

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

(Notes de cours et TD autorisées)

– Durée : 2 heures –

– *Les 3 exercices sont indépendants* –

---

Exercice 1 : (5 points)

---

On s'intéresse à l'asservissement d'un débit d'eau froide<sup>1</sup>, noté  $Q(t)$ .

Le système est composé :

- d'un ensemble « servo-moteur + vanne », de fonction de transfert  $G(p)$
- d'un capteur de débit, de fonction de transfert  $C(p)$ , qui fournit en sortie une tension 0 – 10 V

On notera  $R(p)$  le régulateur.

On donne : 
$$G(p) = \frac{-8}{p^2 + 4p + 4} \quad ; \quad C(p) = \frac{3}{1 + 0,05p}$$

- 1.1)** Faire le schéma-blocs de cet asservissement de débit, en précisant le contenu de chacun des blocs, et en indiquant sur le schéma les principaux signaux que l'on retrouve dans un asservissement.
- 1.2)** Donner l'expression de la FTBO, en fonction de  $R(p)$ ,  $G(p)$  et  $C(p)$ .
- 1.3)** Donner l'expression de la FTBF, en fonction de  $R(p)$ ,  $G(p)$  et  $C(p)$ .
- 1.4)** Est-il judicieux d'utiliser un régulateur proportionnel ? Justifier votre réponse.
- 1.5)** Dans le cas d'un régulateur proportionnel, étudier la stabilité du système en utilisant le critère de Routh.

---

<sup>1</sup>Cette eau est utilisée pour refroidir un réacteur chimique (et éviter que la réaction ne s'emballe).

---

Exercice 2 (10 points) :

---

On considère le système de fonction de transfert  $G(p)$  telle que :

$$G(p) = \frac{K_0}{(1+p)(1+Tp)^2}$$

On met en œuvre la commande proportionnelle de  $G(p)$  suivant le schéma de la figure 1.

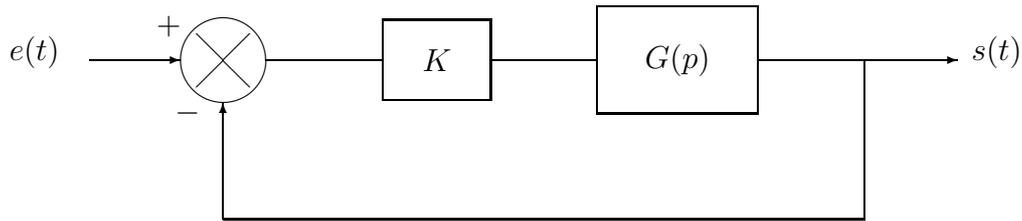


FIG. 1 – Système asservi avec commande proportionnelle de gain  $K$

La figure 2 fournit le lieu de Bode de la FTBO tracé pour  $K = 0,5$ .

À partir de ce lieu de Bode :

- 2.1) Calculer la valeur de  $K_0$ . Expliquer la démarche.
- 2.2) Calculer la valeur de  $T$  en exploitant à la fois le lieu de Bode et l'expression de la phase de  $G(j\omega)$  (veiller à travailler en radians).

*Les questions suivantes sont indépendantes des 2 questions précédentes.*

À partir du lieu de Bode :

- 2.3) Donner la marge de phase et la marge de gain du système asservi pour  $K = 0,5$ .
- 2.4) Calculer le gain limite de stabilité  $K_{lim}$ , i.e. la valeur de  $K$  qui amène le système asservi à la limite de stabilité. Expliquer la démarche.
- 2.5) Pour quelle valeur de  $K$  le système asservi aura-t-il une marge de phase de  $+45^\circ$ ? Expliquer la démarche.

2.6) Donner la marge de phase et la marge de gain du système asservi pour  $K = 5$ .  
Expliquer la démarche.

2.7) Donner sans calcul l'expression de l'erreur de position en régime permanent  $\varepsilon_p(+\infty)$ .

