

**Exercice 1 (6 points) :**

- A) Calculer la TZ des signaux discrets suivant et vérifier les théorèmes de la valeur initiale et la valeur finale.

$$x_2(n) = \left(\frac{2}{5}\right)^{n-2} \left(\frac{5}{18}\right)^n u(n) \quad y(n) = n \left(\frac{1}{6}\right)^n \cdot u(n)$$

- B) Trouver h(n) correspondant a la TZ suivante :  $H(z) = \frac{(z+5)(z-1)}{z^{-2} - 2z^{-1} + 1}$

- Vérifier les théorèmes de la valeur initiale et la valeur finale.

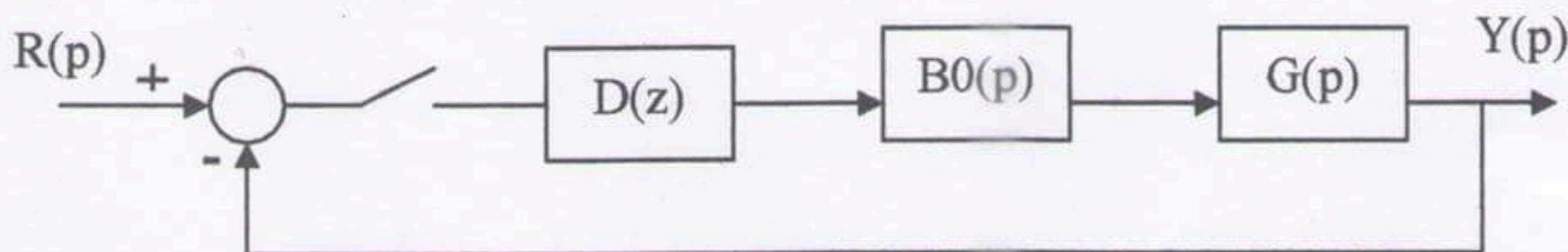
- C) Soit un système décrit par l'équation récurrente suivante :

$$y(k+3) - 0.25 \cdot y(k+2) - y(k+1) + 0.25 \cdot y(k) = u(k+3) - 3 \cdot u(k+2) + 3 \cdot u(k+1) - u(k)$$

1. Calculer la fonction de transfert F(z) (la sortie sur l'entrée).
2. Représenter les pôles du système sur le plan complexe et étudier la stabilité du système asservi.
3. Déterminer la représentation d'état et représenter le schéma bloc valable pour Simulink.

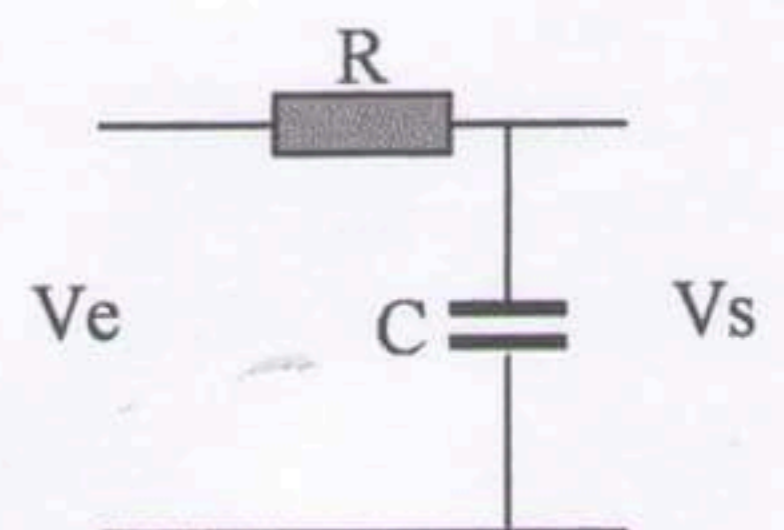
**Exercice 2 (10 points) :**

- A) Soit un système représenté par le schéma block suivant :



Avec : G(p) est la FT d'un système représenté par le circuit électrique suivant :

$$R=10 ; C=0,02$$



D(z) est l'algorithme de commande. Calculez D(z) par les méthodes suivantes :

- La méthode directe  $D(z) = T.Z \left\{ D_c(p) = \frac{K_I}{p} + K_p \right\}$
- Discrétisation de Tustin
- Concluez sur la réalisation de D(z) avec une excitation u(t).

Pour la première méthode, avec une période d'échantillonnage T=0.1 :

- a. Déterminer les conditions sur Ki pour que l'erreur au régime permanent soit inférieure ou égale à 0.01 pour une entrée rampe
- b. Déterminer les conditions sur Kp pour que le système soit stable en boucle fermée.
- c. Représenter les pôles sur le plan complexe et conclure sur la stabilité.

