**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**

**ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ TP.HCM**

**BÁO CÁO THỰC HÀNH XỬ LÝ TÍN HIỆU SỐ**

Sinh viên thực hiện:

Trần Trọng Tấn

www.hutech.edu.vn

**BÁO CÁO THỰC HÀNH XỬ LÝ TÍN HIỆU SỐ**

Ấn bản 2014

MỤC LỤC

[MỤC LỤC 1](#_Toc484078255)

[BÀI 1: PHẦN MỀM MATLAB 2](#_Toc484078256)

[BÀI 2: TÍN HIỆU RỜI RẠC THEO THỜI GIAN 9](#_Toc484078257)

[BÀI 3: BIẾN ĐỔI Z 13](#_Toc484078258)

[BÀI 4: BIẾN ĐỔI FOURIER RỜI RẠC 17](#_Toc484078259)

[BÀI 5: BỘ LỌC SỐ FIR 20](#_Toc484078260)

[BÀI 6: BỘ LỌC SỐ IIR 24](#_Toc484078261)

# PHẦN MỀM MATLAB

**Bài 1.1**. Cho ma trận A = [2 4 1; 6 7 2; 3 5 9], các lệnh cần thiết để:

1. Lấy dòng đầu tiên của ma trận A.
2. Tạo ma trận B bằng 2 dòng cuối cùng của A.
3. Tính tổng các phần tử trên các cột của A. (gợi ý: tính tổng các phần tử trên cột 1: sum(A(:,1))).
4. Tính tổng các phần tử trên các dòng của A.

**Bài 1.2**. Cho ma trận A = [2 7 9 7; 3 1 5 6; 8 1 2 5], giải thích kết quả của các lệnh sau:

1. A'
2. A(:,[1 4])
3. A([2 3],[3 1])
4. reshape(A,2,6)
5. A(:)
6. [A;A(end,:)]
7. A(1:3,:)
8. [A ; A(1:2,:)]
9. sum(A)
10. sum(A')
11. [ [ A ; sum(A) ] [ sum(A,2) ; sum(A(:)) ] ]

**Bài 1.3**. Giải hệ phương trình sau:

2x1 + 4x2 + 6x3 – 2x4 = 0

x1 + 2x2 + x3 + 2x4 = 1

2x2 + 4x3 + 2x4 = 2

3x1 - x2 + 10x4 = 10.

Mã lệnh:

Kết quả:

**Bài 1.4**. Chứng tỏ rằng (A+B)C=AC+BC, với:



Mã lệnh:

Kết quả:

**Bài 1.5**. Cho vector x = [3 1 5 7 9 2 6], giải thích kết quả của các lệnh sau:

1. x(3)
2. x(1:7)
3. x(1:end)
4. x(1:end-1)
5. x(6:-2:1)
6. x([1 6 2 1 1])
7. sum(x)

**Bài 1.6**. Tạo một vector x có 100 phần tử, sao cho: x(n) = (-1)n+1/(2n+1) với n = 0 – 99.

Mã lệnh:

**Bài 1.7**. Cho phương trình ax2+bx+c=0, giải phương trình dùng hàm ***roots***.

Mã lệnh:

Kết quả:

**Bài 1.8**. Giải phương trình x3- 2x2+4x+5=0. Kiểm chứng kết quả thu được bằng hàm ***polyval***. Sinh viên có nhận xét gì về kết quả kiểm chứng.

Mã lệnh:

Kết quả:

Nhận xét:

**Bài 1.9.** Lặp lại bài 1.8 cho phương trình x7-2=0.

Mã lệnh:

Kết quả:

Nhận xét:

**Bài 1.10.** Vẽ đồ thị hàm số y1=sinx.cos2x và hàm số y2=sinx2 trong [0-2π], trên cùng hệ trục tọa độ:

Kết quả:

**Bài 1.11.** Dùng các hàm semilogx, semilogy, loglog thay thế cho plot.

Mã lệnh:

Kết quả:

**Bài 1.12.** Thực hiện như trên cho hàm số y =

Mã lệnh:

Kết quả:

**Bài 1.13.** Vẽ hàm số r = sin (5θ) trong toạ độ cực:

Kết quả:

**Bài 1.14.** Vẽ hàm số r = 2sin(θ) + 3cos(θ)

Mã lệnh:

Kết quả:

**Bài 1.15.** Vẽ hàm số 2x2 + y2 = 10 ở dạng toạ độ cực.

Mã lệnh:

Kết quả:

**Bài 1.16.** Dùng hàm text xuất các công thức sau ra trục toạ độ:

Mã lệnh:

Kết quả:

**Bài 1.17.** Vẽ đồ thị 3D bằng hàm ***plot3***:

Kết quả:

**Bài 1.18.** Vẽ mặt paraboloid z=x2+y2 trong không gian 3 chiều:

Kết quả:

**Bài 1.19.** Nhận xét về các hàm vẽ trên.

**Bài 1.20.** Vẽ mặt dùng hàm ***surf*** và ***mesh***.

Mã lệnh:

Kết quả:

**Bài 1.21**. Kiểm tra kết quả hàm ***gptb2*** để giải phương trình bậc hai ax2+bx+c=0.

>>[x1,x2]=gptb2(1,6,-7)

Kết quả:

>>[x1,x2]=gptb2(2,7,14)

Kết quả:

>>[x1,x2]=gptb2(0,4,3)

Kết quả:

>>[x1,x2]=gptb2(1,6)

Kết quả:

**Bài 1.22**. Cho biết ý nghĩa của từ khóa nargin?

**Bài 1.23**. Hàm ***gptb2*** chỉ trả về nghiệm số thực.

Mã lệnh:

**Bài 1.24**. Hàm ***vdcongdb(a,m,method)*** để vẽ một số đường cong trong hệ tọa độ cực, với a là bán kính và m là số đường cong vẽ trên cùng trục tọa độ. Kiểm tra lại hoạt động của hàm, ví dụ:

>>vdcongdb(1,5,’Becnulli’)

Kết quả:

>>vdcongdb(1,5,’ Astroit’)

Kết quả:

>>vdcongdb(1,5,’Xoanoc’)

Kết quả:

>> vdcongdb(1,5,’saikieu’)

Kết quả:

>> vdcongdb(5,’becnulli’)

Kết quả:

**Bài 1.25.** Hàm **dudoan**() để dự đoán kết quả sau mỗi lần tung một xúc xắc đồng nhất, 6 mặt.

Kết quả:

Kết luận về sự khác nhau giữa script file và hàm không có tham số vào.

