

AUTOMATIQUE
ANALYSE ET COMMANDE DES SYSTÈMES LINÉAIRES CONTINUS
ET ÉCHANTILLONNÉS

(Notes de cours et TD autorisées)

– Les 3 exercices sont indépendants –

Exercice 1 (9 points) :

Il est important de connaître l'endroit où agit une perturbation sur un système car cela conditionne la façon de régler les paramètres du correcteur pour avoir des performances satisfaisantes en mode régulation.

On considère les 3 configurations des figures FIG. 1, FIG. 2 et FIG. 3, où $G(z)$ désigne le processus numérique à commander, $C(z)$ un correcteur numérique, $E(z)$ la consigne et $D(z)$ une perturbation.

1.1) Pour chacune des 3 configurations, calculer l'expression de la FTBF en régulation.

On suppose que $C(z)$ est un **correcteur proportionnel de gain K** et $G(z)$ est un processus numérique qui ne présente ni pôle ni zéro en $z = 1$ (i.e. $G(1)$ est fini et différent de zéro).

1.2) Pour chacune des 3 configurations, calculer le gain statique de la FTBF en régulation et en déduire le réglage de la valeur du gain K (compléter le tableau TAB. 1 en indiquant d'une croix le réglage le mieux adapté à la configuration donnée; expliquer votre réponse).

Configuration	K le plus faible possible	K le plus grand possible
N° 1		
N° 2		
N° 3		

TAB. 1 – Réglage du correcteur

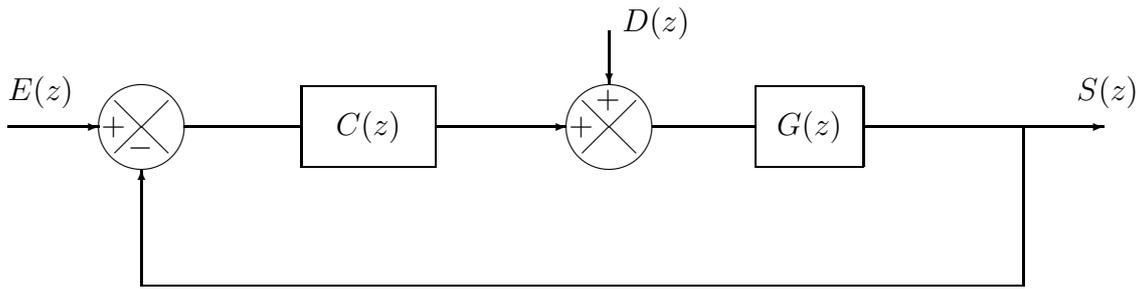


FIG. 1 – Configuration N° 1

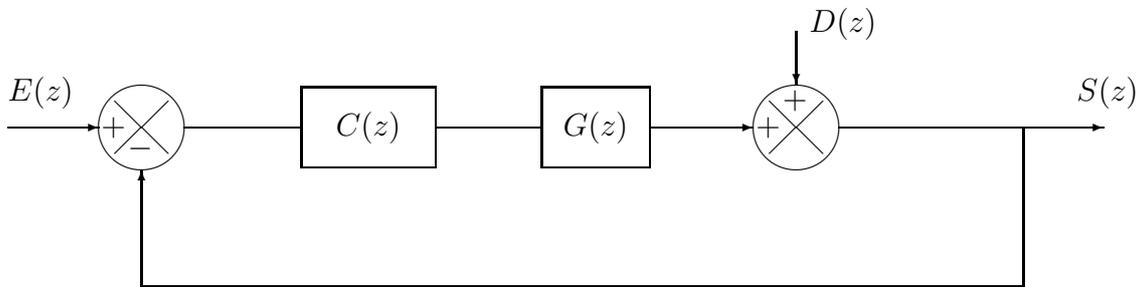


FIG. 2 – Configuration N° 2

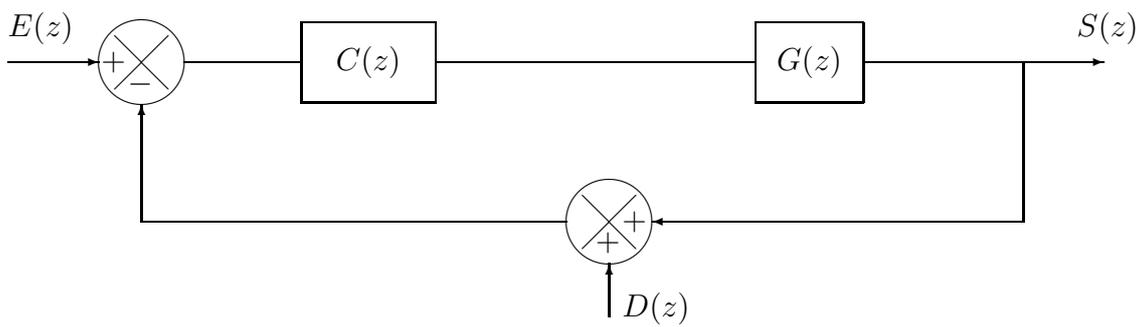


FIG. 3 – Configuration N° 3

Exercice 2 (9 points) :

On considère un système du 1^{er} ordre $G(p) = \frac{K}{1 + \tau p}$.

