

UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN BUCUREȘTI

**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia
Informației**

Prelucrarea Digitală a Semnalelor Proiect- Tema 2

Student: Stănescu Vlad-Constantin

Grupa: 434C

An universitar: 2022-2023

Profesor coordonator: Prof. Dr. Ing. Radu Mihnea Udrea

TEMA 2

I. PROIECTAREA FILTRELOR CU RĂSPUNS FINIT LA IMPULS

Proiectați în Matlab un filtru digital RFI cu parametrii specificați în tabelul TABEL-RFI de mai jos. Determinați (dacă nu este dat) ordinul filtrului folosind funcția `firpmord`.

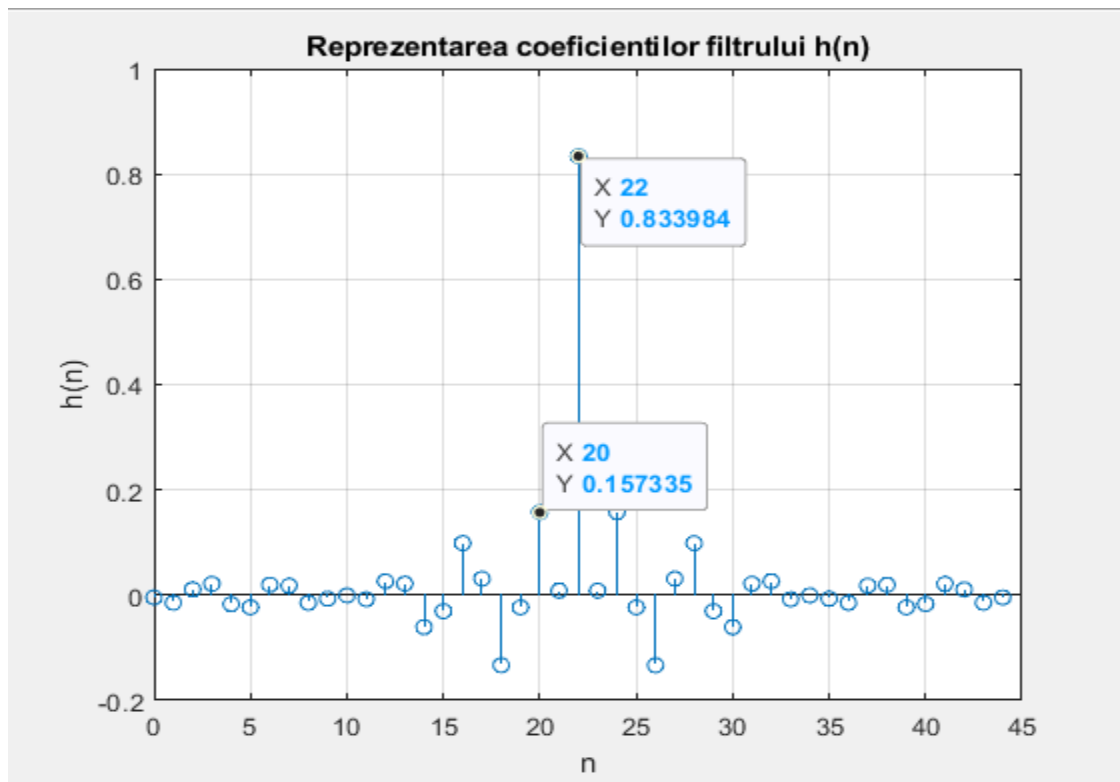
Nume	Grupa	Tip filtru	Lungime	Frecvența de tăiere (Hz)	Frecvența de eșantionare (Hz)	Limitele benzii de trecere	Limitele benzii de oprire	Atenuare în banda de trecere [dB]	Atenuare în banda de oprire [dB]	Metoda de proiectare folosind ferestre	Metoda de proiectare prin minimizarea erorii
STĂNESCU C.D. Vlad-Constantin	434C	FOB	45	2600, 3600	12000				30	fir2	Least squares

Declararea paramentrilor:

```
clear;
clc;
close all;
%Declarare parametrilor
N=45; %lungime
Ft1=2600; %Frecventa de taiere
Ft2=3600; %Frecventa de taiere
Fs=12000;%Frecventa de taiere
as=30;%atenuarea in banda de oprire
```

- a) Proiectați filtrul folosind pentru proiectare funcțiile `fir1` sau `fir2` și alegeți fereastra optimă care permite realizarea atenuării minime cerute pentru banda de oprire.
- Reprezentați grafic coeficienții filtrului $h(n)$.

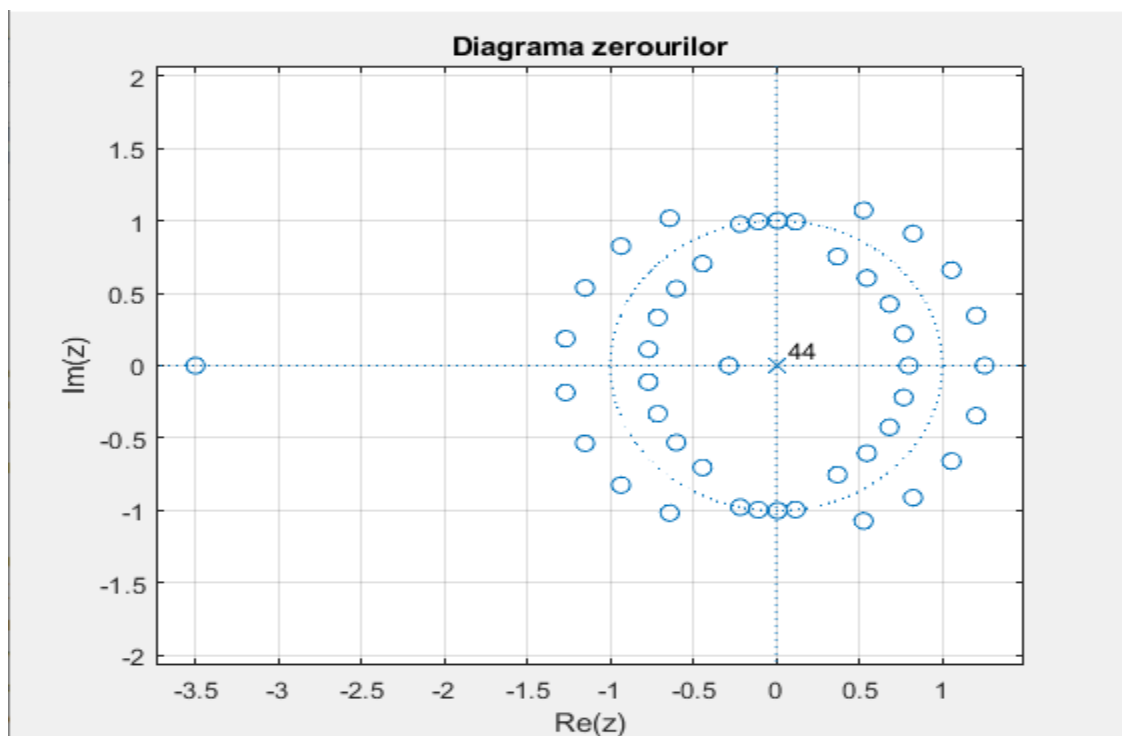
```
wn1=2*Ft1/Fs;
wn2=2*Ft2/Fs;
wn=[wn1,wn2];%intervalul de frecventa de taiere normata
n1=N-1;%ordinul filtrului
f=[0, wn1, wn1, wn2, wn2, 1];%vector cu valori de pe axa frecventelor normate
m=[1, 1, 0, 0, 1, 1];%vector ce contine valorile modulului raspunsului in frecventa
% Afisarea grafică a coeficienților filtrului h(n)
h = fir2(n1, f, m, boxcar(N));
n=0:n1;
figure(1);
stem(n,h), grid;
xlabel('n'), ylabel('h(n)'), title ('Reprezentarea coeficientilor filtrului h(n)');
hold on;
```



- Reprezentați grafic zerourile filtrului.

