Université Mostefa BENBOULAID, Batna-2-
Faculté de Technologie
Département d'Electrotechnique

Master : Machines électriques
Unité : Systèmes échantillonnés et régulation numérique

TP N°2

Systèmes échantillonnés : Analyse temporelle et Analyse fréquentielle

1. Objectif :

Le but de ce TP est d'étudier les réponses en temporel et en fréquentiel des systèmes échantillonnés linéaires. L'analyse est faite en BO et en BF tant pour la stabilité que pour la précision.

2. Stabilité

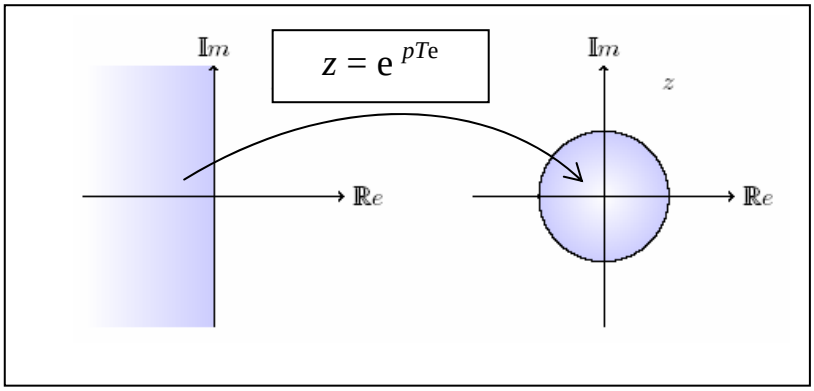
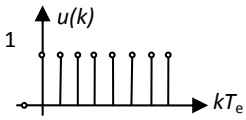
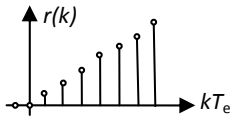
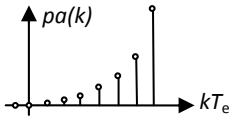


Fig. 1 : Zones de stabilité des pôles en *p* et en *z*

Pour que le système échantillonné soit stable il faut que tous les pôles soient de module inférieur à 1 : $|z_i| < 1$

3. Précision (en BF) :

Classe du Système ≡ Nbre de sommation	Echelon 	Rampe 	Parabole 
	Erreur de position : ε_p	Erreur de vitesse : ε_v	Erreur d'accélération : ε_a
0	$\frac{1}{1+K}$	∞	∞
1	0	$\frac{T_e}{K}$	∞
2	0	0	$\frac{2T_e^2}{K}$
3	0	0	0

Tab. 1 Erreur permanente en fonction de l'entrée et de la classe du système en l'absence de perturbation.

Signal / Transformée	Echelon : $u(t)$ $u(k)$	Rampe : $r(t)$ $r(k)$	Parabole : $pa(t)$ $pa(k)$
Continu	$\frac{1}{p}$	$\frac{1}{p^2}$	$\frac{2}{p^3}$
Discret	$\frac{z}{z-1}=\frac{1}{1-z^{-1}}$	$\frac{T_e z}{(z-1)^2}=\frac{T_e z^{-1}}{(1-z^{-1})^2}$	$\frac{T_e{}^2 z(z+1)}{(z-1)^3}=\frac{T_e z^{-1}(1+z^{-1})}{(1-z^{-1})^3}$

Tab. 2 Transformées des signaux échelon, rampe et parabole correspondant respectivement aux erreurs dites de *position*, de *vitesse* et *d'accélération*

4. <u>Systèmes à étudier :</u>

a- Système du 1er ordre fondamental commandé numériquement :

```
clc;
% FT du système continu
K=1; tau=1;
Fc=tf([K],[ tau  1])
Te=0.1; % période d'échantillonnage
% Transformée en z de Fc avec BOZ
Fd=c2d(Fc,Te, 'zoh')
% Polynôme au dénominateur de Fd
D=[1 exp(-Te/tau)];
% Module (abs) des racines (roots) de D
mzi = abs(roots(D))

% Transformée en z inverse avec BOZ
Fci=d2c(sysd,'zoh')
figure(1);step(Fd,Fc); % Réponses indicielles
figure(2);bode(Fd,Fc); % Réponse fréquentielles

FBf=feedback(Fd,1);
figure(3);step(Fd,FBf); % Réponses indicielles
```

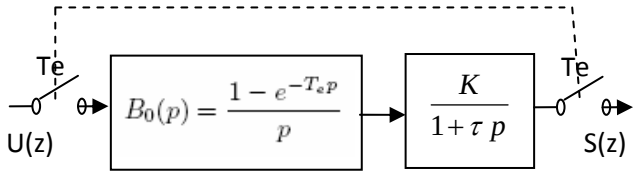


Fig. 2 : Système du 1er ordre avec BOZ

b- Système du 2nd ordre fondamental commandé numériquement :

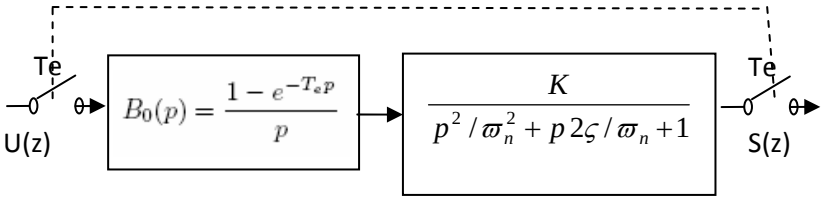


Fig. 3 : Système du 2nd ordre avec BOZ

Ecrire le même programme avec les paramètres du second ordre fondamental

```
% FT du système continu

K=1; wn=5; ksi=0.5

Fc=tf([K],[1/wn^2   2*ksi/wn   1])
```

5. Analyse :

Etudier la stabilité et la précision des deux systèmes en fonction de *K*