La correction d'un système avec SCILAB

Table des matières

Objectifs

- Utiliser SCILAB ;
- Tracer des diagrammes de Bode et Nyquist ;
- Déterminer les performances d'un système ;
- Corriger un système ;
- Vérifier un cahier des charges.

Introduction

Dans cette activité, je vous propose de déterminer les performances d'un système bouclé puis d'essayer de le corriger afin d'atteindre de meilleures performances.

Déterminer les performances d'un système bouclé

1. Exercice : Le système non corrigé

La fonction de transfert en boucle ouverte

Soit un système bouclé à retour unitaire défini par sa FTBO : $G(p) = \dfrac{2.8}{\left(1+\dfrac{p}{10}\right)^3}$

Question 1

Saisir dans SCILAB, la fonction de transfert en boucle ouverte G

Indice :

Déclarer la variable de Laplace ;

Définir le numérateur **num** de la fonction de transfert.

Définir le dénominateur **den** de la fonction de transfert.

Définir la fonction de transfert **G** comme un système linéaire.

Question 2

Déterminer la Fonction de Transfert en Boucle Fermée H(p).

Indice :

$$H(p) = \frac{G(p)}{1+G(p)}$$

Question 3

Déterminer la réponse indicielle du système et relever la valeur de l'erreur statique ε_p

Indice :

Déterminer un vecteur **temps** (en utilisant la commande linspace par exemple) ;

Calculer la réponse indicielle (fonction csim) ;

Afficher la courbe avec une grille (fonctions plot et xgrid);

Lire le résultat.

Question 4

Tracer les diagrammes de Bode et de Nyquist, déterminer la marge de gain et la marge de phase ainsi que la pulsation de coupure à 0 dB.

Indice :

Les fonctions Bode et Nyquist sont à utiliser

La fonction show_margins est utilisable pour afficher les marges sur les diagrammes.

On pourra également utiliser les fonctions g_margin et p_margin.

La fonction bode_asymp est utilisable pour tracer les asymptotes du diagramme de Bode.

Remarque : les diagrammes se tracent avec les FTBO.

La correction proportionnelle

1. Exercice : La correction proportionnelle

Dans cette partie, on désire corriger le système via un correcteur proportionnel (C(p) = K) tel que l'erreur statique soit ramenée à 5%.

Question 1

Déterminer la valeur de K telle que l'erreur statique soit égale à 5%.

Indice :

L'erreur statique pour un système de classe 0 (sans intégrateur) est donnée par $\varepsilon_p = \frac{1}{1+K}$

Question 2

Tracer la réponse indicielle du système pour la valeur de K trouvée à la question précédente. Conclure.

Question 3

Confirmer le résultat précédent en traçant les diagrammes de Bode et de Nyquist en affichant les marges de gain et de phase.

Le correcteur à retard de phase

1. Exercice : Correction par correcteur à retard de phase

On a montré dans l'exercice précédent que l'insertion d'un correcteur proportionnel ne permet pas d'obtenir la précision de 5% recherchée tout en garantissant la stabilité du système.

Dans cette exercice, vous allez déterminer les paramètres d'un filtre à retard de phase afin de permettre d'atteindre la performance recherchée.

Question 1

Soit le correcteur $C(p) = \dfrac{a(1 + Tp)}{1 + aTp}$

Montrer que les valeurs a = 7 et T = 10s permettent d'obtenir la performance attendue.

On cherche à montrer l'influence du choix du paramètre T sur les performances.

Question 2

On sait que $\omega_{C0} = 10rad/s$

Déterminer la constance de temps T_0 correspondante.

Question 3

Tracer la réponse impulsionnelle du système pour les choix suivants :

- T = 0.62 s
- T = 6.2 s

Conclure sur le compromis à faire dans la choix de la constante de temps du correcteur.

Pour aller plus loin...

IV

N'hésitez pas à manipuler SCILAB, pour observer l'influence du choix de la constante de temps du correcteur sur la marge phase du système et donc le dépassement.

$$\xi = \frac{\Delta\varphi^\circ}{100}$$

1. Diagrammes de Bode

Définition

On définit la fonction de transfert en boucle ouverte du système non corrigé par :

$$G(p) = \frac{2.8}{(1+0.1p)^3}$$

On définit une première version du correcteur par :

$$C(p) = \frac{7(1+10p)}{1+70p}$$

On définit une seconde version de ce correcteur défini par :

$$C_1(p) = \frac{7(1+p)}{1+7p}$$

On a alors 3 versions du système :

- Non corrigé : $G(p) = \dfrac{2.8}{(1+0.1p)^3}$;
- Avec une constante de temps de 10s : $G_C(p) = \dfrac{7(1+10p)}{1+70p} \times \dfrac{2.8}{(1+0.1p)^3}$;
- Avec une constante de temps de 1s : $G_{C1}(p) = \dfrac{7(1+1p)}{1+7p} \times \dfrac{2.8}{(1+0.1p)^3}$.

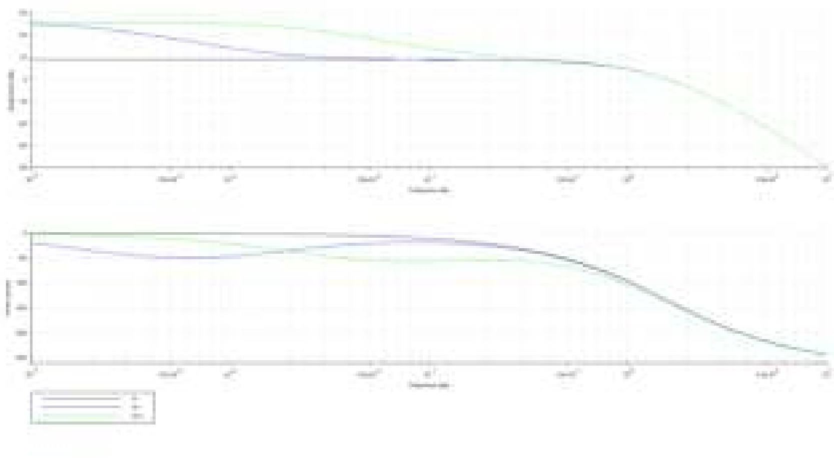
Diagrammes de Bode

Les diagrammes de Bode obtenus pour les 3 versions sont ci-dessous.

Les diagrammes corrigés disposent d'un gain statique ($f \to 0$), identique qui permet d'atteindre l'objectif d'une erreur statique inférieure à 5%

Le diagramme G_C dispose d'une constante de temps, très inférieure à la pulsation ω_{C0}, ce qui permet de ne pas impacter la marge de phase du système (donc le coefficient d'amortissement et donc le dépassement).

Le diagramme G_{C1} a quant à lui une constante de temps plus proche de la pulsation ω_{C0}, ce qui modifie légèrement la marge de phase (on passe de 45° à 40°) donc le dépassement.



Les diagrammes de Nyquist

Une lecture des 3 diagrammes de Nyquist permet d'observer l'impact de la constante de temps sur la marge de phase du système donc sur le niveau du dépassement.