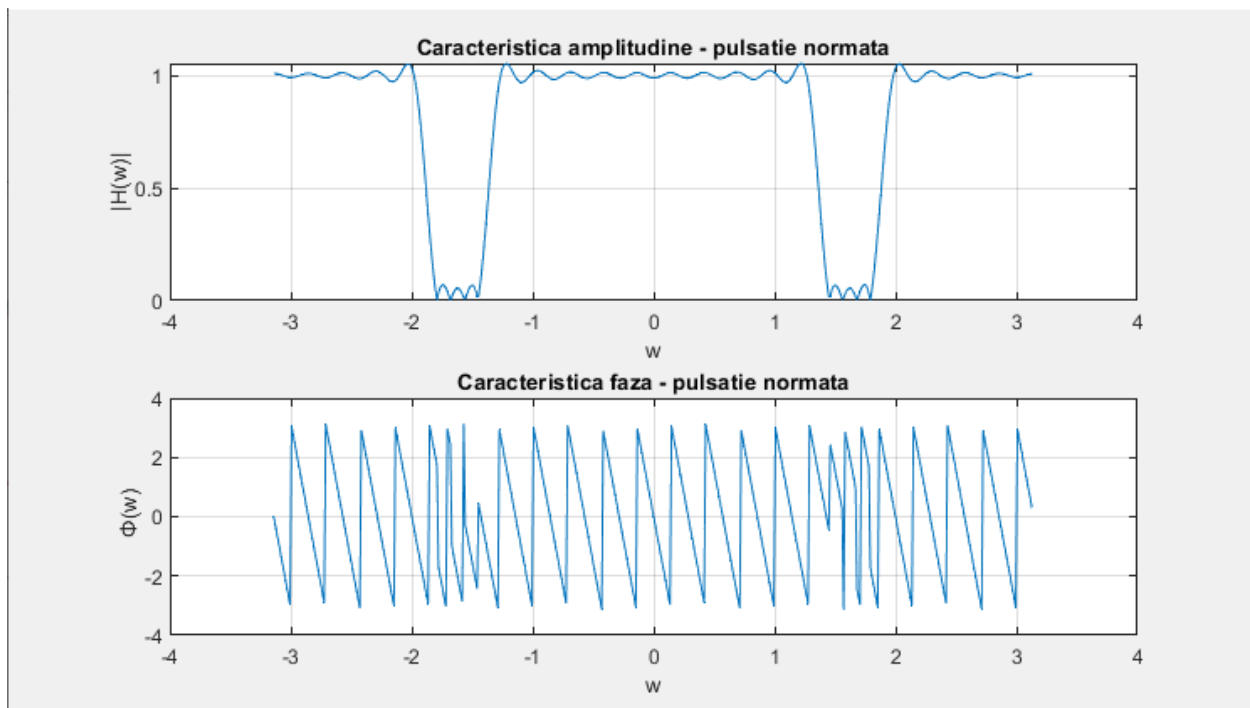
```
figure(2), zplane(h), grid, xlabel('Re(z)'), ylabel('Im(z)'), title ('Diagrama  
zerourilor');
```

```
hold on;
```



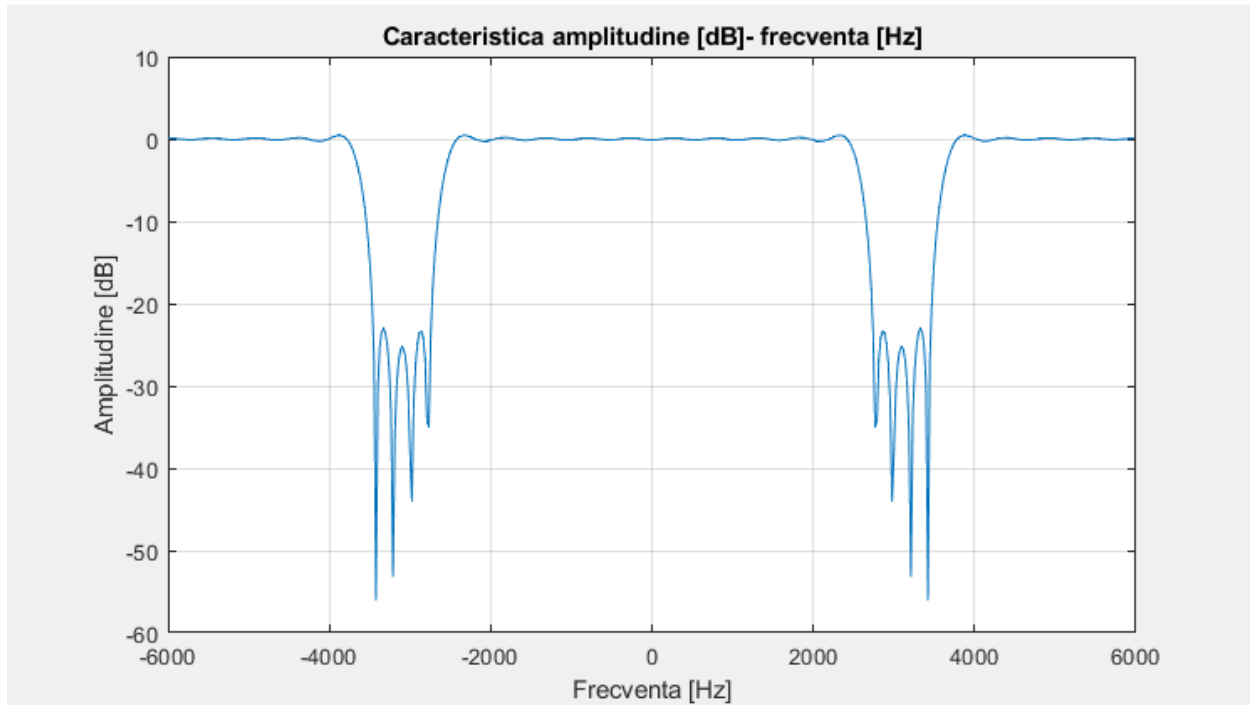
- Reprezentați grafic caracteristica amplitudine-pulsatie normată și caracteristica fază-pulsatie normată.

```
%caracteristica amplitudine-pulsatie normata; caracteristica faza-pulsatie normata
Nfft=512;
w=-pi:2*pi/Nfft:pi-2*pi/Nfft;
H=fft(h,Nfft);
figure(3),
subplot(2,1,1) , plot(w, fftshift(abs(H))), title("Caracteristica amplitudine -
pulsatie normata"),
xlabel('w'), ylabel('|H(w)|'), grid;
subplot(2,1,2) , plot(w, fftshift(angle(H))), title('Caracteristica faza - pulsatie
normata'),
xlabel('w'), ylabel('Φ(w)'), grid;
```



- Reprezentați grafic caracteristica amplitudine [dB] - frecvență [Hz] a filtrului digital proiectat și verificați cu ajutorul zoom-ului și a cursorilor condițiile de proiectare impuse (limitele benzilor de trecere și oprire, atenuări).

