

# IFI3

## Examen Ecrit de C.S.L.C.

Lundi 3 novembre 2008 – Durée 1h30 – Documents de cours et TD autorisés  
Les quatre questions sont indépendantes.

### Exercice I (4 points)

On considère un asservissement avec une correction proportionnelle. Le lieu des racines (évolution des pôles de l'asservissement en fonction du gain de correction) est représenté sur la figure 1. Le système considéré est d'ordre 4.

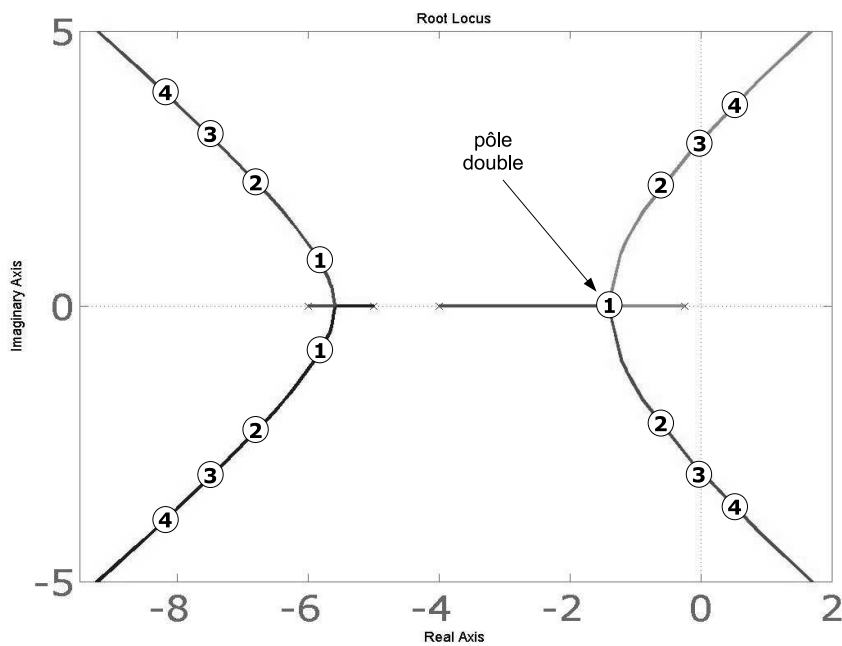


FIG. 1 – Lieu des racines

Pour quatre valeurs du gain, les pôles ont été reportés sur le lieu :

$$\textcircled{1} K = 0.5 \quad \textcircled{2} K = 3 \quad \textcircled{3} K = 6 \quad \textcircled{4} K = 10$$

1. Discuter de la stabilité de l'asservissement en fonction de  $K$ .
2. A partir des informations du lieu, esquisser la réponse de l'asservissement à un échelon dans le cas n°1. Justifier l'allure proposée.
3. Quelle différence de comportement temporel peut-on prévoir entre les cas n°1, n°2 et n°3 ?
4. Dans les cas n°2 et n°4 donner l'ordre de grandeur du temps de réponse de l'asservissement ?

## Exercice II (6 points)

On considère l'enceinte thermique déjà étudiée en cours et en T.D. (figure 2).

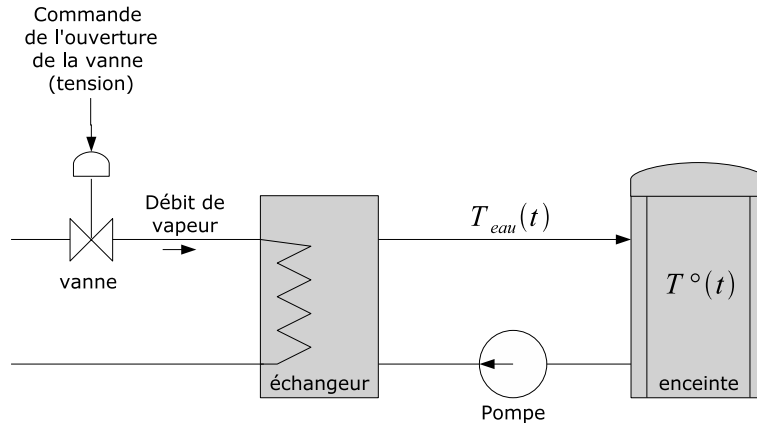


FIG. 2 – Enceinte à chauffage indirect

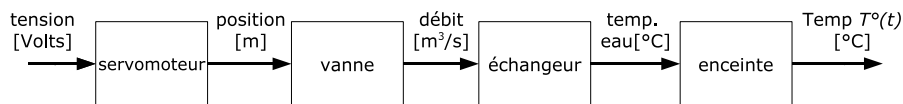


FIG. 3 – Schéma blocs du système

La chaîne directe du procédé reportée sur le schéma blocs de la figure 3 comporte les caractéristiques suivantes :

- fonction de transfert du servomoteur :  $G_1(p) = \frac{K_p}{p(1+\tau_p p)}$  avec  $K_p = 2.10^{-4} \text{m/V}$  et  $\tau_p = 0.5 \text{s}$  ;
- la fonction de transfert de la vanne est assimilable à un gain de valeur  $K_v = 100(\text{m}^3/\text{s})/\text{m}$  ;
- l'échangeur thermique et l'enceinte se comportent comme des modèles du premier ordre de fonction de transfert respective  $G_2(p) = \frac{K_e}{1+\tau_{e1} p}$  et  $G_3(p) = \frac{1}{1+\tau_{e2} p}$  avec  $K_e = 20^\circ\text{C}/(\text{m}^3/\text{s})$ ,  $\tau_{e1} = 1200 \text{s}$  et  $\tau_{e2} = 900 \text{s}$ .

