

**AUTOMATIQUE**  
**ANALYSE ET COMMANDE DES SYSTÈMES LINÉAIRES CONTINUS**

(Notes de cours et TD autorisées)

Durée : 2h00

- Les 2 exercices sont indépendants -
- Les 2 parties de l'exercice 1 sont indépendantes -

*Pour toutes les questions nécessitant l'utilisation d'un diagramme de Bode, expliquer comment les résultats ont été trouvés et fournir le diagramme avec les constructions géométriques correspondantes.*

---

Exercice 1 (12 points) :

---

On considère l'asservissement de position angulaire de la figure 1.

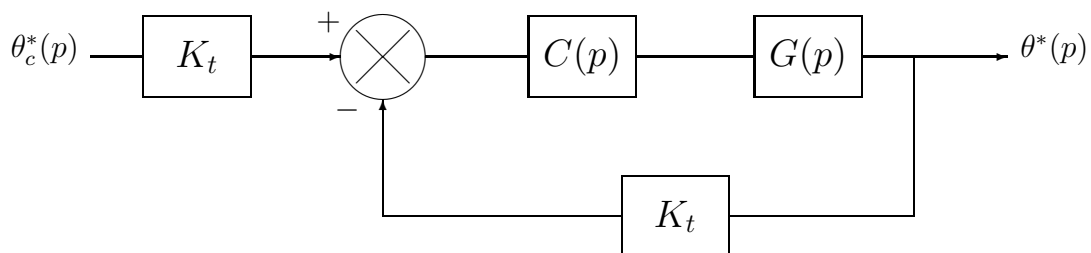


FIG. 1 – Schéma-blocs de l'asservissement

Le système piloté a pour fonction de transfert :

$$G(p) = \frac{1,69}{p(1 + 0,16p)}$$

Le capteur est un gain :  $K_t = 10 \text{ V}\cdot\text{rad}^{-1}\cdot\text{s}$

$C(p)$  est la fonction de transfert du correcteur.

1ère partie : étude d'une correction proportionnelle ( $C(p) = K$ )

**1.1)** Donner l'expression de la FTBO.

1.2) Donner l'expression de la FTBF.

1.3) Calculer l'erreur de position<sup>1</sup> de cet asservissement. Pourquoi ce résultat était-il prévisible ?

1.4) Calculer l'erreur de vitesse (de traînage) de cet asservissement.

1.5) Pour quelle valeur de  $K$  l'erreur de vitesse vaut-elle 1% ?

La figure 2 correspond au lieu de Bode de la FTBO pour  $K = 2$ .

1.6) Pour  $K = 2$ , donner la marge de phase et la marge de gain de cet asservissement.

1.7) Déterminer graphiquement la valeur de  $K$  pour laquelle l'asservissement a une marge de phase de  $45^\circ$ . Comparer cette valeur de  $K$  à celle trouvée à la question 1.5) et commenter.

