

Les documents et téléphones portables sont interdits.

**Important :** - *Toute réponse non justifiée sera comptée comme nulle.*

- *De nombreuses questions sont indépendantes.*

**Exercice 1** Questions de cours

Aucun calcul complexe n'est requis pour répondre à ces questions.

1. Qu'appelle-t-on "réponse indicielle" d'un système ?
2. Donner la valeur de stabilisation de la réponse indicielle du système suivant (échelon unitaire en entrée) :

$$H(p) = \frac{16p + 20}{p^3 + 7p^2 + 12.75p + 5} \quad (1)$$

**Exercice 2** Asservissement d'un système du premier ordre

Soit un système physique d'entrée  $u$  et de sortie  $s$  régit par l'équation différentielle :

$$3s'(t) + s(t) = 5u(t). \quad (2)$$

On souhaite asservir ce système à l'aide d'une boucle fermée utilisant un correcteur  $C(p)$  ; on rappelle en figure 1 la structure d'une telle boucle.

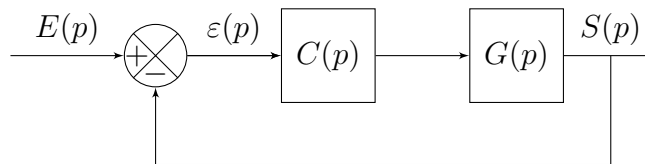


FIGURE 1 – Système en boucle fermée.

1. Calculer la fonction de transfert du système en boucle ouverte, notée  $G(p)$ , et montrer qu'elle est de la forme :

$$G(p) = \frac{K}{\tau p + 1}. \quad (3)$$

2. Donner l'expression de la fonction de transfert du système en boucle fermée en fonction de  $C(p)$  et  $G(p)$ .

**A. Correcteur proportionnel :**  $C(p) = k$ .

3. En utilisant la question 2, donner l'expression (détaillée) de la fonction de transfert en boucle fermée.
4. A quelle condition sur  $k$  le système est-il stable ?
5. Calculer  $k$  de manière à ce que le temps de réponse en boucle fermée soit de 4 secondes.
6. Que vaut l'erreur de position pour cette valeur de  $k$  ? Est-ce acceptable ?

**B. Correcteur proportionnel-intégral :**  $C(p) = k \frac{1+\tau_i p}{\tau_i p}$ .

7. Calculer la nouvelle fonction de transfert du système en boucle fermée.
8. Calculer l'amortissement du système en fonction de  $k$  et  $\tau_i$ .
9. Calculer l'erreur de vitesse du système en fonction de  $k$  et  $\tau_i$ .
10. Dédire des questions précédentes les valeurs de  $k$  et  $\tau_i$  garantissant un amortissement égal à  $0.7$  et une erreur de vitesse  $\varepsilon_v = 1/5$ .
11. (Hors barème) Que vaut l'erreur de position pour ces valeurs de  $k$  et  $\tau_i$ ?

**Exercice 3** Correcteur en boucle ouverte et Feedforward

Soit un système de fonction de transfert  $G(p)$ . On souhaite trouver un correcteur en boucle ouverte permettant de garantir que la sortie  $y(t)$  suive une consigne  $y_c(t)$ . La structure de correction en boucle ouverte est rappelée dans la figure 2. On note  $C(p)$  le correcteur en boucle ouverte.

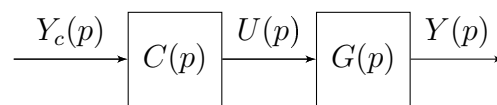


FIGURE 2 – Schéma de correction en boucle ouverte.

1. Quelle est la différence fondamentale entre une structure de correction en boucle ouverte telle qu'en figure 2 et une boucle fermée? Quel est l'inconvénient majeur d'un tel correcteur?
2. Exprimer la fonction de transfert entre  $Y_c$  et  $Y$ .
3. En déduire l'expression de  $C(p)$  assurant que la sortie vaut exactement la consigne, c'est-à-dire  $Y(p) = Y_c(p)$ .

On introduit alors un correcteur en boucle fermée, noté  $K(p)$ . On donne en figure 3 la structure du système bouclé.

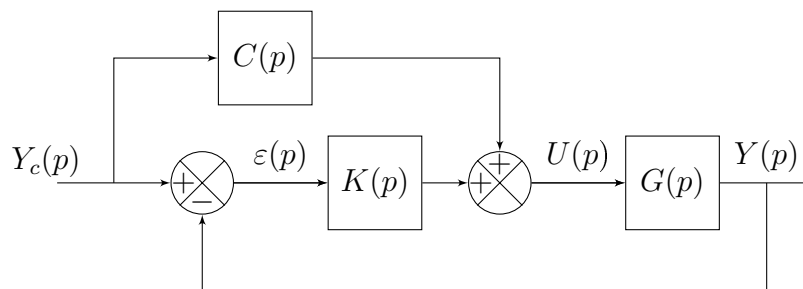


FIGURE 3 – Schéma de correction en boucle fermée.

4. Calculer la fonction de transfert entre  $Y_c$  et  $Y$ .
5. Vérifier que pour la valeur de  $C(p)$  précédemment trouvée, on a  $Y_c = Y$  quel que soit le correcteur  $K(p)$ .
6. Quel sera alors le rôle du correcteur  $K(p)$ ?