

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

EXAMEN DE RATRAPAGE

(Notes de cours et TD autorisées)

Durée : 1h30

– Les 2 exercices sont indépendants –

Exercice 1 (10 points) :

On s'intéresse à un bac chauffé alimenté par un fluide à température ambiante.

On désigne par Q_e le débit d'entrée du fluide, par P_u la puissance électrique de chauffage du bac et par T la température du fluide présent dans le bac (cf. figure 1).

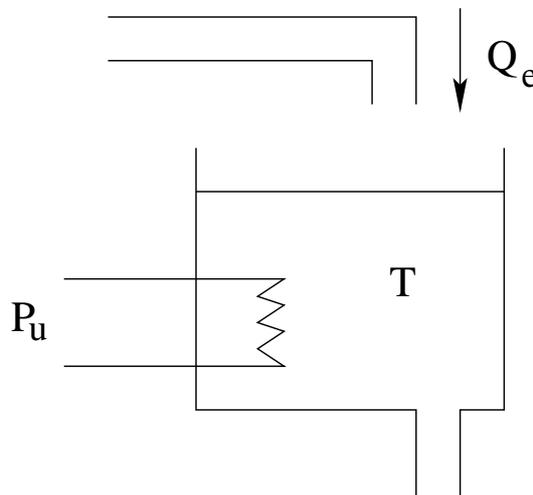


FIG. 1 – Un bac chauffé alimenté par un fluide

On désigne par q_e les variations de Q_e , par p_u les variations de P_u et par θ les variations de T , autour d'un état d'équilibre (point de fonctionnement).

Les variations θ de la température du fluide présent dans le bac dépendent de q_e et p_u .

Ce système a donc 2 entrées et 1 sortie et il est décrit par le schéma-blocs de la figure 2.

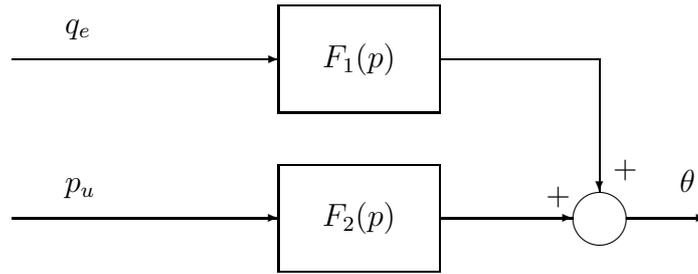


FIG. 2 – [EXERCICE 1] Schéma-blocs du système à commander

Pour réaliser un asservissement de la température dans le bac, on utilise un capteur de température de fonction de transfert $F_3(p)$, qui délivre une tension, et un régulateur de fonction de transfert $C(p)$.

- 1.1) En considérant les variations de débit q_e comme une **perturbation** et les variations de puissance de chauffe p_u comme la **grandeur de commande**, donner le schéma-blocs en boucle fermée de l'asservissement de température dans le bac. Indiquer sur le schéma-blocs tous les signaux qui interviennent.
- 1.2) Donner l'expression de la FTBO et des deux FTBF (en asservissement et en régulation) qui permettent d'étudier ce système asservi.

Plusieurs expérimentations ont permis d'identifier les fonctions de transfert suivantes :

$$F_1(p) = -\frac{5}{p+2} \quad ; \quad F_2(p) = \frac{4}{p+2} \quad ; \quad F_3(p) = \frac{3}{p+10}$$

- 1.3) Que signifie le fait que le gain statique de $F_1(p)$ est négatif?
- 1.4) Dans le cas d'une **commande intégrale** de la forme $C(p) = \frac{K}{p}$, le système asservi est-il stable quel que soit K (justifier)?
- 1.5) Dans le cas d'une **commande proportionnelle** de gain 5, quelle sera la variation de température dans le bac (en régime permanent) si le débit du fluide augmente brusquement de 1 (échelon)?

Exercice 2 (12 points) :

On considère un système à retour unitaire constitué d'un procédé de fonction de transfert $G(p)$ et d'un régulateur de fonction de transfert $C(p)$ (cf. figure 3).

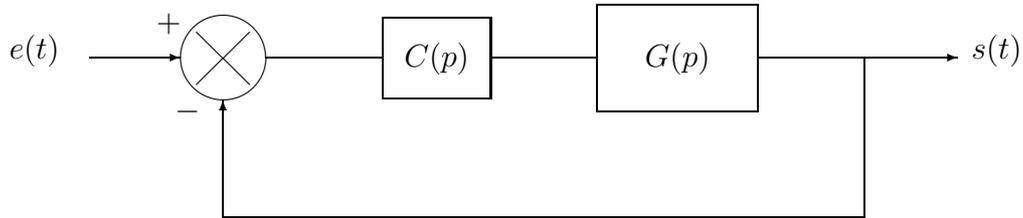


FIG. 3 – Un système asservi avec régulateur $C(p)$

On considère une commande proportionnelle : $C(p) = K$

Le diagramme de Bode de la FTBO du système asservi tracé pour $K = 5$ est donné sur la figure 4.

