

Laborator 3 - pb rezolvate

Stecalovici Adriana-Vasilica, grupa 2243/1

Ex 1) Să se reprezinte grafic un semnal modulat în amplitudine eșantionat cu 1 MHz. Purtătoarea este la 100 kHz, iar modulatoarea la 10 kHz. Pentru indicele de modulație se consideră două valori: 0.2 și 1.2. Să se reprezinte grafic în aceeași figură, dar în altă subfereastră, semnalul modulat în amplitudine cu purtătoare suprimată.

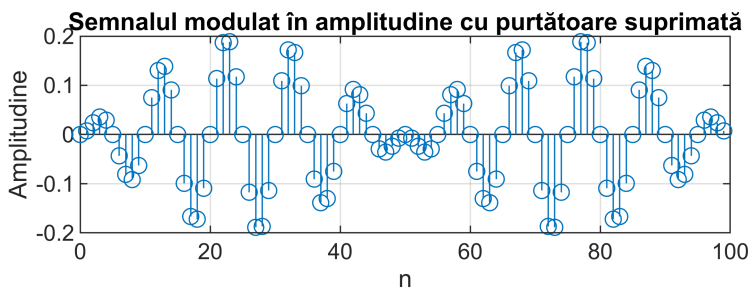
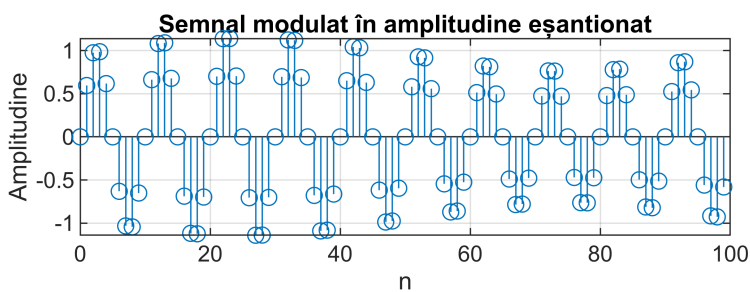
```
clear variables;
n = 0:99;

Fs = 1e6; % 1MHz
Fc = 100e3; % 100kHz
Fm = 10e3; % 10kHz
m = [0.2, 1.2]; % indice de modulație

xm = sin(2*pi*Fm/Fs*n);
xp = sin(2*pi*Fc/Fs*n);

x_MA = (1 + m(1)*xm) .*xp;
x_MA_PS = m(1)*xm .*xp;

figure,
subplot(211); stem(n, x_MA), grid,
title('Semnal modulat în amplitudine eșantionat'),
xlabel('n'), ylabel('Amplitudine');
subplot(212); stem(n, x_MA_PS), grid,
title('Semnalul modulat în amplitudine cu purtătoare suprimată'),
xlabel('n'), ylabel('Amplitudine');
```



Ex 2) Dintre toate secvențele obținute prin eșantionarea cu 50 kHz a semnalelor sinusoidale, care are cea mai mare viteză de variație?