On se propose d'en assurer la commande numérique suivant le schéma de la figure 4 avec un régulateur PI que l'on notera :

$$C(z) = K_c \frac{z - \beta}{z - 1}$$

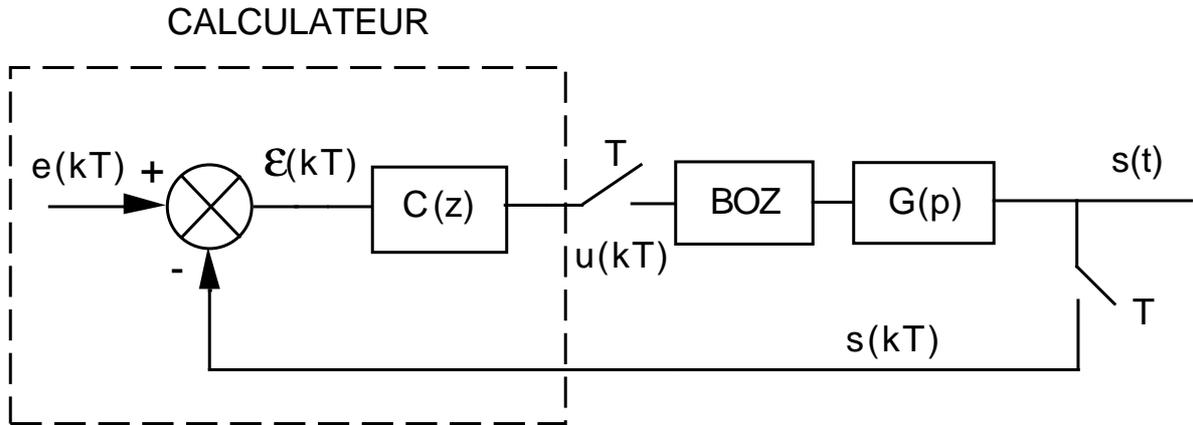


FIG. 4 – Commande numérique d'un procédé continu

On note T la période d'échantillonnage.

- 2.1) Calculer la fonction de transfert numérique du processus continu $G(p)$ précédé par un bloqueur d'ordre zéro. On la notera $G_1(z)$ et on notera $\alpha = e^{-T/\tau}$.
- 2.2) Calculer la valeur de β ($\beta \neq 1$) pour que la FTBO soit d'ordre 1¹. Pour la suite, on se placera dans cette configuration.
- 2.3) En appliquant le critère de ROUTH², calculer la condition de stabilité du système numérique.
- 2.4) Montrer que la FTBF du système peut se mettre sous la forme $H(z) = \frac{1 - \gamma}{z - \gamma}$.
Donner la valeur de γ .
- 2.5) Que se passe-t-il si on choisit $\gamma = 0$? Le système est-il stable pour cette valeur? Quel est l'intérêt d'un tel réglage?

¹Ce qui garantit que la FTBF est d'ordre 1.

²Attention, système échantillonné!

Exercice 3 (8 points) :

On considère le système de la figure 5-a qui correspond à un processus continu en boucle ouverte.

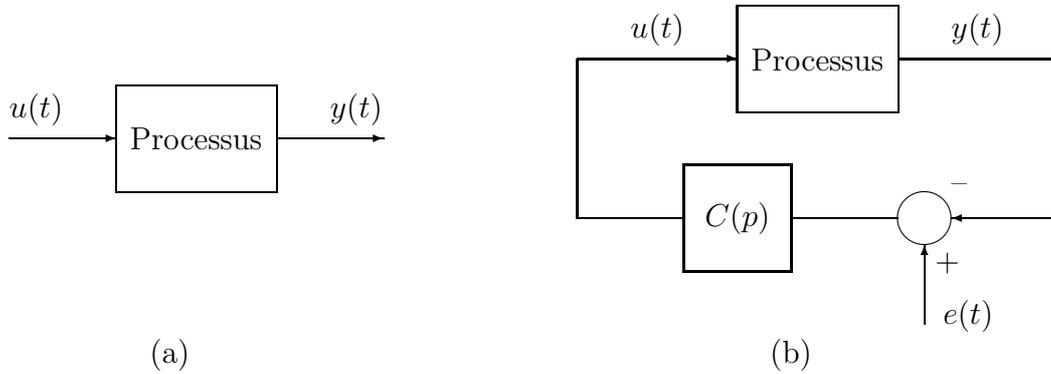


FIG. 5 – (a) Processus continu en boucle ouverte - (b) Processus continu dans une boucle analogique d'asservissement

Le processus étudié a pour fonction de transfert $G(p) = \frac{1}{p^2}$.