**Bài 1.26.** Viết chương trình in tam giác Pascal n dòng trong màn hình đồ họa với n được nhập từ bàn phím.

Mã lệnh:

Kết quả:

# TÍN HIỆU RỜI RẠC THEO THỜI GIAN

**Bài 2.1**. Viết chương trình và vẽ dạng tín hiệu hàm bước đơn vị u(n).

Mã lệnh:

n = -10 : 10;

x=n>=0;

stem(n,x);xlabel('n');ylabel('x(n)');grid on;

Kết quả:



**Bài 2.2.** Viết chương trình và vẽ dạng tín hiệu hàm mũ (1/2)nu(n), 3nu(n).

(1/2)nu(n)

Mã lệnh:

n= -10:10;

x=(1/2).^n.\*(n>=0);

stem(n,x);xlabel('n');ylabel('x(n)');grid on;

Kết quả:



3nu(n)

Mã lệnh:

n= -10:10;

x=3.^n.\*(n>=0);

stem(n,x);xlabel('n');ylabel('x(n)');grid on;

Kết quả:



**Bài 2.3.** Tính năng lượng tín hiệu x(n) = (1/2)nu(n) trong khoảng (-10,10); (0,1000); (0,1e6).

Khoảng (-10,10)

Mã lệnh:

n=-10:10;

x=(1/2).^n;

e = sum(abs(x).^2)

Kết quả:

e =

1.3981e+06

Khoảng (0,1000):

Mã lệnh:

n=0:1000;

x=(1/2).^n;

e = sum(abs(x).^2)

Kết quả:

e =

1.3333

Khoảng (0,1e6):

Mã lệnh:

n=0:0.1e6;

x=(1/2).^n;

e = sum(abs(x).^2)

Kết quả:

e =

1.3333

**Bài 2.4.** Tính năng lượng và công suất tín hiệu x(n) = (1 – 0.2n)u(n) trong khoảng (-10,10); (0,1000); (0,1e6).

Khoảng (-10,10);

Mã lệnh:

n=-10:10;

x=1-2.^n;

e = sum(abs(x).^2)

p=e./(2\*n+1)

Kết quả:

e =

1.3940e+06

p =

1.0e+06 \*

Columns 1 through 6

-0.0734 -0.0820 -0.0929 -0.1072 -0.1267 -0.1549

Columns 7 through 12

-0.1991 -0.2788 -0.4647 -1.3940 1.3940 0.4647

Columns 13 through 18

0.2788 0.1991 0.1549 0.1267 0.1072 0.0929

Columns 19 through 21

0.0820 0.0734 0.0664

Khoảng (0,1000):

Mã lệnh:

n= 0:1000;

x=1-2.^n;

e = sum(abs(x).^2)

p=e./(2\*n+1)

Kết quả:

e =

Inf

p =

Inf

Khoảng (0,1e6):

Mã lệnh:

n= 0:1e6;

x=1-2.^n;

e = sum(abs(x).^2)

p=e./(2\*n+1)

Kết quả:

e =

Inf

p =

Inf

**Bài 2.5.** Viết chương trình và vẽ dạng tín hiệu hàm u(n – 3), u(n + 2).

u(n-3):

Mã lệnh:

n=-10:10;

x=(n-3)>=0;

stem(n,x,'filled');xlabel('n');ylabel('x(n)');grid on;

Kết quả:



u(n + 2):

Mã lệnh:

n=-10:10;

x=(n+2)>=0;

stem(n,x,'filled');xlabel('n');ylabel('x(n)');grid on;

Kết quả:



**Bài 2.6.** Viết chương trình và vẽ dạng tín hiệu hàm x(n) = 2u(n – 3) + δ(n – 2) trong khoảng (-10,10). Từ đó vẽ các tín hiệu x(-n), 2x(n), x(2n).

X(n):

Mã lệnh:

n=-10:10;

x1=(n-3)>=0;

x2=(n-2)>=0;

stem(n,2.\*x1+x2,'filled');xlabel('n');ylabel('x(n)');grid on;

Kết quả:



X(-n):

Mã lệnh:

n=-10:10;

x1=(-n-3)>=0;

x2=(-n-2)>=0;

stem(n,2.\*x1+x2,'filled');xlabel('n');ylabel('x(n)');grid on;

Kết quả:



2\*x(n)

Mã lệnh:

n=-10:10;

x1=(n-3)>=0;

x2=(n-2)>=0;

stem(n,(2.\*x1+x2)./2,'filled');xlabel('n');ylabel('x(n)');grid on;

Kết quả:



x(2n)

Mã lệnh:

n=-10:10;

x1=(2.\*n-3)>=0;

x2=(2.\*n-2)>=0;

stem(n,2.\*x1+x2,'filled');xlabel('n');ylabel('x(n)');grid on;

Kết quả:



**Bài 2.7.** Viết function thực hiện cộng và nhân 2 tín hiệu. Thực hiện cho 2 tín hiệu x1(n) = {1,-1,2,3,-2} và x2(n) = {-2,-2,1,1,-4}.

