

**UE ICCP - module CSy**  
**ANALYSE ET COMMANDE DES SYSTÈMES LINÉAIRES CONTINUS**

(Notes de cours et TD autorisées)

– Durée : 1h30 –

– Les 3 exercices sont indépendants –

---

Exercice 1 : (7 points)

---

On considère le système asservi de la figure 1 avec  $G(p) = \frac{10}{1 + 60p}$ .

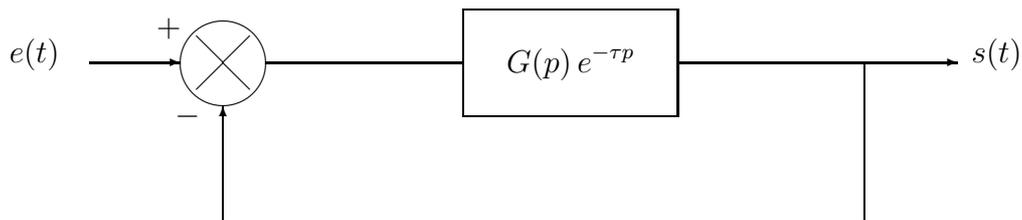


FIG. 1 – [EXERCICE 1] Un système asservi

- 1.1) Calculer par une méthode algébrique la marge de phase du système asservi avec le procédé  $G(p)$  seul (**sans le retard**  $\tau$ ). On la notera  $M_{\varphi_1}$ .
- 1.2) Retrouver le résultat de la question 1.1 en exploitant le diagramme de Bode de  $G(p)$  fourni sur la figure 2.
- 1.3) Donner l'expression, en fonction de  $M_{\varphi_1}$  et de  $\tau$ , de la marge de phase du système asservi **avec retard**. On prendra bien soin d'exprimer les angles en radians.
- 1.4) En déduire le retard maximum admissible pour que le système asservi ait une marge de phase de  $45^\circ$ . On prendra bien soin de faire les calculs en radians.
- 1.5) En utilisant le critère de Routh, calculer la valeur de  $\tau$  à partir de laquelle le système asservi devient instable. Pour cela, on remplacera  $e^{-\tau p}$  par l'approximation de Padé<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Approximation de Padé au 1er ordre :  $e^{-\tau p} = \frac{1 - \frac{\tau}{2}p}{1 + \frac{\tau}{2}p}$

