

## Colle 01

## Exercice d'application

Équipe PT La Martinière Monplaisir

## Savoirs et compétences :

On considère la fonction de transfert en boucle ouverte d'un système :  $G(p) = \frac{2}{(10p + 1)^3}$ .

**Question 1** Tracer les diagrammes de bode de  $G(p)$ .

**Question 2** Tracer la marge de gain et la marge de phase.

On place ce système dans une boucle de régulation à retour unitaire en le précédant d'un correcteur proportionnel  $C(p) = K$ .

**Question 3** Tracer le schéma-blocs.

**Question 4** Calculer la valeur de  $K$  de manière à obtenir une marge de phase supérieure ou égale à  $45^\circ$ .

**Question 5** Calculer la valeur de l'écart statique en réponse à un échelon puis en réponse à une rampe.

On change le correcteur proportionnel, par un correcteur intégral de fonction de transfert  $C(p) = Ki/p$ .

**Question 6** Calculer la nouvelle valeur de l'écart statique en réponse à un échelon puis en réponse à une rampe.

7.7 Pour obtenir une marge de phase supérieure à  $45^\circ$ , il faut avoir :

$$\Delta\varphi = \pi + \varphi(\omega_{c0}) = \pi + \arg G(j\omega_{c0}) > \frac{\pi}{4}$$

soit :

$$\Delta\varphi = \pi + \arg \frac{K}{(10j\omega_{c0} + 1)^3} > \frac{\pi}{4}$$

$$\Delta\varphi = \pi - 3 \arctan 10\omega_{c0} > \frac{\pi}{4}$$

d'où :  $\omega_{c0} < \frac{1}{10} \tan \frac{3\pi}{12} = 0,1 \text{ rad/s}$

Calculons la valeur de  $K$  correspondant à cette pulsation de coupure à 0 dB.

On a :  $G(\omega_{c0}) = \frac{K}{(\sqrt{1 + 100\omega_{c0}^2})^3} = 1$

d'où :  $K = (\sqrt{1 + 100\omega_{c0}^2})^3 = 2,8$

La condition sur  $\omega_{c0}$  nous imposant une limite supérieure, il en est de même pour la condition sur  $K$ .

En conclusion :  $\Delta\varphi > 45^\circ \Rightarrow K < 2,8$

Par ailleurs, comme :

$$t_m \approx \frac{3}{\omega_{c0}}$$

on a :  $t_m > \frac{3}{0,1} = 30 \text{ s}$

Le temps de montée minimal (autrement dit la meilleure rapidité possible) est donc égal à 30 s.

Calculons à présent l'erreur statique. La fonction de transfert en boucle fermée a pour expression :

$$H(p) = \frac{G(p)}{1 + G(p)} = \frac{K}{(10p + 1)^3 + K}$$

Par définition, l'erreur statique a pour expression :

$$\varepsilon_p = \lim_{p \rightarrow 0} [1 - H(p)] = 1 - \frac{K}{1 + K} = \frac{1}{1 + K}$$

On a donc :  $K < 2,8 \Rightarrow \varepsilon_p > \frac{1}{1 + 2,8} = 0,26$

L'erreur statique est donc obligatoirement supérieure à 26 % si on souhaite avoir une marge de phase supérieure à  $45^\circ$ .



