que souvent on modélisera un moteur par un premier ordre.

Étude du comportement d'un moteur à courant continu

Modèle complet

Modèle complet

On considère maintenant toujours le modèle complet mais le couple résistant n'est plus nul $c_r(t) = C_{r0}\mathcal{H}(t - 3)$, mais qu'il intervient 3 s après le démarrage.

Modifier le schéma

Lancer la simulation temporelle pour une entrée en échelon $u(t) = 10 \cdot \mathcal{H}(t)$ et $C_{r0} = 1 \text{ N m}$.

Comparer la réponse obtenue à celle du modèle sans couple résistant.

Conclure sur l'effet d'un couple résistant.

Étude du comportement d'un moteur à courant continu

équations

Equations

Afin de réaliser un asservissement de vitesse, on ajoute

- une génératrice tachymétrique qui mesure la vitesse de rotation et retourne une tension proportionnelle $u_w(t)$.

$$u_w(t) = K_c \cdot \omega(t)$$

- une interface utilisateur qui adapte la consigne de vitesse ($\omega_c(t)$) en tension

$$u_x(t) = K_c \cdot \omega_c(t)$$

- un comparateur associé à un correcteur amplificateur

$$u(t) = K_p \cdot (u_c(t) - u_w(t)) \quad (1)$$

Étude du comportement d'un moteur à courant continu

Constituants

Modèle complet

Reprendre le modèle complet du moteur avec la prise en compte du couple résistant On prendra $K_c = K_e$ et $K_t = 1$.

Modifier le schéma afin d'ajouter les constituants de l'asservissement

Lancer la simulation temporelle pour une entrée en échelon
 $\omega_c(t) = 100 \cdot \mathcal{H}(t)$, $C_{r0} = 1 \text{ N m}$.

Comparer la réponse obtenue à celle du modèle sans asservissement.

Modifier K_p

Conclure sur l'effet d'un asservissement et l'influence de K_p .