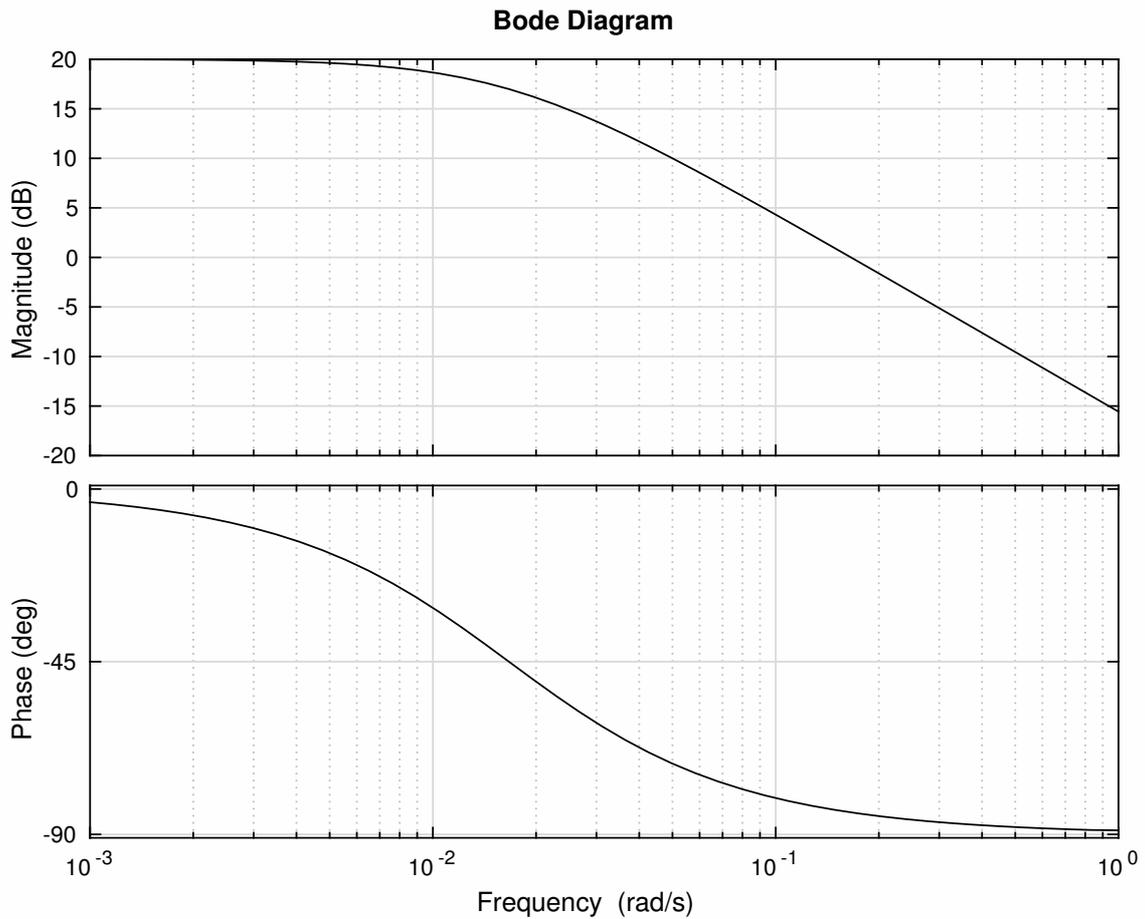


FIG. 2 – [EXERCICE 1] Lieu de Bode de  $G(p)$

---

Exercice 2 (11 points) :

---

On considère le système asservi de la figure 3.

avec :

$$H_0(p) = 2 \quad ; \quad H_2(p) = \frac{0,5}{p(1 + 0.1p)} \quad ; \quad H_3(p) = 4 \quad ; \quad H_4(p) = 2$$

$C(p)$  est le correcteur.

**2.1)** Donner l'expression de la FTBO en fonction des  $H_i(p)$ .

**2.2)** Donner l'expression de la FTBF en fonction des  $H_i(p)$ .

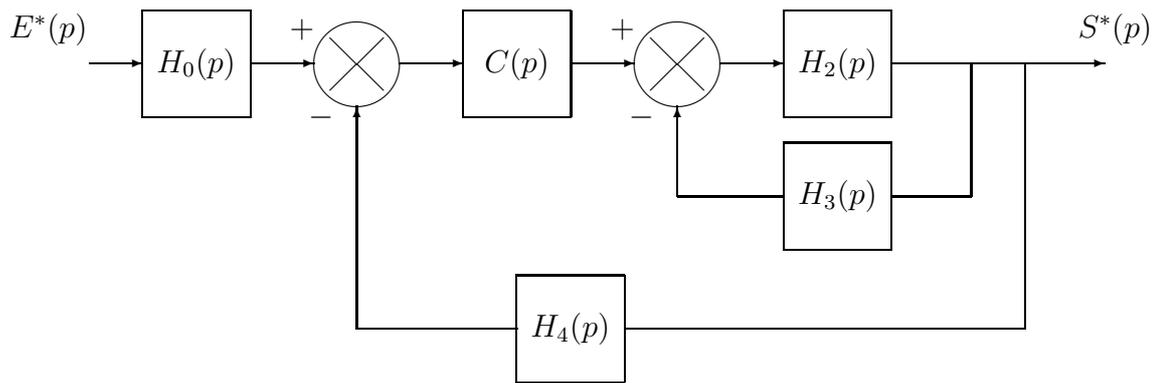


FIG. 3 – [EXERCICE 2] Un système asservi

1ère partie : correcteur proportionnel

$$C(p) = K$$

La figure 4 fournit le diagramme de Bode de la FTBO tracé pour  $K = 40$ .

- 2.3)** A partir de la figure 4, donner la marge de phase du système asservi pour  $K = 40$ .
- 2.4)** Quelle valeur faut-il donner à  $K$  pour que le système asservi ait une marge de phase de  $60^\circ$  ?
- 2.5)** Quelle sera l'erreur de position en régime permanent pour la valeur de  $K$  trouvée à la question **2.4** ?  
(si vous n'avez pas su répondre à la question **2.4**, donner l'expression littérale de l'erreur de position en régime permanent)

2ème partie : correcteur proportionnel-intégral

$$C(p) = K_i \left( 1 + \frac{1}{T_i p} \right)$$

On choisit  $K_i = 20$ .

- 2.6)** Proposer une valeur pour  $T_i$ .
- 2.7)** Quelle sera alors l'erreur de position en régime permanent de l'asservissement ?

2.8) Quelle sera son erreur de vitesse en régime permanent ?

2.9) En utilisant le critère de Routh, montrez qu'un mauvais choix de  $T_i$  peut déstabiliser le système asservi.