B) Soit un système LIT représenté par la figure suivante :  
 $R_1=10$  ;  $R_2=10$  ;  $C_1=0,5$  ;  $C_2=0,1$

- Déterminer la fonction de transfert
- Calculer la réponse impulsionnelle et indicielle
- Tracer les deux réponses et conclure sur la stabilité
- Etudier la stabilité du système discret avec  $T_e=0.1$

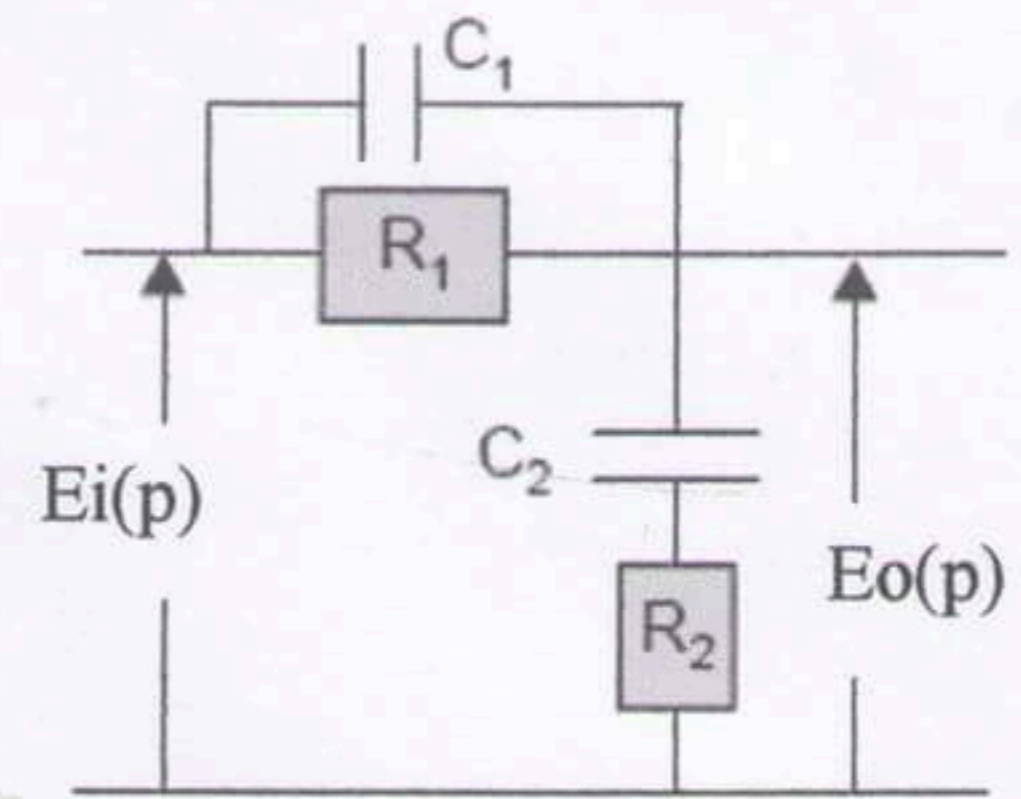
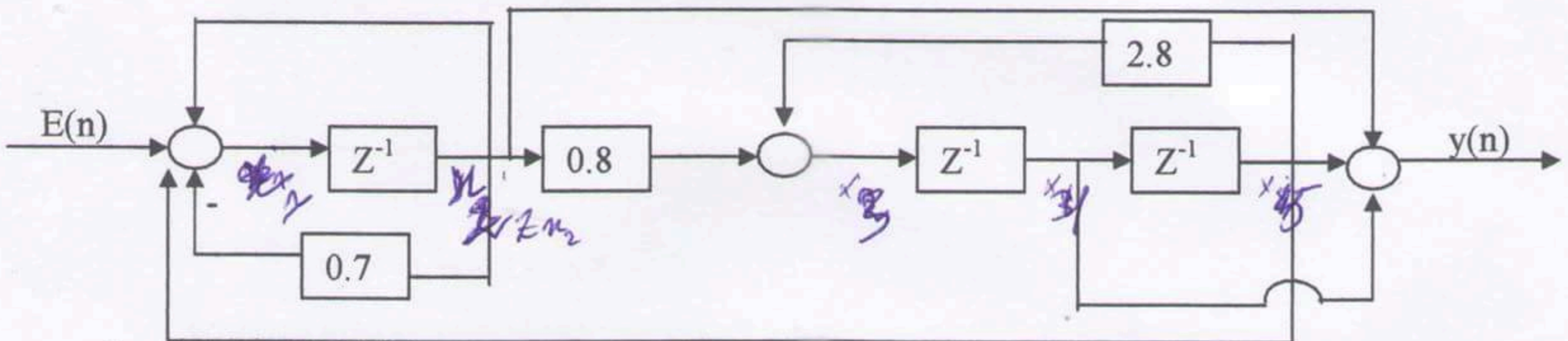


Figure 1

**Exercice 3 (4 points) :**

Soit un système numérique représenté par le schéma suivant :



1. Calculez  $Y(z)/E(z)$
2. Étudiez les conditions de stabilité en BF.

$$K_p = \lim_{z \rightarrow 1} [1 + H_{bo}(z)] \quad K_v = \lim_{z \rightarrow 1} \frac{(z-1)}{e_0 T} [1 + H_{bo}(z)]$$

C 1	$ d_0  < d_3$
C 2	$d_0^2 - d_3^2 < d_0 d_2 - d_1 d_3$
C 3	$d(+1) = (d_0 + d_1 + d_2 + d_3) > 0$
et	$d(-1) = (d_0 - d_1 + d_2 - d_3) < 0$

$$d(z) = d_2 z^2 + d_1 z + d_0 \quad \text{avec } d_2 > 0$$

C1:	$ d_0  < d_2$ (produit des racines inférieur à 1)
C2:	$d(+1) = (d_0 + d_1 + d_2) > 0$ et $d(-1) = (d_0 - d_1 + d_2) > 0$

$$d(z) = d_3 z^3 + d_2 z^2 + d_1 z + d_0 \quad \text{avec } d_3 > 0$$

**BONNE CHANCE !**