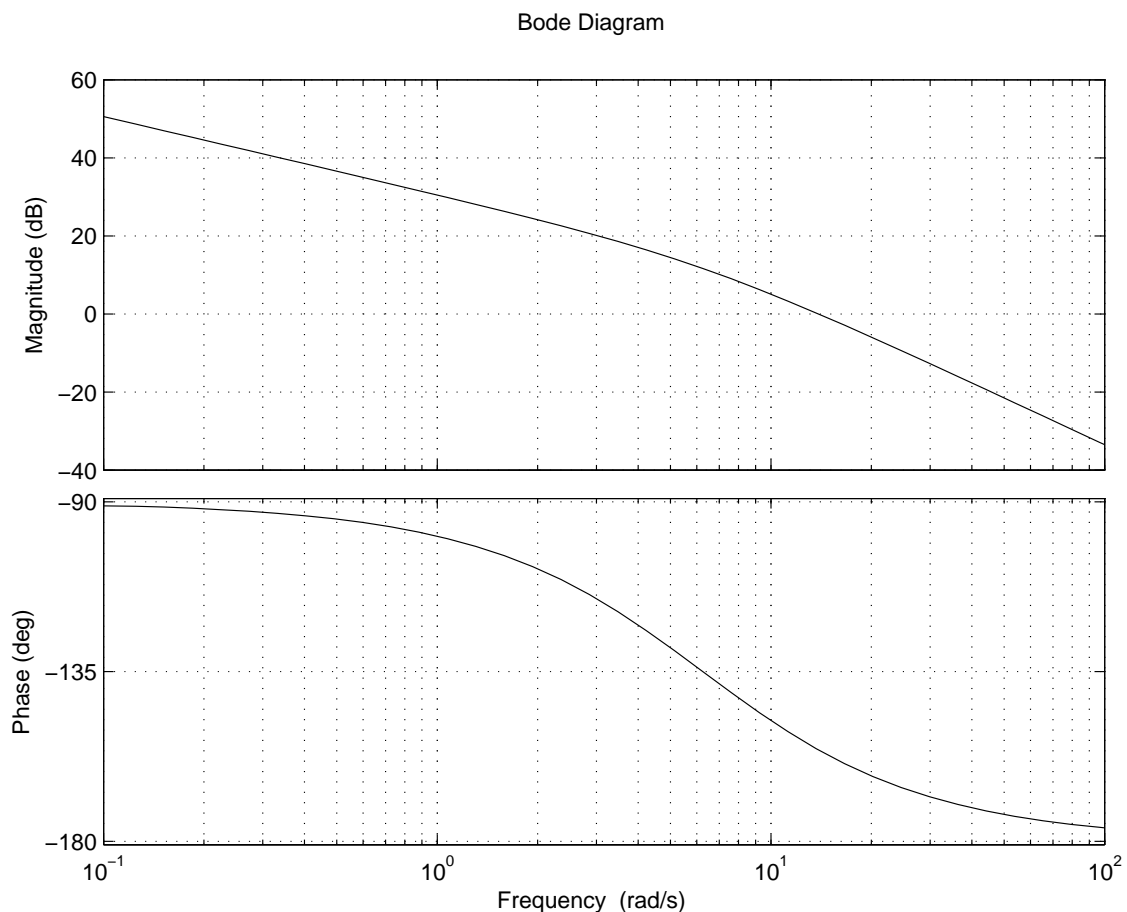


FIG. 2 – [EXERCICE 1] Diagramme de Bode de la FTBO pour  $K = 2$

---

<sup>1</sup>RAPPEL : erreur = entrée - sortie. On s'intéresse à l'erreur en régime permanent.

2ème partie : mise en place d'un correcteur de la forme  $C(p) = \frac{1 + \tau_1 p}{1 + \tau p}$

Ce correcteur dépend de 2 paramètres ( $\tau_1$  et  $\tau$ ) qui doivent être réglés.

**1.8)** Donner l'expression de la FTBO.

**1.9)** Montrer que par un choix judicieux de  $\tau_1$  la FTBO devient d'ordre 2.

**1.10)** Avec le réglage de la question **1.9)**, montrer que la FTBF est une fonction de transfert du 2ème ordre. Quel est son gain statique ?

**1.11)** Régler le paramètre  $\tau$  pour que la FTBF ait un facteur d'amortissement  $\xi = 0,7$ .

**1.12)** Quel sera le temps de réponse à 5% du système asservi ?

---

Exercice 2 (10 points) :

---

On considère l'asservissement de la figure 3.

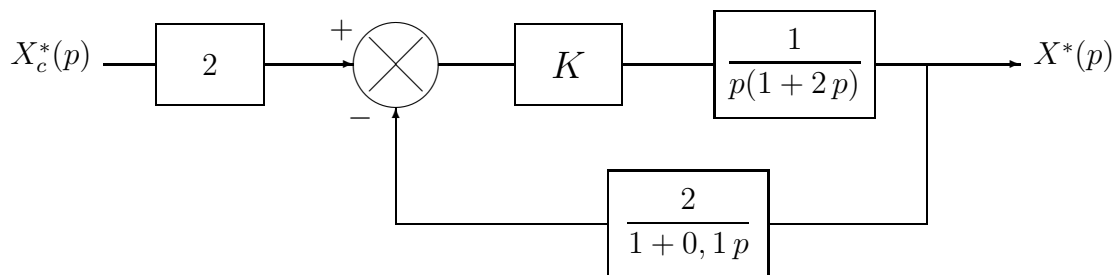


FIG. 3 – Schéma-blocs de l'asservissement

Le correcteur est un correcteur proportionnel de gain  $K$ .

**2.1)** Donner l'expression de la FTBO.

**2.2)** En appliquant le critère de Routh trouver la valeur du gain limite de stabilité  $K_{lim}$ .

La figure 4 correspond au lieu de Bode de la FTBO pour  $K = 1$ .