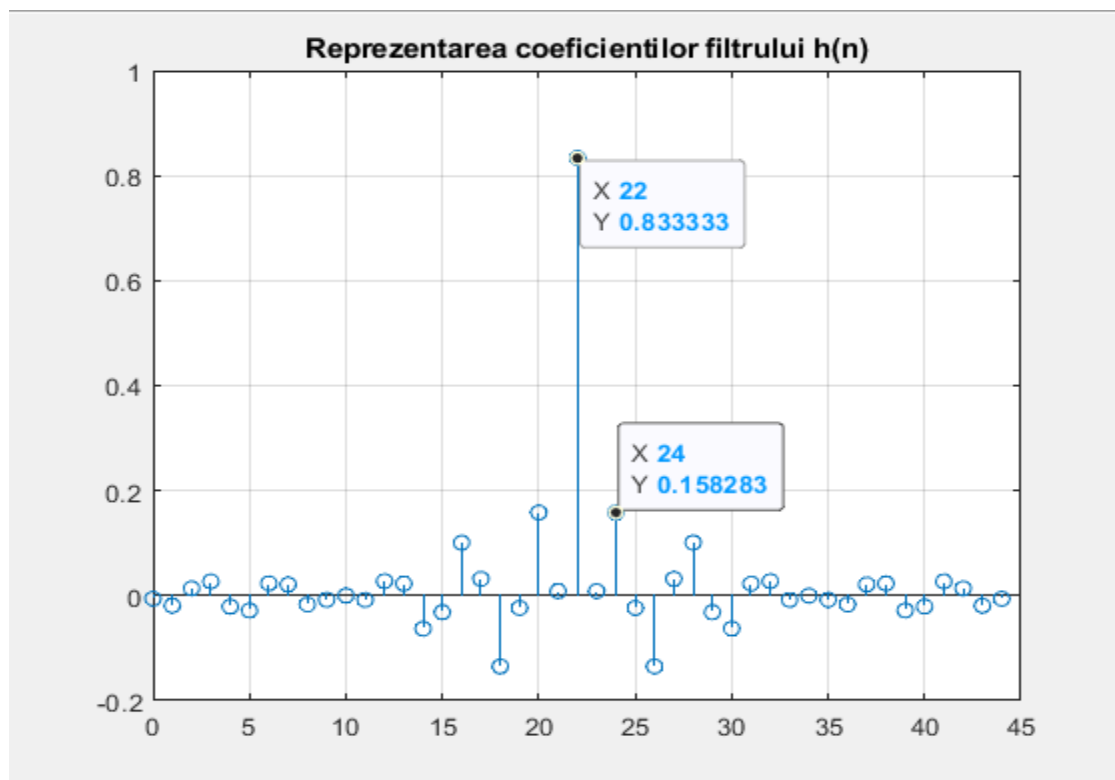
```
%caracteristica amplitudine [dB] - frecvență [Hz] a filtrului digital proiectat
f2 = -Fs/2 : Fs/Nfft: Fs/2 - Fs/Nfft;
figure(4), plot(f2,20*log10(fftshift(abs(H)))), title('Caracteristica amplitudine
[db]- frecventa [Hz]'),
xlabel('Frecventa [Hz]'), ylabel('Amplitudine [dB]'), grid;
```



b) Proiectați filtrul folosind metoda de proiectare prin minimizarea erorii indicată în tabel (funcțiile firls sau firpm).

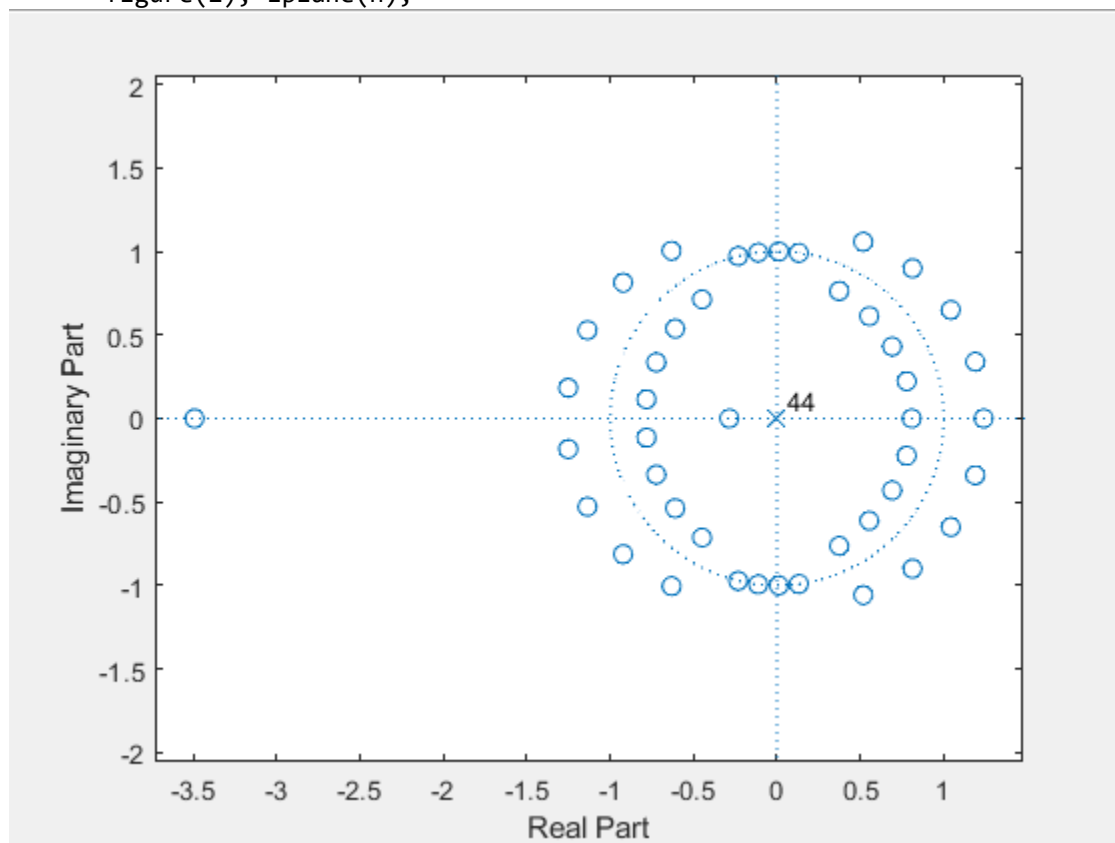
- Reprezentați grafic coeficienții filtrului $h(n)$.

```
wn1=2*Ft1/Fs;
wn2=2*Ft2/Fs;
wn=[wn1,wn2];%intervalul de frecventa de taiere normata
n1=N-1;%ordinul filtrului
f=[0, wn1, wn1, wn2, wn2, 1];%vector cu valori de pe axa frecventelor normate
m=[1, 1, 0, 0, 1, 1];%vector ce contine valorile modulului raspunsului in frecventa
%reprez grafica coeficienti filtru h(n)
h=firls(n1,f,m);
n=0:n1;
figure(1), stem(n,h), title('Reprezentarea coeficientilor filtrului h(n)'), grid;
```



