

# Laborator 5 - pb rezolvate

Stecalovici Adriana-Vasilica, grupa 2243/1

**Ex 1)** Să se verifice teorema lui Parseval pentru secvențele

$$x(n) = \begin{cases} n + 2j, & n = \overline{0, 63}, \\ 0, & \text{altfel.} \end{cases} \text{ si } y(n) = \begin{cases} -n + 3j, & n = \overline{0, 63}, \\ 0, & \text{altfel.} \end{cases}$$

```
n = 0:63;  
x = n + 2*1j;  
y = -n + 3*1j;
```

```
N = length(x);  
X = fft(x);  
Y = fft(y);
```

```
LS = sum(x.*conj(y))
```

```
LS = -8.4960e+04 - 1.0080e+04i
```

```
RS = sum(X.*conj(Y))/N
```

```
RS = -8.4960e+04 - 1.0080e+04i
```

```
if round(LS-RS, 8) == 0  
    disp('Cele doua sume sunt egale');  
else  
    disp('Cele doua sume sunt diferite');  
end
```

```
Cele doua sume sunt egale
```

**Ex 2)** Să se reprezinte grafic modulul și faza DFT-ului corespunzător secvenței

$$x(n) = \begin{cases} 1, & n = \overline{0, 5}, \\ 0, & n = \overline{6, 10}. \end{cases}$$

```
clear variables;
```

```
n = 0:10;
```

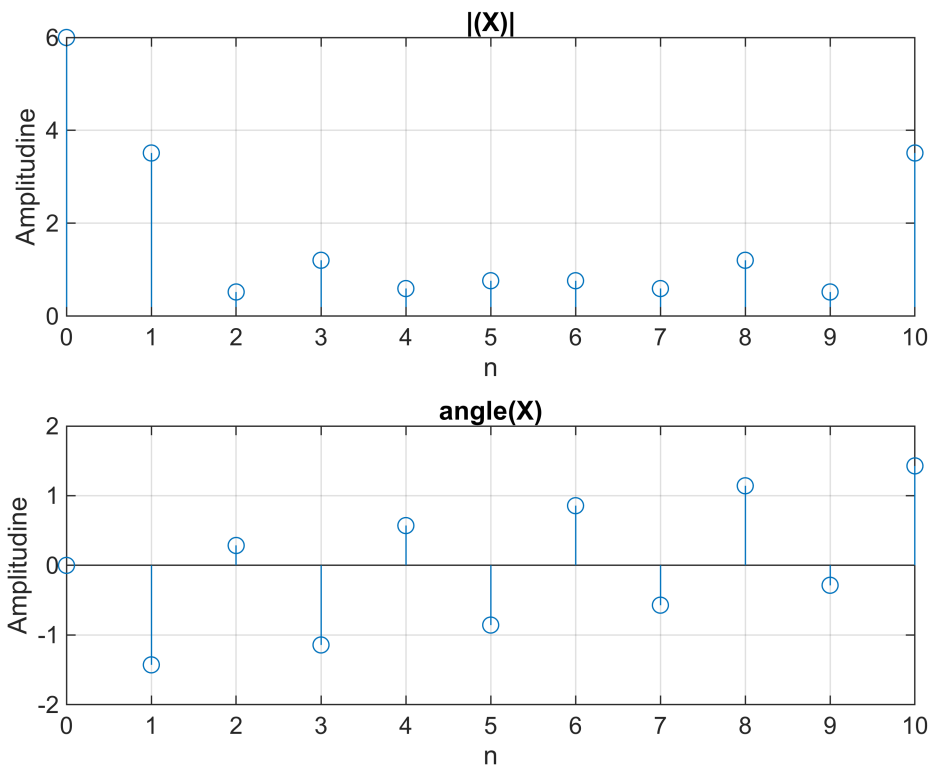
```
x = [ones(1, 6) zeros(1, 5)]; % ,zeros(1, 117)  
X = fft(x);
```

```
figure,  
subplot(211); stem(0:length(X)-1, abs(X)), grid, % modul  
xlabel('n'); ylabel('Amplitudine');
```

```

title('|(X)|');
subplot(212); stem(0:length(X)-1, angle(X)), grid; % faza
xlabel('n'); ylabel('Amplitudine');
title('angle(X)');