L'organe de mesure de la température est un capteur de gain  $K_c = 5.10^{-2} \text{V}/^\circ\text{C}$ .

Ce système est piloté par une correction proportionnelle de gain  $K$  placée en sortie du comparateur.

Le réseau d'eau est peu isolé : la température de l'eau  $T_{eau}(t)$  qui s'écoule dans la conduite entre l'échangeur et l'enceinte est sensible aux variations de la température de l'environnement.

1. Dessiner le schéma blocs de l'asservissement considéré en incluant la perturbation sur la conduite d'eau, perturbation dont les variations sont notées  $\omega^*(p)$ .
2. Calculer l'expression des variations de la sortie  $T^*(t)$  en fonction des variations de la consigne – que l'on note  $T_c^*(p)$  – et des variations  $\omega^*(p)$  de la perturbation.
3. En considérant  $T_c^*(p) = 0$  et une perturbation de type rampe de pente  $\omega_0$ , donner, en régime permanent, la valeur de l'effet de la perturbation sur la sortie. L'exprimer en fonction de  $K$  et  $\omega_0$ .
4. Que devient cette valeur si la consigne varie sous forme d'un échelon de position d'amplitude  $\theta_0$  ? Justifier sans calcul.

### Exercice III (6 points)

On considère un asservissement à retour unitaire dont la fonction de transfert du système à commander s'écrit :

$$G(p) = \frac{200}{(p+3)(p+4)}$$

Nous notons  $D(p)$  la fonction de transfert du correcteur. Dans un premier temps,  $D(p) = 1$ .

1. Calculer la valeur de la pulsation  $\omega_{0db}$  pour laquelle le module de la fonction de transfert en boucle ouverte est unitaire ;
2. Déduire la marge de phase ;
3. Calculer les paramètres  $K$  et  $T_d$  d'un correcteur Proportionnel-Dérivée de fonction de transfert  $D(p) = K(1 + T_d p)$  qui assure une marge de phase de  $60^\circ$  sans modifier la pulsation  $\omega_{0db}$  calculée sans correction.

### Exercice IV (4 points)

On considère un asservissement dont aucun élément de la boucle ouverte n'admet de pôle à partie réelle positive. Cet asservissement est corrigé par une action proportionnelle de gain  $K$ . On donne le lieu de transfert en boucle ouverte (figure 4) pour  $K = 1$  et en boucle fermée (figure 5) pour  $K = 0.2$ .