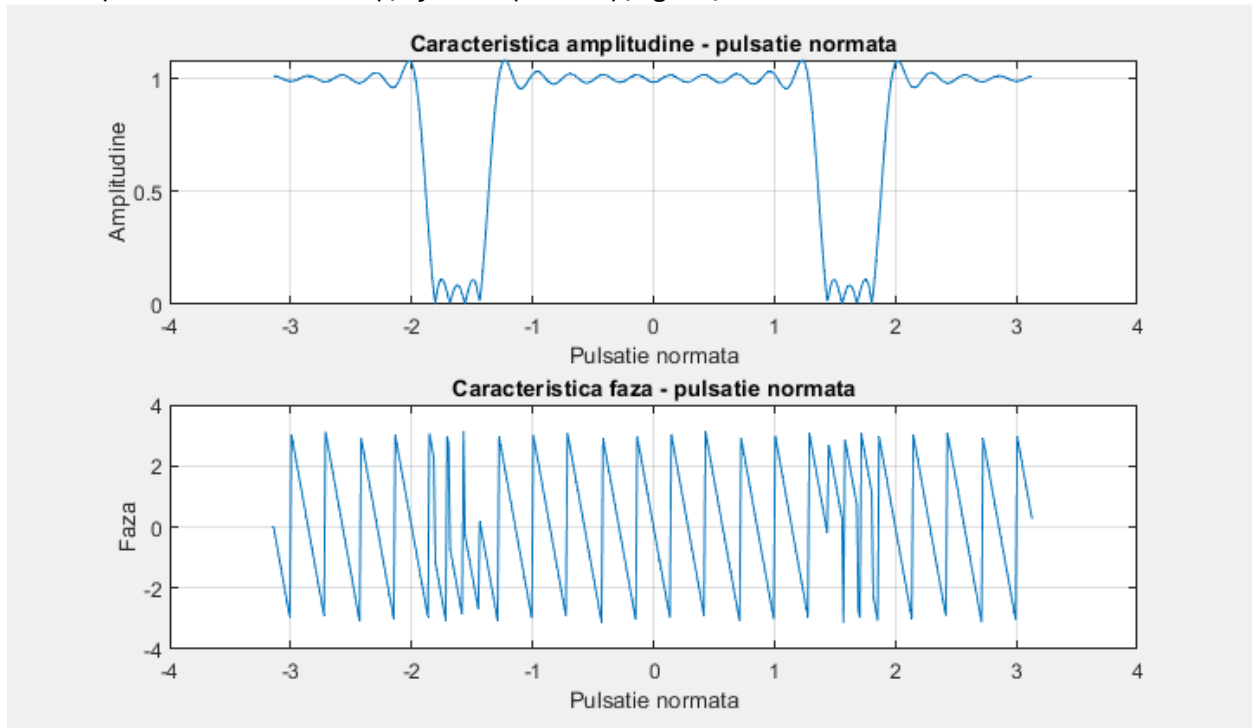
- Reprezentați grafic zerourile filtrului.

figure(2), zplane(h);



- Reprezentați grafic caracteristica amplitudine-pulsație normată și caracteristica fază-pulsație normată.

```
%caracteristica amplitudine-pulsatie normata; caracteristica faza-pulsatie normata
Nfft=512;
w=-pi:2*pi/Nfft:pi-2*pi/Nfft;
H=fft(h,Nfft);
figure(3),
subplot(2,1,1) , plot(w, fftshift(abs(H))), title("Caracteristica amplitudine -
pulsatie normata"),
xlabel('Pulsatie normata'), ylabel('Amplitudine'), grid;
subplot(2,1,2) , plot(w, fftshift(angle(H))), title('Caracteristica faza - pulsatie
normata'),
xlabel('Pulsatie normata'), ylabel('Faza'), grid;
```



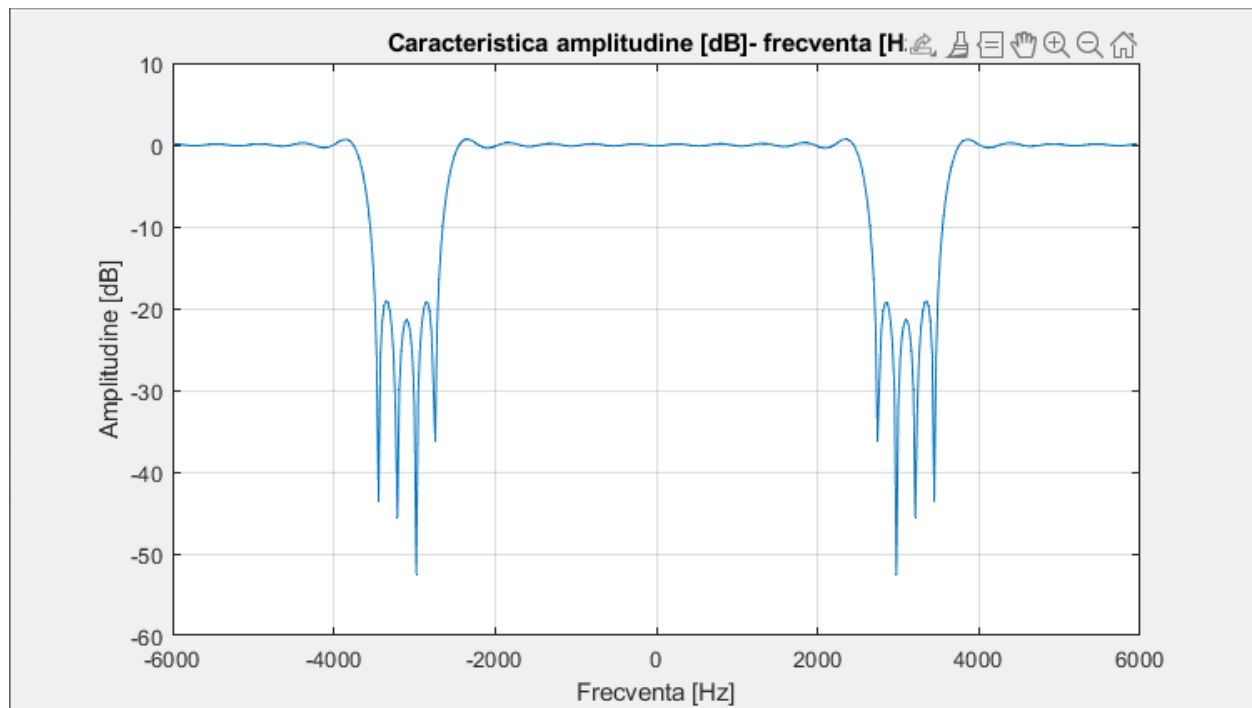
- Reprezentați grafic caracteristica amplitudine [dB] - frecvență [Hz] a filtrului digital proiectat și verificați cu ajutorul zoom-ului și a cursorilor condițiile de proiectare impuse (limitele benzilor de trecere și oprire, atenuări).

