

AUTOMATIQUE
ANALYSE ET COMMANDE DES SYSTÈMES LINÉAIRES CONTINUS
(Notes de cours et TD autorisées)
Durée : 2h00
– Les 3 exercices sont indépendants –

Exercice 1 (7 points) :

On considère l'asservissement représenté sur la figure 1 pour lequel $G(p) = \frac{1}{p(p+3)}$ et $K_c = 2$. Le gain K de correction proportionnelle est variable.

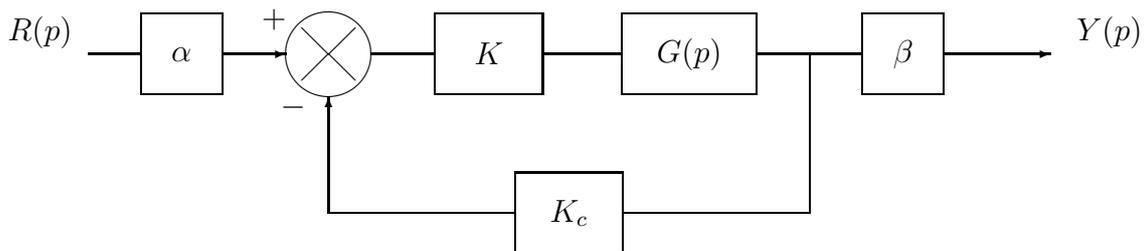


FIG. 1 – Asservissement avec commande proportionnelle [EXERCICE 1]

- 1.1) Donner l'expression de la fonction de transfert $T(p)$ en boucle ouverte (FTBO).
- 1.2) Donner l'expression de la fonction de transfert $F(p) = \frac{Y(p)}{R(p)}$ en boucle fermée (FTBF).
- 1.3) Donner l'expression de l'erreur de l'asservissement $\varepsilon(p) = R(p) - Y(p)$.
- 1.4) Quelle condition doivent remplir les paramètres α et β pour que l'erreur de position $\varepsilon_p(+\infty)$ soit nulle?
- 1.5) Pour $\alpha = 4$ et $\beta = 0,5$, calculer l'erreur de vitesse de l'asservissement $\varepsilon_v(+\infty)$.
Pour cela, on considèrera une rampe unitaire de transformée de Laplace $R(p) = \frac{1}{p^2}$.
- 1.6) Que devient l'erreur de vitesse pour $\alpha = 4$ et $\beta = 0,6$?

Exercice 2 (8 points) :

On considère le schéma de la figure 2 correspondant à un procédé asservi par un correcteur proportionnel de gain K .

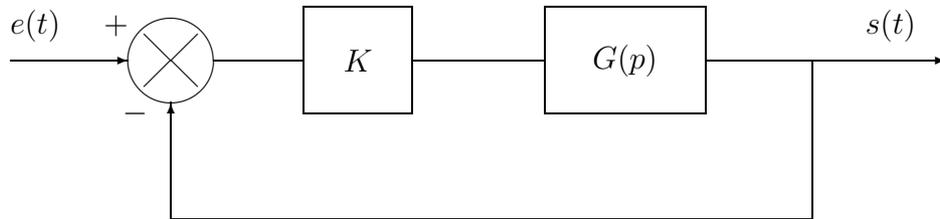


FIG. 2 – Un système asservi avec un correcteur proportionnel de gain K .

La réponse harmonique de la FTBF, tracée pour $K = 2$, est reportée sur la figure 3.

La réponse harmonique de la FTBO, tracée pour $K = 2$, est reportée sur la figure 4.

- 2.1) Quelle information importante sur $G(p)$ peut-on déduire à partir de la simple observation de la figure 4 (au premier coup d'oeil) ?
- 2.2) Donner la marge de phase et la marge de gain du système pour $K = 2$. Le système asservi est-il stable pour cette valeur de K ?
- 2.3) Déterminer le gain limite de stabilité du système asservi.
- 2.4) Donner la marge de phase et la marge de gain pour $K = 8$.
- 2.5) Pour quelle valeur de K le système asservi aura-t-il une marge de phase de 45° ? Donner alors sa marge de gain.
- 2.6) Pour $K = 2$, si $e(t)$ est un signal sinusoïdal d'amplitude 5 et de fréquence 1 Hz, quelle sera l'amplitude du signal de sortie en régime permanent ? Expliquer.
- 2.7) Pour $K = 10$, quelle sera la valeur de la sortie $s(+\infty)$ en réponse à une entrée en échelon unité ? Expliquer.

