

UE ICCP - module CSy
ANALYSE ET COMMANDE DES SYSTÈMES LINÉAIRES CONTINUS

(Notes de cours et TD autorisées)

– Durée : 1h30 –

– Les 3 exercices sont indépendants –

Exercice 1 : (10 points)¹

On considère le système asservi de la figure 1.

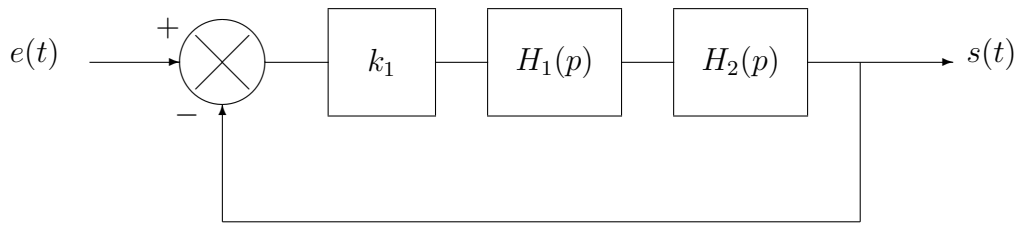


FIGURE 1 – Un système asservi

avec :

$$H_1(p) = \frac{25 \cdot 10^{-3}}{p(1 + 0,1p)} \quad , \quad H_2(p) = \frac{4}{p} \quad , \quad k_1 > 0$$

- 1.1) Calculer la FTBO du système asservi.
- 1.2) Montrer que le système asservi est instable quelle que soit la valeur de k_1 .

Pour stabiliser le système asservi, on réalise la boucle secondaire interne comme indiqué sur la figure 2.

- 1.3) Calculer la fonction de transfert $H_i(p) = \frac{Y_1(p)}{U(p)}$ de la boucle interne.

La mettre sous la forme canonique d'une fonction de transfert du 2ème ordre et calculer ses paramètres K_i , ξ et w_n .

1. d'après G. Gasso, INSA Rouen.

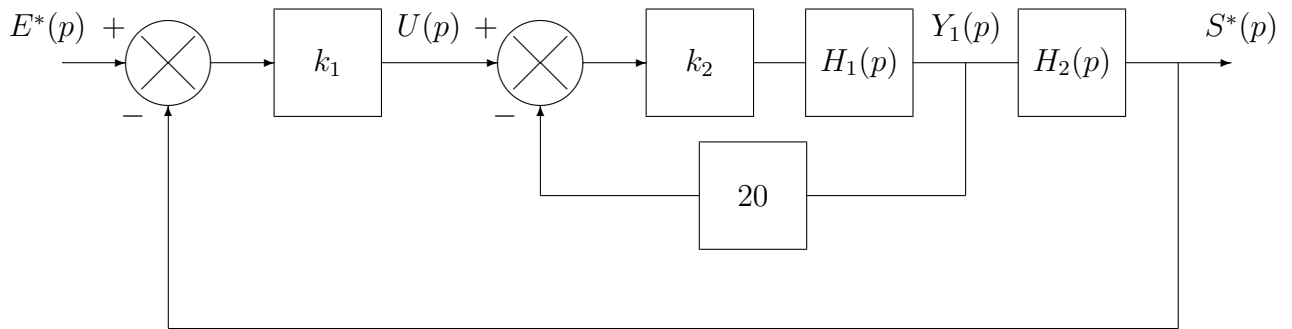


FIGURE 2 – [EXERCICE 1] Un système asservi avec boucle secondaire interne

- 1.4) On souhaite que la boucle interne ait une réponse indicielle (réponse à un échelon) sans dépassement. Quelles valeurs de ξ permettent d'atteindre cet objectif? En déduire la plus grande valeur de k_2 permettant d'éviter tout dépassement. On prendra cette valeur de k_2 pour la suite de l'exercice.
- 1.5) Montrer que la fonction de transfert $H_i(p)$ admet un pôle réel double, i.e. que $H_i(p)$ se met sous la forme $H_i(p) = \frac{K_i w_n^2}{(p - p_0)^2}$. Déterminer p_0 .
- 1.6) Calculer la FTBO du système asservi (boucle interne + boucle externe).
- 1.7) Déterminer l'ensemble des valeurs de k_1 qui assurent la stabilité du système asservi.
- 1.8) Calculer les erreurs en régime permanent $\varepsilon_p(+\infty)$ et $\varepsilon_v(+\infty)$.
- 1.9) Pour une entrée de type rampe de pente e_0 , calculer la valeur de k_1 qui conduit à une erreur de vitesse en régime permanent égale à $\frac{e_0}{20}$.

Exercice 2 : (5 points)

On considère le système asservi de la figure 3.

Le cahier des charges impose :

- une erreur de position en régime permanent nulle
- une marge de phase de 45°

On choisit un correcteur PI, i.e. $C(p) = K_i \left(1 + \frac{1}{T_i p}\right)$.