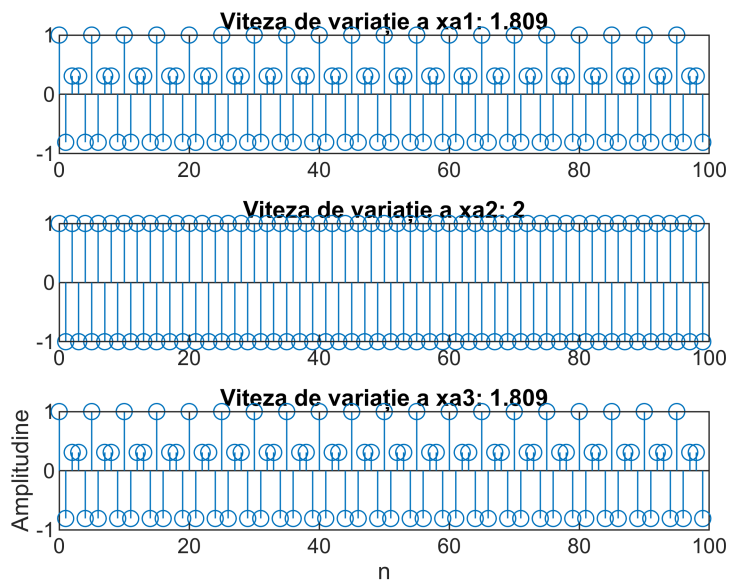
```
clear variables;
n = 0:99;
Fs = 50e3;
Fa1 = 20e3;
Fa2 = 25e3;
Fa3 = 30e3;

xa1 = cos(2 * pi * (Fa1 / Fs) * n);
xa2 = cos(2 * pi * (Fa2 / Fs) * n);
xa3 = cos(2 * pi * (Fa3 / Fs) * n);

% Calculați viteza de variație a fiecărui semnal (amplitudinea derivatei)
ampl_deriv1 = max(abs(diff(xa1)));
ampl_deriv2 = max(abs(diff(xa2)));
ampl_deriv3 = max(abs(diff(xa3)));

% Identificarea semnalului cu cea mai mare viteză de variație
[max_ampl_deriv, max_signal_index] = max([ampl_deriv1, ampl_deriv2, ampl_deriv3]);

figure;
subplot(311);
stem(n, xa1);
title(['Viteza de variație a xa1: ' num2str(ampl_deriv1)]);
subplot(312);
stem(n, xa2);
title(['Viteza de variație a xa2: ' num2str(ampl_deriv2)]);
subplot(313);
stem(n, xa3);
title(['Viteza de variație a xa3: ' num2str(ampl_deriv3)]);
xlabel('n'), ylabel('Amplitudine');
```



```
disp(['Semnalul cu cea mai mare viteză de variație este xa'
num2str(max_signal_index) '.']);
```

Semnalul cu cea mai mare viteză de variație este xa2.

Ex 3) Să se genereze 101 valori corespunzătoare unei secvențe obținute prin eșantionarea cu 1 kHz a unei sinusoide cu amplitudine 2, defazaj inițial 45 grade și frecvență de 100 Hz.

- Din semnalul anterior să se obțină un semnal redresat bialternanță
- Să se realizeze media aritmetică a celor două semnale obținute. Cum se numește semnalul obținut?
- Să se reprezinte grafic cele 3 secvențe în aceeași fereastră grafică, în subferestre diferite

```
clear variables;
n = 0:100;
Fs = 1e3;
A = 2;
fi = pi/4; %45 grade = pi/4
Fa = 100;

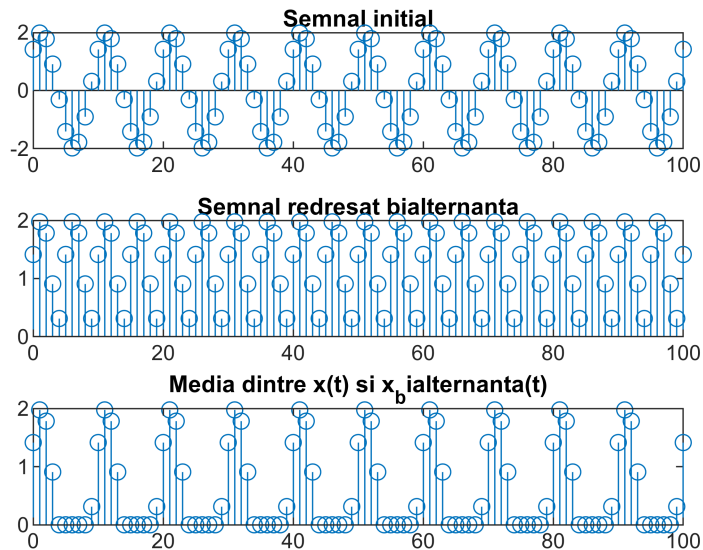
x = A*sin(2*pi*(Fa/Fs)*n + fi);

% Bialternanta
x_bialternanta = abs(x);

x_medie = (x + x_bialternanta)/2; % redresat monoalternanta

figure,
subplot(311); stem(n, x);
title('Semnal initial');
```

```
subplot(312); stem(n, x_bialternanta);
title('Semnal redresat bialternanta');
subplot(313); stem(n, x_medie); %monoalternanta
title('Media dintre x(t) si x_bialternanta(t)');
```

