

AUTOMATIQUE ANALYSE ET COMMANDE DES SYSTÈMES LINÉAIRES CONTINUS

(Notes manuscrites de cours et TD autorisées + formulaire succinct)

Durée : 1h45

– Les 4 exercices sont indépendants –

Exercice 1 (5 points) :

On considère un système $\Sigma 1$ de fonction de transfert $G_1(p) = \frac{p+1}{p+2}$ et un système $\Sigma 2$ dont le fonctionnement est régi par l'équation différentielle suivante :

$$\ddot{y}(t) + 2\dot{y}(t) + y(t) = \dot{x}(t) + x(t)$$

où x et y désignent respectivement les variations du signal qui rentre dans $\Sigma 2$ et les variations du signal qui sort de $\Sigma 2$.

1.1) Calculer la fonction de transfert de $\Sigma 2$ $\left(\frac{Y(p)}{X(p)}\right)$ qu'on notera $G_2(p)$.

Les systèmes $\Sigma 1$ et $\Sigma 2$ sont insérés dans une boucle d'asservissement comme indiqué sur la figure 1.

E désigne les variations de consigne et D désigne les variations d'une perturbation qui agit sur le système asservi.

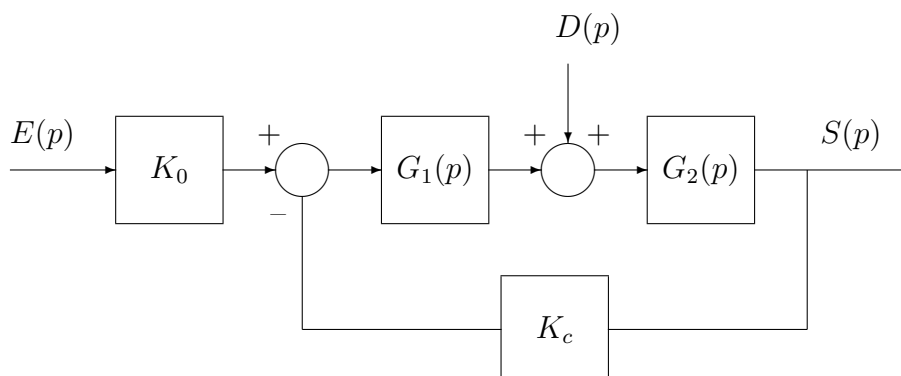


FIGURE 1 – Un système asservi avec consigne E et perturbation D

Par la suite, pour le calcul de la FTBO et des FTBF, on donnera d'abord l'expression littérale en fonction de $G_1(p)$, $G_2(p)$, K_0 et K_c , puis l'expression numérique. Pour l'application numérique, on prendra $K_0 = K_c = 3$.

1.2) Calculer la FTBO du système asservi et montrer qu'elle est du 1er ordre.

1.3) Calculer la FTBF en asservissement $\left(\frac{S(p)}{E(p)} \right)_{d=0}$

Si la consigne varie sous forme d'échelon unitaire, de combien aura varié la sortie du système asservi en régime permanent ?

1.4) Calculer la FTBF en régulation $\left(\frac{S(p)}{D(p)} \right)_{e=0}$

Si la perturbation varie sous forme d'échelon unitaire, de combien aura varié la sortie du système asservi en régime permanent ?

Exercice 2 (6 points) :

On considère le système asservi de la figure 2.

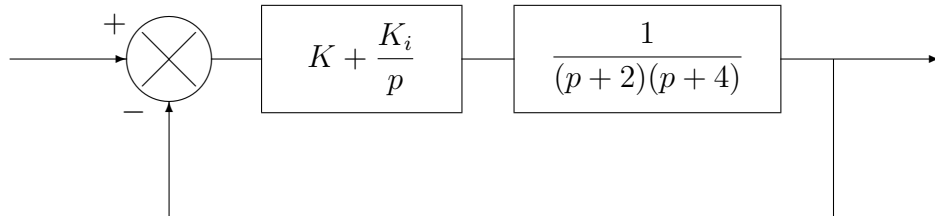


FIGURE 2 – Système asservi avec correcteur PI

2.1) Donner la relation que doivent vérifier K et K_i pour que le système asservi soit stable.

On choisit le réglage suivant : $K = 2$ et $K_i = 8$

2.2) Calculer la FTBO et montrer qu'elle est d'ordre 2.

2.3) Montrer que la FTBF est du 2e ordre. Donner son gain statique et expliquer pourquoi ce résultat était prévisible.

2.4) En réponse à un échelon unitaire calculer la valeur du 1er dépassement relatif et le temps de réponse à 5%.

Exercice 3 (5 points) :

On considère le système asservi de la figure 3.

