Laboartor 4 - pb rezolvate

Stecalovici Adriana-Vasilica, grupa 2243/1

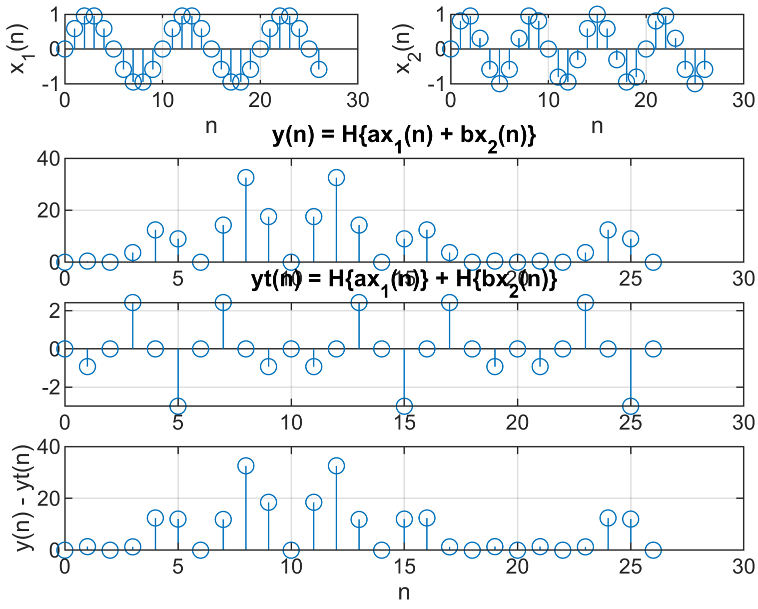
Ex 1) Pe baza digramei de la exemplul 1, demontrați că sistemul

$H\{x(n)\} = x^2(n)$ este neliniar. Se consideră

$a = 3,\ b = -3,\ x_1(n) = \sin(2\pi 0.1n)$ si $x_2(n) = \sin(2\pi 0.15n)$.

Variabila timp se va considera a.î. să fie reprezentate 4 perioade corespunzătoare celei de-a doua secvențe.

```
clear variables;
n = 0:26.6; % 4 perioade = (1/f)*4
a = 3; b = -3;
x1 = sin(2*pi*0.1*n);
x2 = sin(2*pi*0.15*n);
%N = seqperiod(x2, 1e-10)

%a)
x = a*x1 + b*x2;
y = x.^2;
%b)
y1 = x1.^2;
y2 = x2.^2;
yt = a*y1 + b*y2;

%y(n)-yt(n)
d=round(y - yt, 10);

figure,
subplot(421), stem(n, x1), grid, xlabel('n'), ylabel('x_1(n)'),
subplot(422), stem(n, x2), grid, xlabel('n'), ylabel('x_2(n)'),
subplot(412), stem(n, y), grid, title('y(n) = H\{ax_1(n) + bx_2(n)\}'),
subplot(413), stem(n, yt), grid, title('yt(n) = H\{ax_1(n)\} + H\{bx_2(n)\}'),
subplot(414), stem(n, d), grid, xlabel('n'), ylabel('y(n) - yt(n)'),
```




```
if d==0
disp('Sistemul este liniar')
else
disp('Sistemul este neliniar')
end
```

```
Sistemul este neliniar
```

Ex 2) Să se evalueze răspunsul la impuls al sistemului descris prin funcția de transfer

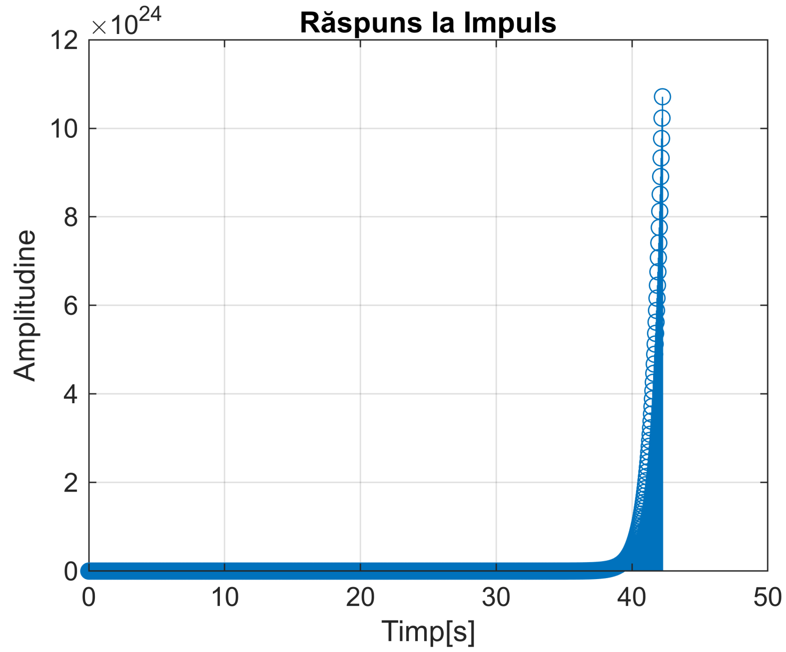
$$H(z) = \frac{0.5z^2 + 0.5z}{z^2 - z - 0.5}.$$

```
clear variables;
num = [0.5 0.5 0]; % Coef. numaratorului
den = [1 -1 -0.5]; % Coef. numitorului

% Crearea fct. de transfer
H = tf(num, den)
```

```
H =

  0.5 s^2 + 0.5 s
  ---------------
   s^2 - s - 0.5

Continuous-time transfer function.
Model Properties
```

```
[y, t] = impulse(H);

figure;
```

```
stem(t, y), grid, % sau impz(num, den);
xlabel('Timp[s]');
ylabel('Amplitudine');
title('Răspuns la Impuls');
```



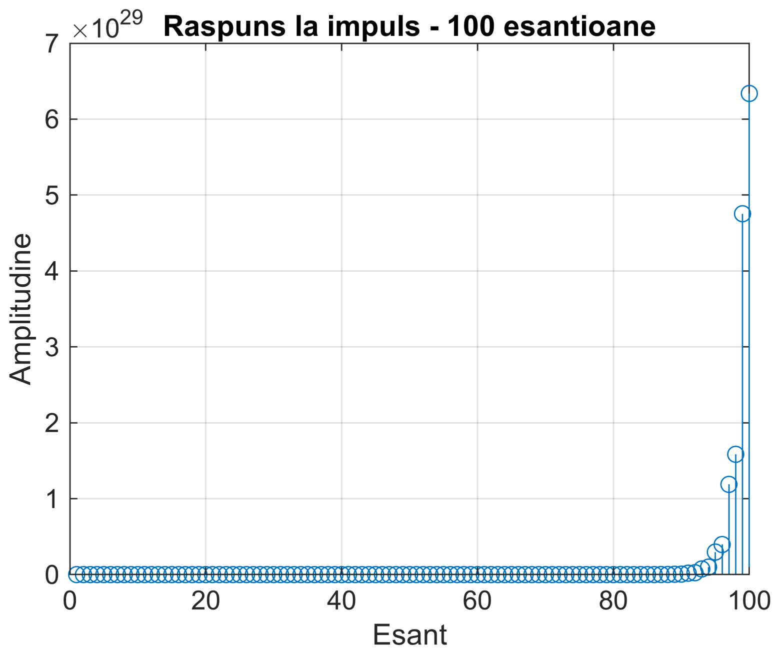
Ex 3) Să se evalueze primele 100 de eșantioane ale secvenței răspuns la impuls, pentru sistemul descris prin funcția de transfer

$$H(z) = \frac{1 + z^{-1} + z^{-2} + z^{-3}}{1 - 0.5z^{-1} - 4z^{-2} + 2z^{-3}}.$$

```
clear variables;
num = [1 1 1 1];
den = [1 -0.5 -4 2];

Hz = filt(num, den)
```

```
Hz =

      1 + z^-1 + z^-2 + z^-3
  ------------------------------
  1 - 0.5 z^-1 - 4 z^-2 + 2 z^-3

Sample time: unspecified
Discrete-time transfer function.
Model Properties
```

```
H = impz(num, den, 100); % raspuns la impuls
figure, stem(H), grid,
title('Raspuns la impuls - 100 esantioane'),
xlabel('Esant'), ylabel('Amplitudine');
```



