

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

## **Séance 2**

On se propose de calculer et de simuler une loi de commande par retour d'état avec action intégrale dans sa version continue, c'est-à-dire destinée à être implantée en analogique. Le retour d'état sera d'abord développé en considérant une boucle interne de courant puis sans boucle interne de courant.

### **Objectifs :**

- Représentation d'un système par équation d'état continue
- Calcul et implantation d'une loi de commande par retour d'état continu permettant d'imposer la vitesse de rotation.
- Analyse des performances en boucle fermée en fonction des sollicitations et des paramètres de la synthèse.
- Commande avec boucle de courant interne et sans boucle de courant interne

### **I – Retour d'état avec boucle interne de courant**

Points à traiter :

- Représentez la machine associée à son hacheur et la boucle interne de courant par une équation d'état continue de la forme  $(\dot{X}=AX+B)$ . On considérera que la boucle de courant est rapide devant l'évolution de la vitesse, ainsi le courant n'est plus une variable d'état ( $I_{ref}=I$ ). Les variables d'états sont la vitesse de rotation et la sortie de l'intégrateur. Le couple de charge sera ici considéré comme nul ( $f_l=0$ ).
- Évaluez la commandabilité et l'observabilité du système.
- À 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  $-w_{bp}=-40 \text{ rd/s}$ – Utilisation de la fonction `acker` de MATLAB.
- Calculez 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 ( $f_l = 3.10^{-4} \text{ kg.m}^2.\text{s}^{-1}$ ). L'analyse considèrera le temps de réponse, l'erreur statique, l'erreur de trainage, le dépassement sur la vitesse.

## II – Retour d'état sans boucle interne de courant

Points à traiter :

- Représenter la machine et le hacheur par une équation d'état continue de la forme  $(X'=AX+B)$  ; modèle d'ordre 3. Les variables d'états étant le courant, la vitesse et la sortie de l'intégrateur. Le couple de charge sera ici considéré comme nul ( $f_l=0$ ).
- Évaluez la commandabilité et l'observabilité du système.
- À l'aide du modèle précédent déterminez les paramètres de la loi de commande pour imposer les valeurs propres en boucle fermée selon un pôle triple en  $-w_{bp}=w_d/\sqrt{10}$  – Utilisation de la fonction acker.
- Calculez 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 ( $f_l = 3 \cdot 10^{-4} \text{ kg.m}^2.\text{s}^{-1}$ ). L'analyse considèrera le temps de réponse, l'erreur statique, l'erreur de trainage, le dépassement tant sur la vitesse que sur le courant.