```



**Ex 3)** Să se adauge 117 zerouri secvenței de la exercițiul anterior și să se reprezinte modulul și faza DFT-ului noii secvențe. Ce observați?

```

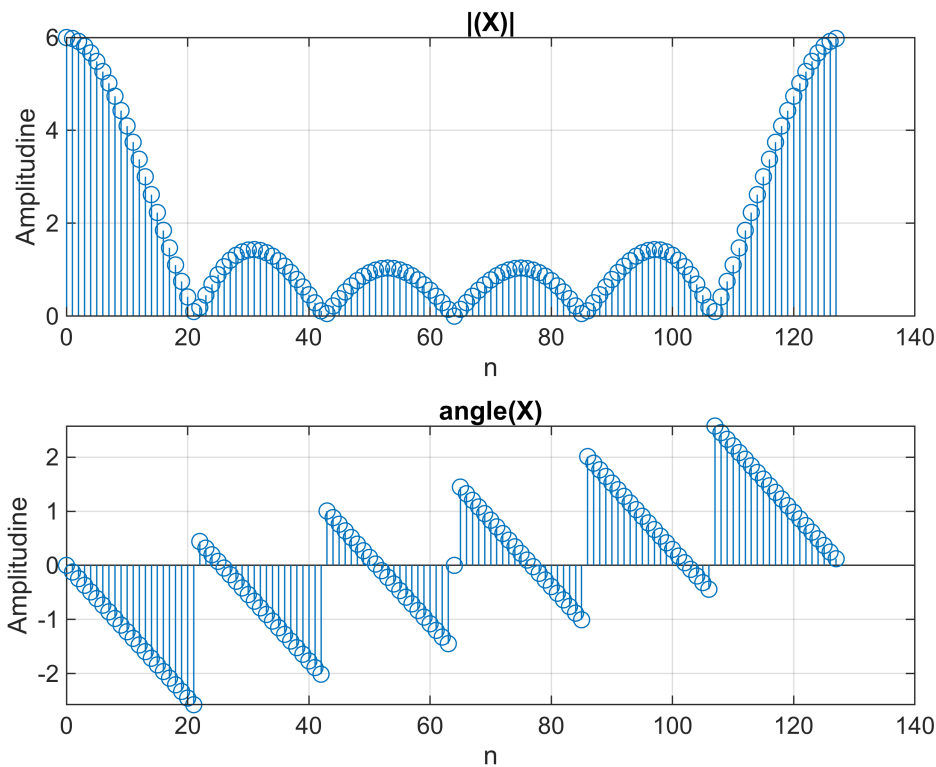
clear variables;

n = 0:10;

x = [ones(1, 6) zeros(1, 5)]; % ,zeros(1, 117)
X = fft(x, 128);

figure,
subplot(211); stem(0:length(X)-1, abs(X)), grid, % modul
xlabel('n'); ylabel('Amplitudine');
title('|(X)|');
subplot(212); stem(0:length(X)-1, angle(X)), grid; % faza
xlabel('n'); ylabel('Amplitudine');
title('angle(X)');

```



**Ex 4)** Se consideră un semnal modulată în amplitudine, cu purtătoarea la 100 kHz și modulatora la 10 kHz.

Pentru o frecvență de eșantionare de 1 MHz și un indice de modulație de 0.7, să se reprezinte grafic

