

## TD 04

### Exercice 01

On considère un système de fonction de transfert en boucle ouverte  $H(s)$  définie par :

$$H(s) = \frac{1}{(s+1)(s+4)}$$

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

1. Calculer la valeur de  $K$  qui assure au système une marge de phase égale à  $45^\circ$ . Calculer alors la valeur du temps de montée en boucle fermée.
2. Déterminer la valeur de  $K$  qui assure un temps de montée égale à 0.2s. Calculer la nouvelle valeur de la marge de phase. Conclure.

### Exercice 02

On considère un système de fonction de transfert en boucle ouverte  $H(s)$  que l'on souhaite réguler à l'aide d'une boucle à retour unitaire :

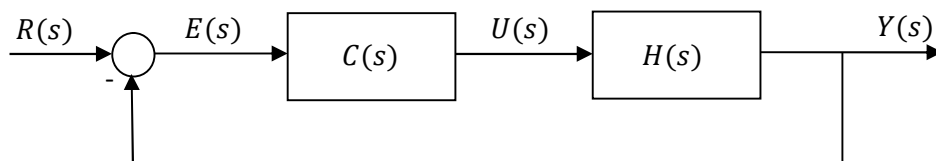
$$H(s) = \frac{K}{(10s+1)^2(s+1)}$$

On souhaite que la boucle de régulation fonctionne selon le cahier des charges suivant :  
 $\varepsilon_p < 0.08$  ;  $t_m < 8s$ .

1. Quelle est la condition sur  $K$  pour obtenir  $\varepsilon_p < 0.08$  ?
2. Quelle est la condition sur  $K$  pour obtenir  $t_m < 8s$  ?

### Exercice 03

Soit la boucle de régulation suivante:



avec  $H(s) = \frac{20}{(s+5)(s+10)}$ .

#### 1. Correcteur Proportionnel $C(s) = K_p$

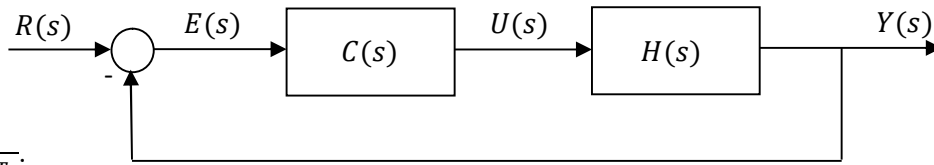
- a. Calculer la valeur de  $K_p$  qui assure au système une marge de phase  $\Phi_m = 45^\circ$ .
- b. Calculer le temps de réponse  $t_r(5\%)$ , le dépassement  $D\%$  et l'erreur en position  $e_p$ .

#### 2. Correcteur Proportionnel-Intégral $C(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s}\right)$

- a. Déterminer les paramètres du correcteur pour obtenir une marge de phase  $\Phi_m = 45^\circ$
- b. Calculer le temps de réponse  $t_r(5\%)$ , le dépassement  $D\%$  et l'erreur en position  $e_p$ .

### Exercice 04

Soit un système du premier ordre de fonction de transfert  $H(s)$  placé dans une boucle de régulation à retour unitaire comme montre la figure suivante :



avec  $H(s) = \frac{k}{1+T_s}$ .

La fonction de transfert du régulateur Proportionnel Intégrale est donnée par  $C(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s}\right)$ .

On fixera la valeur de la constante de temps du correcteur égale à la constante de temps du système à régler  $T_i = T$ .

1. Mettre la FTBF sous la forme suivante :  $H_{BF}(s) = \frac{k_{BF}}{1+T_{BF}s}$

2. Déterminer les expressions de  $k_{BF}$  et  $T_{BF}$ .

3. La constante de temps du système est de 25 min, le gain statique est de 2,5. On souhaite accélérer le temps de réponse du système, avec une constante de temps en boucle fermée de 10 min. Déterminer la valeur de  $K_p$  permettant de garantir cette valeur de  $T_{BF}$ .

### Exercice 05

On désire étudier l'asservissement de la vitesse d'un moteur à courant continu à excitation séparer. Le système est régi par les équations suivantes :

$$u(t) = Ri(t) + K\Phi\omega(t), \quad C_m(t) = K\Phi i(t), \quad J\dot{\omega}(t) = C_m(t) - f\omega(t)$$

où  $u(t)$  est la tension de commande du moteur (entrée),  $\omega(t)$  est la vitesse de rotation (sortie) et  $R, K, J, f$  et  $\Phi$  sont des constants avec  $\frac{K\Phi}{R} = 4$  et  $\frac{1}{J} \left( \frac{(K\Phi)^2}{R} + f \right) = 2$ .

1. Déterminer la FTBO du moteur  $H_{BO}(s) = \frac{\omega(s)}{u(s)}$ . Calculer le temps de réponse  $t_r(5\%)$ ,  $t_{r1}$ , du système.

2. On boucle le moteur avec un correcteur PI tel que  $C(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s}\right)$

a. donner le schéma bloc du système corrigé.

b. Quelle est l'influence de ce régulateur sur l'erreur statique ?

c. Comment choisir  $T_i$  pour que la FTBO du système corrigé soit un intégrateur pur ?

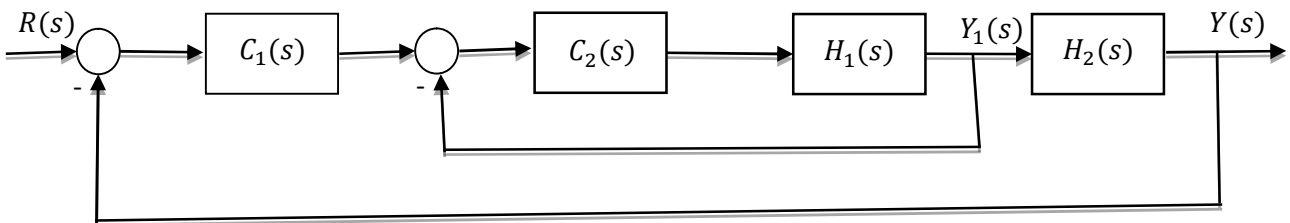
d. Calculer alors  $H_{BF}(s) = \frac{\omega(s)}{\omega_c(s)}$ . Quelle est le gain statique de  $H_{BF}(s)$ . Etait-il prévisible ?

e. Donner l'expression du temps de réponse  $t_r(5\%)$  du système corrigé,  $t_{r2}$ , comment peut-on le diminuer ? Pourquoi ne peut-on le faire indéfiniment ? Donner la valeur de  $K_p$  pour avoir  $t_{r2} = \frac{t_{r1}}{2}$ .

f. Calculer la FT  $H_u(s) = \frac{u(s)}{\omega_c(s)}$ . Si  $\omega_c(t)$  est échelon d'amplitude  $\omega_0$ , calculer  $u(\infty)$  et  $u(0)$ .

### Exercice 06

Considérons la régulation en cascade suivante :



avec  $H_1(s) = \frac{5}{1+5s}$  et  $H_2(s) = \frac{2}{1+4s}$

1. Déterminer  $C_2(s)$  pour que la régulation interne soit idéale et  $t_r(5\%) = 1sec$

2. Déterminer  $C_1(s)$  pour que la régulation externe soit idéale et  $t_r(5\%) = 3sec$