Introduction à la commande des systèmes dynamiques

SIE

Série V

Dr. Ph. Müllhaupt

Exercice V.1

On considère un système du premier ordre en boucle ouverte et en boucle fermée avec un régulateur proportionnel. Ainsi

$$\begin{aligned} G(s) &= \frac{\alpha}{s+\beta} \\ K(s) &= K_p \end{aligned}$$

Le paramètre β est considéré strictement positif. Il s'agit d'un système stable. Application numérique $\alpha = 2$, $\beta = 3$, $K_p = 10$. Faire les calculs de manière algébrique et ensuite remplacer par les valeurs numériques.

1. Calculer la réponse indicielle du système à régler en boucle ouverte.
2. Vérifier que le théorème de la valeur finale donne la bonne valeur asymptotique.
3. Calculer la fonction de transfert d'asservissement en boucle fermée.
4. Déterminer la valeur asymptotique si un saut indiciel est appliqué comme consigne, et comparer le résultat par rapport à la boucle ouverte.
5. Dessiner les courbes obtenues et indiquer le statisme.
6. Calculer la fonction de transfert de régulation en boucle fermée.
7. Déterminer la valeur asymptotique si une perturbation sous forme de saut indiciel est appliquée. Comparer avec la boucle ouverte.
8. On considère une variation paramétrique des paramètres nominaux $\alpha_0 = 2$ et $\beta_0 = 3$ vers des paramètres dégradés $\alpha_1 = 1.5$ et $\beta_1 = 2.5$. Déterminer la variation des valeurs asymptotiques (en pourcentage) des réponses indicielles précédentes en absence de boucle fermée et en présence de la boucle fermée avec un gain proportionnel de $K_p = 10$

Exercice V.2

Pour chacune des fonctions de transfert du système à régler en boucle ouverte (numérotées 1. 2. et 3.) proposées ci-dessous, calculer les fonctions de transfert en boucle fermée d'asservissement obtenues en utilisant les deux régulateurs a) et b) proposés (ceci conduit au calcul de 6 fonctions de transferts en boucle fermée d'asservissement).

a) un régulateur P : $U_c(s) = KE(s)$
b) un régulateur PD : $U_c(s) = K(1 + sT_d)E(s)$

1.

$$G_1(s) = \frac{s-b}{s^2+as}$$

2.

$$G_2(s) = \frac{s-b}{s+a}$$

3.

$$G_3(s) = -\frac{b}{s+a}$$

Que constatez-vous, entre la boucle ouverte et la boucle fermée, avec les racines du polynôme numérateur ? Même question pour le polynôme du dénominateur.

Exercice V.3

On considère le moteur électrique en vitesse dont le modèle est

$$G(s) = \frac{2}{2.33s+1}$$

Avec un tension d'entrée constante de 10 [V], et on considére qu'il est initialement au repos et qu'il subit une perturbation de la forme

$$\{v(t)\} = \{\bar{v}\epsilon(t-a) - \epsilon(t-b)\}$$

avec $0 < a < b$. Discuter du comportement asymptotique lorsqu'on considère un régulateur, en montage de régulation, du type suivant :

a) type P :

$$U_c(s) = -KY(s)$$

b) type PI :

$$U_c(s) = -K\left(1+\frac{1}{sT_i}\right)Y(s)$$

Confirmer, d'abord par le calcul des solutions exactes, et ensuite (de manière facultative) par simulation, le comportement asymptotique dans les deux cas. Pour le cas a), comparer les valeurs de K petites (par ex. $K = 0.5$) et grandes (par exemple $K = 200$). Pour le cas b), est-ce que les valeurs numériques influencent-elles le comportement asymptotique ? Si non, pour quelle raison ?