- Purtătoarea, modulatora și secvența modulată în amplitudine, cu purtătoare, precum și spectrele de amplitudine corespunzătoare. Considerați secvențele de lungime 100. Câte componente se regăsesc în spectrul secvenței modulate în amplitudine și la ce frecvențe? Care sunt indicii k la care se regăsesc aceste componente?
- Repetați subpunctul anterior pentru secvențe de lungime 200.

```
clear variables;
n = 0:99;

Fc = 100e3;
Fm = 10e3;

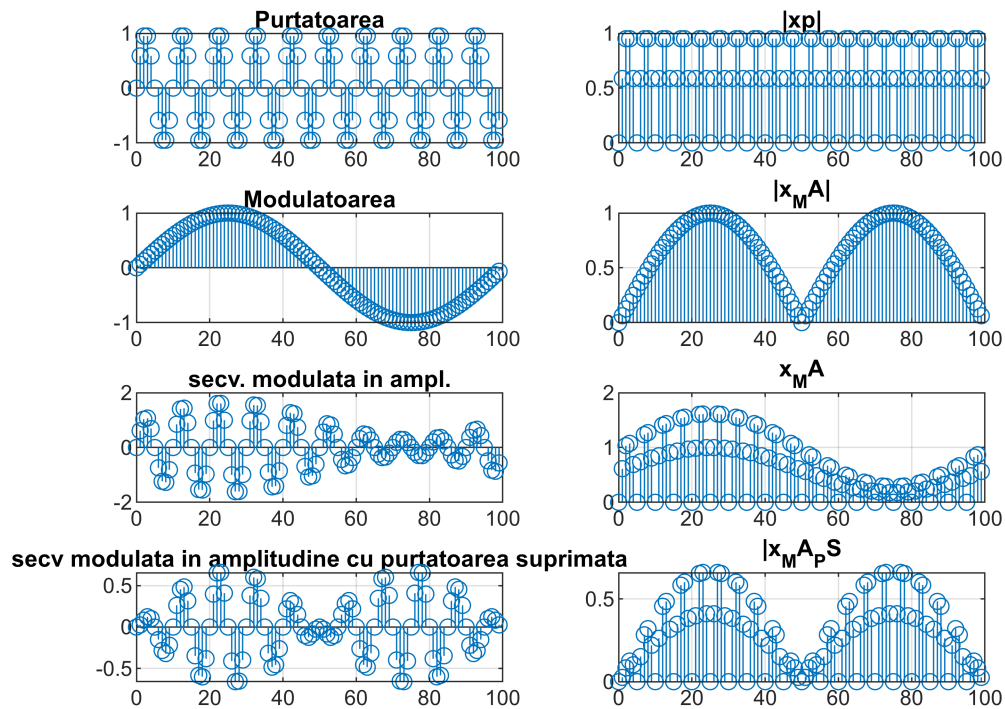
Fs = 1e6;
m = 0.7;

xp = sin(2*pi*(Fc/Fs)*n); % Purtatoarea
xm = sin(2*pi*(Fm/Fs)*n); % Modulatora
x_MA = (1 + m.*xm).*xp; % secv. modulata in ampl.
x_MA_PS=(m*xm).*xp; %secv modulata in amplitudine cu purtatoarea suprimata
```

```

figure,
subplot(421), stem(n, xp), grid;
title('Purtatoarea'),
subplot(422), stem(n, abs(xp)), grid;
title('|xp|');
subplot(423), stem(n, xm), grid;
title('Modulatoarea');
subplot(424), stem(n, abs(xm)), grid;
title('|x_MA|');
subplot(425), stem(n, x_MA), grid;
title('secv. modulata in ampl. ');
subplot(426), stem(n, abs(x_MA)), grid;
title('x_MA');
subplot(427), stem(n, x_MA_PS), grid;
title('secv modulata in amplitudine cu purtatoarea suprimata');
subplot(428), stem(n, abs(x_MA_PS)), grid;
title('|x_MA_PS|');

```



#### Ex 4) Denisa

```

clear variables;
% Parametri
Fs = 1e6; % Frecvența de eșantionare
T = 1/Fs; % Perioada de eșantionare
t = (0:T:199*T)'; % Vectorul de timp pentru secvența de lungime 100
t_long = (0:T:199*T)'; % Vectorul de timp pentru secvența de lungime 200

