INSA

Département Télécommunications, Services & Usages

3 TC

**TD8 - SIGNAUX & SYSTÈMES**

**Systèmes temps discret**

# Exercice

Soit **S1** un système linéaire causal et temporellement invariant défini par deux zéros en 0 et deux pôles respectivement en 0,5 et 0,2.

1. Tracez le diagramme des pôles et des zéros, conclure sur la stabilité du système.
2. A partir du diagramme des pôles et des zéros, explicitez le comportement en fréquence de ce système.
3. Déterminez la fonction de transfert H1(z).
4. Déterminez l’équation aux différences de ce système.
5. Proposez un schéma bloc d’implantation de ce système.
6. Déterminez l’expression de la réponse fréquentielle du système.
7. Déterminez h1[n] la réponse impulsionnelle du système.

Retrouvez certains éléments avec quelques commandes simples sous Matlab

clear;

z1=[0 0]'

p1=[0.5 0.2]'

zplane(z1,p1);

Num1=1;

Den1=poly(p1)

figure; freqz(Num1,Den1)

figure; impz(Num1,Den1)

1. De quel type de système s’agit t-il ? (IIR/FIR , passe-haut, passe-bas, passe-bande, coupe-bande ?).
2. Par la méthode de votre choix, calculer la réponse indicielle de ce système que l’on notera i1[n].
3. A partir de la réponse indicielle, comment pouvez-vous retrouver la réponse impulsionnelle ?

--

Soit **S2** un système linéaire causal et temporellement invariant qui possède la réponse impulsionnelle schématiquement représentée ci-dessous :



1. Déterminez l’expression de la réponse impulsionnelle h2[n].
2. Déterminez la fonction de transfert H2(z).
3. Tracez le diagramme des pôles et des zéros, conclure sur la stabilité du système.
4. A partir du diagramme des pôles et des zéros, explicitez le comportement en fréquence de ce système.

Retrouvez certains éléments avec quelques commandes simples sous Matlab

h2=[10 -7 1];

Num2=h2;

Den2=1;

z2=roots(Num2);

p2=[0 0]';

figure;zplane(z2,p2);

figure; freqz(Num2,Den2)

figure; impz(Num2,Den2)

1. Déterminez l’équation aux différences de ce système.
2. Proposez un schéma bloc d’implantation de ce système.
3. De quel type de système s’agit t-il ? (IIR/FIR , passe-haut, passe-bas, passe-bande, coupe-bande ?).
4. Soit le signal x[n] défini par . Calculez par la méthode de votre choix la réponse du système S2 à x[n] que l’on notera y2[n].

Retrouvez ce résultat avec quelques commandes simples sous Matlab tout en soignant l’affichage

x=[1 1 1 1];

y2=conv(h2,x);

n=[0:29];

Zh=zeros(1,30-length(h2));

Zx=zeros(1,30-length(x));

Zy=zeros(1,30-length(y2));

figure; tiledlayout(3,1);

nexttile; stem(n,[h2,Zh],'r');

nexttile; stem(n,[x,Zx],'b')

nexttile; stem(n,[y2,Zy],'g')

On cascade en série les deux systèmes S1 et S2. On notera le système équivalent **S12**.

1. Déterminez par la méthode de votre choix la réponse impulsionnelle correspondant au système **S12**.
2. On met le signal x[n] défini ci-dessus à l’entrée du système S. Déterminez par la méthode de votre choix la sortie que l’on notera y12[n].

Retrouvez certains éléments avec quelques commandes simples sous Matlab

z12=[z1 ; z2];

p12=[p1 ; p2];

figure;zplane(z12,p12);

Num12=poly(z12)

Den12=poly(p12)

figure; freqz(Num12,Den12)

figure; impz(Num12,Den12)

y1=filter(Num1,Den1,x)

y12=filter(Num2,Den2,y1)

On peut aussi aller voir ce que ça donne en calcul symbolique avec Matlab (SIS-TD8-FiltreDiscret.mlx)

clearvars

syms z w n

% Le 1er filtre

Num1(z)=(1-0\*z^(-1))\*(1-0\*z^(-1))

Den1(z)=(1-0.5\*z^(-1))\*(1-0.2\*z^(-1))

S1(z)=Num1/Den1(z);

S1=simplify(S1)

% Le 2ème filtre

S2(z)= (10-7\*z^(-1)+1\*z^(-2))

eqn2=S2(z)==0

zero2 = solve(eqn2,z)

% Le produit des deux

S12(z)=S1(z)\*S2(z)

S12=simplify(S12)

% Les modules des réponses en fréquence

assume(w,'real')

H1=subs(S1,z,exp(j\*w))

H1=simplify(H1)

modH1=sqrt(real(H1)^2+imag(H1)^2)

simplify(modH1)

H2=subs(S2,z,exp(j\*w))

H2=simplify(H2)

modH2=sqrt(real(H2)^2+imag(H2)^2)

simplify(modH2)

fplot(modH1(w),[0 1\*pi],'r'); hold on

fplot(modH2(w),[0 1\*pi],'b');

fplot(modH2(w)\*modH1(w),[0 1\*pi],'g');

% Les réponses impulsionnelles

h1=iztrans(S1)

h2=iztrans(S2)

h12=iztrans(S12)

% Méthode pour discrétiser le fplot...

m = -0:10;

imp\_h1 = double(subs(h1,n,m));

imp\_h2 = double(subs(h2,n,m));

imp\_h12 = double(subs(h12,n,m));

tiledlayout(3,1)

nexttile; stem(m,imp\_h1,'r','lineWidth',2)

ylim([-1 1.5]),grid on; title('Impulse response h1');

nexttile; stem(m,imp\_h2,'c','lineWidth',2)

ylim([-8 11]),grid on; title('Impulse response h2');

nexttile;stem(m,imp\_h12,'m','lineWidth',2)

ylim([-8 11]),grid on; title('Impulse response h12');