ISEN Lille Junia, la grande école Prof : KRAIEM Youssef	Examen en automatique CIR3, CNB3, CSI3 Durée : 8h30 à 10h30 28 mai 2021	Nom : Prénom : Classe :	Note :

Aucun document n'est autorisé : les transformées de Laplace nécessaires sont résumées dans l'annexe à la fin de l'épreuve.

Exercice 1 - Identification d'un modèle de comportement d'un système mécanique (5 points)

On étudie le comportement dynamique d'un système mécanique masse-ressort-amortisseur. Sa réponse indicielle unitaire est représentée sur la Figure 1.

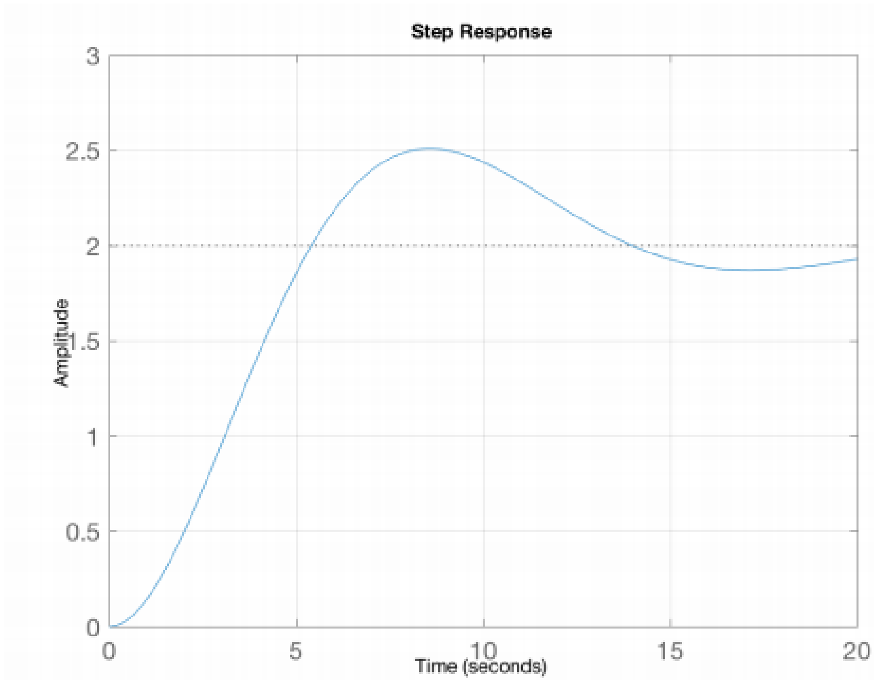

Figure 1. Réponse indicielle unitaire du système mécanique

1.1. Proposer en justifiant un modèle sous forme de fonction de transfert $G(p)=\dfrac{Y(p)}{U(p)}$.

1.2. Déterminer son gain statique, son instant de 1er dépassement et sa valeur de 1er dépassement.

1.3. En déduire le coefficient d'amortissement et la pulsation propre non amortie.

Exercice 2 : Réglage d'un système en stabilité et en précision (7 points)

On souhaite asservir un système dont la fonction de transfert est :

$$A(p)=\frac{8}{p^2+5p+6}$$

On place ce système dans la chaîne directe d'une boucle de régulation, en cascade avec un correcteur C(p)=K. La boucle de retour est assurée par un système de fonction de transfert B(p)=3.

1- Donner le schéma fonctionnel du système asservi, ainsi que la fonction de transfert en boucle ouverte et en boucle fermée.
2- Déterminer la condition nécessaire sur K pour que le système possède une marge de phase supérieure à 45°.
3- Est ce qu'un correcteur à avance de phase est capable de garantir une erreur de position inférieure à 20 % ? Justifier
4- Déterminer l'expression du nouveau correcteur C(p) qui permet d'avoir à la fois une marge de phase de 45° et une erreur de position inférieure à 20 %=0,2.

Exercice 3 - Contrôle en température d'un four de traitement thermique (8 points)
<u>Modélisation</u>
La mise en équation d'un four de traitement thermique a conduit à l'équation suivante :

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

- $\theta(t)$ est la température au sein du four
- $u(t)$ est la puissance de chauffe du four
- $d(t)$ est une perturbation

1- On suppose les conditions initiales des variables nulles et on note :

$$L[\theta(t)]=\theta(p),\ L[u(t)]=U(p),\ L[d(t)]=D(p)$$

Montrer que le comportement dynamique du four peut être modélisé dans le domaine de Laplace par la relation suivante :

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

Avec : $G(p)=\dfrac{8}{4+800.p}$ et $G_D(p)=\dfrac{0.4}{4+800.p}$

2- Pour chacune des fonctions de transfert *G(p)* et $G_D(p)$, préciser les gains statiques *K* et K_D et les constantes de temps *T* et T_D.
3- Calculer et tracer $\theta(t)$ la réponse à un échelon unitaire sur la puissance de chauffe du four en l'absence de perturbation. Placer les paramètres *K* et *T* sur la réponse.

<u>Performances de l'asservissement de température par correction PI</u>
On suppose que la perturbation d(t) nulle. Le schéma-bloc de l'asservissement de température est représenté sur la Figure 2 :

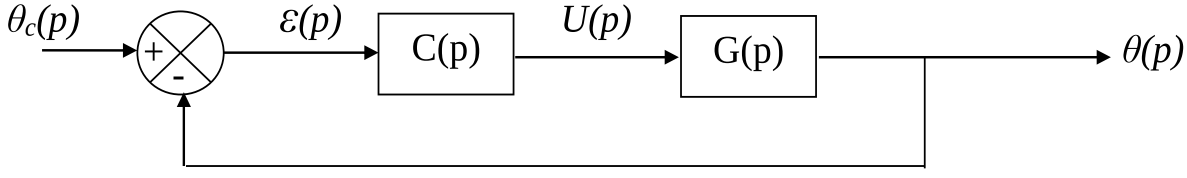

Figure 2. Schéma-bloc de l'asservissement
Le correcteur choisi est de type proportionnel-intégral (PI) et prend la forme :

$$C(p)=K_p\frac{1+T_i.p}{T_i.p}$$

Le cahier des charges pour l'asservissement de température doit respecter les contraintes suivantes :

- La fonction de transfert en boucle fermée doit être du 1er ordre,
- Le système bouclé doit être 3 fois plus rapide que le système sans correcteur,
- L'erreur (statique) en régime permanent suite à un échelon de consigne sur la puissance de chauffe doit être nulle,

4- En prenant la forme suivante de la fonction de transfert G(p) du four :

$$G(p) = \frac{K}{1 + T.p}$$

Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte FTBO(p) en fonction de K, K_p, T et T_i.

5- Démontrer que le réglage de la constante de temps de l'action intégrale $T_i = T$ conduit à une fonction de transfert en boucle fermée FTBF(p) du 1er ordre.

6- Avec ce réglage pour T_i, déterminer la plage de valeurs de K_p qui permet de garantir la stabilité du système bouclé.

7- Déterminer le gain K_p afin de respecter la contrainte du cahier des charges sur la rapidité.

8- Avec ce réglage du correcteur PI, vérifier si la contrainte sur l'erreur statique est respectée.

Bon travail

Annexe : Table de transformées de Laplace

F(p)	**f(t)**
$\frac{1}{p}$	Echelon unitaire u(t)
$\frac{1}{p.(1+\tau p)}$	$\left(1 - e^{-t/\tau}\right) u(t)$