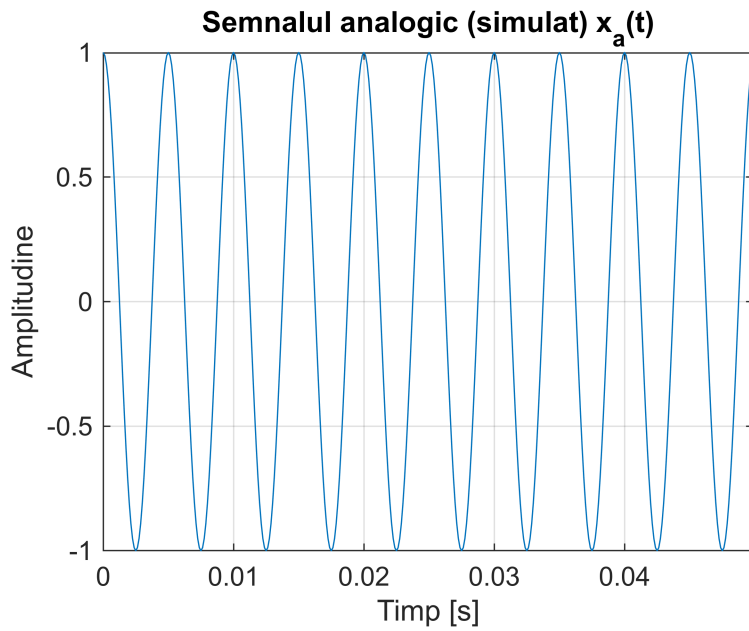


Ex 4) Se consideră un semnal analogic sinusoidal cu frecvența de 200 Hz, eșantionat cu 800 Hz. Să se reprezinte grafic semnalul analogic, secvența obținută în urma eșantionării și semnalul analogic reconstituit.

```
clear variables;
Fa = 200;
Fs = 800;
L = 10;
P = 10;

% S. analogic
t = 0:1/(L*Fs):P/Fa-1/(L*Fs); % intervalul de timp analogic
xa = cos(2*pi*Fa*t);

figure, plot(t, xa), grid, axis([0 max(t) -1 1]),
xlabel('Timp [s]'), ylabel('Amplitudine'),
title('Semnalul analogic (simulat) x_a(t)'),
```



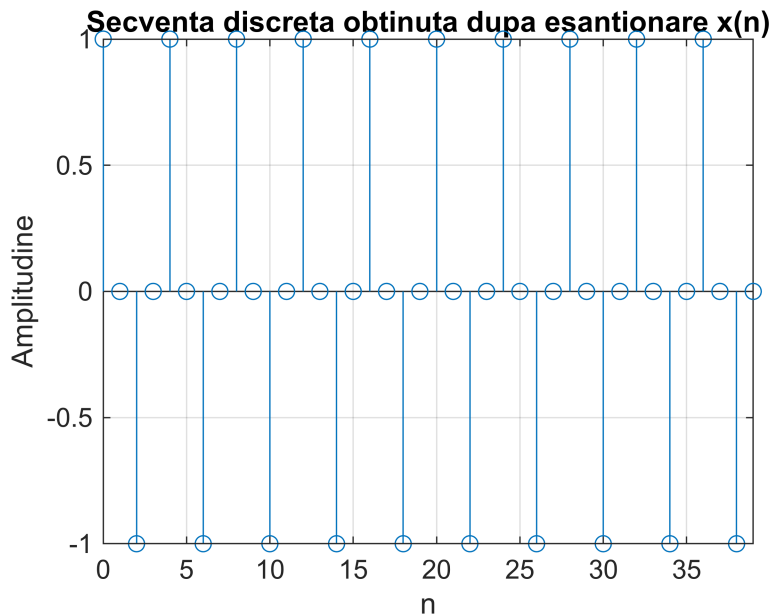
S. discret în timp $x(n)$ se obține în urma CAD (se iau eșantioane din s. analogic la fiecare T sec)

```

xn = xa(1:L:length(xa));
n = 0:length(xn)-1; % timpul discret
N=seqperiod(xn, 1e-10); %perioada

figure, stem(n, xn), grid, axis([0 max(n) -1 1]),
xlabel('n'), ylabel('Amplitudine'),
title('Secventa discreta obtinuta dupa esantionare x(n)');