↑ ↑

Cộng hai tín hiệu:

Mã lệnh:

function [y,n] = vd7\_1(x1,n1,x2,n2)

%cong hai tin hieu

%nhap x1,n1,x2,n2

%nhap [y,n] = vd7\_1(x1,n1,x2,n2)

n = min([n1 n2]) : max([n1 n2]);

L1 = length(n1);

L2 = length(n2);

Ln = length(n);

y1 = [zeros(1,n1(1)-n(1)) x1 zeros(1,n(Ln)-n1(L1))];

y2 = [zeros(1,n2(1)-n(1)) x2 zeros(1,n(Ln)-n2(L2))];

y=y1+y2;

end

Kết quả:

>> help vd7\_1

cong hai tin hieu

nhap x1,n1,x2,n2

nhap [y,n] = vd7\_1(x1,n1,x2,n2)

>> x1=[1 -1 2 3 -2];

>> n1=-2:2;

>> x2=[-2 -2 1 1 -4];

>> n2=-3:1;

>> [ y,n ]=vd7\_1( x1,n1,x2,n2 )

y =

-2 -1 0 3 -1 -2

n =

-3 -2 -1 0 1 2

Nhân 2 tín hiệu:

Mã lệnh:

function [y,n] = vd7\_2(x1,n1,x2,n2)

%nhan hai tin hieu

%nhap x1,n1;x2,n2

%nhap [y,n] = vd7\_2(x1,n1,x2,n2)

n = min([n1 n2]) : max([n1 n2]);

L1 = length(n1);

L2 = length(n2);

Ln = length(n);

y1 = [zeros(1,n1(1)-n(1)) x1 zeros(1,n(Ln)-n1(L1))];

y2 = [zeros(1,n2(1)-n(1)) x2 zeros(1,n(Ln)-n2(L2))];

y=y1.\*y2;

end

Kết quả:

>> help vd7\_2

nhan hai tin hieu

nhap x1,n1;x2,n2

nhap [y,n] = vd7\_2(x1,n1,x2,n2)

>> x1=[1 -1 2 3 -2];

n1=-2:2;

x2=[-2 -2 1 1 -4];

n2=-3:1;

>> [ y,n ]=vd7\_2( x1,n1,x2,n2 )

y =

0 -2 -1 2 -12 0

n =

-3 -2 -1 0 1 2

**Bài 2.8.** Xét hệ thống y(n) = nx(n).

n = -10:10;

x = randn(size(n)); %Tín hi?u x ng?u nhiên

y = n.\*x; %y(n) = nx(n)

ynk = [0 0 0 0 y]; %D?ch ph?i y(n) 4 m?u -> y(n – 4)

x1 = [0 0 0 0 x]; %D?ch ph?i x(n) 4 m?u

n1 = [n 11:14]; % B? sung thêm giá tr? cho n

yn = n1.\*x1; % yn = H[x(n – 4)]

subplot(211);, stem(n1,ynk);, title('y(n – k)');

subplot(212);, stem(n1,yn);, title('H[x(n – k)] ');



**Hệ thống y(n) = nx(n) biến thiên theo thời gian**

n = -10:10;

x1 = randn(size(n)); %Tín hi?u x1 ng?u nhiên

x2 = randn(size(n)); %Tín hi?u x2 ng?u nhiên

a1 = 6; a2 = -3; %a1, a2 tùy ý

y1 = n.\*x1;

y2 = n.\*x2;

y = n.\*(a1\*x1 + a2\*x2);

subplot(211), stem(n,a1\*y1+a2\*y2);

title('a\_1y\_1(n)+a\_2y\_2(n)');

subplot(212), stem(n,y);

title('H[a\_1x\_1(n)+a\_2x\_2(n)]');



**Kết luận hệ thống y(n) = nx(n) tuyến tính.**

**Bài 2.9.** Xác định tính chất bất biến theo thời gian của hệ thống có phương trình y(n) = x(-n) và y(n) = x(n)cos(0.5n).

Xét y(n)=x(-n)

Mã lệnh:

n = -10:10;

x = randn(size(n)) %Tin hieu x ngau nhien

y = x; %y(n) = x(-n)

ynk = [0 0 0 0 0 y]; %Dich phai y(n) 5 mau -> y(-n – 5)

x1 = [ 0 0 0 0 0 x ]; %Dich phai x(-n) 5 mau

n1 = [n 10:14]; % Bo sung them gia tri cho n

yn = x1; % yn = H[x(-n - 5)]

subplot(211), stem(n1,ynk,'filled'), title('y(-n – k)');

subplot(212), stem(n1,yn,'filled'), title('H[x(-n -k)] ');

Kết quả:



**Kết luận: Hệ thống y(n)=x(-n) bất biến theo thời gian**

**Xét y(n)=x(x)cos(0.5n)**

Mã lệnh:

n = -10:10;

x = randn(size(n))

y= x.\*cos(0.5\*n)

ynk=[0 0 0 0 0 0 y]; %Dich phai y(n)6 mau -> y(n – 6)

n1= [0 0 0 0 0 0 n]

x1= [0 0 0 0 0 0 x]

yn = x1.\*cos(0.5\*n1); % yn = H[x(n - 6)]

subplot(211), stem(n1,ynk,'filled'), title('y(n-k)');

subplot(212), stem(n1,yn,'filled'), title('H[x(n-k)]');

Kết quả:

****

**Kết luận: Hệ thống y(n) = x(n)cos(0.5n) bất biến thiên theo thời gian**

**Bài 2.10.**

Xét hệ thống y(n) = nx(n):

Mã lệnh:

n = -10:10;

x1 = randn(size(n)); %tin hieu x1 ngau nhien

x2 = randn(size(n)); %tin hieu x2 ngau nhien

a1 = 6; a2 = -3; %a1, a2 tuy y

y1 = n.\*x1;

y2 = n.\*x2;

y = n.\*(a1\*x1 + a2\*x2);

subplot(211), stem(n,a1\*y1+a2\*y2,'filled');

title('a\_1y\_1(n)+a\_2y\_2(n)');grid on;

subplot(212), stem(n,y,'filled');

title('H[a\_1x\_1(n)+a\_2x\_2(n)]');grid on;

Kết quả:



Kết luận về tính chất tuyến tính của y(n) = nx(n).

Y(n) là hệ thống tuyến tính.