Ex 4) Să se evalueze primele 200 de eșantioane ale secvenței răspuns la impuls, pentru sistemul descris prin funcția de transfer

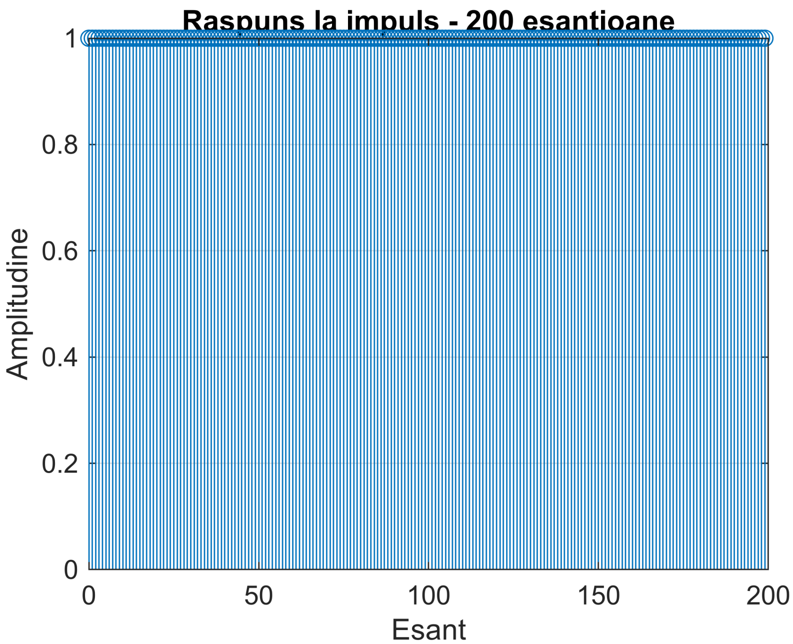
$$H(z) = \frac{z}{z-1}.$$

Ce secvență se obține?

```
clear variables;
% Al treilea argument, -1, la funcția tf indică faptul că sistemul
% este un sistem în timp discret fără un timp de eșantionare specificat
num = [1 0];
den = [1 -1];
Hz = tf(num,den, -1)
```

```
Hz =

    z
  -----
  z - 1

Sample time: unspecified
Discrete-time transfer function.
Model Properties
```

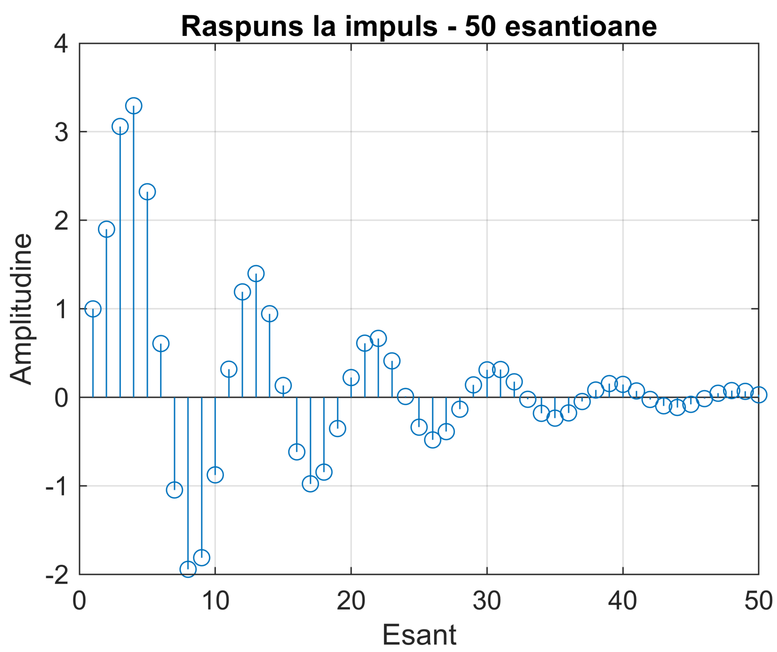
```
t = 0:199;
[y, t] = impulse(Hz, t);

figure,
stem(t, y), grid, % sau stem(impz(num, den, 200)),
title('Raspuns la impuls - 200 esantioane'),
xlabel('Esant'), ylabel('Amplitudine');
```



Ex 5) Să se evalueze primele 50 de eșantioane ale răspunsului la impuls corespunzător sistemului

$$H(z) = \frac{z^2 + 1}{z^3 - 1.9z^2 + 1.55z - 0.425}.$$

```
clear variables;
num = [1 0 1];
den = [1 -1.9 1.55 -0.425];

figure, stem(impz(num, den, 50)), grid,
title('Raspuns la impuls - 50 esantioane'),
xlabel('Esant'), ylabel('Amplitudine');
```



Ex 6) Un sistem LTI este caracterizat prin relația de intrare-ieșire

$$y(n) = 1.5\cos\frac{\pi}{8}\,y(n-1) - 0.95\,y(n-2) + x(n) + 0.4x(n-1).$$

• Conform ecuației cu diferențe finite, secvența răspuns la impuls corespunzătoare sistemului este

$$h(n) = \left[A_1(p_1)^n + A_2(p_2)^n\right]u(n).$$

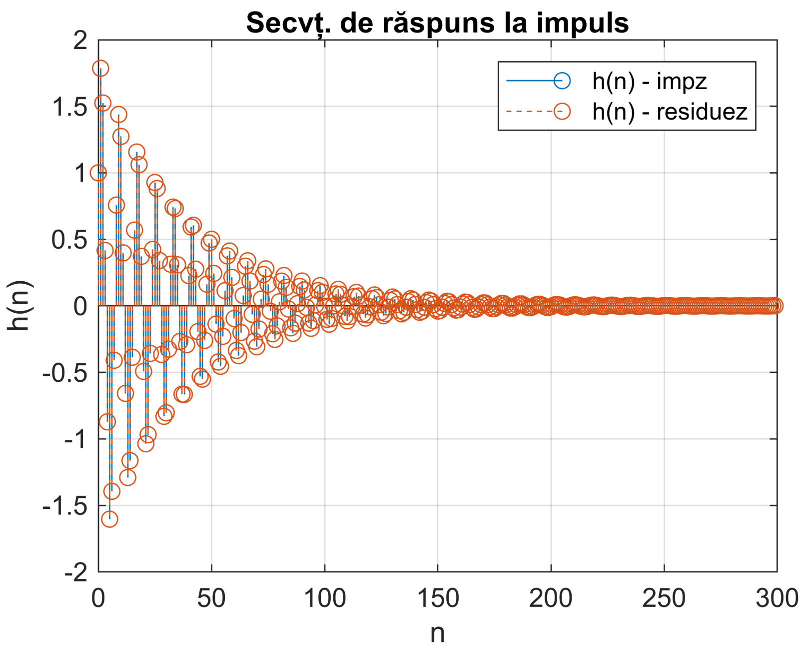
Reprezentați, pe același grafic, secvența răspuns la impuls obținută cu ajutorul funcție 'impz' și cea obținută cu relația anterioară (secvența răspuns la impuls trebuie să aibă 300 de valori).

