

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2019

Toute documentation permise
Calculatrices : modèles autorisés seulement
Durée de l'examen : 3 heures

16-MC-A3 Analyse des systèmes et régulation

Question 1 (20 pts)

La figure 1 montre le schéma d'un absorbeur dynamique de vibration composé d'une masse m_2 et d'une raideur k_2 . La force de perturbation F est appliquée sur la masse m_1 portée par la raideur k_1 et l'amortisseur c_1 . Les déplacements des masses m_1 et m_2 sont respectivement notés x_1 et x_2

La fonction de transfert entre la force de perturbation et la position de la masse 1 est

$$G_{x_1 F} = \frac{m_2 s^2 + k_2}{m_1 m_2 s^4 + m_2 c_1 s^3 + (m_1 k_2 + m_2 (k_1 + k_2)) s^2 + k_2 c_1 s + k_1 k_2}$$

On s'intéresse au cas d'une excitation sinusoïdale d'amplitude A et de pulsation ω_0 (en rad/s).

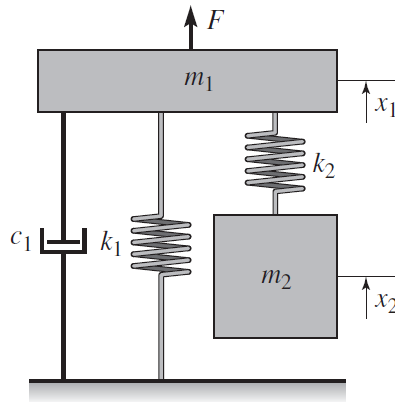


Figure 1.

Questions :

- 1 – Déterminer l'expression de l'amplitude de l'oscillation de la masse m_1 à la pulsation ω_0 en régime permanent en fonction de A , ω_0 , m_1 , m_2 , k_1 , k_2 , et c_1 (10 points).
- 2 – Comment la masse m_2 et la raideur k_2 doivent être choisie pour éliminer l'oscillation de la masse m_1 en régime permanent ? (10 points).

QUESTION 2 (20 pts)

On considère le système de commande de positionnement montré en Figure 2 où

$$H(s) = \frac{5}{s^2 + 6s + 2}$$

Le contrôleur $C(s)$ est de type proportionnel.

La référence est un échelon d'amplitude 100 : $r(t)=5$ pour $t>0$, sinon $r(t)=0$ pour $t<0$.

L'erreur finale du signal de positionnement est définie comme : $e_{\infty} = \lim_{t \rightarrow \infty} e(t)$.

Questions :

1 – Déterminer la fonction de transfert $\frac{e(s)}{r(s)}$ (5 points)

2 – Calculer le gain du contrôleur proportionnel qui assure une erreur finale inférieure à 0.5 (10 points).

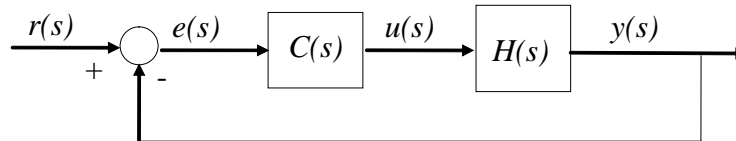


Figure 2.

QUESTION 3 (20 pts)

Le schéma blocs détaillé d'un servo-moteur est montré sur la Figure 1.

Pour ce problème, on considère un compensateur est de type proportionnel : $G_1(s) = K_1$

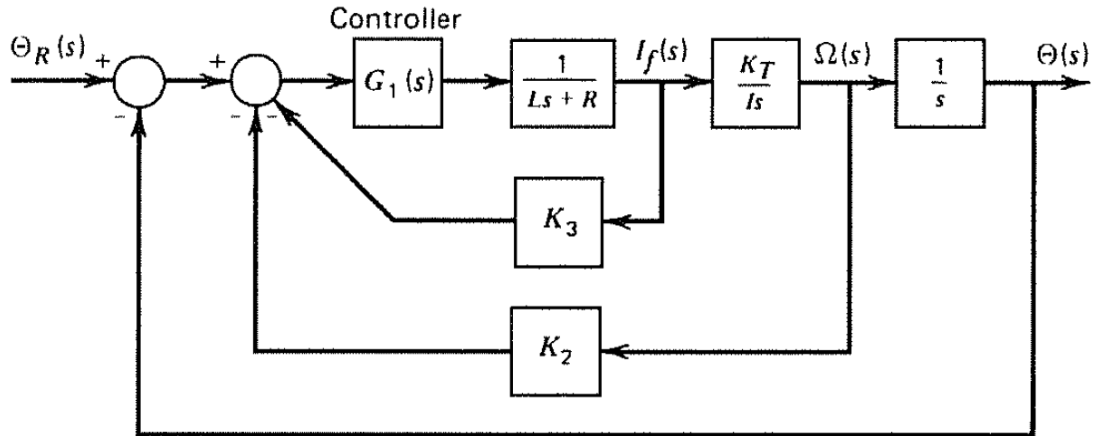


Figure 3.