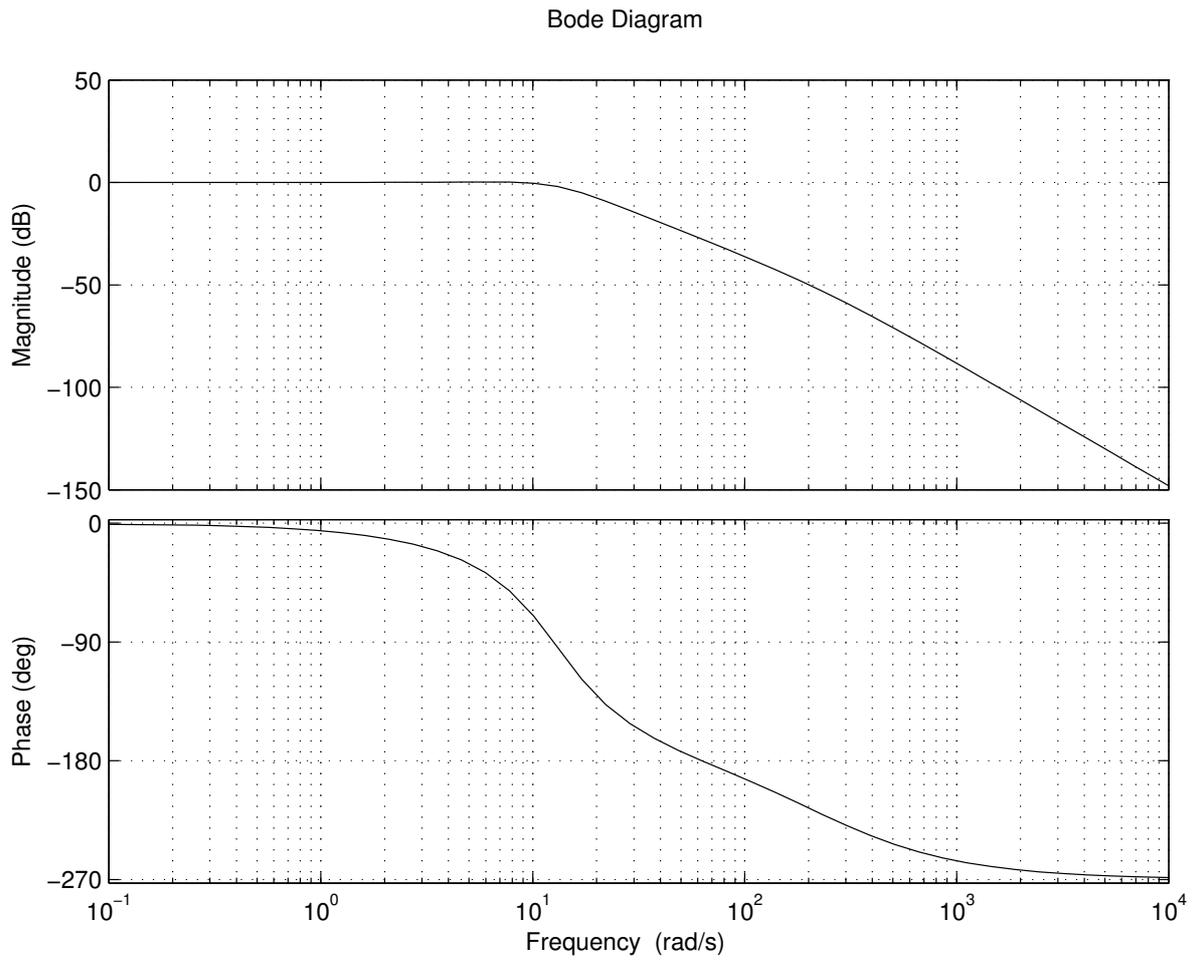


FIG. 3 – Lieu de Bode de la FTBF pour $K = 2$ [EXERCICE 2]