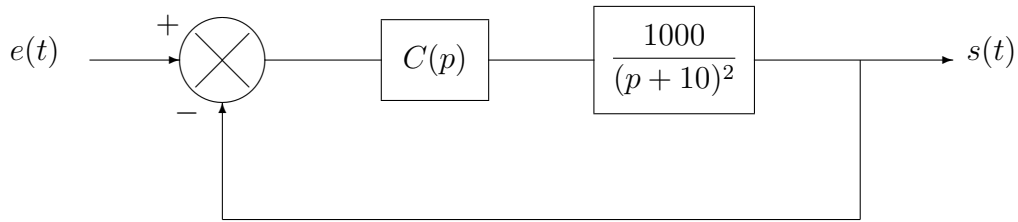


FIGURE 3 – [EXERCICE 2] Un système asservi avec un correcteur $C(p)$

- 2.1) Justifier que ce correcteur permet de satisfaire au cahier des charges.
- 2.2) Calculer la valeur de K_i qui permet au système d'avoir une marge de phase de 50° . Expliquer pourquoi on majore légèrement la marge de phase souhaitée.
- 2.3) Choisir la valeur de T_i en justifiant votre choix.
- 2.4) Combien vaudra l'erreur de vitesse en régime permanent ?
- 2.5) Que faudrait-il faire pour obtenir une erreur de vitesse en régime permanent deux fois plus faible que celle qui a été obtenue à la question 2.4) tout en conservant les performances du cahier des charges initial ? (donner une réponse qualitative ; aucun calcul de paramètres n'est demandé)

Exercice 3 (5 points) :

On considère le système à retour unitaire de la figure 4 avec un correcteur proportionnel de gain K .

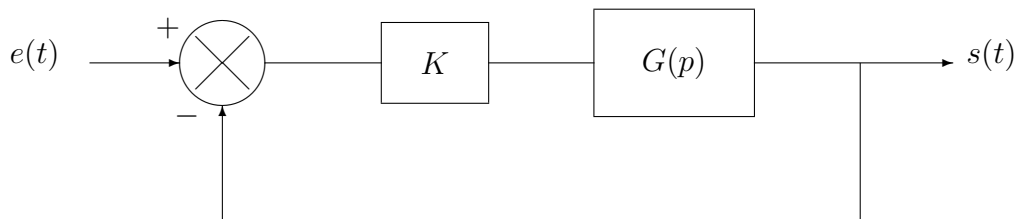


FIGURE 4 – [EXERCICE 3] Un système asservi avec un correcteur proportionnel de gain K

La figure 5 fournit le lieu de Bode de la FTBO tracé pour $K = 2$.

- 3.1) Donner la marge de phase et la marge de gain du système asservi pour $K = 2$.
- 3.2) Calculer le gain limite de stabilité (K_{lim}).
- 3.3) Quelle valeur faut-il donner à K pour avoir une marge de gain de 10 dB ? Quelle sera alors la marge de phase ?
- 3.4) Quelle valeur faut-il donner à K pour avoir une marge de phase de 50° ? Quelle sera alors la marge de gain ?
- 3.5) En justifiant votre réponse, donner sans calcul l'erreur de position en régime permanent $\varepsilon_p(+\infty)$ du système asservi.

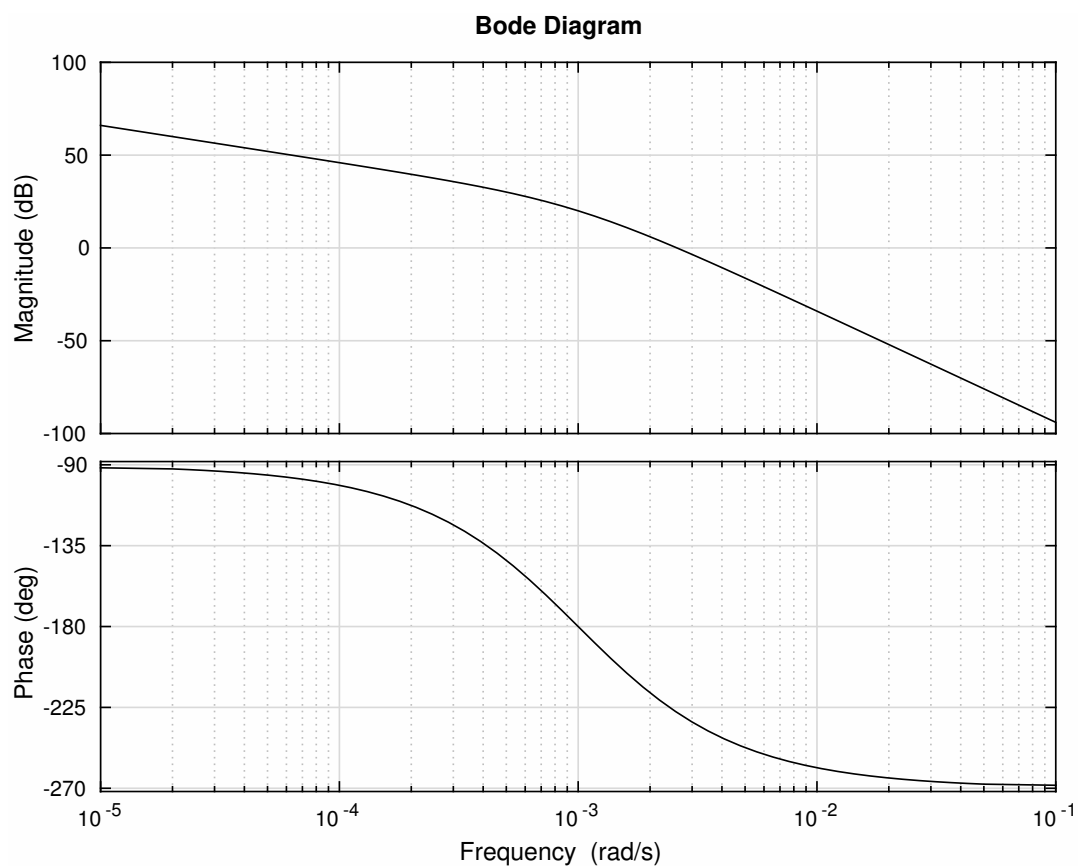


FIGURE 5 – [EXERCICE 3] Lieu de Bode de la FTBO avec un correcteur proportionnel de gain $K = 2$