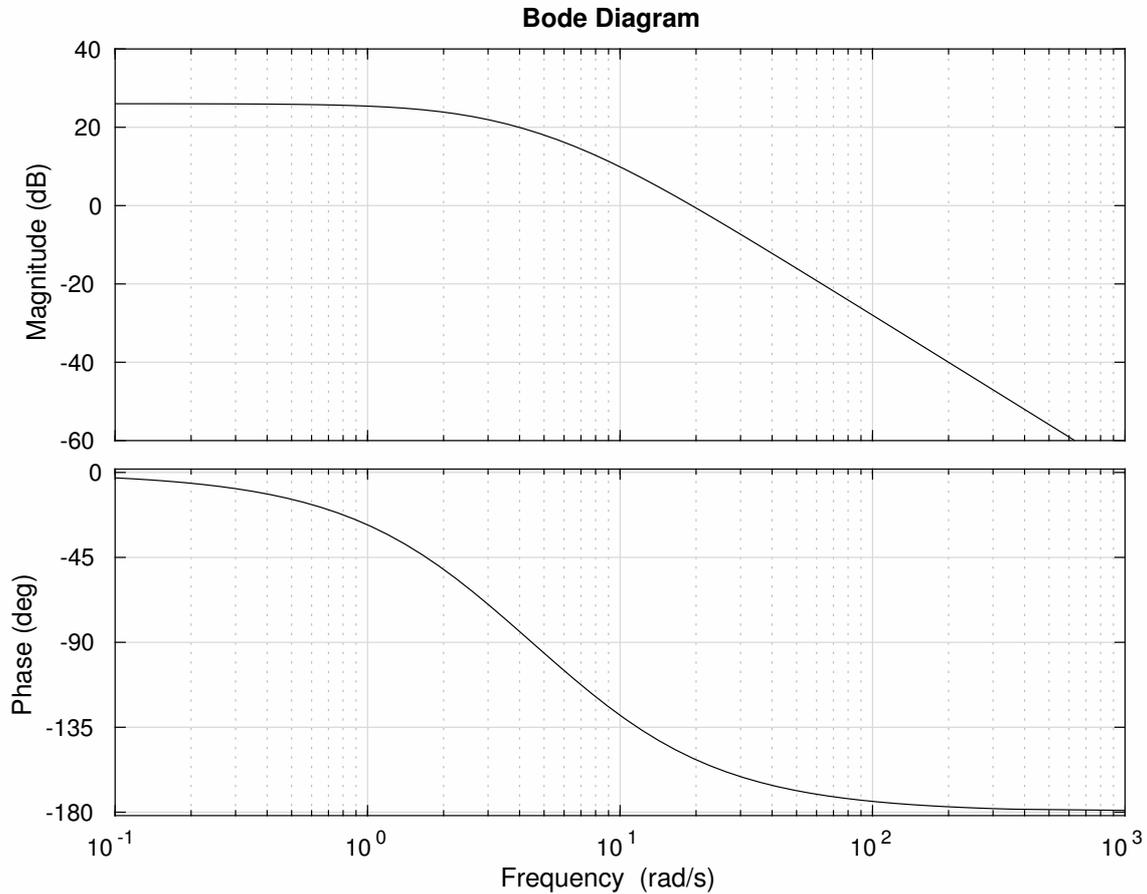


FIG. 4 – [EXERCICE 2] Lieu de Bode de la FTBO avec un correcteur proportionnel de gain  $K = 40$

---

Exercice 3 : (2 points)

---

La figure 5 donne la réponse à un échelon unitaire et le diagramme de Bode de l'un des **trois** systèmes suivants :

$$T_1(p) = \frac{20}{2p^2 + p + 2} \quad ; \quad T_2(p) = \frac{10}{100p^2 + 5p + 1} \quad ; \quad T_3(p) = \frac{10}{p^2 + p + 10}$$

Lequel ?

Justifiez votre réponse.

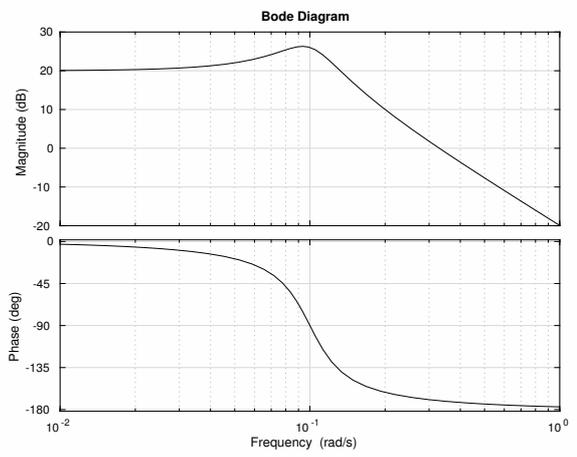
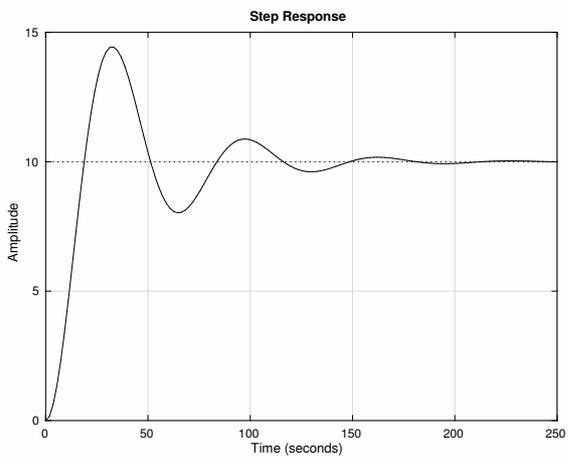


FIG. 5 – [EXERCICE 3]