2.1) Compléter le tableau suivant¹ en expliquant la façon dont chaque réponse est obtenue :

K	M_φ	M_G	stable/instable
5			
$K_{lim} =$			limite
		10 dB	
10			

2.2) Quelle est la classe de la FTBO ?

Pour $K = 1$, quelle sera l'erreur de position de l'asservissement en régime permanent ? Quelle sera son erreur de vitesse ?

Justifier chacune des réponses.

On remplace le régulateur proportionnel par un régulateur PI de fonction de transfert $C(p) = K \left(1 + \frac{1}{T_i p} \right)$ avec $K = 1$.

2.3) Proposez (en la justifiant) une valeur pour T_i .

¹Mesurer les marges de phase et de gain avec le plus grand soin.

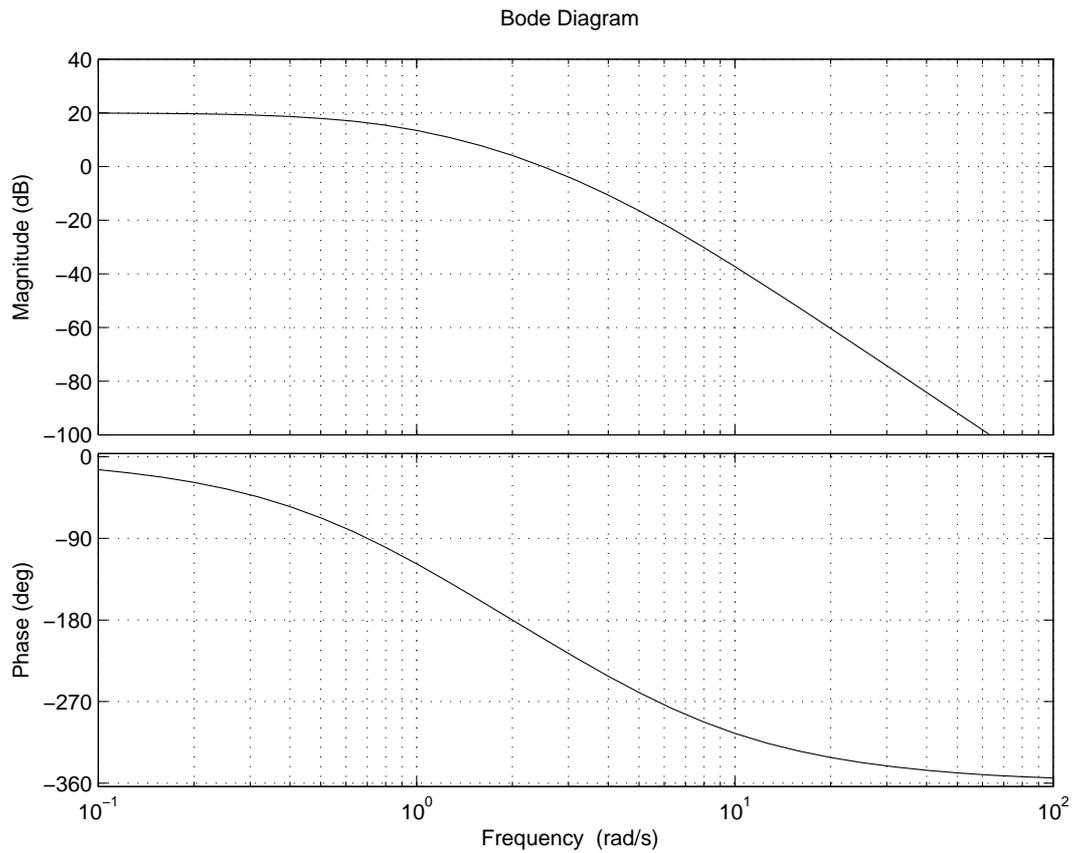


FIG. 4 – [EXERCICE 2] Lieu de Bode de la FTBO pour un régulateur proportionnel de gain $K = 5$

2.4) Quelle sera l'erreur de position de l'asservissement en régime permanent ? Quelle sera son erreur de vitesse ? Justifiez vos réponses.