```

```

fc = 100e3; % Frecvența purtătoare
fm = 10e3; % Frecvența modulatorului
m_index = 0.7; % Indexul de modulare

% Generare semnale
carrier = cos(2*pi*fc*t);
modulator = cos(2*pi*fm*t);
am_signal = (1 + m_index * modulator) .* carrier;

% Trasează semnalele pentru secvența de lungime 100
figure;

subplot(3,2,1);
plot(t, carrier);
title('Semnal purtător (Lungime 100)');
xlabel('Timp (s)');
ylabel('Amplitudine');

subplot(3,2,3);
plot(t, modulator);
title('Semnal modulator (Lungime 100)');
xlabel('Timp (s)');
ylabel('Amplitudine');

subplot(3,2,5);
plot(t, am_signal);
title('Semnal AM (Lungime 100)');
xlabel('Timp (s)');
ylabel('Amplitudine');

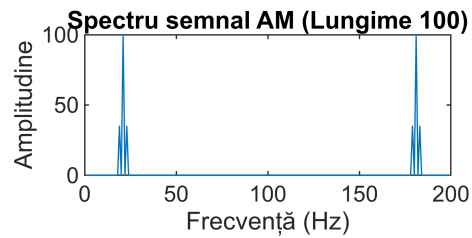
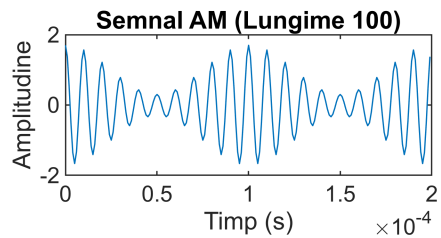
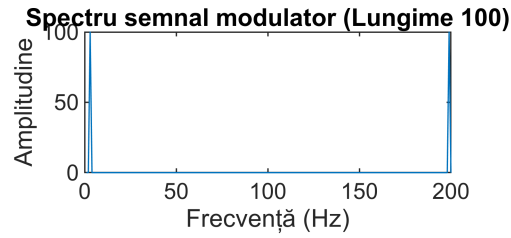
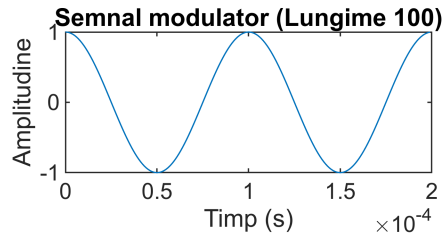
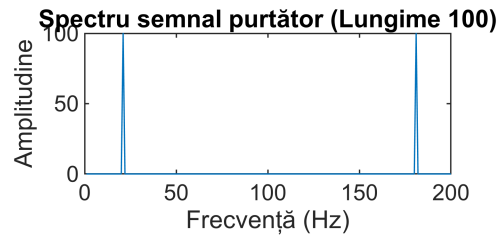
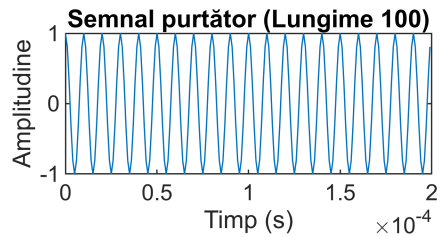
% Trasează spectrele de amplitudine pentru secvența de lungime 100
subplot(3,2,2);
fft_carrier = fft(carrier);
plot(abs(fft_carrier));
title('Spectru semnal purtător (Lungime 100)');
xlabel('Frecvență (Hz)');
ylabel('Amplitudine');

subplot(3,2,4);
fft_modulator = fft(modulator);
plot(abs(fft_modulator));
title('Spectru semnal modulator (Lungime 100)');
xlabel('Frecvență (Hz)');
ylabel('Amplitudine');

subplot(3,2,6);
fft_am_signal = fft(am_signal);
plot(abs(fft_am_signal));
title('Spectru semnal AM (Lungime 100)');

