

TD1 – ELECTRONIQUE EMBARQUEE 2

EXERCICE N°1

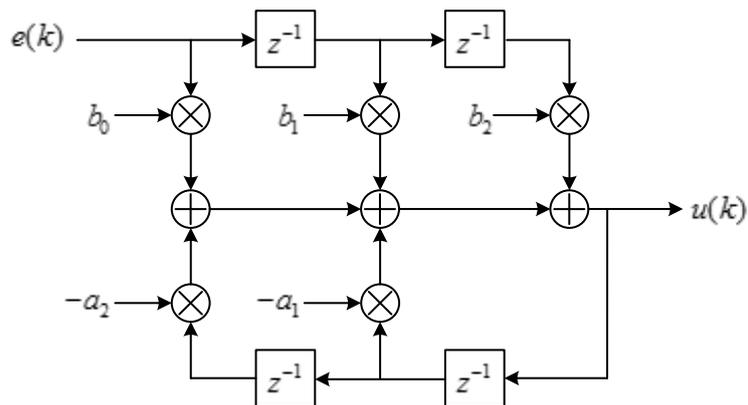
Etant donnée l'équation d'un régulateur PID :

$$u(t) = k_p \cdot e(t) + k_I \int e(t) dt + k_D \frac{de(t)}{dt}$$

1. Donner l'expression de $U(p)$.
2. Discrétiser $U(p)$ en utilisant la transformé de Tustin.
3. Ecrire $U(z)$ sous la forme : $U(z) = z^{-2}U(z) + c_1E(z) + c_2z^{-1}E(z) + c_3z^{-2}E(z)$.
4. Exprimer alors c_1 , c_2 et c_3 en fonction de k_p , k_I , k_D et T .
5. Déduire la sortie de commande $u(k)$.

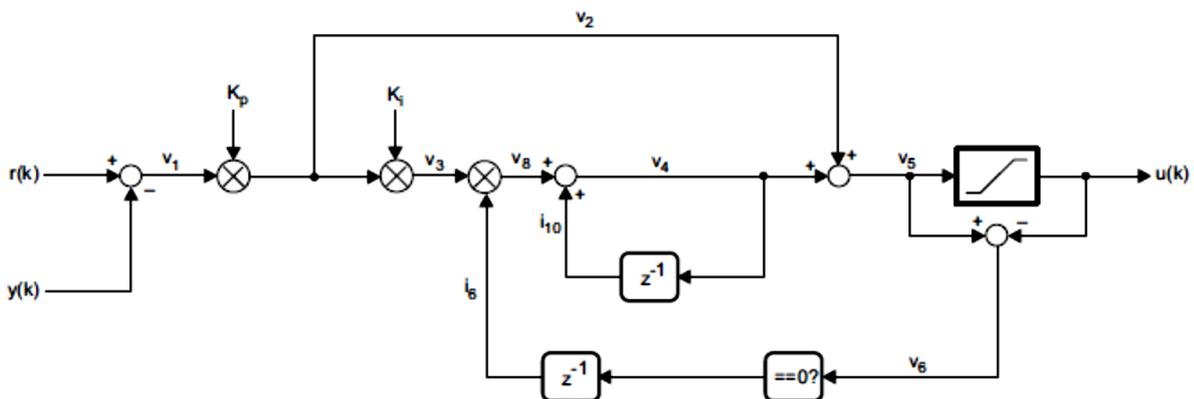
EXERCICE N° 2

Exprimer l'équation différentielle discrète $u(k)$ à partir du graphe suivant :



EXERCICE N°3

Etant donné le schéma block d'un régulateur PI :



1. Rappeler la transformé en z de $\frac{1}{p}$. (p : opérateur de Laplace)

2. Donner la fonction de transfert $\frac{V_4(z)}{V_8(z)}$. Que représente cette fonction de transfert ?
3. Le block de saturation permet de maintenir $u(k)$ entre les valeurs U_{\min} et U_{\max} . En cas de saturation $i_6(k)$ bloque la sortie de l'intégrateur en multipliant son entrée par zéro.