Question :

1 – Exprimer $\frac{\Theta(s)}{\Theta_R(s)}$ en fonction de L, K_1, K_2, K_3, K_T, R et s (10 points)

2 – Déterminer la condition de stabilité de la boucle fermée en fonction de K_1, K_2, K_3, L , et R (10 points)

QUESTION 4 (20 pts)

On considère la commande d'un système asservi

$$H(s) = \frac{10}{s}$$

avec un compensateur PID

$$C(s) = K_D s + K_P + K_I/s$$

Les spécifications requièrent que les pôles de la boucle fermée sont:

- 1 pôle en -1,
- 2 pôles en -10.

Question :

- 1 – Calculer l'équation caractéristique du système spécifié en boucle fermée. (5 points)
- 1 – Calculer l'équation caractéristique en fonction de K_I , K_D , K_P , et s (5 points)
- 3 – Calculer les valeurs de K_I , K_D et K_P . (10 points).

QUESTION 5 (20 pts)

La figure 5 présente le tracé de Bode d'un système stable en boucle ouverte.

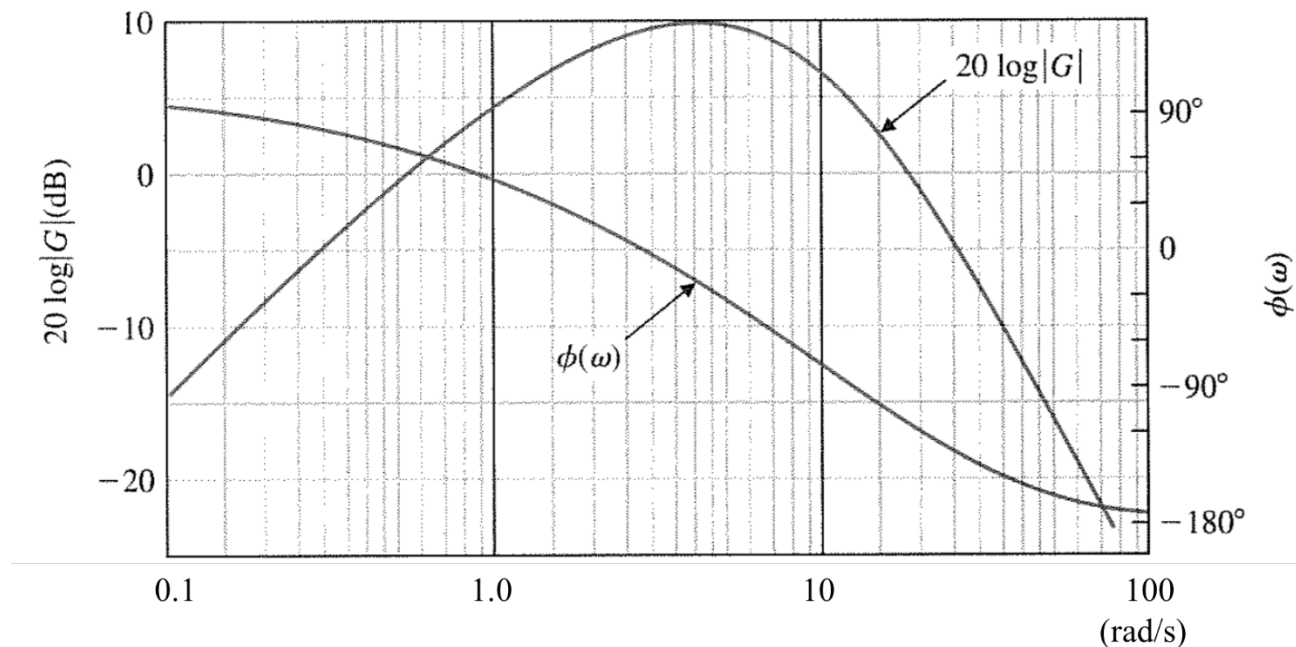


Figure 5.

Questions :

- 1 - Est-ce que le système est stable en boucle fermée ? (5 points)
- 2- Peut-on raisonnablement prédire que la marge de gain est supérieure à 20 dB ? (5 points).
- 3- Estimer la marge de phase. (10 points).