```

```
xlabel('Frecvență (Hz)');
ylabel('Amplitudine');
```



```
% Calculează indicii pentru componente
```

```
N = length(am_signal);
```

```
f_carrier = fc;
```

```
f_upper_sideband = fc + fm;
```

```
f_lower_sideband = fc - fm;
```

```
k_carrier = round(f_carrier/Fs * N) + 1;
```

```
k_upper_sideband = round(f_upper_sideband/Fs * N) + 1;
```

```
k_lower_sideband = round(f_lower_sideband/Fs * N) + 1;
```

```
disp('Indici pentru componente (Lungime 100):');
```

```
Indici pentru componente (Lungime 100):
```

```
disp(['Purtător: ' num2str(k_carrier)]);
```

```
Purtător: 21
```

```
disp(['Banda laterală superioară: ' num2str(k_upper_sideband)]);
```

```
Banda laterală superioară: 23
```

```
disp(['Banda laterală inferioară: ' num2str(k_lower_sideband)]);
```

```
Banda laterală inferioară: 19
```

```

% Repetă pentru secvența de lungime 200
figure;

carrier_long = cos(2*pi*fc*t_long);
modulator_long = cos(2*pi*fm*t_long);
am_signal_long = (1 + m_index * modulator_long) .* carrier_long;

subplot(3,2,1);
plot(t_long, carrier_long);
title('Semnal purtător (Lungime 200)');
xlabel('Timp (s)');
ylabel('Amplitudine');

subplot(3,2,3);
plot(t_long, modulator_long);
title('Semnal modulator (Lungime 200)');
xlabel('Timp (s)');
ylabel('Amplitudine');

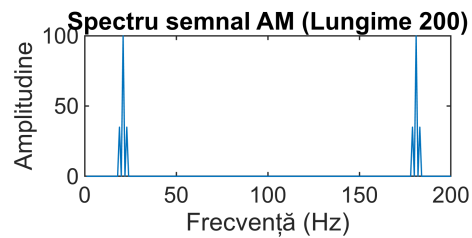
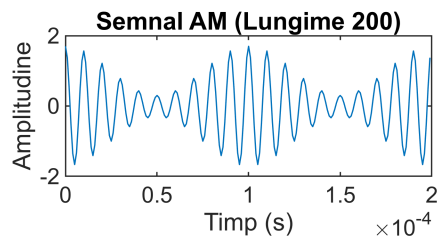
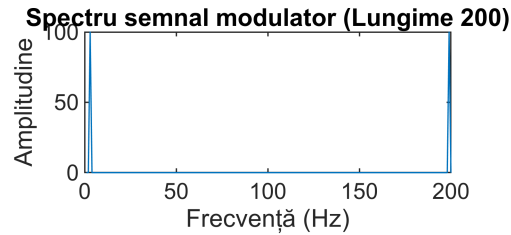
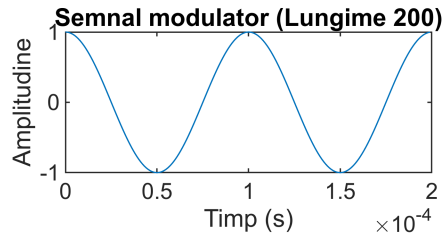
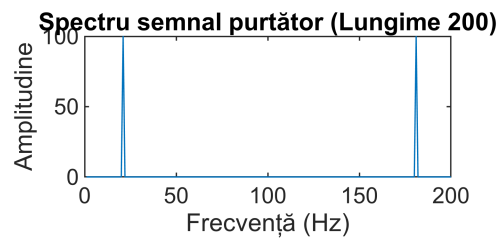
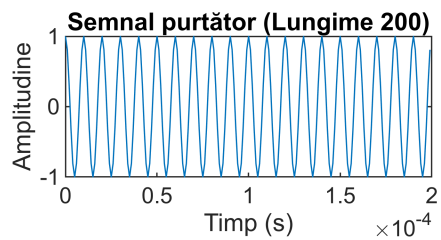
subplot(3,2,5);
plot(t_long, am_signal_long);
title('Semnal AM (Lungime 200)');
xlabel('Timp (s)');
ylabel('Amplitudine');

subplot(3,2,2);
fft_carrier_long = fft(carrier_long);
plot(abs(fft_carrier_long));
title('Spectru semnal purtător (Lungime 200)');
xlabel('Frecvență (Hz)');
ylabel('Amplitudine');

subplot(3,2,4);
fft_modulator_long = fft(modulator_long);
plot(abs(fft_modulator_long));
title('Spectru semnal modulator (Lungime 200)');
xlabel('Frecvență (Hz)');
ylabel('Amplitudine');

subplot(3,2,6);
fft_am_signal_long = fft(am_signal_long);
plot(abs(fft_am_signal_long));
title('Spectru semnal AM (Lungime 200)');
xlabel('Frecvență (Hz)');
ylabel('Amplitudine');

```



```
% Calculează indicii pentru componente (Lungime 200)
```

```
N_long = length(am_signal_long);
```

```
k_carrier_long = round(f_carrier/Fs * N_long) + 1;
```

```
k_upper_sideband_long = round(f_upper_sideband/Fs * N_long) + 1;
```

```
k_lower_sideband_long = round(f_lower_sideband/Fs * N_long) + 1;
```

```
disp('Indici pentru componente (Lungime 200):');
```

```
Indici pentru componente (Lungime 200):
```

```
disp(['Purtător: ' num2str(k_carrier_long)]);
```

```
Purtător: 21
```

```
disp(['Banda laterală superioară: ' num2str(k_upper_sideband_long)]);
```

```
Banda laterală superioară: 23
```

```
disp(['Banda laterală inferioară: ' num2str(k_lower_sideband_long)]);
```

```
Banda laterală inferioară: 19
```

Ex 5) Să se evalueze DFT-urile în N puncte corespunzătoare secvențelor

$$x_1(n) = u(n) - u(n - 20), \quad n = \overline{0, 30} \text{ și } x_2(n) = \begin{cases} n - 1, & n = \overline{0, 5}, \\ (-1)^n, & n = \overline{6, 10}. \end{cases}$$



