

TD N° 5

Exercice 1

Soit un système à retour unitaire de fonction de transfert en boucle ouverte :

$$KG(s) = \frac{2a^3k}{(s^2 + (a-1)s + a^2)(s+2a)}$$

1. Étudier la stabilité en boucle ouverte. Que se passe-t-il si $a=1$?
2. Étudier sa stabilité en boucle fermée après avoir d'abord exprimé la condition nécessaire dans le plan des paramètres (a, k) , puis définir les domaines de stabilité en tenant compte de la condition suffisante.

Exercice 2

Soit le système du 5^e ordre de fonction de transfert en boucle fermée :

$$F(s) = \frac{12}{3s^5 + 6s^4 + 2s^3 + 4s^2 + 1}$$

1. Vérifier que la présence d'un zéro dans le tableau de Routh tend à conclure à une instabilité du système.
2. On propose de substituer à ce zéro et de poursuivre la procédure du critère. Étudier ainsi la stabilité en fonction du signe de ε . Que conclure ?

Exercice 3

On considère un système asservi dont la fonction de transfert en B.O est donnée comme suit :

$$G(s) = \frac{k}{s(s+1)(s+2)}$$

1. Tracer le lieu de Nyquist.
2. Étudier en fonction de k la stabilité du système en B.F selon le critère de Nyquist. Vérifier ce résultat en utilisant le critère algébrique de Routh.
3. Déterminer la marge de Gain et la marge de phase pour $k=3$.

Exercice 4

Un système linéaire monovariante répond à une entrée échelon unitaire $e(t)=u(t)$ par une grandeur de sortie $o(t)=k(1-e^{-5t})u(t)$.

1. Déterminer la fonction de transfert $H(s) = \frac{O(s)}{E(s)}$
2. Calculer k sachant qu'il existe une pulsation ω_0 en régime harmonique tels que :

$$\arg(H(j\omega_0))=135^\circ \text{ et } |H(j\omega_0)|=1$$

3. Représenter $H(j\omega)$ dans le plan de Bode.

Exercice 5

On considère un système en boucle fermée à **retour unitaire**. La fonction de transfert en boucle ouverte $T(s)$ est donnée par l'expression suivante :

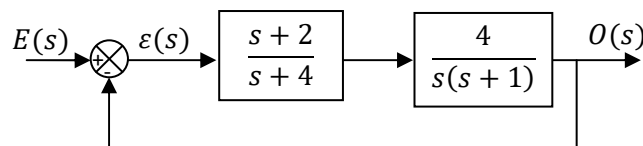
$$T(s) = \frac{k}{s(s+1)^2}$$

On vous demande de :

1. Étudier la stabilité du système en boucle fermée par :
 - Nyquist,
 - Routh-Hurwitz.
2. Déterminer la valeur de k qui procure un facteur de résonance de 1,4 et $\omega_a = \sqrt{2} \text{ rad/s}$. Donner une conclusion sur la stabilité dans ce cas.

Exercice 6

Soit le système décrit par le schéma suivant :

