

AUTOMATIQUE
ANALYSE ET COMMANDE DES SYSTEMES LINEAIRES CONTINUS

(Notes manuscrites de TD et formulaire succinct autorisés)

Durée : 1h30

– *Les 2 exercices sont indépendants* –

Exercice 1 (15 points) :

La mise en équation d'un four de traitement thermique a conduit à l'équation suivante :

$$800 \frac{d\theta(t)}{dt} + 4\theta(t) = 8u(t) + 0,4d(t)$$

où :

- $\theta(t)$ est la variation de température au sein du four
- $u(t)$ est la variation de puissance de chauffe du four
- $d(t)$ est la variation d'une perturbation

1.1) En désignant par $U(p)$ la transformée de Laplace de $u(t)$ et par $D(p)$ la transformée de Laplace de $d(t)$, montrer que le comportement dynamique du four peut être modélisé dans le domaine de Laplace par l'équation suivante :

$$\theta(p) = G(p)U(p) + G_d(p)D(p)$$

Mettre cette équation sous forme de schéma-blocs.

On donnera l'expression de $G(p)$ et $G_d(p)$ et on vérifiera que ces fonctions de transfert sont du 1er ordre.

On réalise l'asservissement de la température dans le four via un correcteur $C(p)$.

Le capteur mis en œuvre est modélisé par un gain de 1 V/°C.

1.2) Donner le schéma-blocs de l'asservissement (vous veillerez à indiquer les variables d'entrée et de sortie de chacun des blocs).

Sur la figure 1, on donne le lieu de Bode de $G(p)$.

1.3 Vérifier que les paramètres de $G(p)$ sont cohérents avec le résultat de la question 1.1).

1.4) Donner les marges de phase et de gain du système asservi avec un correcteur proportionnel de gain $K = 1$?

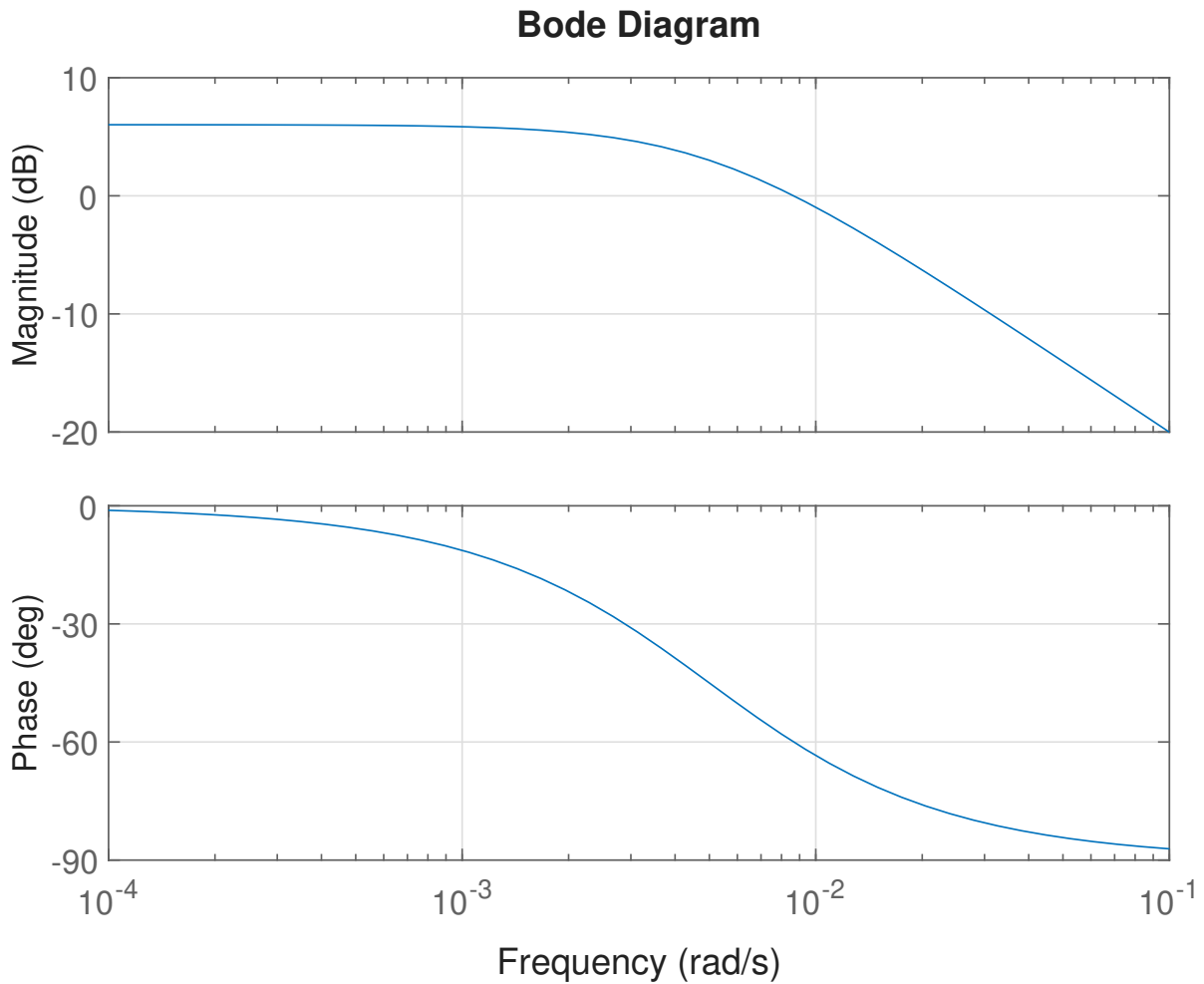


FIGURE 1 – Lieu de Bode de $G(p)$

Dans un premier temps, on suppose que les variations de perturbation sont nulles.