Să se reprezinte grafic secvențele și DFT-urile obținute (partea reală, partea imaginară, modulul și faza), pentru

$$N = \{16, 256, 1024\} \text{ si } \omega \in [-\pi, \pi].$$

```
clear variables;

% Intervalul pentru n
n = 0:30;

% Generam secventa x1(n)
x1 = 1.*(n >=0 ) - 1.*(n >= 20);

% Generam secventa x2(n) pe ramurile specificate
x2 = zeros(size(n));
x2(n >= 0 & n <= 5) = n(n >= 0 & n <= 5) - 1; % Prima ramura
x2(n >= 6 & n <= 10) = (-1).^n(n >= 6 & n <= 10); % A doua ramura

% Valorile lui N
N_values = [16, 256, 1024];

% Calculul si reprezentarea DFT-urilor pentru x1 si x2
for N = N_values
    % Aplicam DFT pentru x1 si x2
    X1 = fft(x1, N);
    X2 = fft(x2, N);

    % Calculam frecventele
    f = -pi:2*pi/N:pi - 2*pi/N;

    % Reprezentare grafica pentru DFT-urile x1 si x2
    figure;

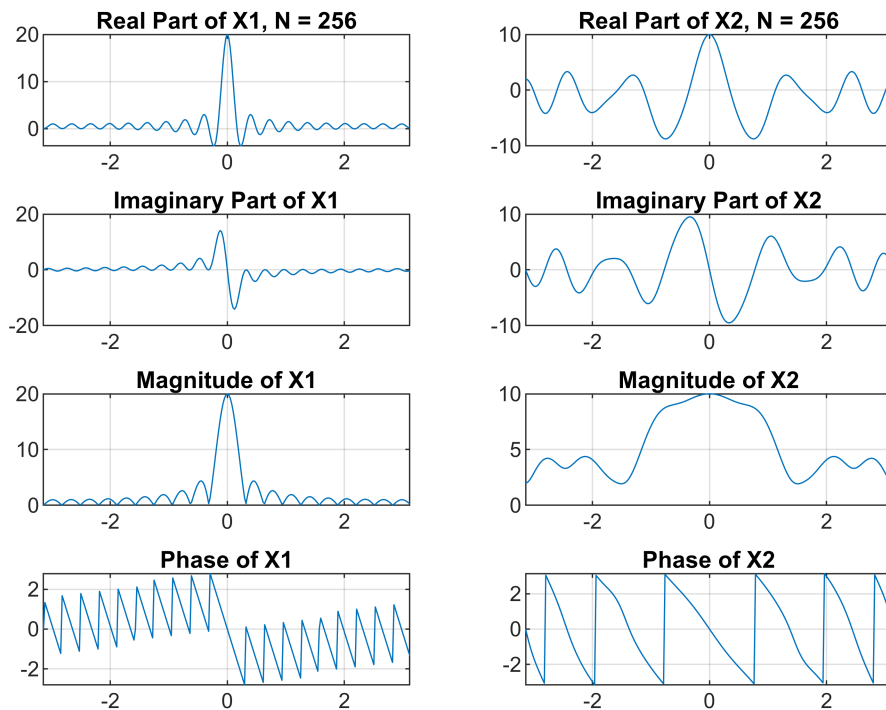
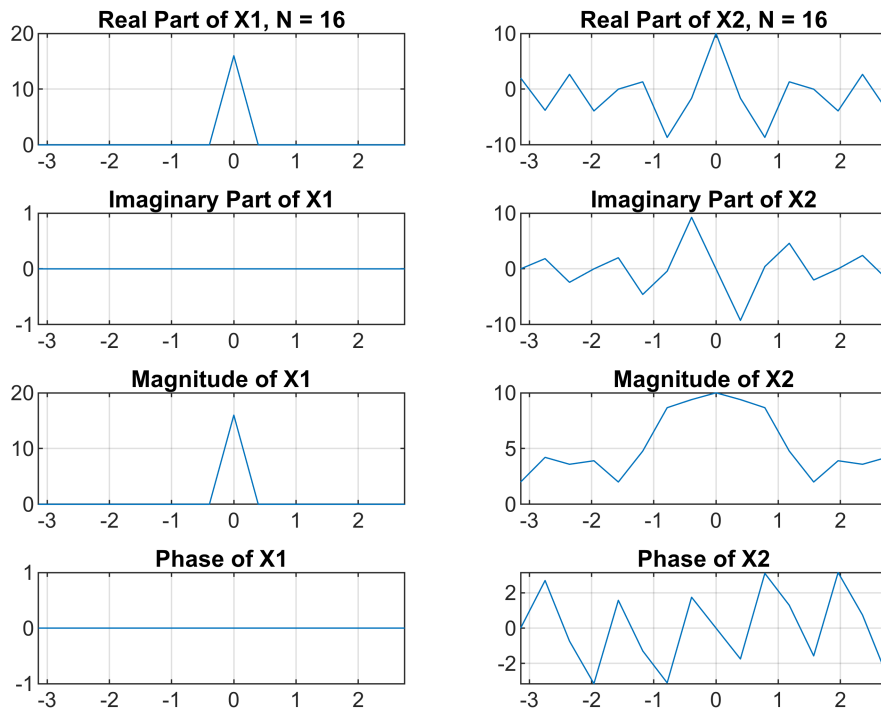
    % X1