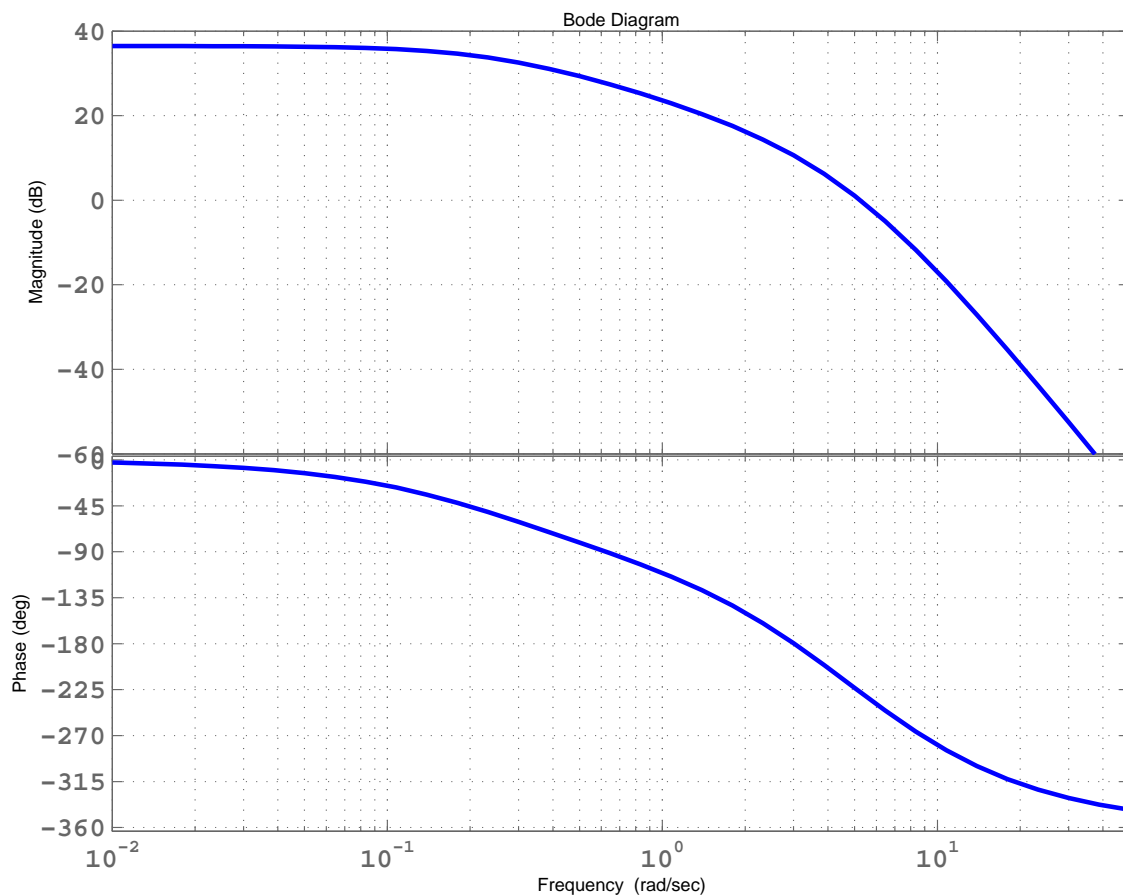


FIG. 4 – Lieu de transfert en boucle ouverte pour  $K = 1$

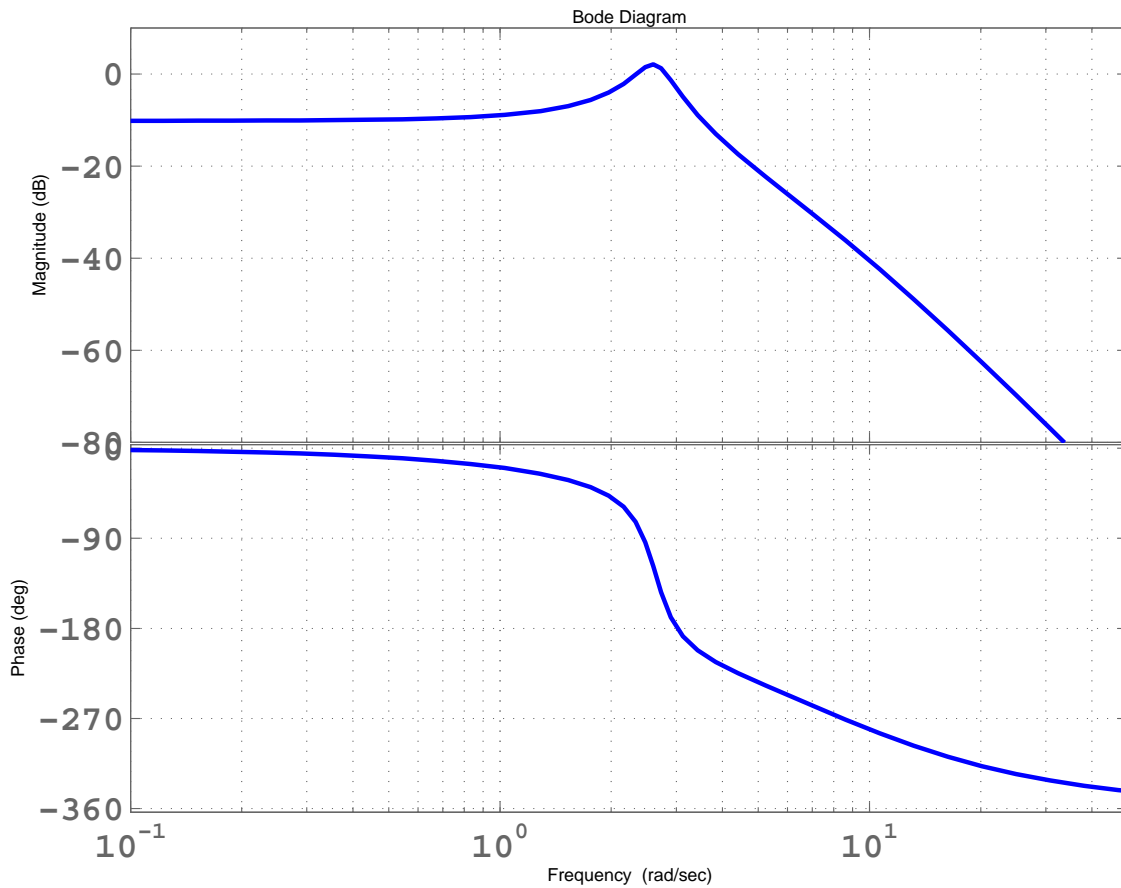


FIG. 5 – Lieu de transfert en boucle fermée pour  $K = 0.2$

1. Quel est l'ordre du système ?
2. Quelle condition doit remplir le gain  $K$  pour que la marge de phase soit au moins égale à  $45^\circ$  ? Justifier.
3. Pour  $K = 0.2$ , quelle est la bande passante à -3dB de l'asservissement ? Justifier.
4. Pour  $K = 0.2$ , quelle est l'erreur de position de l'asservissement ? Justifier.