Dans un premier temps, on envisage de piloter le système par une boucle d'asservissement analogique (cf. figure 5-b) et une **commande proportionnelle**.

3.1) Expliquer pourquoi cette façon de procéder est vouée à l'échec.

Dans un deuxième temps, plutôt que de poursuivre dans la voie «commande analogique», on décide de piloter le processus continu par une boucle numérique d'asservissement selon le schéma de la figure 6.

On choisit une fréquence d'échantillonnage de 1 Hz .

Le correcteur numérique choisi a pour fonction de transfert :

$$C(z) = 0,374 \frac{z - 0,85}{z}$$

3.2) À partir de l'expression du correcteur numérique utilisé, donner l'équation récurrente permettant de calculer les échantillons de commande numérique $u(kT)$.

3.3) Calculer la fonction de transfert en Z du **processus numérique équivalent** au processus continu $G(p)$ muni de son BOZ et échantillonné à la période T (cf. figure 7).

- 3.4) En déduire la fonction de transfert numérique $\frac{Y(z)}{E(z)}$ en boucle fermée.
Donner son gain statique (justifier le résultat).

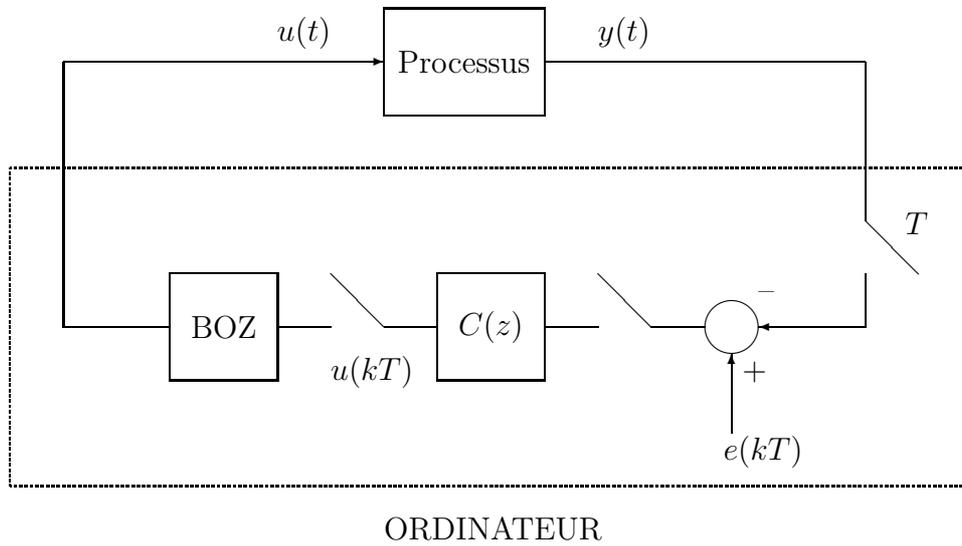


FIG. 6 – Processus continu dans une boucle numérique d’asservissement

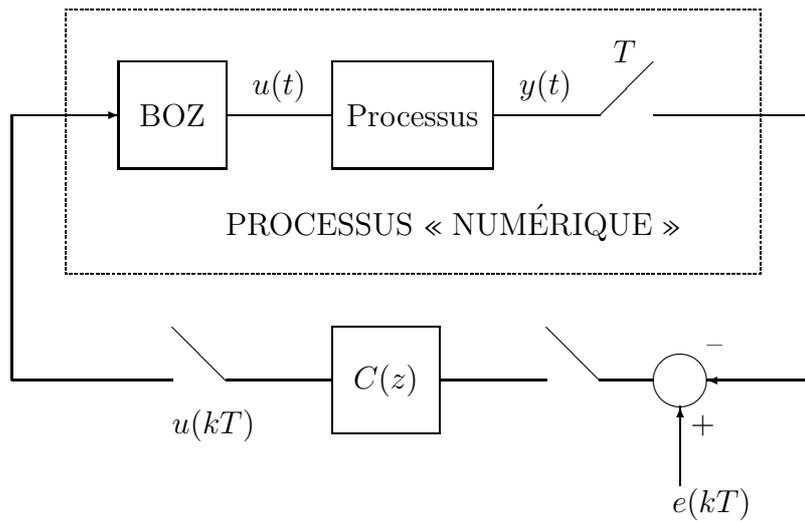


FIG. 7 – Processus continu dans une boucle numérique d’asservissement