```



Reconstruction function:

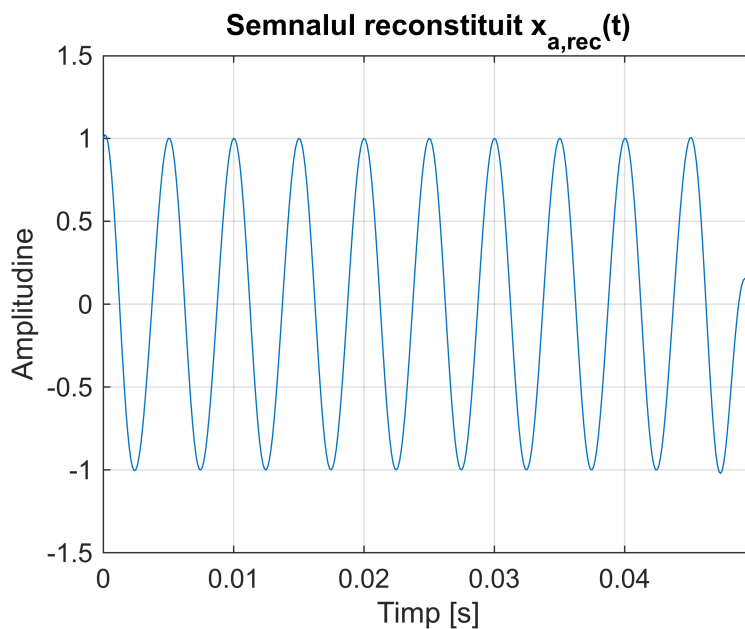
$$s_r(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} s(nT) \operatorname{sinc} \frac{\pi}{T}(t - nT)$$

Semnalul analogic care poate fi reconstituit din eşantioane este obținut după CDA.

```
% xa_rec(t) = sum[x(n)*sinc(Fs*(t-n/Fs))]; sinc(x)=sin(pi*x)/(pi*x)
% matricele de timp pentru reconstituire length(n) x length(t) (40 x 400)
% t = n/Fs

tr = repmat(t, length(xn), 1); % matricea de timp (analogic)
nr = repmat(n', 1, length(t)); % matricea de timp (discret)
xa_rec = xn*sinc(Fs*(tr - nr/Fs));

figure, plot(t, xa_rec), grid, xlim([0 max(t)]),
title('Semnalul reconstituit x_{a,rec}(t)'),
xlabel('Timp [s]'), ylabel('Amplitudine'),
```



- Semnalul analogic inițial, secvența discretă obținută în urma eşantionării, semnalul analogic reconstituit

