Analyse des systèmes et introduction à leur synthèse

Examen du 18 août 2003 - Durée : 4h00'

Une nouvelle feuille pour chaque question. Ecrire lisiblement. Indiquer nom et prénom sur chaque feuille. Calculatrices et GSM doivent être éteints !

1. (5 pts) En dehors de l'action proportionnelle inhérente à la boucle fermée, une boucle de régulation peut typiquement contenir une action intégrale et/ou dérivée. Pour chacune de ces deux actions, répondre brièvement aux questions suivantes :

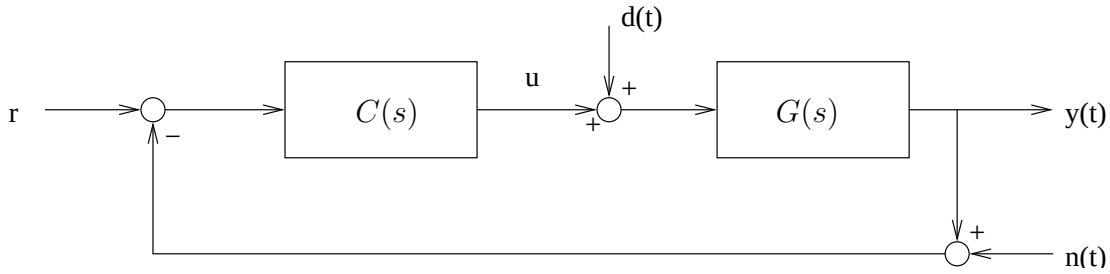
   a) Quel est l'effet premier recherché par cette action ?

   b) Quel est l'effet non désirable principal causé par cette action ?

   c) Quel est l'effet de cette action sur les diagramme de Bode du système ?

   d) Citez une application pratique où cette action est particulièrement importante ?

2. (5 pts) Soit le système $G(s)$ et le compensateur à avance de phase $C(s)$ dans la configuration de la figure ci-dessous.



   Sachant que

$$\begin{aligned} G(s) &= \frac{1}{s(s-3)} \\ C(s) &= K\frac{s+0.5}{qs+1}, \quad q=\frac{1}{5} \end{aligned}$$

   a) Tracez le lieu de racines du système G et du système compensé CG. Montrez que le système sera stabilisé en boucle fermée si le gain K est suffisamment grand.

   b) Indiquez en couleur la position des deux pôles dominants qui vous paraît la plus appropriée et indiquez approximativement la position du pôle restant.

   c) A l'aide du lieu de racines, expliquez l'action du contrôleur sur la boucle fermée. Montrez comment se déforme le lieu de racines lorsque q devient très petit. Pourquoi ne peut-on pas choisir q trop petit en pratique?

3. (5 pts) Soit $G(s) = \frac{-6(s-10)}{(s+1)(s+10)}$ et $C(s) = 1$ dans la configuration de la figure ci-dessus.

   a) Tracez les diagrammes de Bode de $G(s)$.

   b) Esquissez le diagramme de Nyquist de $G(s)$. Estimez la marge de phase ϕ_m et la marge de gain.

   c) Esquissez le diagramme de Bode en amplitude de la boucle fermée.
   (Suggestion: $1 + C(j\omega_c)G(j\omega_c) = 2\sin(\phi_m/2)$.)

4. (5 pts) Soit le système modélisé par les équations suivantes :

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= -x_1 + u \\ \dot{x}_2 &= \alpha x_1 + x_2 + \gamma u \\ y &= x_1 + \beta x_2 \end{aligned}$$

où α, β, γ sont des paramètres.

a) Identifiez les conditions sur les paramètres α, β, γ pour lesquelles le système possède des modes non-commandable et/ou non-observable. Pour chacun des cas, exprimez les modes non-commandable/non-observable.

b) Le placement des actionneurs et des capteurs permet de contrôler le système avec deux choix de paramètres différents:

* configuration A : $\alpha = 1,\ \beta = \frac{1}{2},\ \gamma = 0$

* configuration B : $\alpha = 1,\ \beta = 1.9,\ \gamma = 1.$

Un automaticien averti vous recommandera de choisir la configuration B.
En quoi ce choix est-il apparemment paradoxal et pourtant totalement justifié ?

Bon Travail !