%caracteristica amplitudine [dB] - frecvență [Hz] a filtrului digital proiectat

```
f2 = -Fs/2 : Fs/Nfft: Fs/2 - Fs/Nfft;
```

```
figure(4), plot(f2,20*log10(fftshift(abs(H)))), title('Caracteristica amplitudine [dB]- frecventa [Hz]'),
```

```
xlabel('Frecventa [Hz]'), ylabel('Amplitudine [dB]'), grid;
```



II. PROIECTAREA FILTRELOR CU RĂSPUNS INFINIT LA IMPULS

- a) Proiectați în Matlab un filtru digital RII cu parametrii specificați în tabelul TABEL-RII de mai jos, folosind metoda indirectă de proiectare indicată în tabel.

Nume	Grupa	Filtru	Ordin	Frecvența de tăiere (Hz)	Frecvența de eșantionare (Hz)	Frecvența limită (Hz)		Ripluri maxime (dB)		Metoda indirectă de proiectare
						În banda de trecere	În banda de oprire	În banda de trecere	În banda de oprire	

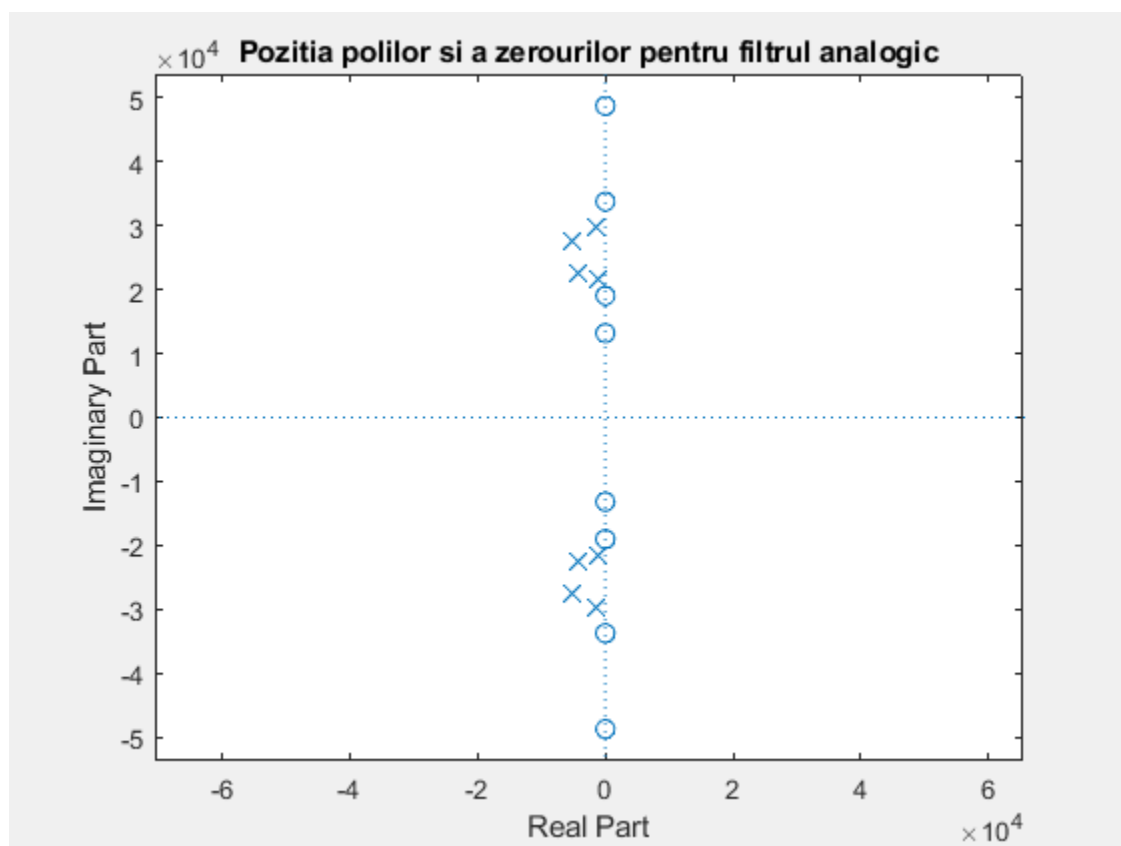
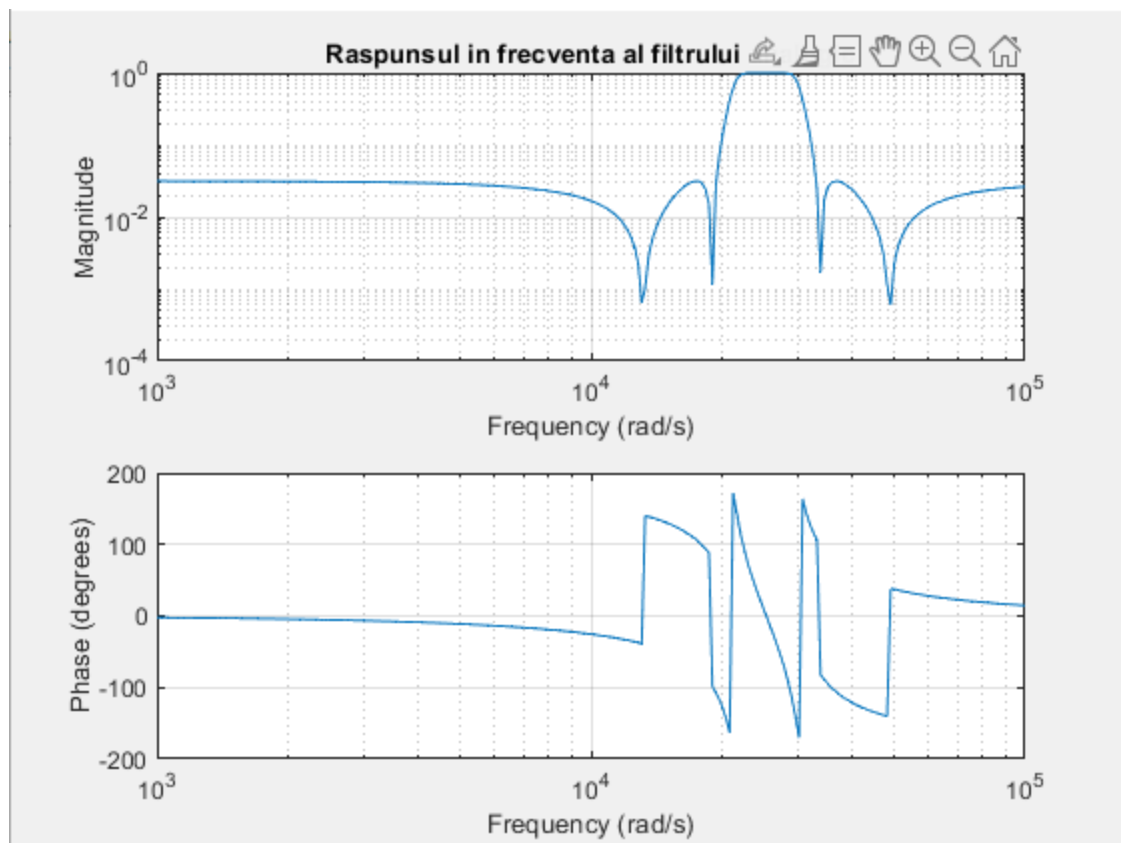
STĂNESCU C.D. Vlad-Constantin	434C	FOB	Cebășev2	4	2600, 3600	12000				30	Transf. biliniară
-------------------------------	------	-----	----------	---	------------	-------	--	--	--	----	-------------------