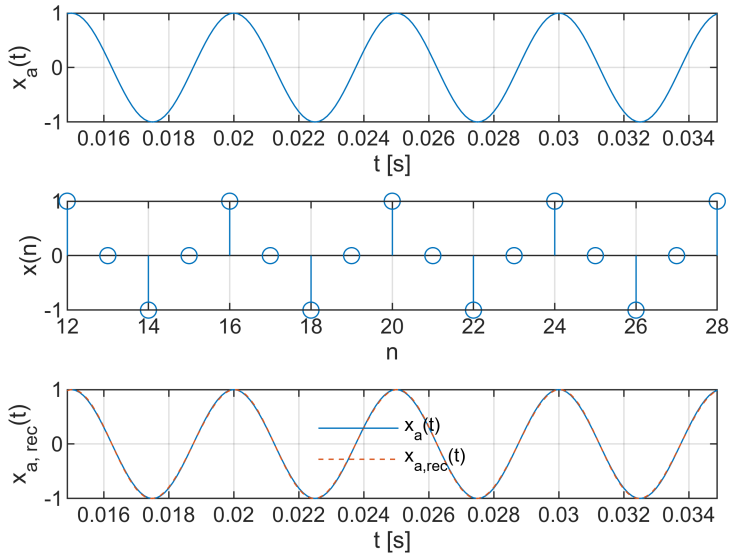
```
te = 3*(length(t)/P):(P-3)*(length(t)/P);
ne = 3*N+1:(P-3)*N+1;

figure,
subplot(311), plot(t(te), xa(te)), grid, xlim([t(te(1)) t(te(end))]),
xlabel('t [s]'), ylabel('x_a(t)')

subplot(312), stem(n(ne), xn(ne)), grid, xlabel('n'), ylabel('x(n)')
```

```
subplot(313), plot(t(te), xa(te)), hold all,

plot(t(te), xa_rec(te), '--'), hold off; grid, xlim([t(te(1)) t(te(end))]),
xlabel('t [s]'), ylabel('x_{a, rec}(t)'),
legend('x_a(t)', 'x_{a,rec}(t)', 'Location', "best"),
legend boxoff;
```



Ex 5) Se consideră semnalele analogice sinusoidale cu frecvențele: 100 Hz, 300 Hz, 400 Hz, 500 Hz, 600 Hz și, respectiv, 800 Hz. Toate se eșantionează cu 900 Hz. Să se reprezinte grafic semnalele analogice, secvențele obținute în urma eșantionării și semnalele