**Bài 2.11.** Xác định tính chất tuyến tính của hệ thống có phương trình y(n) = x2(n) và y(n) = x(n2)

**Xét y(n) = x2(n):**

Mã lệnh:

n=-10:10;

x1=randn(size(n));

x2=randn(size(n));

a1=6; a2=-3;

y1=x1.^2;

y2=x2.^2;

y=(a1\*x1 + a2\*x2).^2;

subplot(211);, stem(n,a1\*y1+a2\*y2,'filled');

title('a\_1y\_1(n)+a\_2y\_2(n)');

subplot(212);, stem(n,y,'filled');

title('H[a\_1x\_1(n)+a\_2x\_2(n)]^2');

Kết quả:



**Kết luận y(n) = x2(n) phi tuyến**

**Xét y(n) = x(n2):**

Mã lệnh:

n=-10:10;

x1=randn(size(n));

x2=randn(size(n));

a1=6; a2=-3;

y1=x1;

y2=x2;

y=(a1\*x1 + a2\*x2);

subplot(211), stem(n,a1\*y1+a2\*y2,'filled');

title('a\_1y\_1(n)+a\_2y\_2(n)');

subplot(212);, stem(n,y,'filled');

title('H[a\_1x\_1(n^2)+a\_2x\_2(n^2)]');

Kết quả:



**Kết luận hệ thống y(n) = x(n2 ) tuyến tính.**

**Bài 2.12.** Xét hệ thống có phương trình sai phân: y(n) = 0.3x(n) + 0.2x(n – 1) – 0.3x(n – 2) -0.9y(n – 1) + 0.9y(n – 2). Xác định đáp ứng xung đơn vị của hệ thống.

Mã lệnh:

N = 40;

num = [0.3 0.2 -0.3];

den = [1 0.9 -0.9];

h = impz(num,den,N);

stem(h,'filled');grid on;

Kết quả:



Xác định ngõ ra khi biết đáp ứng xung và ngõ vào:

x = randn(1,10);

y = conv(x,h);

subplot(311),stem(x);

subplot(312),stem(h);

subplot(313),stem(y);



**Bài 2.13.** Kiểm tra tính giao hoán và kết hợp:

h1 = [1 2 -2 -3];

h2 = [-2 0 3 1];

h = conv(h1,h2);

N = 30;

x = randn(1,N);

y11 = conv(x,h1);

y1 = conv(y11,h2);

y21 = conv(x,h2);

y2 = conv(y21,h1);

y = conv(x,h);

subplot(311),stem(y1);

title('y(n) = (x\*h\_1(n))\*h\_2(n)');

subplot(312),stem(y2);

title('y(n) = (x\*h\_2(n))\*h\_1(n)');

subplot(313),stem(y);

title('y(n) = x\*(h\_1(n)\*h\_2(n)');

Kết quả:



Kết luận

Hệ thống 1 và hệ thống 2 có tính giao hoán và kết hợp.

**Bài 2.14.** Kiểm tra tính giao hoán và kết hợp của hai hệ thống ghép liên tầng sau:

Hệ thống 1: y(n) = 2x(n) – 0.5x(n – 1) + 0.5x(n – 3) + 0.1y(n – 1)

Hệ thống 2: y(n) = 0.3x(n) + 0.2x(n – 2) - 0.1y(n – 2)

Mã lệnh:

N=10;

num1=[2 -0.5 0 0.5];

den1=[1 -0.1 0 0 ];

h1=impz(num1,den1,N)

num2=[0.3 0 0.2];

den2=[1 0 0.1];

h2=impz(num2,den2,N)

h=conv(h1,h2)

x=randn(1,10)

y11=conv(x,h1);

y1=conv(y11,h2);

y21=conv(x,h2);

y2=conv(y21,h1);

y=conv(x,h);

subplot(311),stem(y1);

title('y(n) = (x\*h\_1(n))\*h\_2(n)');

subplot(312),stem(y2);

title('y(n) = (x\*h\_2(n))\*h\_1(n)');

subplot(313),stem(y);

title('y(n) = x\*(h\_1(n)\*h\_2(n))');

Kết quả:



**Bài 2.15.** Xác định ngõ ra của hệ thống sau:



Mã lệnh:

h=[0 0 0.4 0.8 0.4 0 0];

nh=-1:5;

x=[0 1 0.6 0 0];

nx=-1:3;

lh=length(h);

lx=length(x);

ny1=nx(1)+nh(1);

ny2=nx(lx)+nh(lh);

y=conv(x,h);

ny=[ny1:ny2];

subplot(311); stem(nh,h); title('h(n)')

subplot(312); stem(nx,x); title('x(n)')

subplot(313); stem(ny,y); title('y(n)')

Kết quả:



**Bài 2.16.** Xác định đáp ứng xung tương đương của hệ thống sau:

h1(n)

h2(n)

h3(n)

x(n)

y(n)

h4(n)

h1 = Bài 2.12; h2 = Hệ thống 1 bài 2.14; h3 = Hệ thống 2 bài 2.14; h4 = h1

Viết chương trình xác định ngõ ra của hệ thống khi ngõ vào là x(n) = (-0.8)nu(n) (tính toán cho giá trị n từ -20 đến 20):

1. Dùng theo sơ đồ trên.

Mã lệnh:

n=-20:20;

num = [0.3 0.2 -0.3];

den = [1 0.9 -0.9];

h1=impz(num,den,n);

num1=[2 -0.5 0 0.5];

den1=[1 -0.1 0 0 ];

h2=impz(num1,den1,n);

num2=[0.3 0 0.2];

den2=[1 0 0.1];

h3=impz(num2,den2,n);

h4=h1;

x=(-0.8).^n.\*(n>=0);

h23=h2+h3;

h123=conv(h1,h23);

h1234=conv(h4,h123);

y=conv(x,h1234);

subplot(311); stem(x); title('x(n)');grid on;

subplot(312); stem(h1234); title('h(n)');grid on;

subplot(313); stem(y); title('y(n)');grid on;

Kết quả:



1. Dùng đáp ứng xung tương đương.

Mã lệnh:

n=-20:20;

num = [0.3 0.2 -0.3];

den = [1 0.9 -0.9];

h1=impz(num,den,n);

num1=[2 -0.5 0 0.5];

den1=[1 -0.1 0 0 ];

h2=impz(num1,den1,n);

num2=[0.3 0 0.2];

den2=[1 0 0.1];

h3=impz(num2,den2,n);

h4=h1;

x=(-0.8).^n.\*(n>=0);

h1234=conv(h4,conv(h1,(h2+h3)));

y=conv(x,h1234);

subplot(311); stem(x); title('x(n)');grid on;

subplot(312); stem(h1234); title('h(n)');grid on;

subplot(313); stem(y); title('y(n)');grid on;