2.8) Compléter le tableau suivant :

K	$M_\varphi$	$M_G$	stable/instable	$\varepsilon_p(+\infty)$
0,5				
$K_{lim} =$			limite	
	$+45^\circ$			
5				

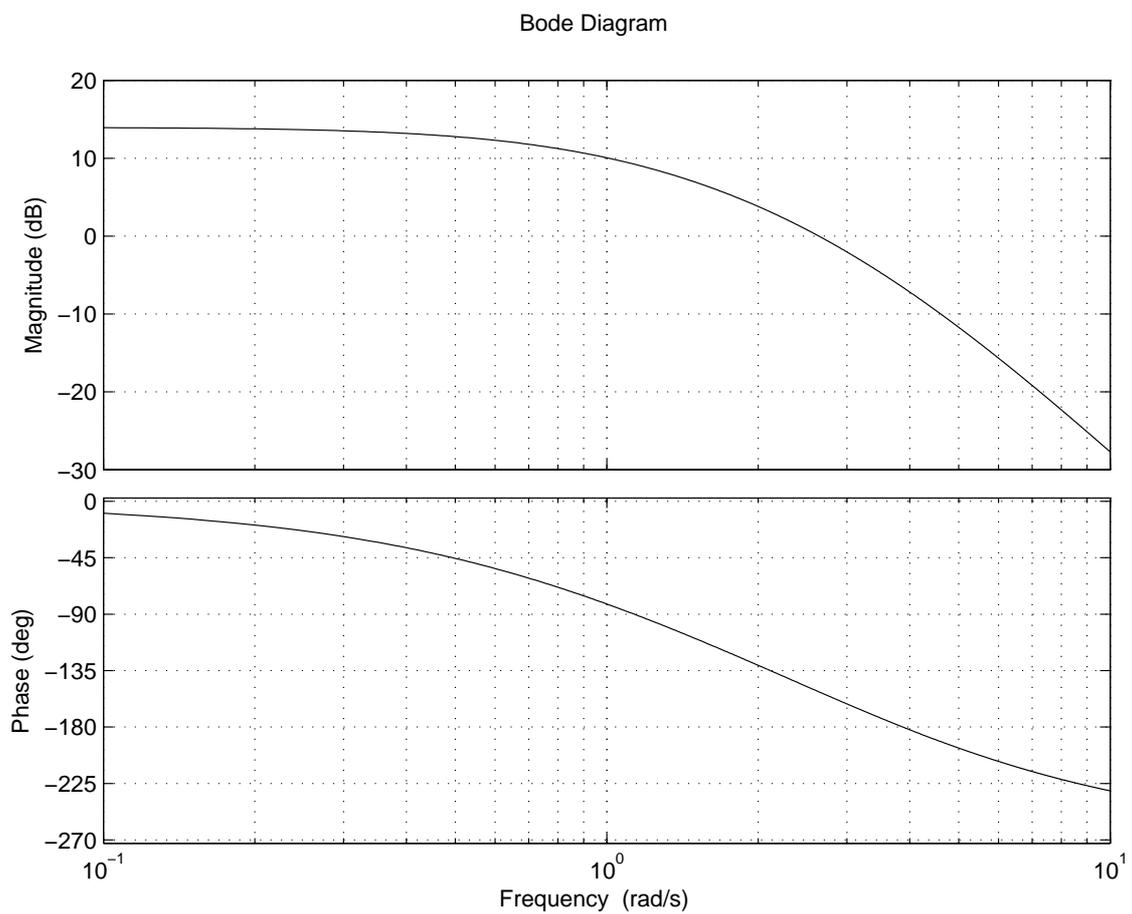


FIG. 2 – [EXERCICE 2] Lieu de Bode de la FTBO tracé pour  $K = 0,5$

---

Exercice 3 (5 points) :

---

On considère un système du 2ème ordre (de paramètres  $K$ ,  $\xi$  et  $w_n$ ) que l'on place dans une boucle d'asservissement à retour unitaire avec un correcteur proportionnel de gain  $K_p$ .