analogice reconstituite. Există efect de alias? Explicați. Dacă există alias, reprezentați grafic spectrele de amplitudine pentru semnalele inițiale și pentru cele reconstituite. Sunt spectre corespunzătoare semnalelor reconstituite care se suprapun? Explicați.

```
clear variables;

Fa = [100, 300, 400, 500, 600, 800];
Ta = 1./Fa;

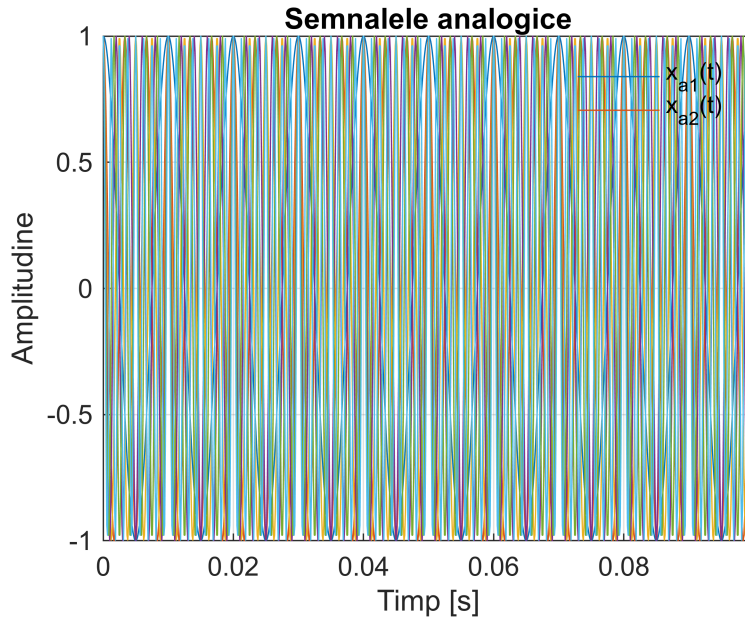
Fs = 900;
T = 1/Fs; % Sampling period

% T_a(i)<1 => 'sym' pentru 'lcm'
Ta_lcm = double(lcm(sym(Ta)));
L = 10; P = 10;

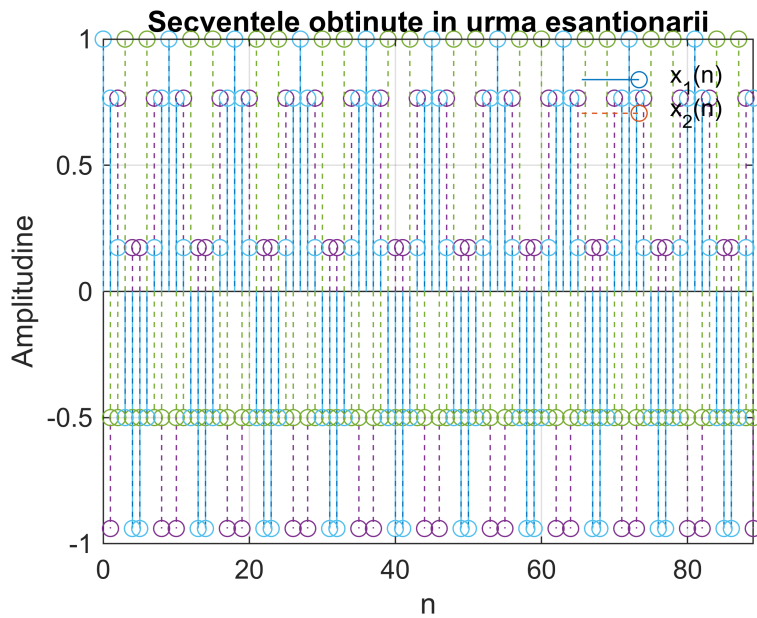
t=0:1/(L*Fs):P*Ta_lcm-1/(L*Fs); % interval de timp analogic
xa = cos(2*pi*Fa'*t);

figure,
plot(t, xa), grid, axis([0 max(t) -1 1]),
legend('x_{a1}(t)', 'x_{a2}(t)'), legend('boxoff'),
```

```
xlabel('Timp [s]'), ylabel('Amplitudine'),
title('Semnalele analogice'),
```