Kết quả:



# BIẾN ĐỔI Z

**Bài 3.1.** Xác định điểm cực và không:

zero = [-1 1+j\*1];

pole = [j\*2 -1+j];

k = 2;

[num,den] = zp2tf(zero',pole',k)

zplane(zero',pole');

Kết quả:

num =

2 0 -2

den =

1 1 -2



**Bài 3.2.** Xác định và vẽ điểm cực, điểm không của các hàm hệ thống sau:

Mã lệnh:

num=[2 5 4 5 3];

den=[5 45 2 1 1];

[z,p,k]=tf2zp(num,den)

zplane(num,den)

Kết quả:

z =

-1.9255 + 0.0000i

0.0906 + 1.0112i

0.0906 - 1.0112i

-0.7558 + 0.0000i

p =

-8.9576 + 0.0000i

-0.2718 + 0.0000i

0.1147 + 0.2627i

0.1147 - 0.2627i

k =

0.4000



Từ đó xác định các miền hội tụ có thể có. So sánh với lý thuyết.

**Bài 3.3.** Xác định biểu thức của biến đổi z có các điểm cực 0.5; 0.75; 1+j0.5; 1-j0.5 và các điểm không 0.3; 0.1; 2-j2; 2+j2 với hệ số khuếch đại k = 0.7

Mã lệnh:

pole=[0.5;0.75;1+j\*0.5;1-j\*0.5];

zero=[0.3;0.1;2-j\*2;2+j\*2];

k=0.7;

[num,den]=zp2tf(zero,pole,k)

Kết quả:

num =

0.7000 -3.0800 6.7410 -2.3240 0.1680

den =

1.0000 -3.2500 4.1250 -2.3125 0.4688

**Bài 3.4.** Xác định các hệ số của biểu thức biến đổi z bằng hàm ***residuez***:

Dùng hàm ***residuez*** để xác định lại tử số và mẫu số:

num = [1 2 3];

den = [2 4 7];

[A,p,k] = residuez(num,den)

[num,den] = residuez(A,p,k);

Ghi lại công thức biến đổi và so sánh với kết quả ban đầu.

num =

0.5000 1.0000 1.5000

den =

1.0000 2.0000 3.5000

**Bài 3.5.** Phân tích biểu thức sau dùng phương pháp thặng dư:

Tính toán lại kết quả theo lý thuyết.

H(z):

Mã lệnh:

num=[1 -4.2 0.8 0];

den=[1 -2.5 3 -1];

[A,p,k]=residuez(num,den)

Kết quả:

A =

0.9200 + 1.5600i

0.9200 - 1.5600i

-0.8400 + 0.0000i

p =

1.0000 + 1.0000i

1.0000 - 1.0000i

0.5000 + 0.0000i

k =

0

Kiểm nghiệm lý thuyết :

H(z) =

G(z):

Mã lệnh:

num=[1 1 0 0 ];

den=conv([1 -1],[1 4 4]);

[A,p,k]=residuez(num,den)

Kết quả:

A =

0.4444

0.3333

0.2222

p =

-2.0000

-2.0000

1.0000

k =

0

Kiểm nghiệm lý thuyết :

G(z) =

**Bài 3.6.** Cho hệ thống có phương trình vào / ra là phương trình sai phân hệ số hằng: y(n) = x(n) – 2x(n – 2) + 0.81y(n – 1).

1. Xác định và vẽ các điểm cực, không.

Mã lệnh:

num=[1 -0.8 0];

den=[1 0 -2];

[z,p,k]=tf2zp(num,den)

zplane(num,den)

Kết quả:

z =

0

0.8000

p =

1.4142

-1.4142

k =

1



1. Phân tích dùng phương pháp thặng dư.

Mã lệnh:

num=[1 -0.8 0];

den=[1 0 -2];

[A,p,k]=residuez(num,den)

Kết quả:

A =

0.2172

0.7828

p =

1.4142

-1.4142

k =

0

**Bài 3.7.** Dùng hàm ***ztrans*** để biến đổi z ở dạng công thức:

syms n x

x = 2^n;

ztrans(x)

x = (-1/2)^n;

ztrans(x)

Kết quả:

ans =

z/(z - 2)

ans =

z/(z + 1/2)

**Bài 3.8.** Xác định biến đổi z của các hàm sau:

1. x(n) = (-2)n-1u(n)

Mã lệnh:

syms n x

x = (-2)^(n-1);

ztrans(x)

Kết quả:

ans =

-z/(2\*(z + 2))

1. x(n) = n3nu(n)

Mã lệnh:

syms n x

x = n\*3^n;

ztrans(x)

Kết quả:

ans =

(3\*z)/(z - 3)^2

1. x(n) = n24nu(n)

Mã lệnh:

syms n x

x = n^2\*4^n;

ztrans(x)

Kết quả:

ans =

(4\*z\*(z + 4))/(z - 4)^3

**Bài 3.9.** Biến đổi z ngược theo giá trị bằng hàm impz.

num = [1 1 2];

den = [1 -1 2];

L = 50;

x = impz(num,den,L)

impz(num,den,L);

Kết quả:

x =

1

2

2

-2

-6

-2

10

14

-6

-34

-22

46

90

-2

-182

-178

186

542

170

-914

-1254

574

3082

1934

-4230

-8098

362

16558

15834

-17282

-48950

-14386

83514

112286

-54742

-279314

-169830

388798

728458

-49138

-1506054

-1407778

1604330

4419886

1211226

-7628546

-10050998

5206094

25308090

14895902



**Bài 3.10.** Xác định và vẽ 100 mẫu đầu tiên của biến đổi z ngược của hàm:

Mã lệnh:

num = [0.9 0.7 0.1 1 0.5];

den = [1 0.5 0 -0.2 2 1];

L = 100;

x = impz(num,den,L) ;

impz(num,den,L) ;

Kết quả:



**Bài 3.11.** Thực hiện lại bài 3.10 với kết quả ở dạng công thức.

Mã lệnh:

num = [0.9 0.7 0.1 1 0.5];

den = [1 0.5 0 -0.2 2 1];