• Să se determine și să se ilustreze grafic răspunsul permanent al sistemului la excitația

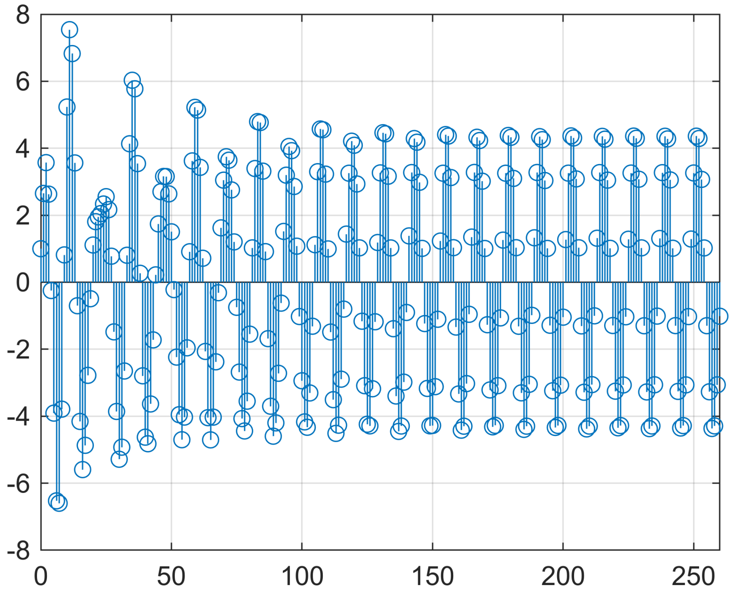
$$x(n) = e^{j\omega_0 n}, \text{ unde } n = \overline{0, 260},\ \ \omega_0 = \frac{\pi}{6}$$

```
clear variables;
format short;
n = 0:299;
num = [1 0.4];
den = [1 -1.5*cos(pi/8) 0.95];

%b1
%reprezentare cu impz
h1 = impz(num, den, length(n));
%reprezentare cu residuez - descompunere in fractii simple
[A, p, k] = residuez(num, den);
h2 = A(1)*p(1).^n + A(2)*p(2).^n;
```

```
figure,
stem(n, h1), hold all,
stem(n, h2, '--'), hold off, grid;
xlabel('n');
ylabel('h(n)');
title('Secvț. de răspuns la impuls');
legend('h(n) - impz', 'h(n) - residuez');
```




```
%b2
w0 = pi/6;
n2 = 0:260;
x = exp(1j*w0*n2); % excitatia

y = filter(num, den, x); % răspunsul permanent al sistemului la excitația x

figure,
stem(n2, real(y)), grid;
xlim([n2(1) n2(end)]);
```



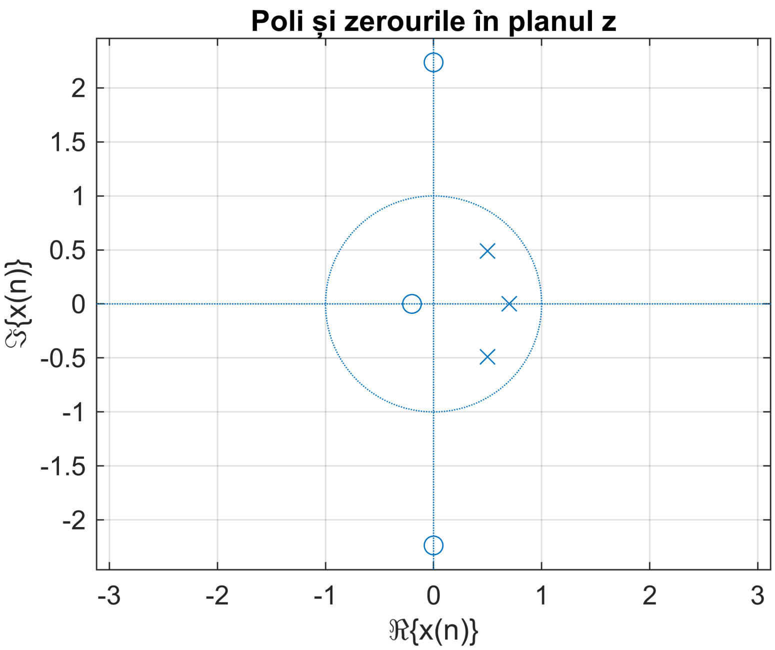
Ex 7) Un sistem LTI este caracterizat prin funcția de sistem

$$H(z) = \frac{(z+0.2)(z^2+5)}{(z-0.7)(z^2-z+0.49)}.$$

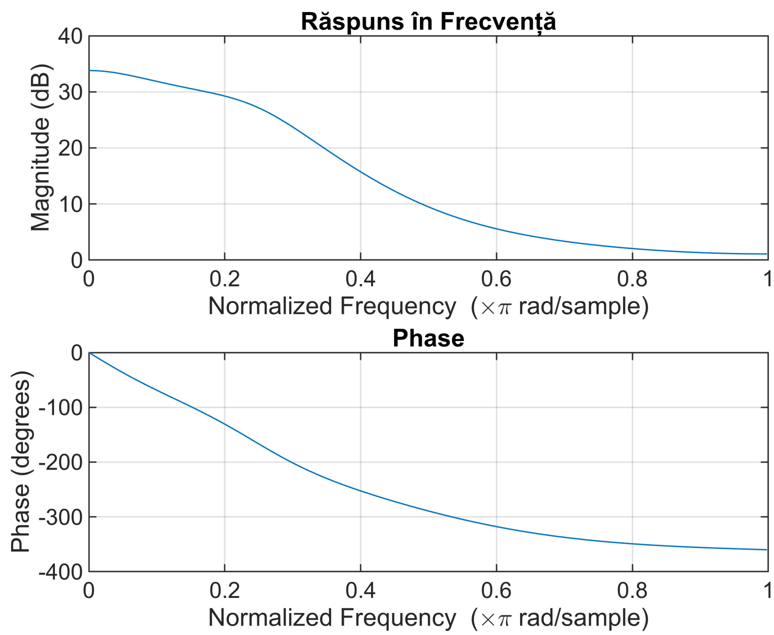
• Să se reprezinte polii și zerourile în planul-z folosind funcția 'zplane'

• Să se reprezinte grafic caracteristicile funcției răspuns la frecvență

```
clear variables;
num1 = [1 0.2];
num2 = [1 0 5];
num = conv(num1, num2);
den1 = [1 -0.7];
den2 = [1 -1 0.49];
den = conv(den1, den2);

figure, zplane(num, den), grid,
title('Poli și zerourile în planul z');
xlabel('\Re\{x(n)\}');
ylabel('\Im\{x(n)\}');
```




```
%Functia raspuns la frecventa
figure;
freqz(num, den);
title('Răspuns în Frecvență');
```



Ex 8) Să se analizeze efectul polilor și zerourilor asupra modulului funcției răspuns la frecvență, pentru sistemele