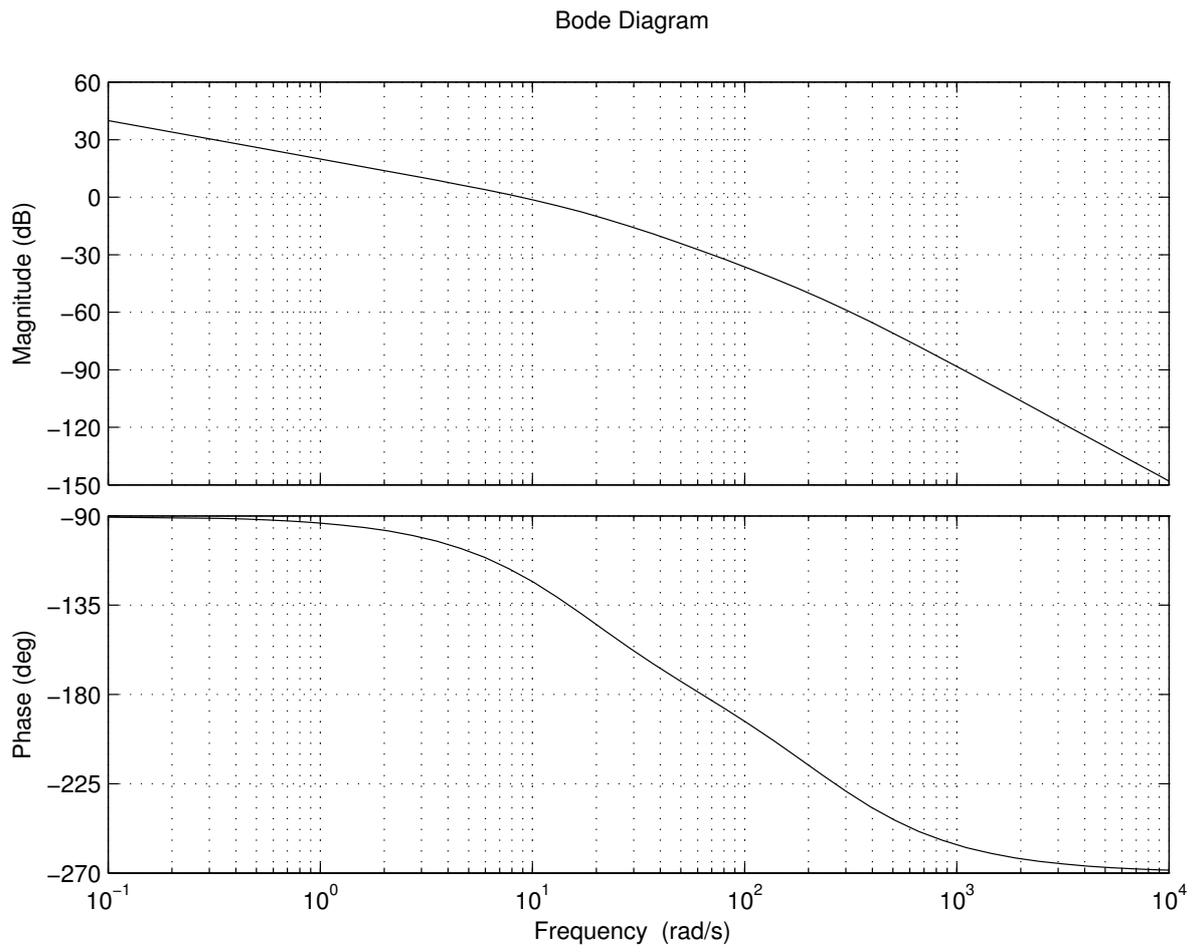


FIG. 4 – Lieu de Bode de la FTBO pour $K = 2$ [EXERCICE 2]

Exercice 3 (6 points) :

Soit l'asservissement représenté sur la figure 5.

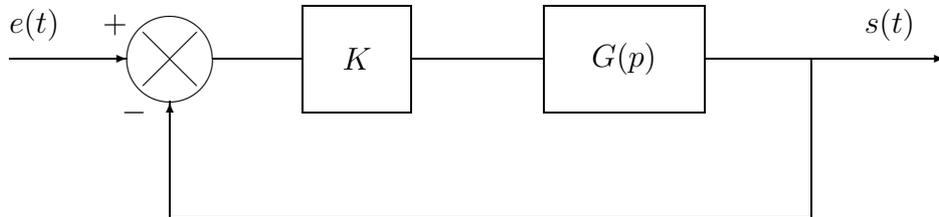


FIG. 5 – Un système asservi avec un correcteur proportionnel de gain K .

La fonction de transfert du système à commander s'écrit :

$$G(p) = \frac{1}{(p + 5)(p - 0,5)}$$

Le gain K de correction proportionnelle est variable.

- 3.1) Que peut-on dire du système $G(p)$?
- 3.2) En utilisant le critère de Routh donner la condition sur K pour que le système en boucle fermée soit stable.
- 3.3) Quel est l'avantage principal de la correction proportionnelle dans le cas de cet asservissement ?

On choisit $K = 3$.

- 3.4) Calculer la FTBF.
- 3.5) Quels sont ses pôles ? Dans ce cas, peut-on utiliser la notion de pôle dominant ? Si oui, quel est-il ?
- 3.6) Quel est l'ordre de grandeur du temps de réponse à 5% de l'asservissement ? Justifier la réponse.
- 3.7) Quel est le gain statique de l'asservissement.
- 3.8) Sur la base des réponses données aux trois questions précédentes, esquisser l'allure de la réponse indicielle (réponse à échelon unitaire) de l'asservissement.