- Determinați coeficienții funcției filtrului analogic $H(s)$ a și ai filtrului digital $H(z)$.

```
clear;
clc;
close all;
%Declaraire parametrii:
n=4;%ordin filtru
Ft1=2600;%frecventa de taiere 1
Ft2=3600;%frecventa de taiere 2
Fs=12000;%frecventa de esantionare
Rs=30;%riplul maxim in banda de oprire
%det coef functiilor filtrului analogic H(s) si ai filtrului digital H(z)
wt1=2*pi*Ft1/Fs;
wt2=2*pi*Ft2/Fs;
Wt1=2*Fs*tan(wt1/2);
Wt2=2*Fs*tan(wt2/2);
Wt=[Wt1 Wt2];
[b,a]= cheby2(n,Rs,Wt,'s'); %coef H(s)
[bd,ad]=bilinear(b,a,Fs); %coef H(z)
```

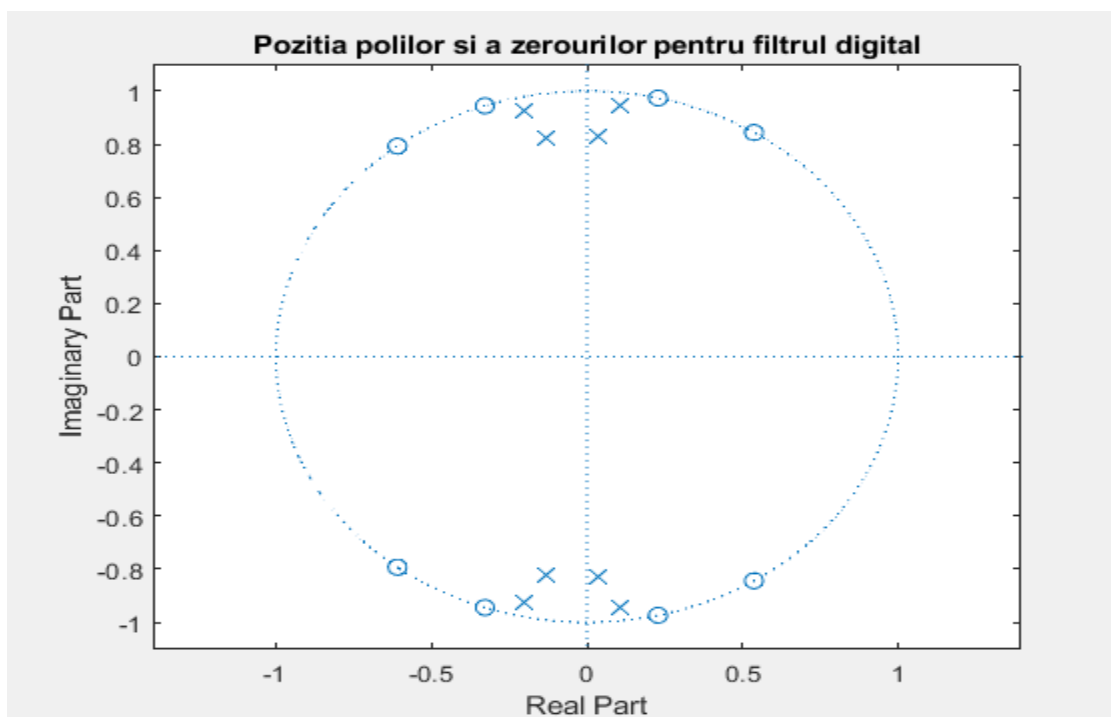
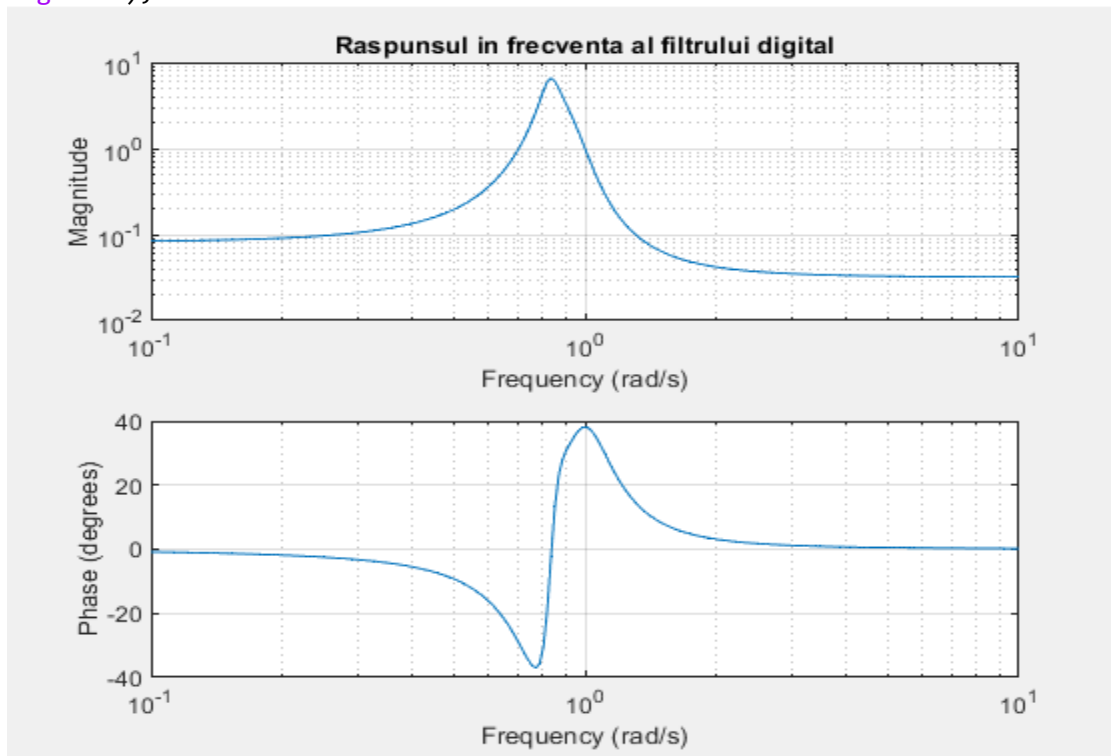
- Reprezentați grafic răspunsul în frecvență și poziția polilor și a zerourilor pentru filtrul analogic.

```
%raspunsul in freqv si pozitia polilor si a zerourilor pt H(s)
figure(1), freqs(b,a), title('Raspunsul in frecventa al filtrului analogic');
figure(2), zplane(b,a), title('Pozitia polilor si a zerourilor pentru filtrul analogic')
```



- Reprezentați grafic răspunsul în frecvență și poziția polilor și a zerourilor pentru filtrul digital proiectat.

```
%răspunsul în frecv și poziția polilor și a zerourilor pt H(z)
figure(3), freqs(bd,ad), title('Răspunsul în frecvență al filtrului digital');
figure(4), zplane(bd,ad), title('Poziția polilor și a zerourilor pentru filtrul digital');
```