    subplot(4,2,1), plot(f, fftshift(real(X1))), title(['Real Part of X1, N = ',
num2str(N)]); grid; xlim([-pi pi-2*pi/N])
    subplot(4,2,3), plot(f, fftshift(imag(X1))), title('Imaginary Part of
X1');grid; xlim([-pi pi-2*pi/N])
    subplot(4,2,5), plot(f, fftshift(abs(X1))), title('Magnitude of X1');grid;
xlim([-pi pi-2*pi/N])
    subplot(4,2,7), plot(f, fftshift(angle(X1))), title('Phase of X1');grid; xlim([-
pi pi-2*pi/N])

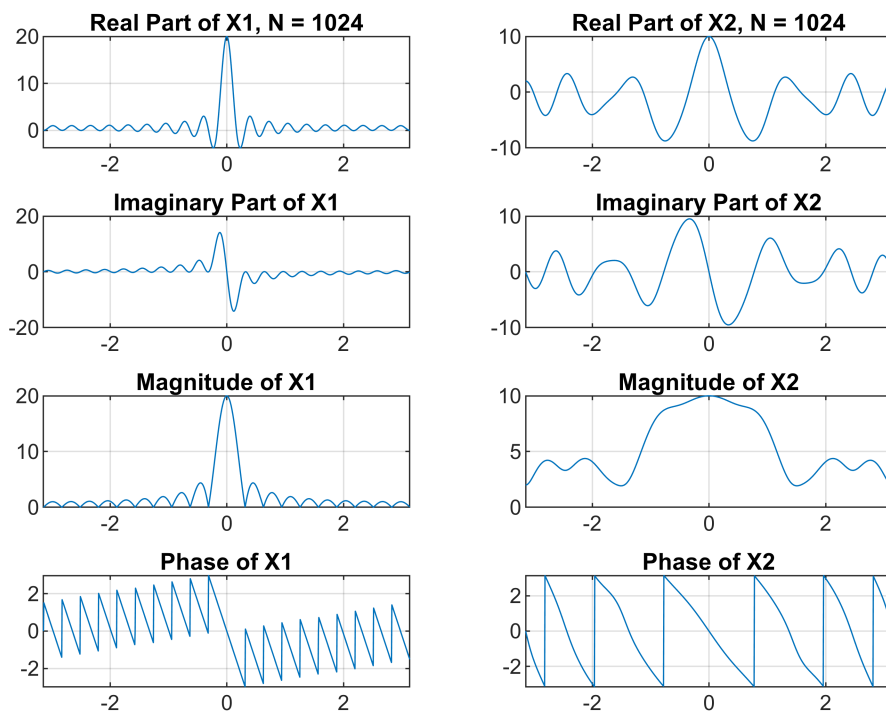
    % X2
    subplot(4,2,2), plot(f, fftshift(real(X2))), title(['Real Part of X2, N = ',
num2str(N)]);grid; xlim([-pi pi-2*pi/N])
    subplot(4,2,4), plot(f, fftshift(imag(X2))), title('Imaginary Part of
X2');grid; xlim([-pi pi-2*pi/N])
    subplot(4,2,6), plot(f, fftshift(abs(X2))), title('Magnitude of X2');grid;
xlim([-pi pi-2*pi/N])
```

```

subplot(4,2,8), plot(f, fftshift(angle(X2))), title('Phase of X2');grid; xlim([-
pi pi-2*pi/N])
end