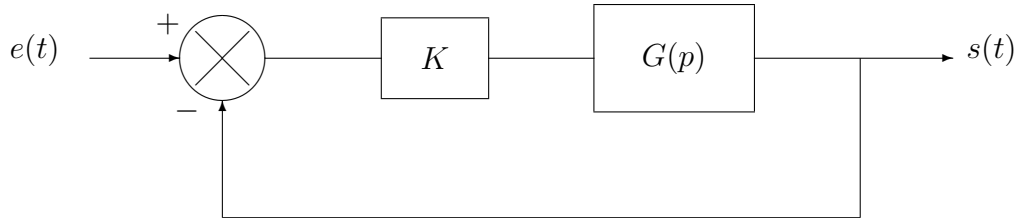


FIGURE 3 – Un système asservi avec un correcteur proportionnel de gain K

Sur la figure 4, on donne le lieu de Bode de la FTBO tracé pour $K = 2$ (à gauche) et pour une valeur inconnue de K (à droite).

- 3.1) Pour chaque diagramme de Bode, donner la valeur de la marge de phase et de la marge de gain (les marges seront mesurées avec la meilleure précision possible).
- 3.2) En déduire la valeur de K inconnue.
- 3.3) Le système asservi peut-il devenir instable ? Si oui, à partir de quelle valeur de K ?
- 3.4) Combien valent la marge de phase et la marge de gain pour $K = 20$?

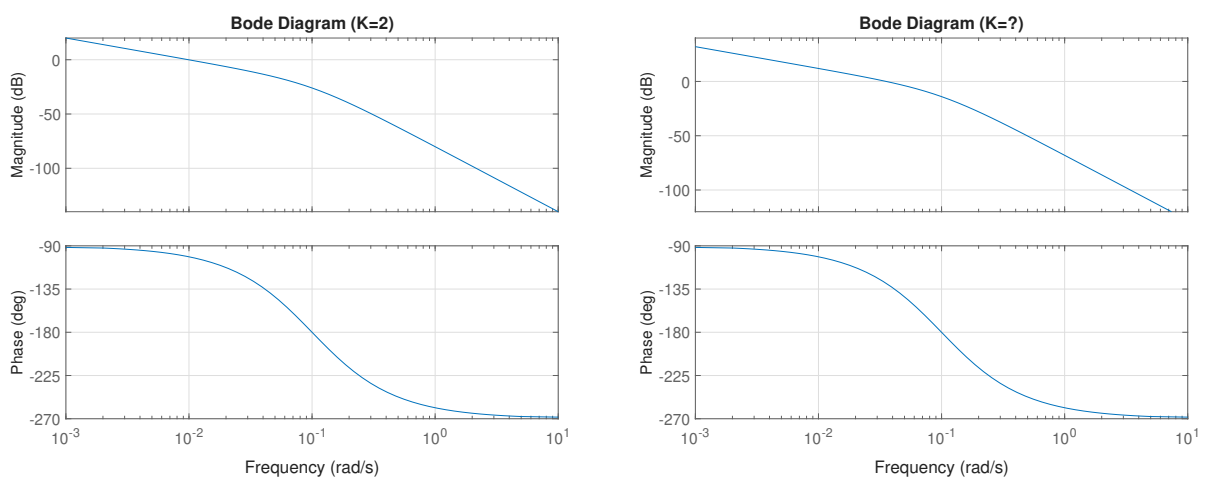


FIGURE 4 – Diagrammes de Bode tracés pour $K = 2$ (gauche) et valeur de K inconnue (droite)

Exercice 4 (5 points) :

On considère le système asservi de la figure 5 avec $G(p) = \frac{\sqrt{2}}{p(p+1)(p+10)}$.

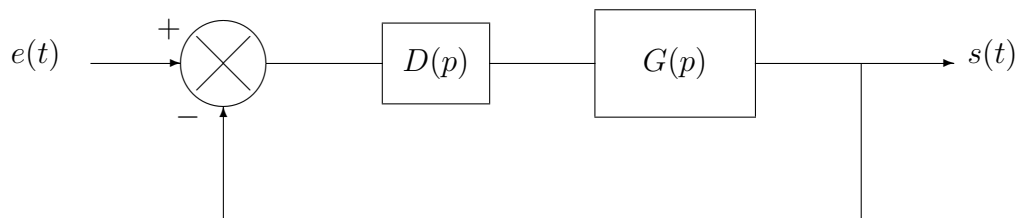


FIGURE 5 – Un système asservi avec un correcteur $D(p)$

On se propose de régler un correcteur de la forme $K(1 + T_d p)$.

- 4.1) De quel type est le correcteur choisi ?
- 4.2) Calculer la FTBO.
- 4.3) Régler le paramètre T_d pour que la FTBO soit d'ordre 2 (on compensera le pôle dominant de $G(p)$).
- 4.4) Régler le paramètre K pour que le système asservi ait une marge de phase de 45° .