

TP N° 05 : PID Numérique

1. Objectif de TP

- Etude de réglage des systèmes en Boucle Fermés.
- Méthode de Takahashi.
- Réglage par PID numérique.

2. Rappel théorique

2.1. Réglages de Takahashi pour un régulateur PID numérique

La forme du PID utilisé est :

$$U(z) = k_i T_e \frac{z}{z-1} \varepsilon(z) - \left[k_p + \frac{k_d}{T_e} \frac{z-1}{z} \right] Y(z) \quad \text{PI ou PID}$$

$$U(z) = k_p \varepsilon(z) \quad \text{P}$$

Dont les équations récurrentes sont :

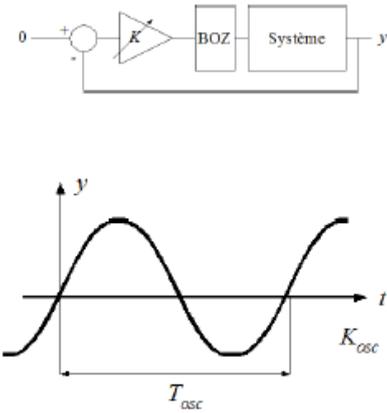
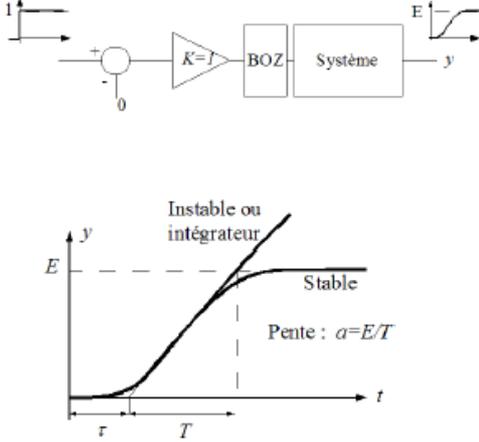
$$u_k = u_{k-1} + k_i T_e (y_k^c - y_k) - k_p (y_{k-1} - y_k) - \frac{k_d}{T_e} (y_k - 2y_{k-1} + y_{k-2}) \quad \text{PI ou PID}$$

$$u_k = k_p (y_k^c - y_k) \quad \text{P}$$

Comme pour la méthode de Ziegler-Nichols, il faut alors soumettre le système à l'un des deux essais :

- ✓ Un essai en boucle ouverte qui donne les valeurs de τ et a ,
- ✓ Un essai en boucle fermée avec un gain K : on augmente K jusqu'à K_{osc} valeur du gain pour laquelle on obtient une oscillation entretenue de période T_{osc} .

Tab.1 Réglages de Takahashi pour un régulateur PID numérique.

	Méthode de pompage Boucle fermée	Méthodes apériodiques Boucle ouverte
	Systèmes stables ou instables en boucle ouverte	Systèmes stables, instables ou intégrateurs
		
P	$k_p = 0.5K_{osc}$	$k_p = \frac{1}{a(\tau+T_e)}$
P.I	$k_p = 0.45K_{osc} - 0.5k_iT_e$ $k_i = 0.54\frac{K_{osc}}{T_{osc}}$	$k_p = \frac{0.9}{a(\tau+0.5T_e)} - 0.5k_iT_e$ $k_i = \frac{0.27}{a(\tau+0.5T_e)^2}$
P.I.D	$k_p = 0.6K_{osc} - 0.5k_iT_e$ $k_i = 1.2\frac{K_{osc}}{T_{osc}}$ $k_d = \frac{3}{40}K_{osc}T_{osc}$	$k_p = \frac{1.2}{a(\tau+T_e)} - 0.5k_iT_e$ $k_i = \frac{0.6}{a(\tau+0.5T_e)^2}$ $k_d = \frac{0.5}{a}$

2.2. Régulateur PID numérique

La fonction de transfert d'un PID analogique est donnée par :

$$C(p) = K_p + K_I \frac{1}{p} + K_D p$$

- * K_p et K_I améliorent le temps de réponse, par contre rendent le système moins stable.
- * K_I permet en plus, d'éliminer l'erreur statique, mais peut générer des oscillations nuisant à la stabilité.
- * K_D ralentit la réponse, mais permet d'atténuer les oscillations et donc rend le système plus stable.