- $H_1(z) = \left(1 - z_1 z^{-1}\right)\left(1 - z_2 z^{-1}\right)$, unde

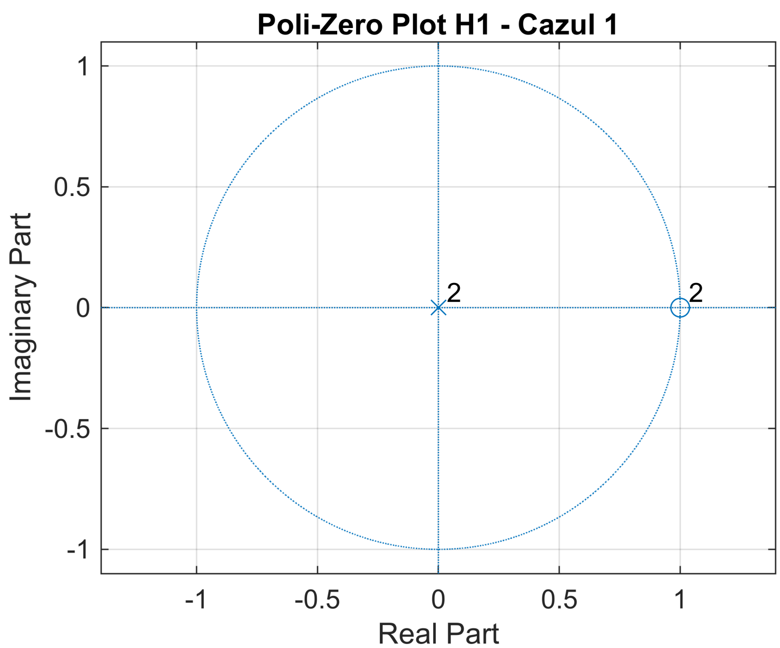
(a) $z_{1,2} = 1$;

Reprezentați grafic diagramele poli-zerouri și modulul funcțiilor răspuns la frecvență. Comentați rezultatele.

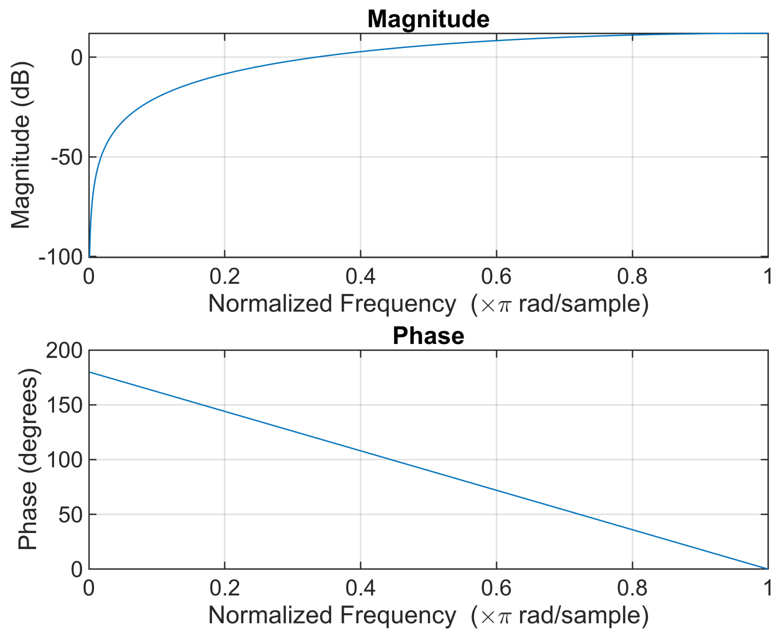
```
clear variables;
z = [1 1]; num = poly(z);
den=[1];
% Verificare:
Hz = filt(num,den)
```

```
Hz =

  1 - 2 z^-1 + z^-2

Sample time: unspecified
Discrete-time transfer function.
Model Properties
```

```

figure,
zplane(num, den), grid
title('Poli-Zero Plot H1 - Cazul 1');
```



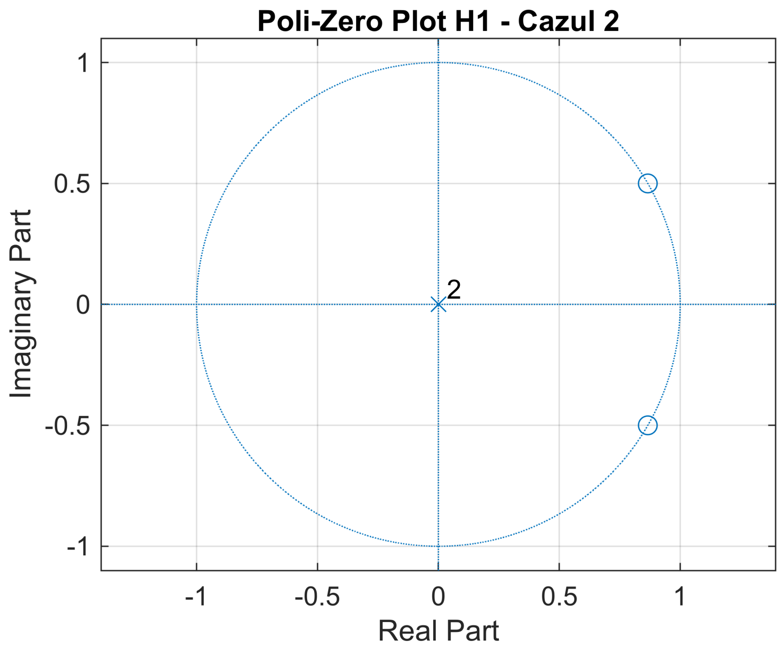

```
%functia raspuns la frecventa
figure, freqz(num,den,2^10);
```



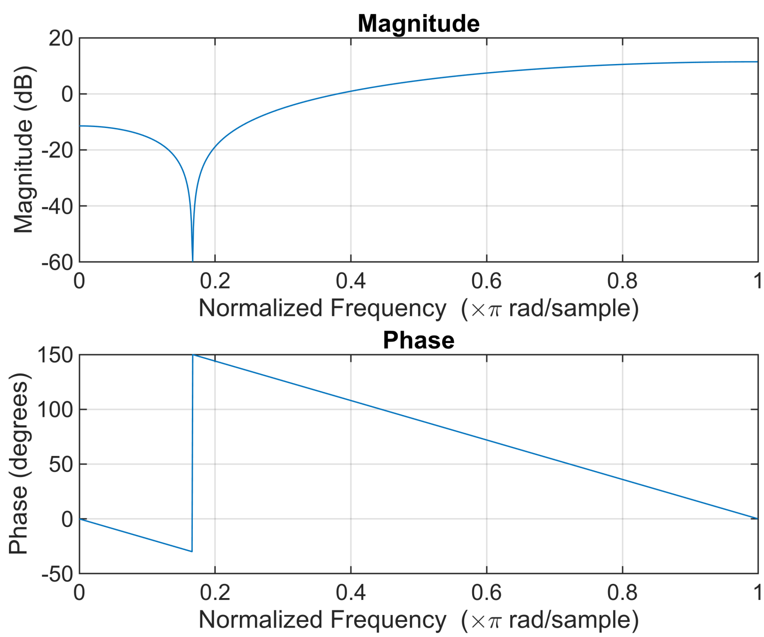
- $H_1(z) = \left(1 - z_1 z^{-1}\right)\left(1 - z_2 z^{-1}\right)$, unde

(b) $z_{1,2} = e^{\pm j\frac{\pi}{6}}$;

```
clear variables;
z = [exp(1j*pi/6); exp(-1j*pi/6)];
num = poly(z);
den = [1];

% Verificare:
Hz = filt(num,den);

figure, zplane(num, den), grid;
title('Poli-Zero Plot H1 - Cazul 2');
```




```
%functia raspuns la frecventa
figure, freqz(num,den,2^10);
```