[A,p,k]=residuez(num,den)

Kết quả:

A =

0.2927 - 0.1424i

0.2927 + 0.1424i

0.1538 - 0.1496i

0.1538 + 0.1496i

0.0070 + 0.0000i

p =

-0.8581 + 0.8824i

-0.8581 - 0.8824i

0.8470 + 0.8150i

0.8470 - 0.8150i

-0.4778 + 0.0000i

k =

[]

X(z)=

**Bài 3.12.** Biến đổi z ngược bằng cách dùng hàm iztrans.

syms F z

F = 2\*z^(-1)/(1-3\*z^(-1));

iztrans(F)

Kết quả:

ans =

(2\*3^n)/3 - (2\*kroneckerDelta(n, 0))/3

**Bài 3.13.** Xác định biến đổi z ngược của các hàm sau:

X(z):

Mã lệnh:

num = [0 1 1 0 ];

den = [conv([1 1 0.25],[1 2])];

[A,p,k]=residuez(num,den)

Kết quả:

A =

-0.4444

1.1111

-0.6667

p =

-2.0000

-0.5000

-0.5000

k =

0

Y(z):

Mã lệnh:

num = [0 2 0 0 ];

den = [conv([3 4 1],[1 1])];

[A,p,k]=residuez(num,den)

Kết quả:

A =

1.5000 - 0.0000i

-1.0000 + 0.0000i

-0.5000 + 0.0000i

p =

-1.0000 + 0.0000i

-1.0000 - 0.0000i

-0.3333 + 0.0000i

k =

0

# BIẾN ĐỔI FOURIER RỜI RẠC

**Bài 4.1.** Tính và vẽ DTFT có dạng:

𝑋(𝑒−𝑗𝜔) =

Mã lệnh:

w = linspace(-4\*pi,4\*pi,512);

num = [1 1 -2];

x = [1 2 3 4 5 6 7];

h = freqz(x,1,w);

subplot(211),plot(w/pi,abs(h));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Bien do');

title('Pho bien do |X(e^{j\omega})|');

subplot(212),plot(w/pi,angle(h));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Pha [rad]');

title('Pho pha arg(X(e^{j\omega}))');

Kết quả:



**Bài 4.2.** Tính và vẽ DTFT trong khoảng [-π,π]:

Mã lệnh:

w = linspace(-pi,pi,512);

num = [0.8 3 -0.2 0.1];

den = [1 0.1 -0.4 0.7];

h = freqz(num,den,w);

subplot(211),plot(w/pi,abs(h));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Bien do');

title('Pho bien do |X(e^{j\omega})|');

subplot(212),plot(w/pi,angle(h));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Pha [rad]');

title('Pho pha arg(X(e^{j\omega}))');

Kết quả:



**Bài 4.3.** Khảo sát DTFT của x(n) = [1 -2 2 -3 3 4 0 -1] trong khoảng [-π,π]

Mã lệnh:

w = linspace(-pi,pi,512);

x=[1 -2 2 -3 3 4 0 -1];

h = freqz(x,1,w);

subplot(211),plot(w/pi,abs(h));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Bien do');

title('Pho bien do |X(e^{j\omega})|');

subplot(212),plot(w/pi,angle(h));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Pha [rad]');

title('Pho pha arg(X(e^{j\omega}))');

Kết quả:



**Bài 4.4.** Khảo sát tính chất dịch thời gian: Tính và vẽ DTFT trong khoảng [-π,π] của x(n - 3) với x(n) cho như bài 4.3.

Mã lệnh:

w = linspace(-pi,pi,512);

x=[1 -2 2 -3 3 4 0 -1];

h = freqz(x,1,w);

x1=[0 0 0 1 -2 2 -3 3 4 0 -1];

h1 = freqz(x1,1,w);

subplot(221),plot(w/pi,abs(h));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Bien do');

title('Pho bien do |X(e^{j\omega})|');

subplot(222),plot(w/pi,angle(h));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Pha [rad]');

title('Pho pha arg(X(e^{j\omega}))');

subplot(223),plot(w/pi,abs(h1));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Bien do');

title('Pho bien do |X(e^{j\omega}) dich tg|');

subplot(224),plot(w/pi,angle(h1));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Pha [rad]');

title('Pho pha arg(X(e^{j\omega})) dich tg');

Kết quả:



**Bài 4.5.** Khảo sát tính chất dịch tần số: Tính và vẽ DTFT trong khoảng [-π,π] của x(n)e-j3n với x(n) cho như bài 4.3.

Mã lệnh:

w = linspace(-pi,pi,512);

x=[1 -2 2 -3 3 4 0 -1];

h = freqz(x,1,w);

l=length(x);

n=0:l-1;

x1=x.\*exp(-j\*3\*n);

h1 = freqz(x1,1,w);

subplot(221),plot(w/pi,abs(h));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Bien do');

title('Pho bien do |X(e^{j\omega})|');

subplot(222),plot(w/pi,angle(h));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Pha [rad]');

title('Pho pha arg(X(e^{j\omega}))');

subplot(223),plot(w/pi,abs(h1));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Bien do');

title('Pho bien do |X(e^{j\omega})| dich tan so');

subplot(224),plot(w/pi,angle(h1));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Pha [rad]');

title('Pho pha arg(X(e^{j\omega})) dich tan so');

Kết quả:



**Bài 4.6.** Khảo sát tính chất đảo thời gian: Tính và vẽ DTFT trong khoảng [-π,π] của x(-n) với x(n) cho như bài 4.3.

Mã lệnh:

w = linspace(-pi,pi,512);

x=[1 -2 2 -3 3 4 0 -1];

l=length(x);

h=freqz(x,1,w);

n=0:l-1;

x2=fliplr(x).\*exp(j\*n.\*(l-1));

h1=freqz(x2,1,w);

subplot(221),plot(w/pi,abs(h));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Bien do');

title('Pho bien do |X(e^{j\omega})|');

subplot(222),plot(w/pi,angle(h));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Pha [rad]');

title('Pho pha arg(X(e^{j\omega}))');

subplot(223),plot(w/pi,abs(h1));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Bien do');

title('Pho bien do |X(e^{j\omega})| dao thoi gian');

subplot(224),plot(w/pi,angle(h1));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Pha [rad]');

title('Pho pha arg(X(e^{j\omega})) dao thoi gian');

