

**AUTOMATIQUE**  
**ANALYSE ET COMMANDE DES SYSTÈMES LINÉAIRES**  
**CONTINUS OU ÉCHANTILLONNÉS**  
(Notes de cours et TD autorisées)

– Les 5 exercices sont indépendants –

---

Exercice 1 :

---

On considère la boucle fermée de la figure 1, où  $T_c^*$  désigne la consigne et  $D^*$  désigne une perturbation.

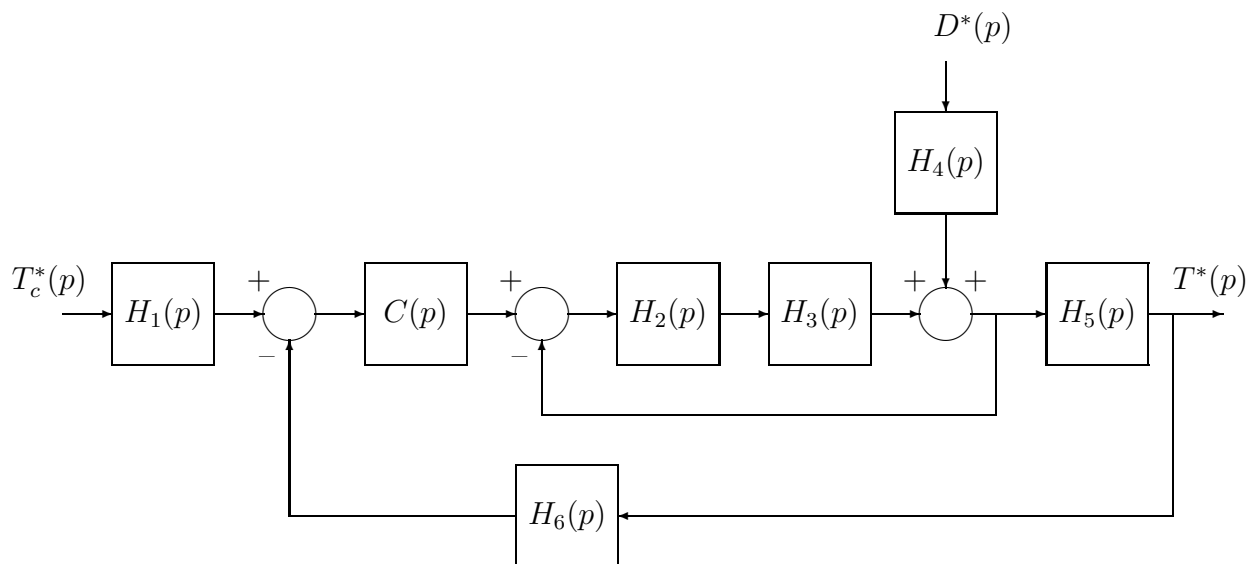


FIG. 1

1.1) Calculer les 2 FTBF permettant d'étudier les performances de ce système.

---

Exercice 2 :

---

On considère le procédé de fonction de transfert  $G(p) = \frac{K}{p} e^{-\tau p}$ .

On réalise une boucle fermée à retour unitaire.

En augmentant le gain  $K$  à partir de 0, on constate que le système en boucle fermée devient instable pour  $K = 10$ .

- 2.1) En utilisant l'écriture algébrique du critère de stabilité de Nyquist (pas question de tracer ici le lieu de Nyquist), en déduire la valeur de  $\tau$ .
- 2.2) Quelle valeur faut-il donner au gain  $K$  pour que le système en boucle fermée ait une marge de phase de  $60^\circ$  ?
- 2.3) Quelle valeur faut-il donner au gain  $K$  pour que, en régime permanent, l'écart  $\varepsilon$  du système en boucle fermée soit égal à  $A/20$  pour une entrée en rampe de pente  $A$  ?

---

Exercice 3 :

---

On considère le système échantillonné de la figure 2 avec  $G(z) = z^{-1}$  et  $C(z) = K \frac{z}{z-1}$ .

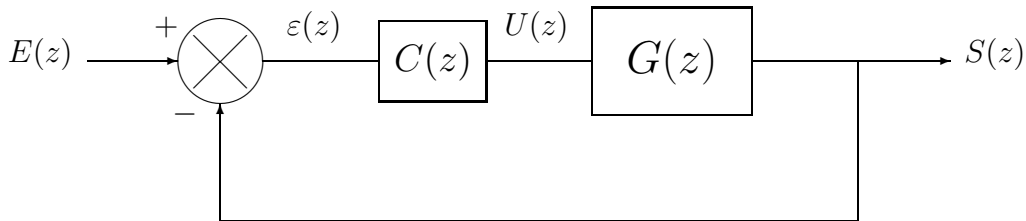


FIG. 2

- 3.1) Expliquer pourquoi le système en boucle fermée sans le correcteur  $C(z)$  est instable.
- 3.2) Avec le correcteur, calculer les conditions que doit vérifier le gain  $K$  pour que le système en boucle fermée soit stable.