- $H_1(z) = \left(1 - z_1 z^{-1}\right)\left(1 - z_2 z^{-1}\right)$, unde

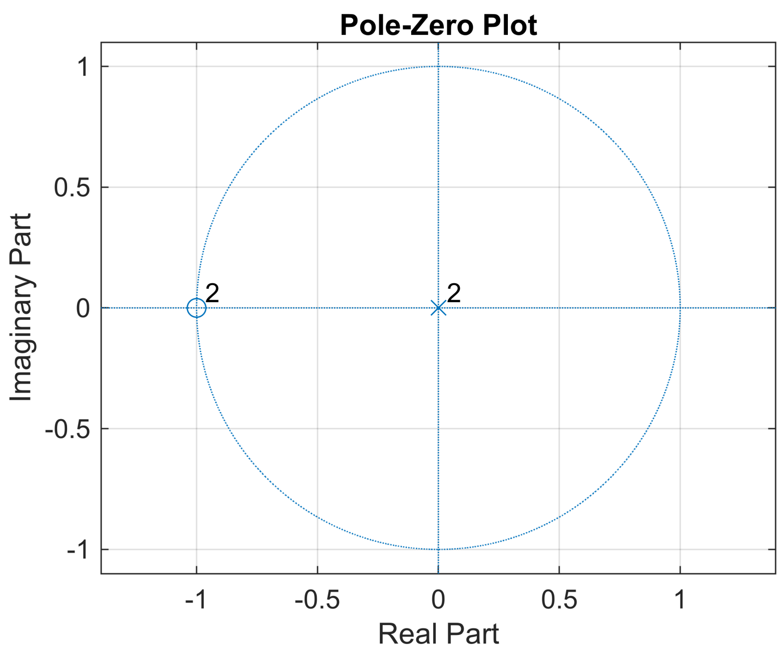
(g) $z_{1,2} = -1$

```
clear variables;
z = [-1 -1]; num = poly(z);
den = [1];
```

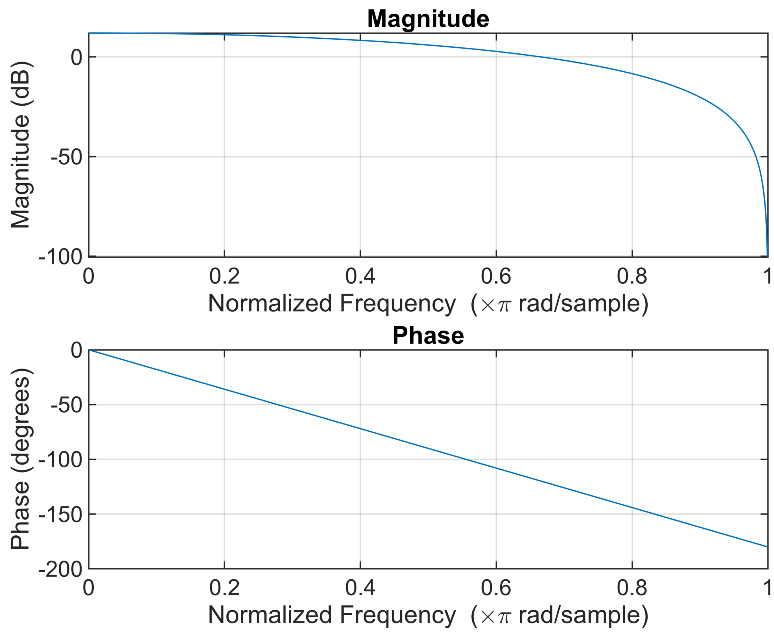
```
% Verificare
Hz = filt(num, den)
```

```
Hz =

  1 + 2 z^-1 + z^-2

Sample time: unspecified
Discrete-time transfer function.
Model Properties
```

```
figure, zplane(num, den), grid;
```




```
% Functia raspuns la frecventa
figure, freqz(num,den, 2^10);
```



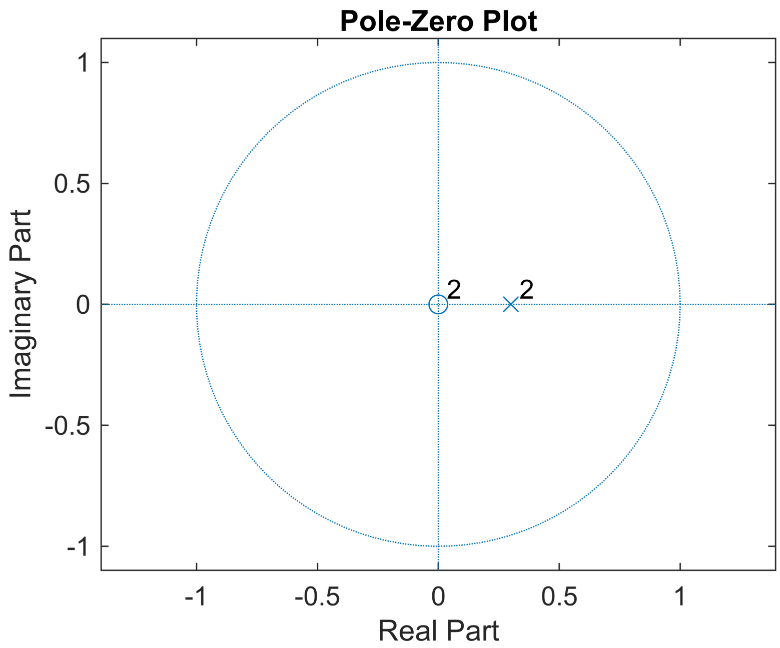
- $H_2(z) = \dfrac{0.3}{\left(1 - p_1 z^{-1}\right)\left(1 - p_2 z^{-1}\right)}$, unde

(a) $p_{1,2} = 0.3$;

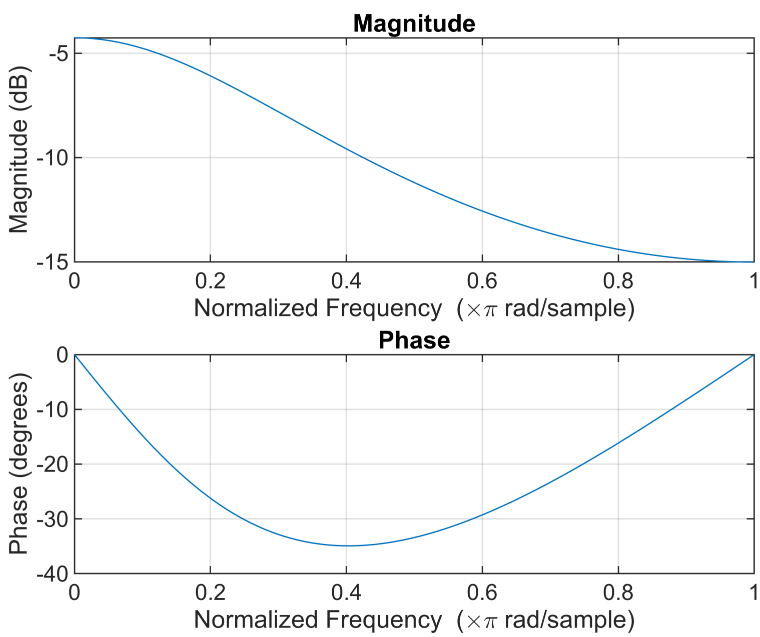
```
clear variables;
num = [0.3];
p = [0.3 0.3];
den = poly(p);

% Verificare
Hz = filt(num, den)
```

```
Hz =

           0.3
  ------------------------
  1 - 0.6 z^-1 + 0.09 z^-2

Sample time: unspecified
Discrete-time transfer function.
Model Properties
```

```
figure, zplane(num, den);
```




```
% Functia raspuns la frecventa
figure, freqz(num, den, 2^10);
```