Kết quả:



**Bài 4.7.** Thực hiện lại từ 4.3 đến 4.6 với x(n) cho như bài 4.2.

\_4.3

Mã lệnh:

w = linspace(-pi,pi,512);

num = [0.8 3 -0.2 0.1];

den = [1 0.1 -0.4 0.7];

h = freqz(num,den,w);

subplot(211),plot(w/pi,abs(h));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Bien do');

title('Pho bien do |X(e^{j\omega})|');

subplot(212),plot(w/pi,angle(h));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Pha [rad]');

title('Pho pha arg(X(e^{j\omega}))');

Kết quả:



\_4.4

Mã lệnh:

w = linspace(-pi,pi,512);

num = [0.8 3 -0.2 0.1];

den = [1 0.1 -0.4 0.7];

h = freqz(num,den,w);

num1 = [0 0 0 0.8 3 -0.2 0.1];

den1 = [1 0.1 -0.4 0.7];

h1 = freqz(num1,den1,w);

subplot(221),plot(w/pi,abs(h));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Bien do');

title('Pho bien do |X(e^{j\omega})|');

subplot(222),plot(w/pi,angle(h));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Pha [rad]');

title('Pho pha arg(X(e^{j\omega}))');

subplot(223),plot(w/pi,abs(h1));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Bien do');

title('Pho bien do |X(e^{j\omega}) dich tg|');

subplot(224),plot(w/pi,angle(h1));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Pha [rad]');

title('Pho pha arg(X(e^{j\omega})) dich tg');

Kết quả:



\_4.5

Mã lệnh:

w = linspace(-pi,pi,512);

num = [0.8 3 -0.2 0.1];

den = [1 0.1 -0.4 0.7];

h = freqz(num,den,w);

l=length(num);

n=0:l-1;

x1=num.\*exp(-j\*3\*n);

h1 = freqz(x1,1,w);

subplot(221),plot(w/pi,abs(h));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Bien do');

title('Pho bien do |X(e^{j\omega})|');

subplot(222),plot(w/pi,angle(h));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Pha [rad]');

title('Pho pha arg(X(e^{j\omega}))');

subplot(223),plot(w/pi,abs(h1));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Bien do');

title('Pho bien do |X(e^{j\omega})| dich tan so');

subplot(224),plot(w/pi,angle(h1));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Pha [rad]');

title('Pho pha arg(X(e^{j\omega})) dich tan so');

Kết quả:



\_4.6

Mã lệnh:

w = linspace(-pi,pi,512);

num = [0.8 3 -0.2 0.1];

den = [1 0.1 -0.4 0.7];

h = freqz(num,den,w);

l=length(num);

n=0:l-1;

x2=fliplr(num).\*exp(j\*n.\*(l-1));

h1=freqz(x2,1,w);

subplot(221),plot(w/pi,abs(h));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Bien do');

title('Pho bien do |X(e^{j\omega})|');

subplot(222),plot(w/pi,angle(h));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Pha [rad]');

title('Pho pha arg(X(e^{j\omega}))');

subplot(223),plot(w/pi,abs(h1));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Bien do');

title('Pho bien do |X(e^{j\omega})| dao thoi gian');

subplot(224),plot(w/pi,angle(h1));

xlabel('\omega/\pi');

ylabel('Pha [rad]');

title('Pho pha arg(X(e^{j\omega})) dao thoi gian');

Kết quả:



**Bài 4.8.** Dùng hàm ***fft*** và ***ifft*** để tính DFT và IDFT của x(n):

Mã lệnh:

N = 32;

x = randn(1,N);

y = fft(x,N);

x1 = ifft(y,N);

subplot(321),stem(abs(x));

title('x(n)');xlabel('n');

subplot(323),stem(abs(y));

title(['FFT(n,' num2str(N) ')']);xlabel('k');ylabel('Bien do');

subplot(324),stem(angle(y));

title(['FFT(n,' num2str(N) ')']); xlabel('k');ylabel('Pha');

subplot(325),stem(abs(x1));

title(['IFFT(FFT(n,' num2str(N) '))']);

xlabel('k');ylabel('Bien do');

subplot(326),stem(angle(x1));

title(['IFFT(FFT(n,' num2str(N) '))']);

xlabel('k');ylabel('Pha');

Kết quả:



**Bài 4.9.** Xác định và vẽ FFT 16 điểm của x(n) cho tùy ý.

Mã lệnh:

N = 16;

x = randn(1,N);

y = fft(x,N);

x1 = ifft(y,N);

subplot(321),stem(abs(x));

title('x(n)');xlabel('n');

subplot(323),stem(abs(y));

title(['FFT(n,' num2str(N) ')']);xlabel('k');ylabel('Bien do');

subplot(324),stem(angle(y));

title(['FFT(n,' num2str(N) ')']); xlabel('k');ylabel('Pha');

subplot(325),stem(abs(x1));

title(['IFFT(FFT(n,' num2str(N) '))']);

xlabel('k');ylabel('Bien do');

subplot(326),stem(angle(x1));

title(['IFFT(FFT(n,' num2str(N) '))']);

xlabel('k');ylabel('Pha');

Kết quả:



**Bài 4.10.**

Tạo function cshift để dịch vòng một chuỗi m giá trị:

Mã lệnh:

function out = cshift(x,m)

m0 = m;

if abs(m0) > length(x)

m0 = rem(m0,length(x));

end

while (m0<0)

m0 = m0 + length(x);

end

out= [x(length(x)-m0+1:length(x)) x(1:length(x)-m0)];

Khảo sát tính chất dịch vòng của DFT-N điểm:

Mã lệnh:

N = 20;

m = 3;

x = randn(1,N);

y = fft(x,N);

x1 = cshift(x,m);

y1 = fft(x1,N);

k = 0:N-1;

y2 = exp(-j\*2\*pi\*k\*m/N).\*y;

subplot(221),stem(abs(y));title('y1');

subplot(222),stem(angle(y)); title('y1');

subplot(223),stem(abs(y2));title('y2');

subplot(224),stem(angle(y2)); title('y2');