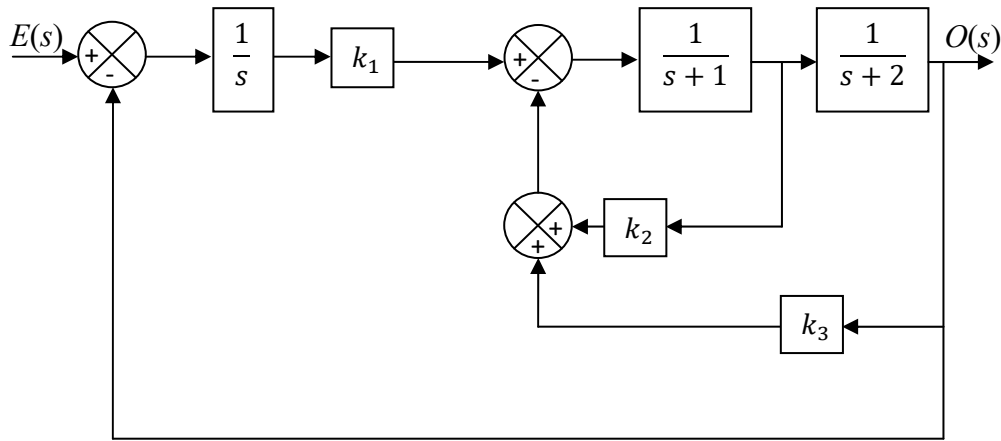


1. Quel est le type de ce système ?
2. Trouver les constantes d'erreur, de position, de vitesse et d'accélération.
3. En déduire l'erreur en régime permanent pour :
 - un signal d'entrée en échelon unité,
 - un signal d'entrée en rampe unité,
 - un signal d'entrée en parabole unité.

Exercice 7

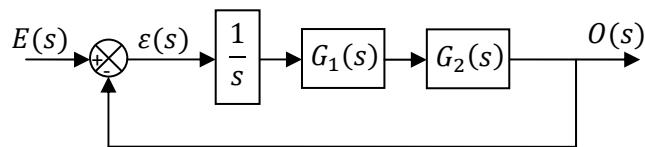
Soit le système asservi représenté par la figure suivante. Les paramètres k_1, k_2, k_3 sont des constantes réelles.

1. Déterminer les valeurs de k_1, k_2, k_3 telles que :
 - a. L'erreur en régime permanent associé à une grandeur d'entrée en échelon unitaire soit nulle.
 - b. Les racines de l'équation caractéristique du système soient toutes égales à (-1).
2. Pour les conditions 1.b ci-dessus, trouver la **réponse indicielle** du système.



Exercice 8

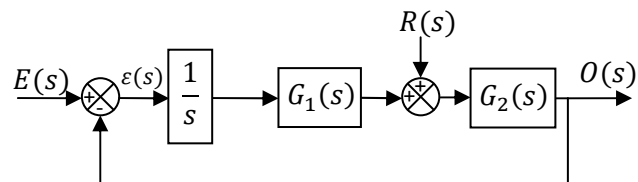
Soit le système asservi ci-contre :



$G_1(s) = K_1 \frac{1+T_1s}{1+T_2s}$, $G_2(s) = K_2 \frac{1+T_3s}{(1+T_4s)(1+T_5s)}$, $T_1, \dots, T_5$, K_1 et K_2 sont des constantes strictement positifs.

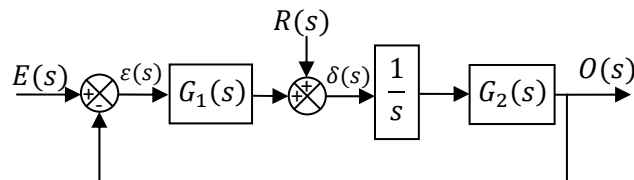
Calculez l'erreur statique $\varepsilon(\infty)$ pour une entrée en échelon unitaire $E(s)$.

On suppose qu'une perturbation $R(s)$ existe entre $G_1(s)$ et $G_2(s)$.



1. Calculez $\varepsilon(\infty)$ pour une perturbation en échelon unitaire $R(s)$, le système étant en régime établi d'un échelon d'amplitude E_0 sur l'entrée $E(s)$.

Le système est maintenant :



2. Calculez $\varepsilon(\infty)$ et $\delta(\infty)$ dans les mêmes conditions que pour la question 2). Conclusion.

Exercice 9 (Devoir)

Pour les systèmes dont les Fonctions de Transfert en Boucle Ouverte sont les suivantes, étudiez la stabilité en Boucle Fermée en utilisant :

- Le critère de Routh-Hurwitz.
- Le diagramme de Bode et le calcul de Φ_M .
- Le critère de Nyquist.

$$G_1(s) = \frac{K}{1 + Ts} , \quad G_2(s) = \frac{K}{s(1 + T_1s)(1 + T_2s)} , \quad G_3(s) = \frac{K(1 + T_1s)}{s^2(1 + T_2s)(1 + T_3s)}$$

Remarque : K, T et tous les T_i sont positifs strictement.