**2.3)** Pour  $K = 1$ , donner la marge de phase et la marge de gain de cet asservissement.

- 2.4) Déterminer graphiquement le gain limite de stabilité  $K_{lim}$  de cet asservissement.
- 2.5) Déterminer graphiquement la valeur de  $K$  pour laquelle l'asservissement a une marge de phase de  $45^\circ$ .
- 2.6) En utilisant le critère de Nyquist algébrique<sup>2</sup>, trouver la valeur de  $K$  pour laquelle l'asservissement a une marge de phase de  $45^\circ$ .

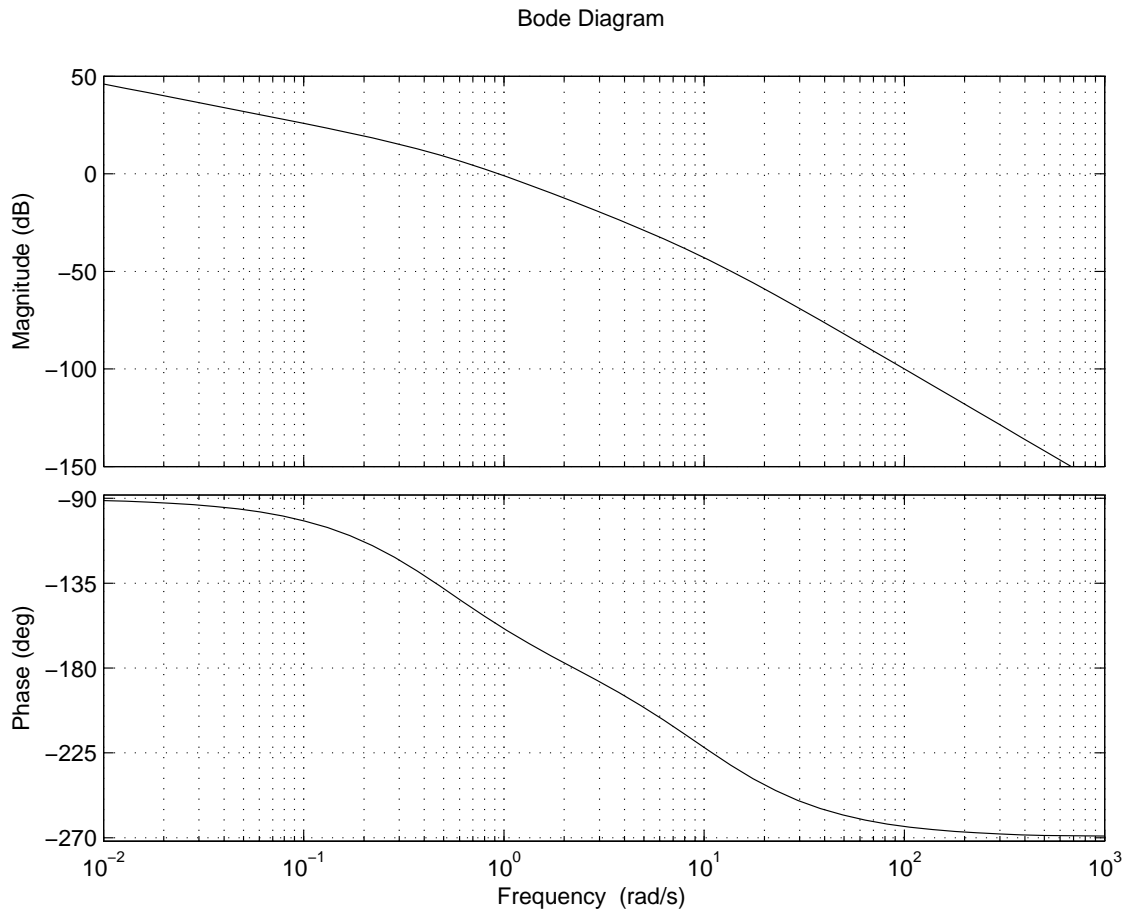


FIG. 4 – [EXERCICE 2] Diagramme de Bode de la FTBO pour  $K = 1$

---

<sup>2</sup>Au cours du calcul, on pourra utiliser le fait que  $\tan(a + b) = \frac{\tan(a) + \tan(b)}{1 - \tan(a) \tan(b)}$