- $H_2(z) = \dfrac{0.3}{\left(1 - p_1 z^{-1}\right)\left(1 - p_2 z^{-1}\right)}$, unde

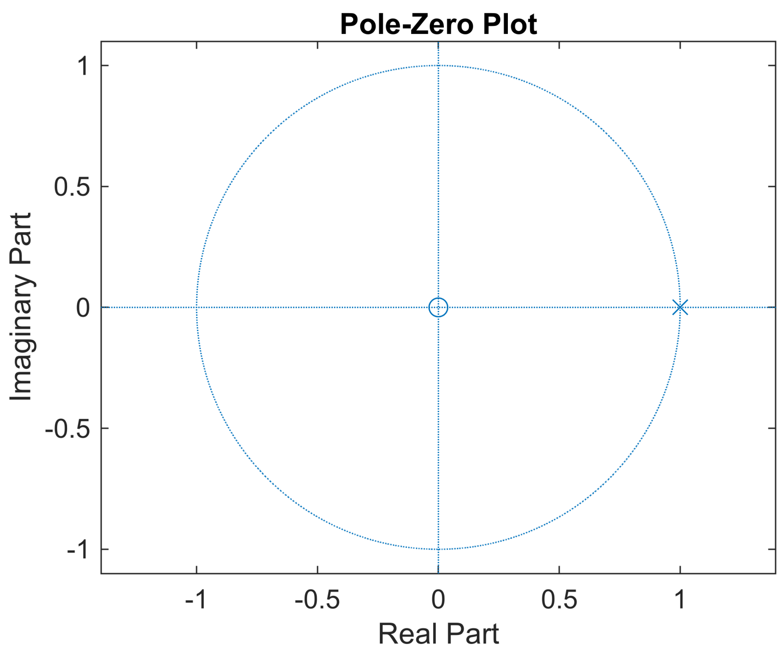
(d) $p_{1,2} = e^{\pm j\frac{3\pi}{4}}$;

```
clear variables;
```

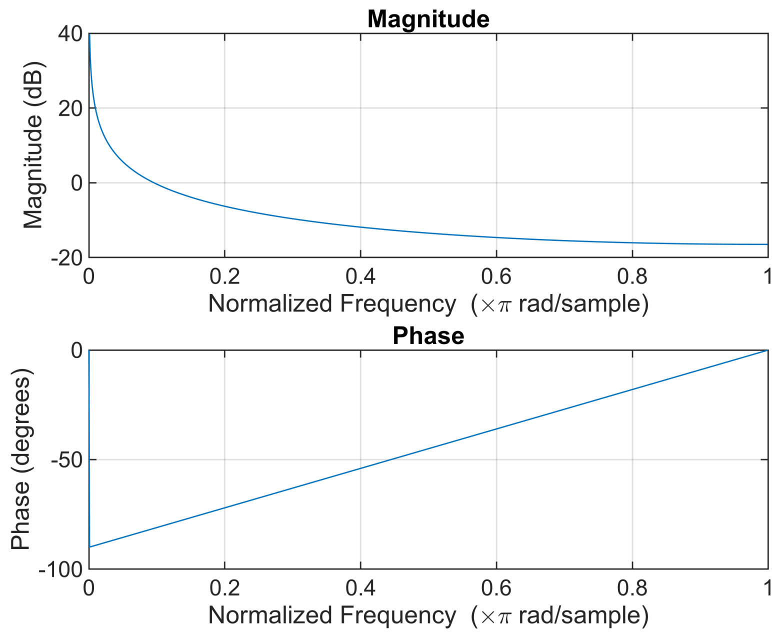
```
num = [0.3];
p = [exp(1j*(3*pi)/4 -1j*(3*pi)/4)];
den = poly(p);

% Verificare
Hz = filt(num, den)
```

```
Hz =

    0.3
  --------
  1 - z^-1

Sample time: unspecified
Discrete-time transfer function.
Model Properties
```

```
figure, zplane(num, den);
```




```
% Functia raspuns la frecventa
figure, freqz(num,den, 2^10);
```



Ex 9) Se consideră următoarele sisteme LTI caracterizate prin funcțiile de transfer

$$H_1(z) = 1 - 4z^{-1} + 4z^{-2},$$

• Reprezentați grafic diagramele poli-zerouri

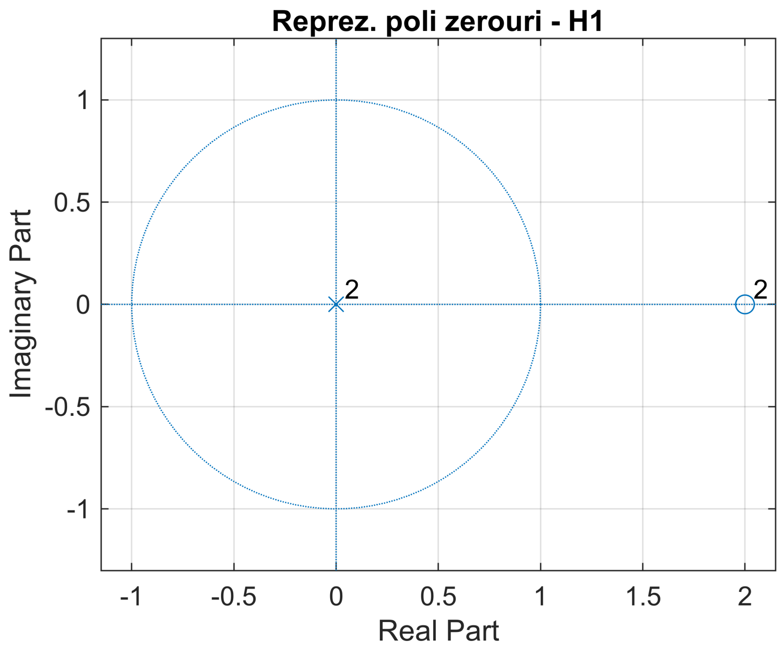
• Reprezentați grafic caracteriticile funcțiilor răspuns la frecvență. Să se specifice ce tip de sistem este descris prin fiecare funcție de transfer

• Să se eveluaze și să se reprezinte grafic răspunsul la impuls și răspunsul la secvența treaptă unitate, pentru fiecare dintre sistemele considerate

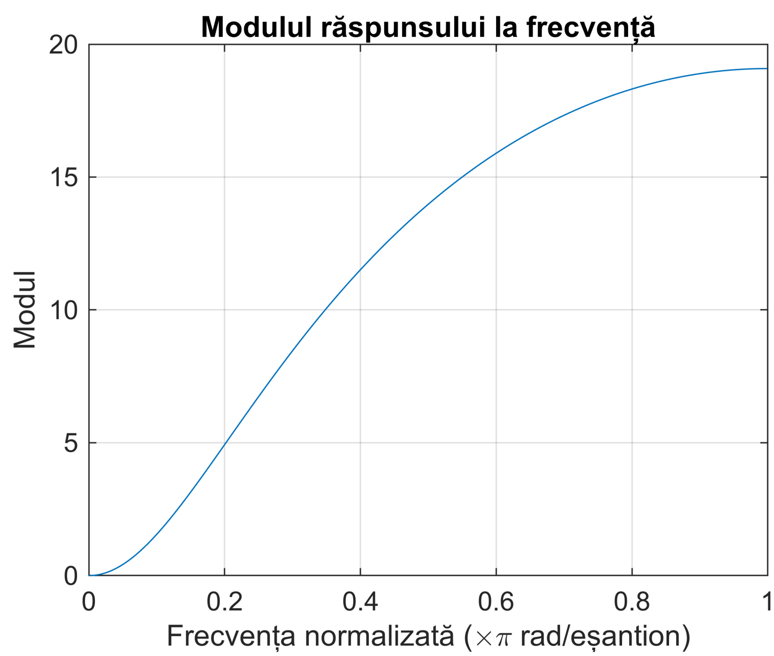
```
clear variables;
num = [1 -4 4];
den = 1;
Hz = filt(num, den)
```

```
Hz =

  1 - 4 z^-1 + 4 z^-2

Sample time: unspecified
Discrete-time transfer function.
Model Properties
```

