INSA de Toulouse, spécialité AEI 4ème année

Travaux Dirigés d'Automatique $n^o 8$

Régulateurs proportionnels, retour d'état et R.S.T

Décembre 2003

On souhaite contrôler à l'aide de calculateurs numériques le procédé continu décrit par l'équation différentielle suivante:

$$\ddot{y}(t) = -aby(t) + (a+b)\dot{y}(t) + \frac{1}{2}abu(t) + (\frac{3}{2}b - 2a)\dot{u}(t)$$

où a et b sont des scalaires réels. La loi de commande $\{u_k\}$ est appliquée au système à l'aide d'un convertisseur numérique/analogique modélisé par un bloqueur d'ordre zéro et un convertisseur analogique/numérique modélisé comme un échantillonneur, est placé en sortie (voir figure 1).

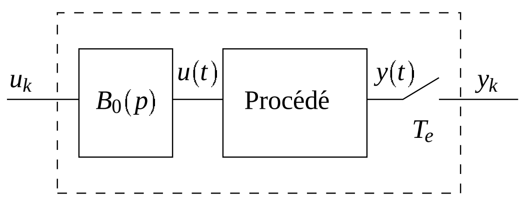

Figure 1: Procédé échantillonné

1. Modélisation du procédé continu.
Donner la fonction de transfert $G(p) = \frac{Y(p)}{U(p)}$ du système puis en déduire une représentation canonique diagonale dans l'espace d'état.

2. Modélisation du système échantillonné.
Donner une représentation dans l'espace d'état du système échantillonné ainsi que sa fonction de transfert $G(z) = \frac{Y(z)}{U(z)}$.

3. Analyse du système.
Faire l'application numérique en prenant $a = ln(2)$, $b = ln(3)$ et $T_e = 1s$. La suite de l'exercice se fait avec ces valeurs numériques. Le système est-il stable?

4. Régulation proportionnelle.
Soit une commande par régulation proportionnelle telle que représenté sur la figure 2. Déterminer en utilisant le critère de Jury, les valeurs de K qui stabilisent le système.

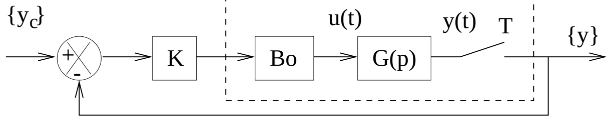

Figure 2: Régulation proportionnelle

5. Commande par retour d'état.
Calculer le gain matriciel L_1 qui permet de placer les pôles du système bouclé à zéro.

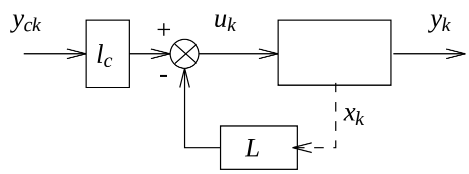

Figure 3: Commande par retour d'état

6. Pré-commande.
Calculer le gain l_c de pré-commande qui permet d'assurer un gain statique unitaire.

7. Analyse du système bouclé par le retour d'état.
Calculer la fonction de transfert en z du système bouclé. Quel est le temps maximal nécessaire au système bouclé pour atteindre le régime permanent? Justifier la réponse.

8. Retour d'état.
On propose un autre gain de retour d'état $L_2 = \begin{bmatrix} -2.74 & 3.37 \end{bmatrix}$. Caractériser les modes de la boucle fermée en termes de temps de réponse, d'amortissement et de pulsation propre.

9. Observateur.
On suppose maintenant que l'état n'est pas mesurable et que seule la sortie $\{y_k\}$ est accessible. Calculer un observateur de l'état du système tel que ses pôles soient nuls.

10. Simulation.
En considérant successivement les retours d'états L_1 et L_2, réaliser le schéma SIMULINK de la figure 4. Commentaires.

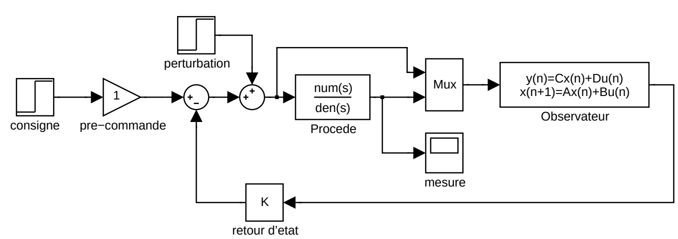

Figure 4: Schéma du système corrigé

11. Régulateur R.S.T.
Calculer un régulateur R.S.T. qui satisfait les spécifications suivantes:
- les pôles de la boucle de régulation sont à zéro.
- rejet de perturbations type échelon sur l'entrée du processus.
- la dynamique de poursuite a une constante de temps $\tau = 2s$.
- précision en réponse à une consigne en échelon.