L'asservissement de température doit respecter le cahier des charges suivant :

1. l'erreur en régime permanent suite à un échelon de consigne doit être nulle
2. la fonction de transfert en boucle fermée doit être du 1er ordre
3. le système asservi doit être 3 fois plus rapide que le système non asservi

Le correcteur choisi est de type PI sous la forme :

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

- 1.5) Pourquoi ne pas avoir choisi un correcteur proportionnel ?
- 1.6) Calculer la FTBO du système asservi.
- 1.7) Existe-t-il un réglage du correcteur PI qui peut rendre le système asservi instable ?
- 1.8) Proposer le réglage de T_i qui permet de satisfaire le cahier des charges.
- 1.9) Proposer le réglage de K_i qui permet de satisfaire le cahier des charges en terme de rapidité.

On s'intéresse maintenant au comportement de l'asservissement en présence d'une perturbation.

- 1.10) Calculer la FTBF en régulation¹ avec un correcteur PI.
- 1.11) Est-ce que le système asservi sera capable d'absorber une perturbation de type échelon de température ? Expliquer.

1. $FTBF_r = \left(\frac{\theta(p)}{D(p)} \right)_{\theta_c=0}$

Exercice 2 (5 points) :

On considère les 7 fonctions de transfert suivantes :

$$H_1(p) = \frac{0.1}{p + 0.1}$$

$$H_2(p) = \frac{4}{p^2 + 2p + 4}$$

$$H_3(p) = \frac{1}{p^2 - 0.2p + 4}$$

$$H_4(p) = \frac{-0.5}{p^2 + 0.1p + 2}$$

$$H_5(p) = \frac{1}{p + 1}$$

$$H_6(p) = \frac{4}{p^2 + 0.8p + 4}$$

$$H_7(p) = \frac{2}{p^2 + p + 3}$$

et les 5 courbes de la figure 2.

Associer chaque courbe à la fonction de transfert qui lui correspond, en expliquant la raison de votre choix.

courbe	fonction de transfert
A	
B	
C	
D	
E	

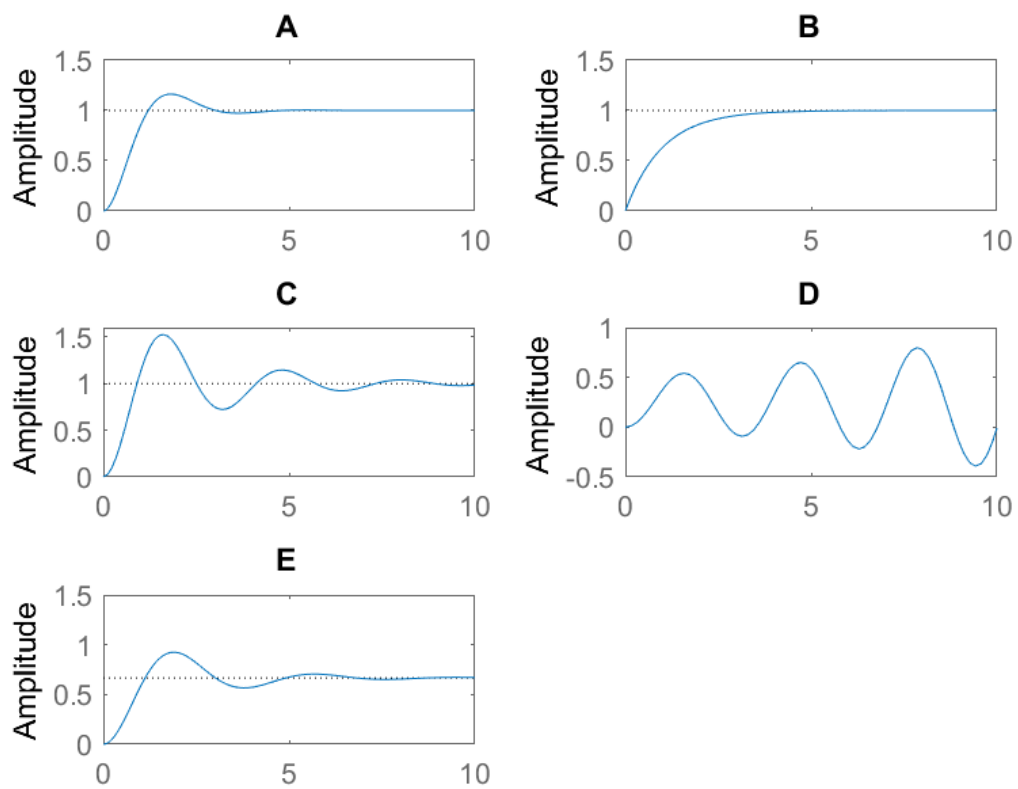


FIGURE 2 – Réponses à un échelon de position unité (en abscisse : le temps en secondes)