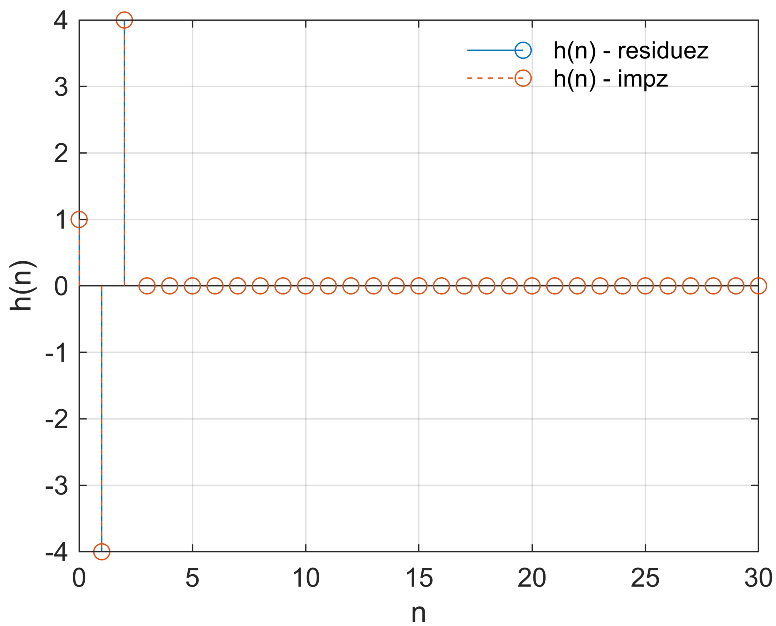
```
%1. Reprezentare poli, zerouri
figure,
zplane(num, den), grid;
title('Reprez. poli zerouri - H1');
```




```
% Calcularea răspunsului în frecvență pentru a vedea efectul polilor și zerourilor
[Hz, freq] = freqz(num, den, 2^10);

% Trasarea modulului răspunsului la frecvență
figure,
plot(freq/pi, mag2db(abs(Hz)));
title('Modulul răspunsului la frecvență');
xlabel('Frecvența normalizată (\times\pi rad/eșantion)');
ylabel('Modul');
grid on;
```

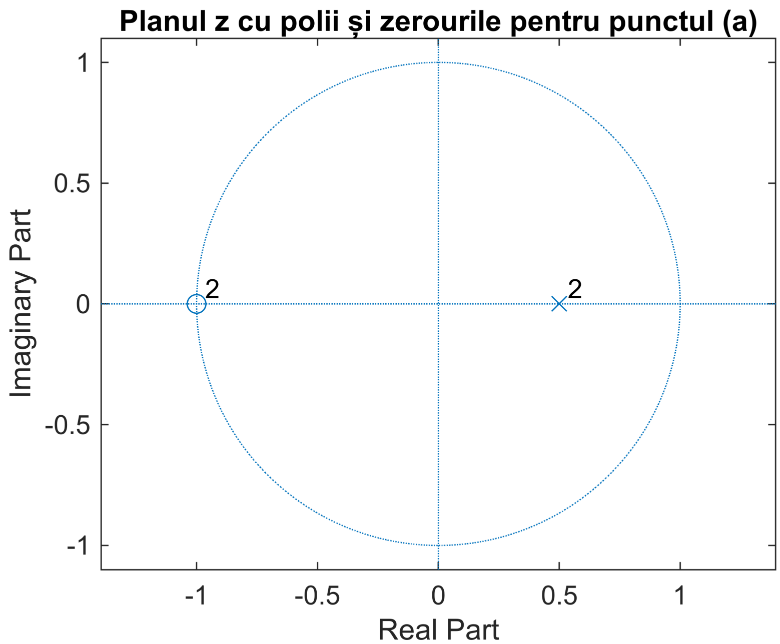


```
%Raspuns la impuls
n = 0:30;
h= impz(num, den, length(n));

figure,
stem(n, h), hold all,
stem(n, h, '--'), hold off; grid,
legend('h(n) - residuez', 'h(n) - impz', 'Location', 'best'),
legend('boxoff'), xlabel('n'), ylabel('h(n)')
```