---

Exercice 4 :

---

On a tracé sur une abaque de Black-Nichols le lieu de transfert de la FTBO d'un système à retour unitaire sans correcteur (cf. Figure 3).

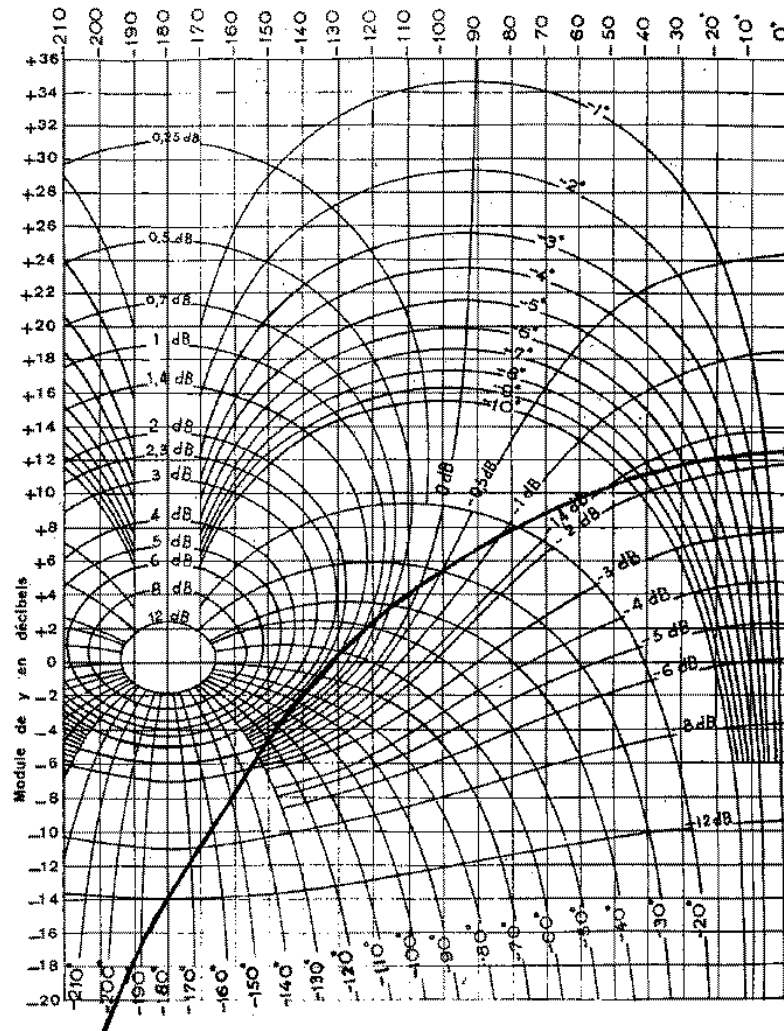


FIG. 3 – Lieu de transfert de la boucle ouverte

- 4.1) Déterminer, pour le système sans correcteur :
- le gain statique de la FTBO
  - le gain statique de la FTBF
  - la marge de phase du système bouclé
  - la marge de gain du système bouclé
- 4.2) Dans le cas d'une commande proportionnelle, quelle valeur faut-il donner au gain du régulateur pour avoir une marge de gain de 10dB ?

---

Exercice 5 :

---

On considère un processus du 1<sup>er</sup> ordre  $G(p) = \frac{K}{1 + \tau p}$  inséré dans une boucle d'asservissement échantillonnée comme indiqué sur la Figure 4 .

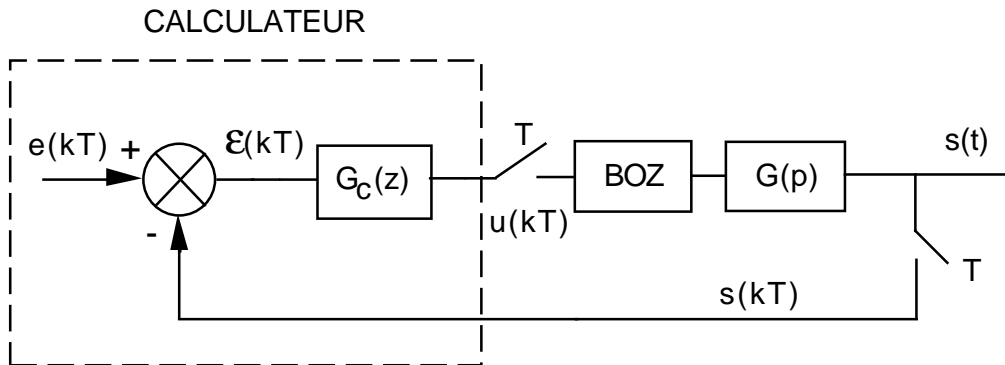


FIG. 4 – Asservissement échantillonné avec correction

BOZ désigne un bloqueur d'ordre zéro.

On choisit d'implanter un correcteur numérique de la forme :

$$G_c(z) = \frac{b_0 z + b_1}{z + a_1}$$

**5.1)** Ecrire l'équation récurrente qui doit être programmée dans le calculateur pour calculer la commande issue du correcteur choisi.