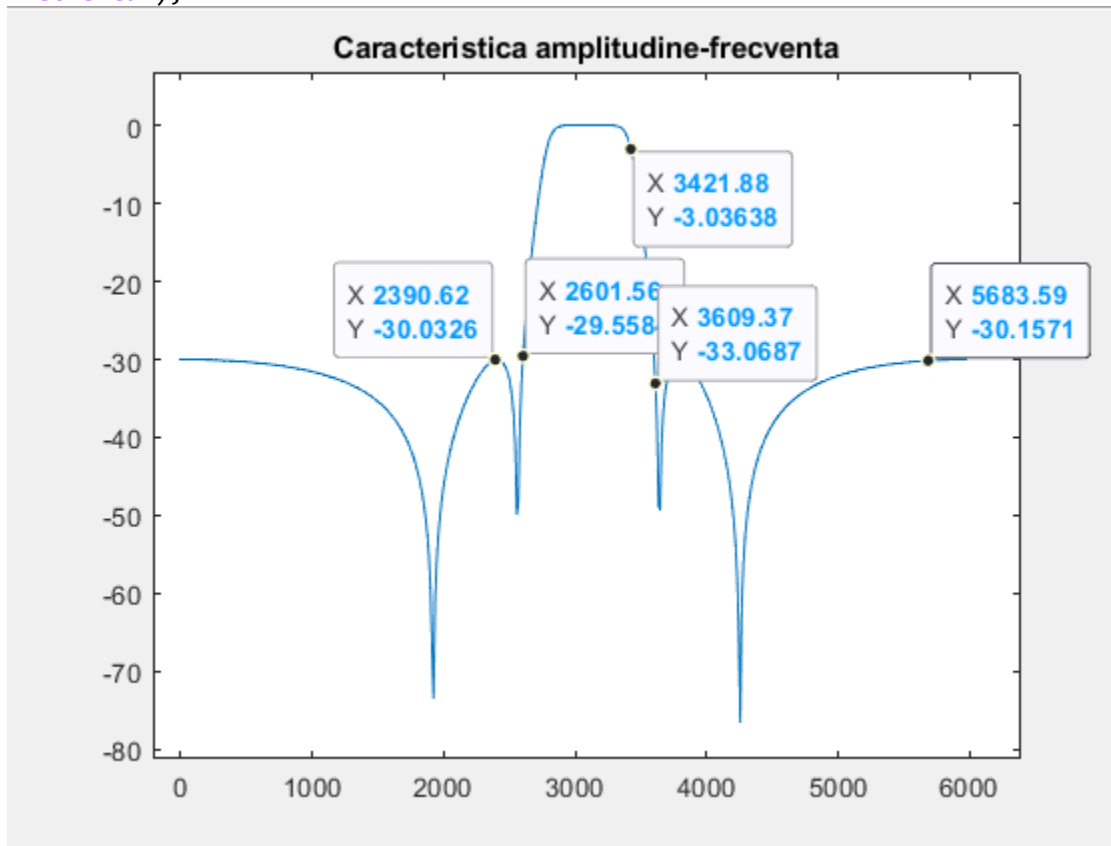


- Reprezentați grafic caracteristica amplitudine [dB] - frecvență [Hz] a filtrului digital proiectat și determinați cu ajutorul zoom-ului și a cursorilor câștigul filtrului la frecvențele de tăiere din tabel verificând condițiile de gabarit impuse.

%caracteristica amplitudine [dB] - frecvență [Hz] a filtrului digital proiectat

[Hd,Wd]=freqz(bd,ad);

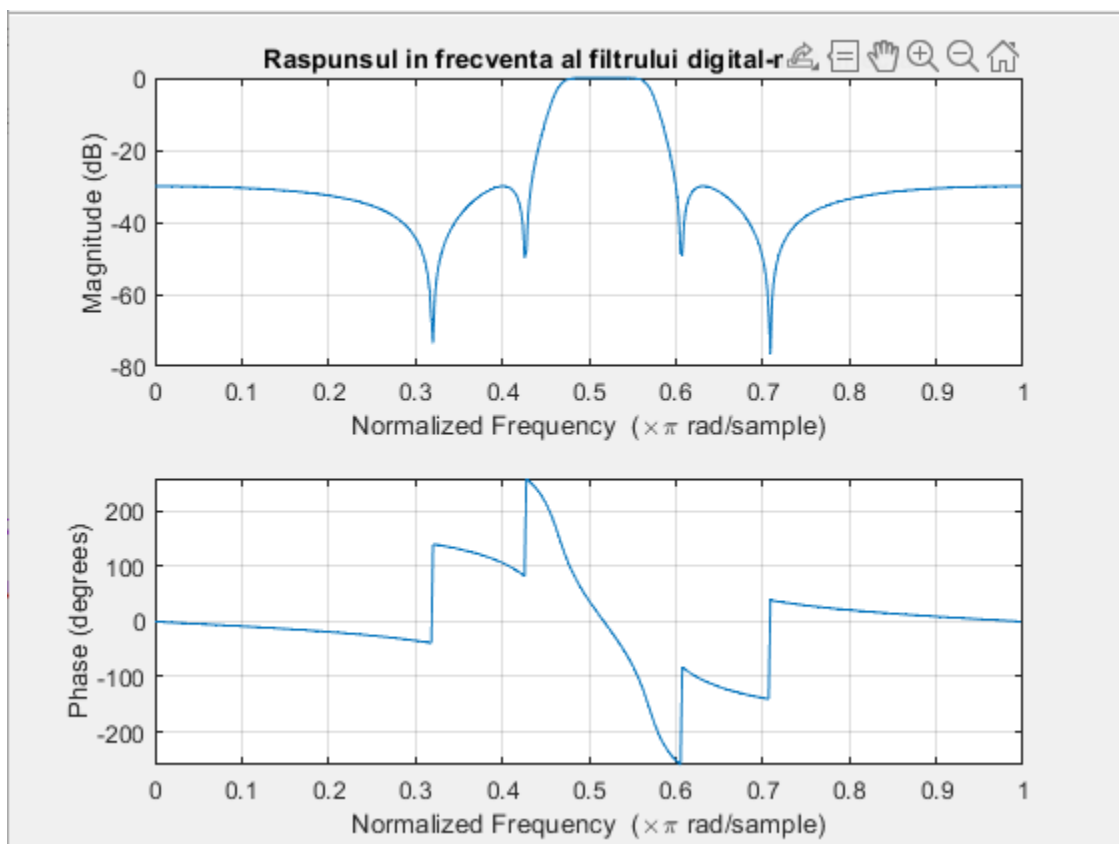
figure(5), plot(Wd*Fs/(2*pi), 20*log10(abs(Hd))), title('Caracteristica amplitudine-frecventa');



b) Reluați proiectarea filtrului digital de la punctul a) folosind metoda directă de proiectare a filtrelor RII din Matlab.