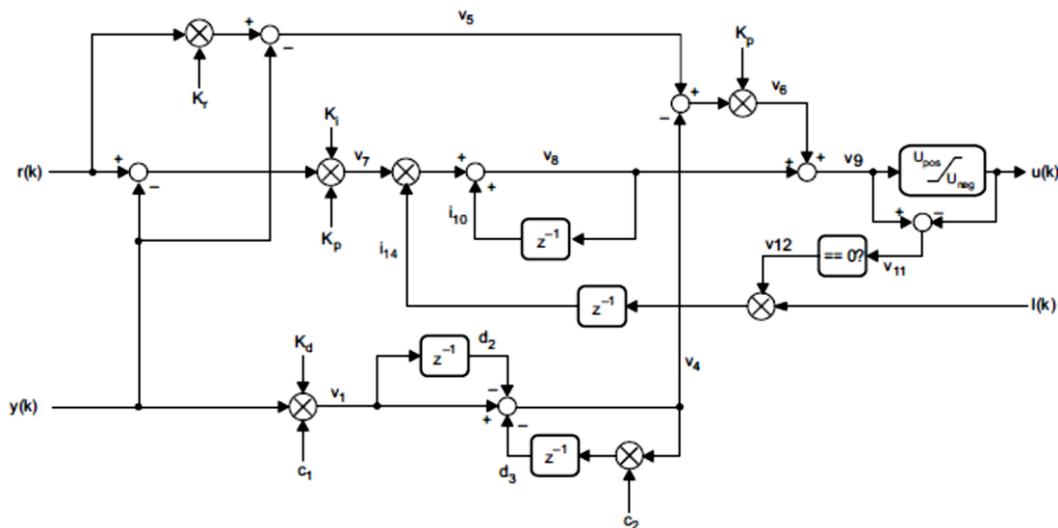
$$i_6(k) = \begin{cases} 1: & \text{si } U_{\min} \leq V_5(k-1) \leq U_{\max} \\ 0: & \text{si } V_5(k-1) < U_{\min} \text{ ou } V_5(k-1) > U_{\max} \end{cases}$$

Ecrire le code C de ce régulateur.

EXERCICE N°4

Dans cet exercice, nous proposons une autre variante d'un régulateur PID. L'entrée i_{14} prend zéro (0) ou un (1), elle fournit un moyen de bloquer la sortie de l'intégrateur en cas de saturation. L'entrée $I(k)$ est un autre moyen de limiter la saturation, d'où :

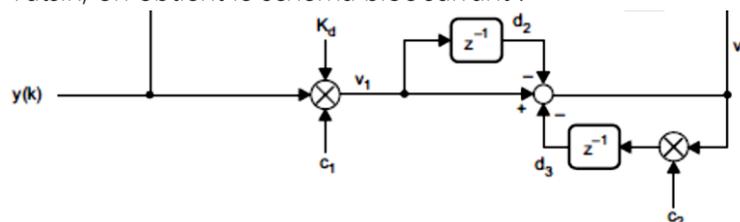
$$i_{14}(k) = \begin{cases} 1: & \text{si } V_{11}(k-1) = 0 \text{ ET } I(k-1) = 1 \\ 0: & \text{si } V_{11}(k-1) \neq 0 \text{ OU } I(k-1) = 0 \end{cases}$$



Le gain dérivateur pur amplifie les bruits à hautes fréquences puisque son gain augmente avec la fréquence. Pour cette raison, la plupart des concepteurs insèrent un filtre passe bas en série avec le dérivateur.

1. Soit la fonction de transfert d'un dérivateur filtré $\frac{V_4(p)}{Y(p)} = \frac{K_d p}{1 + \tau p}$. Monter qu'après discrétisation avec

l'approximation de Tustin, on obtient le schéma bloc suivant :



Avec $c_1 = \frac{2}{T+2\tau}$ et $c_2 = \frac{T-2\tau}{T+2\tau}$

2. Ecrire en langage C le code du régulateur PID proposé.

EXERCICE N°5

Pour le deux schémas bloc suivants :

1. Exprimer l'équation différentielle $u(k)$.
2. Proposer une implémentation en langage C.

