

**Exercice 1:** Asservissement en vitesse

Le robot Colossus est un robot d'intervention et d'assistance technique destiné aux interventions dans les zones dangereuses, utilisé notamment par les pompiers.

Sa modélisation et l'étude de ses performances temporelles ont déjà été réalisées chapitre A4.

L'objectif de l'étude sont les performances fréquentielles.



FONCTION		Critères d'appréciation	Niveau
FP1	<b>Faire tourner la poulie motrice d'une chenille</b>	Stabilité : • Marge de gain : • Marge de phase :	20 dB 60°
		Rapidité : bande passante à -6dB	10 Hz = 62,8 rad/s
		Précision : gain en basse fréquence	0 dB

On rappelle les résultats de l'étude menée chapitre A4 :

$$H_{bo}(p) = H_c(p) \frac{k}{1 + \frac{2z_m}{\omega_m} p + \frac{p^2}{\omega_m^2}} = H_c(p) \frac{k}{(1 + \tau_1 p)(1 + \tau_2 p)}$$

Où

$H_c(p)$  est la fonction de transfert d'un correcteur réglable ;

$k$ ,  $\omega_m$ ,  $z_m$ ,  $\tau_1$  et  $\tau_2$  sont les constantes caractéristiques du système.

$$k = 166,6$$

$$\omega_m = 118.2231 \text{ rad/s}$$

$$z_m = 2.6269$$

$$\tau_1 = 1,7 \text{ ms}$$

$$\tau_2 = 42,8 \text{ ms}$$

L'objectif de l'étude est l'influence du correcteur  $H_c(p)$  sur les performances fréquentielles. Trois configurations seront étudiées.

**1.1 Configuration 1 : correcteur proportionnel pur**

Le correcteur choisi a pour fonction de transfert une constante  $C$  :

$$H_c(p) = C = 0,077$$

- Q1.** Tracer le diagramme de Bode de  $H_{bo}(p)$  sur le document réponse 1.  
**Q2.** A partir du tracé de  $H_{bo}(p)$ , étudier la stabilité : déterminer la marge de phase et de la marge de gain

Lors de l'étude menée chapitre A4, la fonction de transfert en boucle fermée a été déterminée :

$$H_{bf}(p) = \frac{K_{bf}}{1 + \frac{2z}{\omega_0}p + \frac{p^2}{\omega_0^2}}$$

$$\omega_0 = 437 \text{ rad/s} ; z = 0,711 ; K_{bf} = 0,9274.$$

- Q3.** Tracer le diagramme de Bode  $H_{bf}(p)$  sur le document réponse 1.  
**Q4.** A partir du tracé de  $H_{bf}(p)$ , étudier la précision : commenter le gain du diagramme de Bode en boucle fermée.  
**Q5.** A partir du tracé de  $H_{bf}(p)$ , étudier la rapidité : déterminer la bande passante à -6dB.

## **2 Configuration 2 : correcteur intégral pur**

Le correcteur choisi a pour fonction de transfert ( $I = 10$ ) :

$$H_c(p) = \frac{I}{p}$$

- Q6.** Tracer le diagramme de Bode de  $H_{bo}(p)$  sur le document réponse 2.  
**Q7.** A partir du tracé de  $H_{bo}(p)$ , étudier la stabilité : déterminer la marge de phase et de la marge de gain.  
**Q8.** Le comportement est-il stable ? Si non, quelle modification du correcteur permettrait de rendre le système stable ?  
**Q9.** Proposer une valeur de  $I$  permettant d'avoir une marge de phase de  $60^\circ$ .

## **3 Configuration 3 : correcteur proportionnel - intégral**

Pour avoir de meilleures performances, on choisit pour correcteur une combinaison des deux premiers :

$$H_c(p) = C + \frac{I}{p}$$

Où :

$$C = 1,18 \cdot 10^{-04}$$

$$I = 0,0708 \text{ rad/s}$$

- Q10.** Tracer, sur feuille, l'allure du diagramme de Bode asymptotique du correcteur.  
**Q11.** Tracer le diagramme de Bode de  $H_{bo}(p)$  sur le document réponse 3.  
**Q12.** A partir du tracé de  $H_{bo}(p)$ , étudier la stabilité : déterminer la marge de phase et de la marge de gain.  
**Q13.** Conclure quant aux performances en stabilité.

## **4 Synthèse : comparaison des performances**

Le document réponse 4 présente les diagrammes de Bode des fonctions de transfert en boucle fermée pour les trois configurations.

- Q14.** Dans un tableau de synthèse, comparer les performances entre les différentes configurations.