```





**Ex 6)** Se consideră secvențele

$$x_1(n) = 0.2 \sin\left(2\pi 0.1n + \frac{\pi}{8}\right) \text{ și } x_2(n) = 2e^{-0.2n}, \quad n = \overline{0, 49}.$$

Să se reprezinte grafic cele două secvențe, precum și produsul acestora. Să se evalueze și să se reprezinte grafic modulul și faza DFT-urilor pentru

$$x_1(n), x_2(n) \text{ și } x_1(n)x_2(n).$$

```
% Definirea vectorului n
n = 0:49;

% Calcularea secvențelor x1 și x2
x1 = 0.2 * sin(2*pi*0.1*n + pi/8);
x2 = 2 * exp(-0.2*n);

% Calcularea produsului dintre x1 și x2
product = x1 .* x2;

% Evaluarea DFT-urilor
X1 = fft(x1);
X2 = fft(x2);
X_product = fft(product);
```

```

% Calcularea modulului si fazei pentru DFT-uri
X1_magnitude = abs(X1);
X1_phase = angle(X1);
X2_magnitude = abs(X2);
X2_phase = angle(X2);
X_product_magnitude = abs(X_product);
X_product_phase = angle(X_product);

% Reprezentarea grafica a secventelor si DFT-urilor
figure;

subplot(3,2,1);
stem(n, x1);
title('x1(n)');
xlabel('n');
ylabel('Amplitude');

subplot(3,2,2);
stem(n, x2);
title('x2(n)');
xlabel('n');
ylabel('Amplitude');

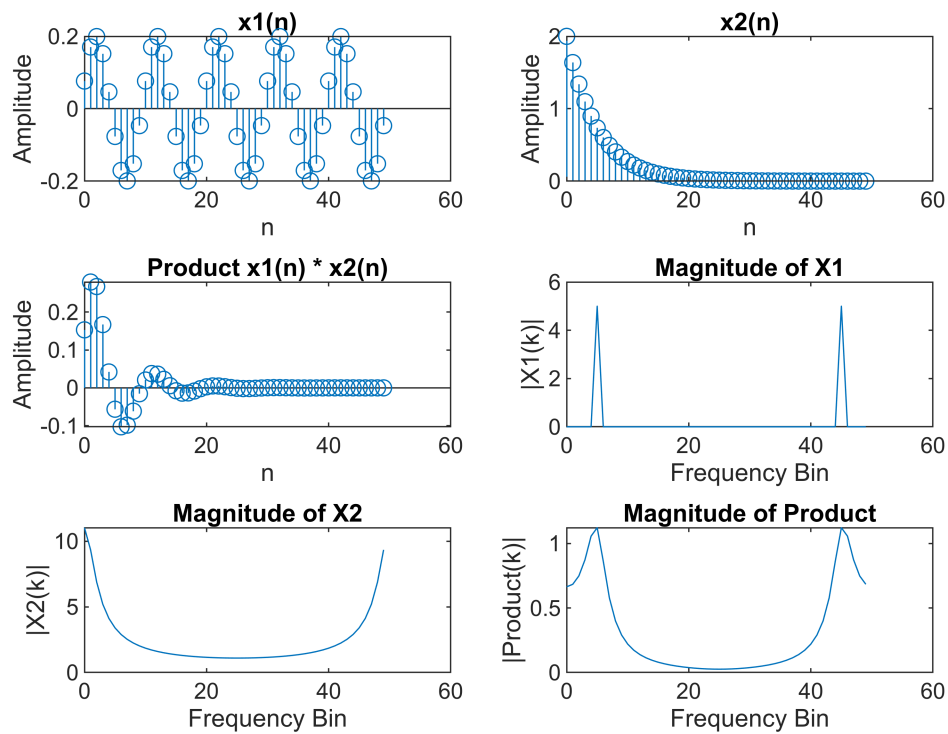
subplot(3,2,3);
stem(n, product);
title('Product x1(n) * x2(n)');
xlabel('n');
ylabel('Amplitude');

subplot(3,2,4);
plot(n, X1_magnitude);
title('Magnitude of X1');
xlabel('Frequency Bin');
ylabel('|X1(k)|');

subplot(3,2,5);
plot(n, X2_magnitude);
title('Magnitude of X2');
xlabel('Frequency Bin');
ylabel('|X2(k)|');

subplot(3,2,6);
plot(n, X_product_magnitude);
title('Magnitude of Product');
xlabel('Frequency Bin');
ylabel('|Product(k)|');

```



```
figure;

subplot(3,1,1);
plot(n, X1_phase);
title('Phase of X1');
xlabel('Frequency Bin');
ylabel('Phase [radians]');

subplot(3,1,2);
plot(n, X2_phase);
title('Phase of X2');
xlabel('Frequency Bin');
ylabel('Phase [radians]');

subplot(3,1,3);
plot(n, X_product_phase);
title('Phase of Product');
xlabel('Frequency Bin');
ylabel('Phase [radians]');
```