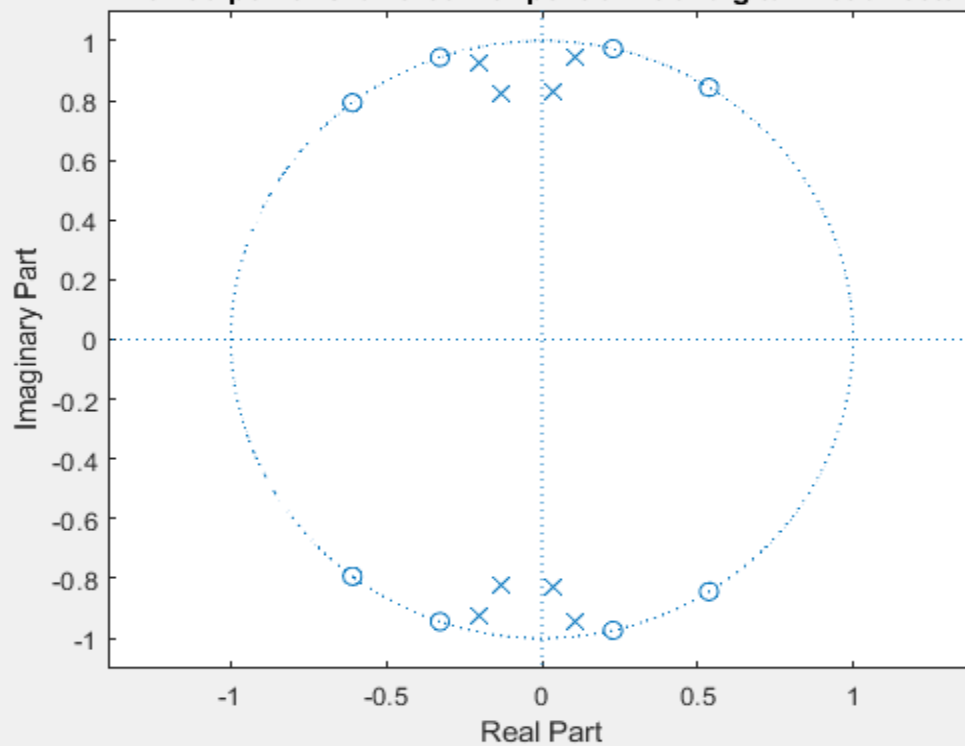
- Reprezentați grafic răspunsul în frecvență și poziția polilor și a zerourilor pentru filtrul digital proiectat.

```
clear;
clc;
close all;
%Declaraire parametrilor:
n=4;%ordin filtru
Ft1=2600;%frecventa de taiere 1
Ft2=3600;%frecventa de taiere 2
Fs=12000;%frecventa de esantionare
Rs=30;%riplul maxim in banda de oprire
%det coef functiilor filtrului analogic H(s) si ai filtrului digital H(z)
W1=2*Ft1/Fs;
W2=2*Ft2/Fs;
Wn=[W1 W2];
[bd,ad]= cheby2(n,Rs,Wn);
%raspunsul in frecv si pozitia polilor si a zerourilor pt H(z)
figure(1), freqz(bd,ad), title('Raspunsul in frecventa al filtrului digital-met
directa');
figure(2), zplane(bd,ad), title('Pozitia polilor si a zerourilor pentru filtrul
digital-met directa');
```

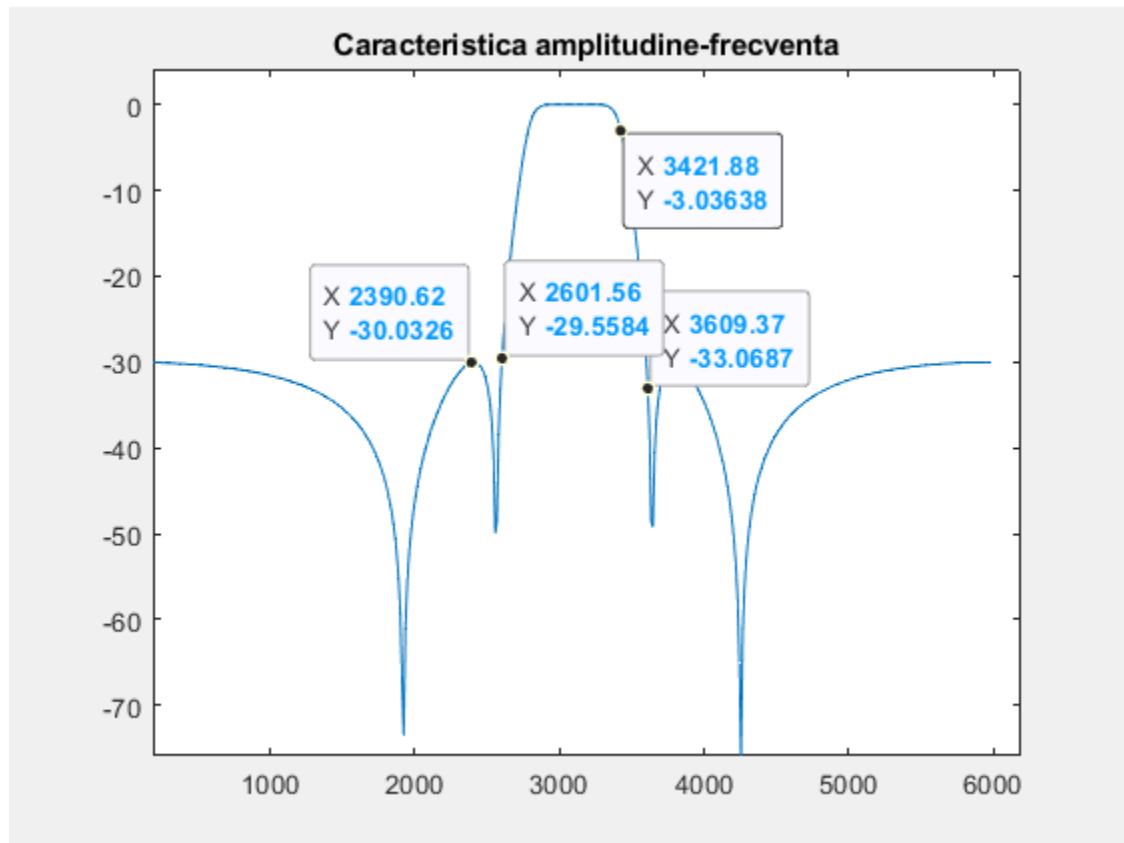




Pozitia polilor si a zerourilor pentru filtrul digital-met directa



- Reprezentați grafic caracteristica amplitudine [dB] - frecvență [Hz] a filtrului digital proiectat și determinați cu ajutorul zoom-ului și a cursorilor câștigul filtrului la frecvențele de tăiere din tabel verificând condițiile de gabarit impuse. de tăiere din tabel



c) Aplicați la intrarea filtrului proiectat la punctul b) (cu metoda directă) un semnal sinusoidal de frecvență variabilă între 0 Hz și $F_s/2$ generat cu ajutorul funcției Matlab chirp. Durata semnalului generat este de 1 secundă.

- Reprezentați semnalele de la intrarea și ieșirea filtrului.
- Reprezentați spectrograma semnalelor de la intrarea și ieșirea filtrului

```
%Forma si spectrograma semnalului de intrare si de iesire
t = 0:1/Fs:1;
x = chirp(t,0,1,Fs/2);
y=filter(bd,ad,x);

figure(4),plot(t,x),grid,title('Semnal intrare'),xlabel('Timp')
figure(5),plot(t,y),grid,title('Semnal iesire'),xlabel('Timp')
figure(6),spectrogram(x,512,256,512,Fs,'yaxis'),colormap(jet),
title('Spectrograma semnal intrare')
figure(7),spectrogram(y,512,256,512,Fs,'yaxis'),colormap(jet),
title('Spectrograma semnal iesire')
```