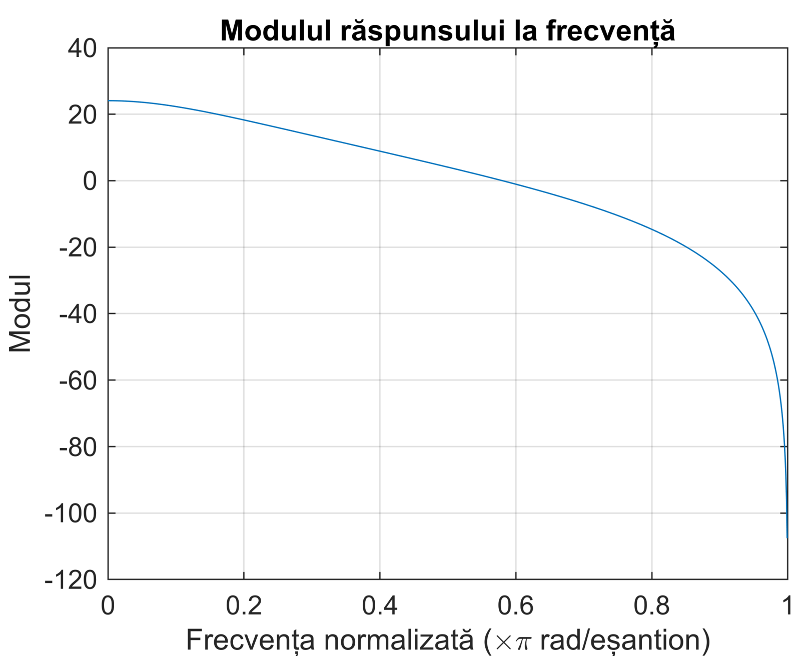


$$H_4(z) = \frac{(1+z^{-1})^2}{1 - z^{-1} + 0.25z^{-2}},$$

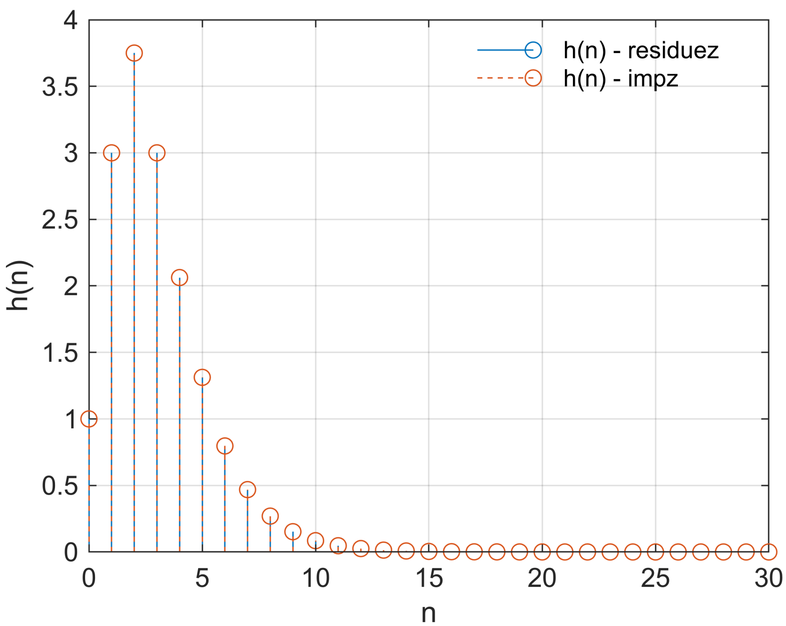
```
clear variables;
num = conv([1 1], [1 1]);
den = [1 -1 0.25];

% Reprezentarea grafică a polilor și zerourilor
figure;
zplane(num, den);
title('Planul z cu polii și zerourile pentru punctul (a)');
```




```
% Calcularea răspunsului în frecvență pentru a vedea efectul polilor și zerourilor
[Hz, freq] = freqz(num, den, 2^10);

% Trasarea modulului răspunsului la frecvență
figure;
plot(freq/pi, mag2db(abs(Hz)));
title('Modulul răspunsului la frecvență');
xlabel('Frecvența normalizată (\times\pi rad/eșantion)');
ylabel('Modul');
grid on;
```



```
%Raspuns la impuls
n = 0:30;
h= impz(num, den, length(n));

figure, stem(n, h), hold all, stem(n, h, '--'), hold off; grid,
legend('h(n) - residuez', 'h(n) - impz', 'Location', 'best'),
legend('boxoff'),
xlabel('n'), ylabel('h(n)');
```



Ex 10) Se consideră două sisteme cauzale. Să se specifice care dintre acestea este stabil. Justificați răspunsul

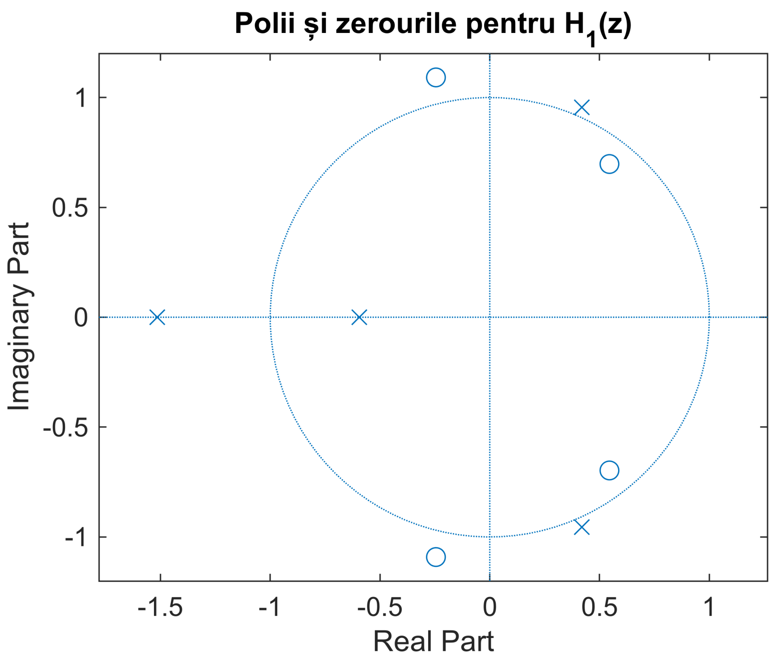
$$H_1(z) = \frac{1 - 0.6z^{-1} + 1.15z^{-2} - 0.98z^{-3} + 0.98z^{-4}}{1 + 1.27z^{-1} + 2.02z^{-2} + 1.54z^{-3} + 0.98z^{-4}}$$

$$H_2(z) = \frac{2 - 2.54z^{-1} + 5z^{-2} - 4.3z^{-3} + 3.27z^{-4}}{1 - 0.77z^{-1} + 0.82z^{-2} + 0.41z^{-3} + 0.51z^{-4}}$$

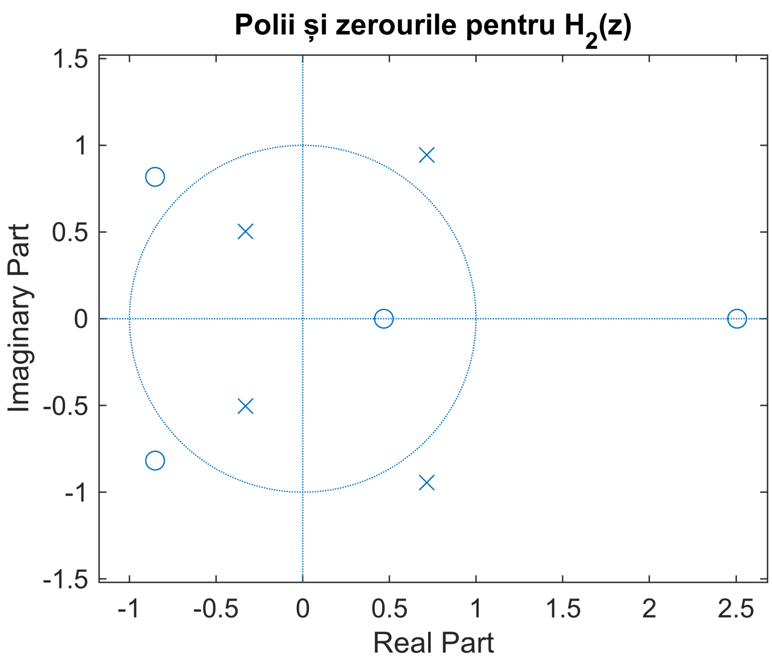
• Stabilitatea se poate evalua folosind diagrama poli-zerouri, folosind funcțiile 'roots' și 'abs', folosind funcția 'isstable' etc

```
clear variables;
% Definirea coeficienților pentru numărător și numitor pentru H1(z)
num_H1 = [1 -0.6 1.5 -0.98 0.98];
den_H1 = [1 1.27  0.22 1.54 0.98];

% Definirea coeficienților pentru numărător și numitor pentru H2(z)
num_H2 = [2 -2.54 -5 -4.3 3.27];
den_H2 = [1 -0.77 0.82 0.41 0.51];
```

```
% Utilizarea funcției zplane pentru a arăta polii și zerourile pentru H1(z)
figure;
zplane(num_H1, den_H1);
title('Polii și zerourile pentru H_1(z)');
```




```
% Utilizarea funcției zplane pentru a arăta polii și zerourile pentru H2(z)
figure;
zplane(num_H2, den_H2);
title('Polii și zerourile pentru H_2(z)');
```




```
%Varianta 2
```

```
% Creați obiectul funcției de transfer
H = filt(num_H1, den_H1)
```

```
H =

   1 - 0.6 z^-1 + 1.5 z^-2 - 0.98 z^-3 + 0.98 z^-4
  -------------------------------------------------
  1 + 1.27 z^-1 + 0.22 z^-2 + 1.54 z^-3 + 0.98 z^-4

Sample time: unspecified
Discrete-time transfer function.
Model Properties
```

```
% Verificați stabilitatea
stability = isstable(H);

% Afișați rezultatul
if stability
    disp('Sistemul este stabil.')
else
    disp('Sistemul este instabil.')
end
```

```
Sistemul este instabil.
```