Expression 2 du PID : $p \Rightarrow \frac{1-z^{-1}}{T_e}$

$$C(z) = K_p + K_I \frac{T_e z}{z-1} + K_D N \frac{z-1}{\left(1 + \frac{T_e}{T_f}\right) z - 1}$$

2.3. Manipulation

2.3.1 Méthode de Takahashi en BF

Le schémas bloc de la méthode de pompage est donné par :

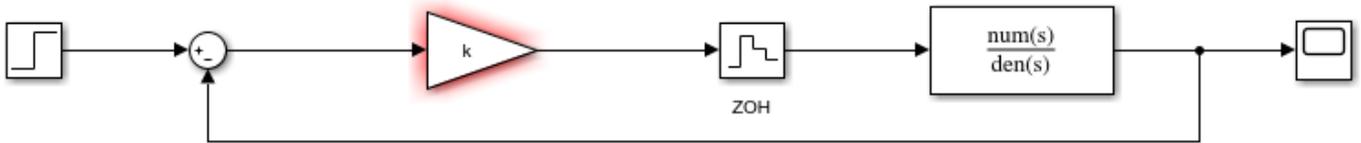
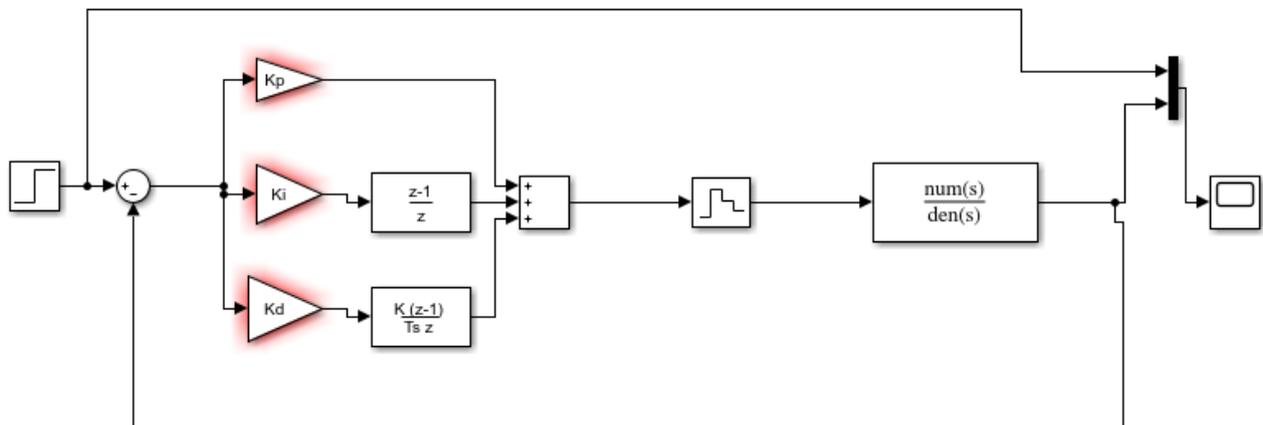


Figure 1

1. Donner la valeur du gain K pour laquelle on obtient une oscillation K_{osc} avec la fonction de transfert de ce système est : $F(p) = \frac{10}{p^3 + 7p^2 + 6p}$ et $T_e = 0.185s$
2. Trouver la période T_{osc} .
3. Calculer les paramètres d'un régulateur P, PI et PID numérique (K_p , K_i et K_d) par la méthode de Takahashi.

2.3.2 Réglage par PID numérique



1. Faire la simulation de réglage par un régulateur P, PI et PID numérique de ce système.
2. Comparer les résultats de trois régulateurs.
3. Donner une conclusion.