- 3.1)** Montrer que le système asservi est aussi du 2ème ordre.  
On notera  $K'$ ,  $\xi'$  et  $w'_n$  ses paramètres.

En augmentant le gain du correcteur depuis la valeur 0 on constate que le système asservi commence à osciller pour  $K_p = 3$ .  
Pour cette valeur de  $K_p$ , on mesure une erreur de position en régime permanent de 20%.

- 3.2)** Déduire de ces expériences la valeur de  $K$  et la valeur de  $\xi$ .

Le cahier des charges impose que, en régime permanent, le système asservi ait une erreur de position nulle et une erreur de vitesse de 5%.

- 3.3)** Quel type de régulateur satisfait à ce cahier des charges ?

- 3.4)** Régler le régulateur pour satisfaire au cahier des charges.  
On pourra s'aider du lieu de Bode fourni sur la figure 3.

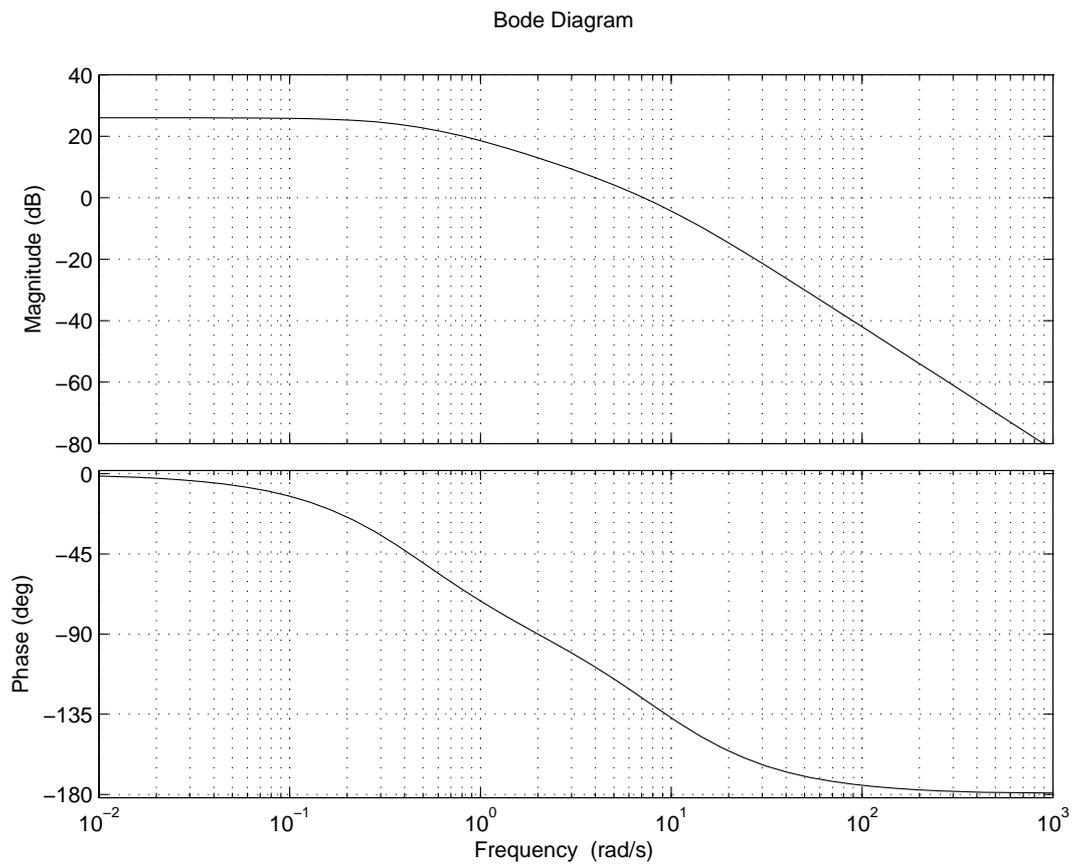


FIG. 3 – [EXERCICE 3] Lieu de Bode de la FTBO pour un régulateur proportionnel de gain  $K_p = 15$