

BE Commande d'un système de conversion électromécanique

Séance 1

Dans cette séance on s'intéressera à représenter dans Simulink un système de conversion électromécanique puis à définir une loi de commande continue pour imposer le courant dans la machine afin de contrôler le couple électromagnétique.

Objectifs :

- Représenter sous Simulink un système physique et sa commande
- Valider le modèle de la partie physique du système de conversion. (Moteur + Hacheur)
- Comprendre les bases de la MLI (Modulation de la Largeur d'Impulsion)

Etape 1 - Mise en place du modèle du moteur à Courant Continu

Paramètres de la machine

$L = 2,3 \text{ mH}$	inductance de l'induit (ici le rotor)
$R = 1,2 \text{ Ohm}$	résistance de l'induit (ici le rotor)
$K_m = 60.10^{-3} \text{ Nm.A}^{-1}$	Constante de couple
$K_{\text{fem}} = 60.10^{-3} \text{ V.s.rad}^{-1}$	Constante de vitesse
$J = 9,2.10^{-5} \text{ kg.m}^2$	Moment d'inertie
$f_0 = 4,2.10^{-4} \text{ kg.m}^2.\text{s}^{-1}$	Coefficient de frottement visqueux des parties tournantes
$f_1 = 0 \text{ à } 3.10^{-4} \text{ kg.m}^2.\text{s}^{-1}$	Coefficient de frottement représentant la charge

1) Equations de la partie électrique de la machine

$$V(t) = R \cdot I(t) + L \cdot \frac{dI(t)}{dt} + E(t)$$

Avec :

$E(t) = K_{\text{fem}} \cdot \Omega(t)$ Force électromotrice (d'après la loi de Lenz)

V la tension d'alimentation de l'induit en Volts.

I le courant d'alimentation de l'induit en Ampères.

Ω Vitesse de rotation du rotor en rad.s^{-1}

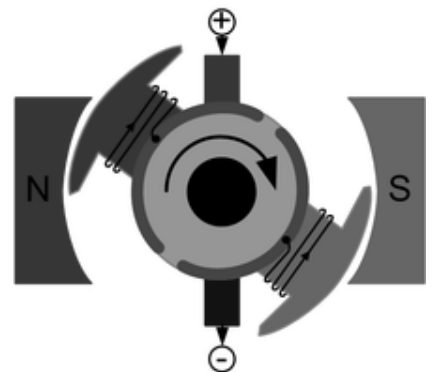
2) Equations de la partie mécanique de la machine

$$J \cdot \frac{d\Omega(t)}{dt} = C(t) - f_0 \cdot \Omega(t) - C_r(t)$$

Avec :

$C(t) = K_m \cdot I(t)$ Couple moteur (d'après la force de Laplace)

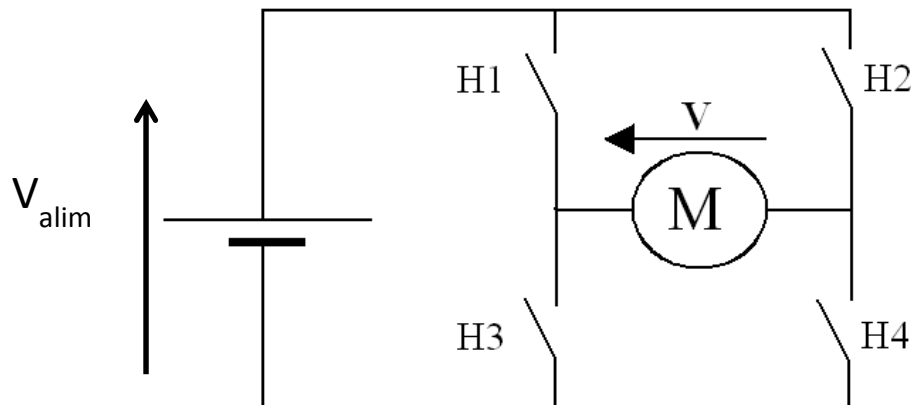
$C_r(t) = f_1 \cdot \Omega(t)$ Couple résistant.



Question 1 : Modéliser le moteur à courant continu sous la forme d'un schéma Simulink. Le couple résistant sera représenté sous la forme d'une perturbation externe réglable par le paramètre f_1 .

Etape 2 - Mise en place du modèle du hacheur

Schéma du hacheur



V_{alim} est la tension d'alimentation du hacheur.

Soit u est la commande binaire sur les interrupteurs du hacheur.

Si $u = 1$ alors les interrupteurs H1 et H4 sont fermés, H2 et H3 ouverts. $V = V_{\text{alim}}$

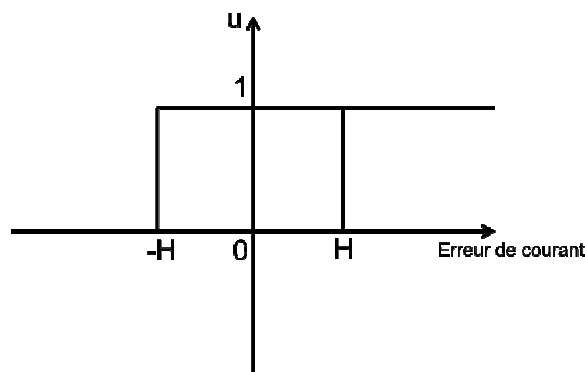
Si $u = 0$ alors les interrupteurs H2 et H3 sont fermés, H1 et H4 ouverts. $V = -V_{\text{alim}}$

Question 2 : Modéliser le hacheur sous Simulink.

Etape 3 - Validation du modèle par boucle de courant avec Hystérésis

On désire maintenant valider notre modèle du système.

On veut fixer le courant à une certaine valeur. (Contrôler le courant revient à contrôler le couple du moteur). Pour cela on compare le courant mesuré à la consigne de courant et on agit sur la commande des interrupteurs du hacheur en conséquence.



On utilisera $H \pm 0,2$ A comme bornes pour l'hystérésis.

Question 3 : Faire une boucle de courant avec régulation par hystérésis et visualiser l'évolution des grandeurs pour différentes consignes de courant. Conclure sur la validité de votre modèle en observant les différentes valeurs en régime permanent (Couple, vitesse, Courant).

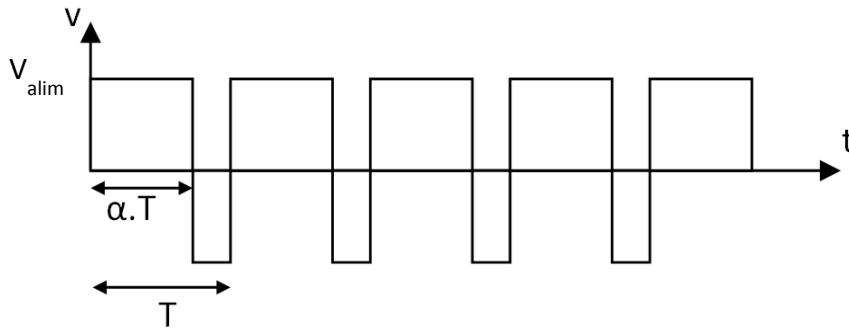
Étape 4 - Régulation de courant par MLI

4.1) Mise en place d'un modulateur

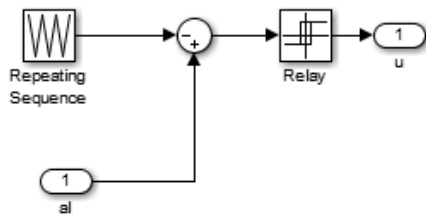
Supprimer la boucle de courant par hystérésis.

On va commander la tension via la valeur du rapport cyclique α . ($0 \leq \alpha \leq 1$ et $\alpha = \langle u \rangle$)

On a $\langle V \rangle = V_{\text{alim}} \cdot (2 \cdot \alpha - 1)$



Modulateur :



On choisit la fréquence de découpage $F_d = 4000$ Hz, soit $250 \mu\text{s}$ de période de découpage. La fréquence d'échantillonnage sera égale à la fréquence de découpage.

Question 4 : Mettre en place le modulateur et visualiser l'évolution des grandeurs pour différentes valeurs du rapport cyclique α . (Vérifier que la valeur moyenne de u sur une période de découpage soit égale à α).

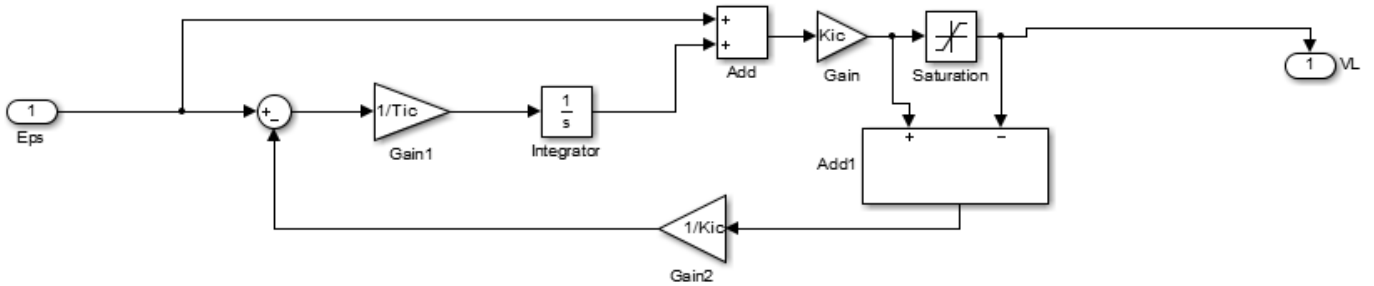
4.2) Mise en place de la régulation de courant

On réalise ici une régulation de courant par modulation de largeur d'impulsion (MLI) de la tension. On compare le courant mesuré avec la consigne de courant. On calcule la tension à appliquer au moteur à grâce à l'erreur de courant. On en déduit le rapport cyclique de consigne pour le modulateur. (Correcteur et Compensateur en Annexes)

Question 5 : Mettre en place la boucle de régulation de courant par MLI et visualiser l'évolution des grandeurs pour différentes consignes de courants.

Annexes

Correcteur à implanter :



$$wbpc = 2 * \pi * Fd / \sqrt{10};$$

$$Kic = L * wbpc;$$

$$Tic = (\sqrt{10}) / wbpc;$$

$$\text{Borne_saturation} = \text{Valim};$$

Compensateur à implanter :

(Avec $E = V_{\text{alim}}$)