Kết quả:



**Bài 4.11.** Viết chương trình khảo sát tính chất dịch vòng trên miền tần số.

Mã lệnh:

Kết quả:

**Bài 4.12.** Viết chương trình khảo sát tính chất chập vòng. Dùng hàm cconv để tính tích chập vòng.

Mã lệnh:

Kết quả:

**Bài 4.13.** Viết chương trình khảo sát tính chất đảo trên miền thời gian.

Mã lệnh:

Kết quả:

# BỘ LỌC SỐ FIR

**Bài 5.1.** Xác định đáp ứng tần số của bộ lọc FIR loại 1 từ chuỗi đáp ứng xung.

**Bài 5.2.** Xác định đáp ứng tần số cho bộ lọc FIR loại 2: Viết function ***FIR\_t2***. Thực hiện tính toán với đáp ứng xung h2 = [1.5 -2.5 3 3 -2.5 1.5].

Mã lệnh:

Kết quả:

**Bài 5.3.** Xác định đáp ứng tần số cho bộ lọc FIR loại 3: Viết function ***FIR\_t3***. Thực hiện tính toán với đáp ứng xung h3 = [1.5 -2.5 3 2.5 -1.5].

Mã lệnh:

Kết quả:

**Bài 5.4.** Xác định đáp ứng tần số cho bộ lọc FIR loại 4: Viết function ***FIR\_t4***. Thực hiện tính toán với đáp ứng xung h4 = [1.5 -2.5 3 -3 2.5 -1.5].

Mã lệnh:

Kết quả:

**Bài 5.5.** Đáp ứng xung của bộ lọc FIR: h = [-1 2 1.3 -2.2 0.6 3 0.6 -2.2 1.3 2 -1].

**Bài 5.6.** Thực hiện lại bài 5.5 với đáp ứng xung h = [-1 2 1.3 -2.2 0.6 3 3 0.6 -2.2 1.3 2 -1].

Mã lệnh:

Kết quả:

**Bài 5.7.** Thực hiện lại bài 5.5 với đáp ứng xung h = [-1 2 1.3 -2.2 0.6 3 -0.6 2.2 -1.3 -2 1].

Mã lệnh:

Kết quả:

**Bài 5.8.** Thực hiện lại bài 5.5 với đáp ứng xung h = [-1 2 1.3 -2.2 0.6 3 -3 -0.6 2.2 -1.3 -2 1].

Mã lệnh:

Kết quả:

**Bài 5.9.** Hàm ***ideal\_lp*** xác định đáp ứng xung của bộ lọc thông thấp lý tưởng theo tần số cắt ωc và chiều dài chuỗi đáp ứng xung.

**Bài 5.10.** Hàm ***freqz\_m*** tính toán độ lớn và pha của đáp ứng tần số, hàm trễ nhóm.

**Bài 5.11.** Thiết kế bộ lọc thông thấp theo phương pháp cửa sổ Hamming với các tham số như sau:

ωp = 0.2π; ωs = 0.3π; Rp = 0.25 dB; As = 50 dB

**Bài 5.12.** Thiết kế bộ lọc thông dải theo phương pháp cửa sổ Blackman với các tham số như sau:

ωs1 = 0.2π; ωp1 = 0.35π; ωp2 = 0.65π; ωs2 = 0.8π; Rp = 1 dB; As = 60 dB

Mã lệnh:

Kết quả:

**Bài 5.13.** Thiết kế bộ lọc thông thấp theo phương pháp lấy mẫu tần số với các tham số như sau:

ωp = 0.2π; ωs = 0.3π; Rp = 0.25 dB; As = 50 dB

**Bài 5.14.** Thiết kế bộ lọc thông dải theo phương pháp lấy mẫu tần số với các tham số như sau:

ωs1 = 0.2π; ωp1 = 0.35π; ωp2 = 0.65π; ωs2 = 0.8π; Rp = 1 dB; As = 60 dB

Mã lệnh:

Kết quả:

**Bài 5.15.** Biểu diễn bộ lọc trên đồ thị:

**Bài 5.16.** Thực hiện như bài 5.15 cho bộ lọc thông dải theo phương pháp lấy mẫu tần số với các tham số như sau:

ωs1 = 0.2π; ωp1 = 0.35π; ωp2 = 0.65π; ωs2 = 0.8π; Rp = 1 dB; As = 60 dB

Mã lệnh:

Kết quả:

# BỘ LỌC SỐ IIR

**Bài 6.1.** Hàm tính đáp ứng tần số ***freqs\_m***:

**Bài 6.2.** Hàm ***u\_chb1ap***:

**Bài 6.3.** Hàm ***afd\_chb1*** trả về thiết kế bộ lọc thông thấp tương tự, định dạng Chebyshev có bậc tối ưu:

**Bài 6.4.**  Thiết kế bộ lọc thông thấp tương tự, định dạng Chebyshev-I với các tham số đầu vào như sau:

ωp = 0.2π; ωs = 0.3π; Rp = 1 dB; As = 16 dB

**Bài 6.5.** Chuyển đổi bộ lọc với các tham số đã cho ở bài 6.4 sang bộ lọc số bằng phương pháp biến đổi song tuyến. Hàm ***bilinear:***

**Bài 6.6.** Thực hiện yêu cầu của bài 6.5 theo phương pháp bất biến xung, dùng hàm ***impinvar*** của MATLAB. So sánh kết quả thu được với câu trên.

Mã lệnh:

Kết quả:

**Bài 6.7.** Hàm ***zmapping*** thực hiện việc chuyển đổi băng tần số, trả về hàm truyền của bộ lọc mới với tham số đầu vào là hàm truyền đạt của bộ lọc thông thấp, hàm đa thức thể hiện phép đổi biến số độc lập:

**Bài 6.8.** Viết chương trình chuyển đổi từ bộ lọc thông thấp theo thiết kế của bài 6.5 sang bộ lọc thông cao có tần số cắt ωc=0.6π. Tính và biểu diễn trên đồ thị:

Mã lệnh:

Kết quả: