

# **BE Commande d'un système de conversion électromécanique**

## **Séance 3**

On se propose de calculer et de simuler une loi de commande par retour d'état avec action intégrale dans sa version discrète, c'est-à-dire destinée à être implantée en numérique. Le retour d'état sera développé en considérant une boucle interne de courant. Il s'agira au final d'extraire l'équation récurrente à la période d'échantillonnage destinée à être implantée sur le système cible.

### **Objectifs :**

- Introduire le calculateur dans la boucle de commande via un bloqueur d'ordre 0.
- Calculer et implanter une loi de commande discrète permettant d'imposer la vitesse de rotation de la machine.
- Définir l'équation récurrente finale destinée à être implantée sur le système cible disponible en salle de TP Informatique Industrielle.

### **I – Commande Echantillonnée :**

Il s'agit de redimensionner la loi de commande obtenue en continu en prenant en compte le caractère échantillonné de la commande c'est-à-dire en incluant la présence du bloqueur.

Points à traiter :

- A partir des équations continues obtenues à la séance précédente (Retour d'état avec boucle interne de courant), exprimez l'équation d'état discrète de la forme  $(X(k+1)=F.X(k)+G.u(k))$  ; modèle d'ordre 2. (On pourra utiliser les fonctions c2dm de MATLAB).
- Vérifiez la commandabilité et l'observabilité du système pour une période  $T_e=250 \mu s$ .
- A l'aide du modèle précédent déterminez les paramètres de la loi de commande pour imposer les valeurs propres en boucle fermée selon un pôle double en  $-w_{bp} \cdot T_e = -15 \cdot T_e$  (rd) (On souhaite un temps de réponse à 5% d'environ 350ms)– Utilisation de la fonction acker de MATLAB.
- Calculer le terme d'anticipation **g1** pour compenser un pôle et **g2** pour annuler  $x_r$  en régime établi pour une entrée en échelon.
- Effectuez diverses simulations temporelles pour caractériser les performances obtenues lors d'une sollicitation en échelon de vitesse puis pour une rampe de vitesse pour les deux valeurs du terme d'anticipation (**g1 et g2**). Après un démarrage à vide on injectera une perturbation de couple ( $f_1 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ kg.m}^2.s^{-1}$ ). L'analyse considèrera le temps de réponse, l'erreur statique, l'erreur de trainage, le dépassement sur la vitesse.

### **II – Détermination de loi de commande à implanter sur le système cible :**

- Ecrire la loi de contrôle obtenue sous une forme récurrente  $u(k+1) = f(u(k), Vit_{ref}(k), Vit(k), x_r(k))$ .

- Introduire les facteurs d'échelle vu lors de la séance « Initiation à la commande numérique

d'une machine à courant continu » présentée par Eric Tournier (page 18).

- Mettre en place un dispositif d'anti-saturation de la grandeur intégrale (Anti-windup), prenant en compte que le courant de référence est borné entre  $I_{max}$  et  $-I_{max}$ .