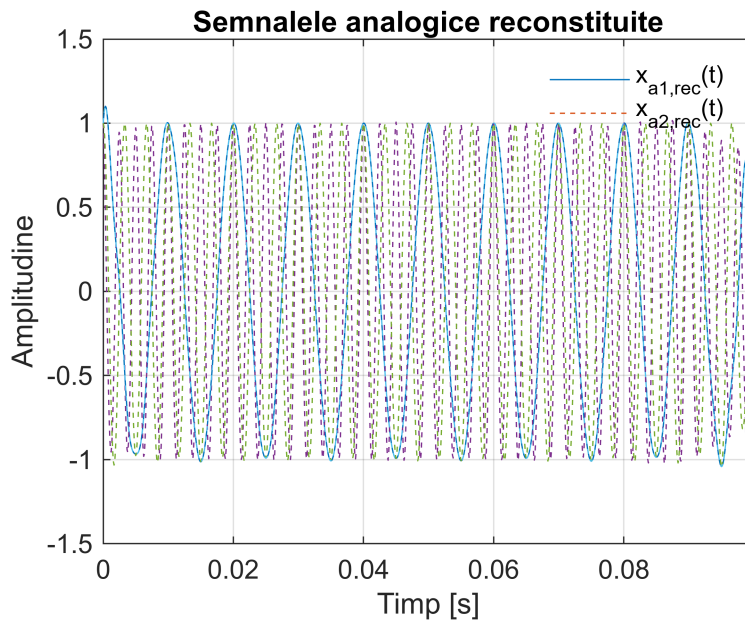


```
xn = xa(:, 1:L:length(xa));
n = 0:ceil(length(t)/L)-1;
figure, stem(n, xn(1, :)),
hold all, stem(n, xn(2, :), '--'),
hold all, stem(n, xn(3, :), '--'),
hold all, stem(n, xn(4, :), '--'),
hold all, stem(n, xn(5, :), '--'),
hold all, stem(n, xn(6, :), '--'),
hold off; grid, axis([0 max(n) -1 1])
legend('x_{1}(n)', 'x_{2}(n)'), legend boxoff,
title('Secventele obtinute in urma esantionarii'),
xlabel('n'), ylabel('Amplitudine'),
```

```
% semnalele analogice reconstituite
tr = repmat(t, length(xn), 1);
nr = repmat(n', 1, length(t));
xa_rec = xn*sinc(Fs*(tr - nr/Fs));

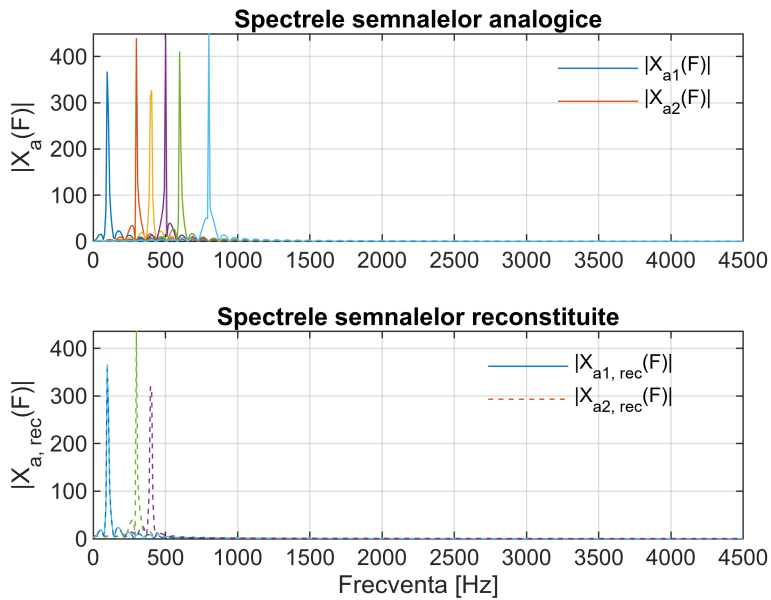
figure,
plot(t, xa_rec(1, :)),
hold all, plot(t, xa_rec(2, :), '--'),
hold all, plot(t, xa_rec(3, :), '--'),
hold all, plot(t, xa_rec(4, :), '--'),
hold all, plot(t, xa_rec(5, :), '--'),
hold all, plot(t, xa_rec(6, :), '--'),
hold off; grid, xlim([0 max(t)]),
legend('x_{a1,rec}(t)', 'x_{a2,rec}(t)'),
legend boxoff,
title('Semnalele analogice reconstituite'),
xlabel('Timp [s]'), ylabel('Amplitudine'),
```



```
% spectre - domeniul frecventa
NFFT = 2^nextpow2(length(xa)); % prima putere a lui 2 >= lungimea lui x_a(t)
F = (L*Fs)*linspace(0, 1, NFFT);
Xa = fft(xa, NFFT, 2);% spectrele semnalelor analogice initiale
Xa_rec = fft(xa_rec, NFFT, 2);% spectrele semnalelor analogice reconstituite

figure,
subplot(211),
plot(F, abs(Xa(:, :))), grid, xlim([0 F(end)/2]),
legend('|X_{a1}(F)|', '|X_{a2}(F)|', 'Location', 'best'),
legend boxoff,
title('Spectrele semnalelor analogice'),
ylabel('|X_a(F)|'),

subplot(212), plot(F, abs(Xa_rec(1, :))),
hold all, plot(F, abs(Xa_rec(2, :)), '--'),
hold all, plot(F, abs(Xa_rec(3, :)), '--'),
hold all, plot(F, abs(Xa_rec(4, :)), '--'),
hold all, plot(F, abs(Xa_rec(5, :)), '--'),
hold all, plot(F, abs(Xa_rec(6, :)), '--'),
hold off; grid, xlim([0 F(end)/2]),
legend('|X_{a1, rec}(F)|', '|X_{a2, rec}(F)|', 'Location', 'best'),
legend boxoff, title('Spectrele semnalelor reconstituite'),
ylabel('|X_{a, rec}(F)|'), xlabel('Frecventa [Hz]')
```



Ex 6) Se consideră secvența

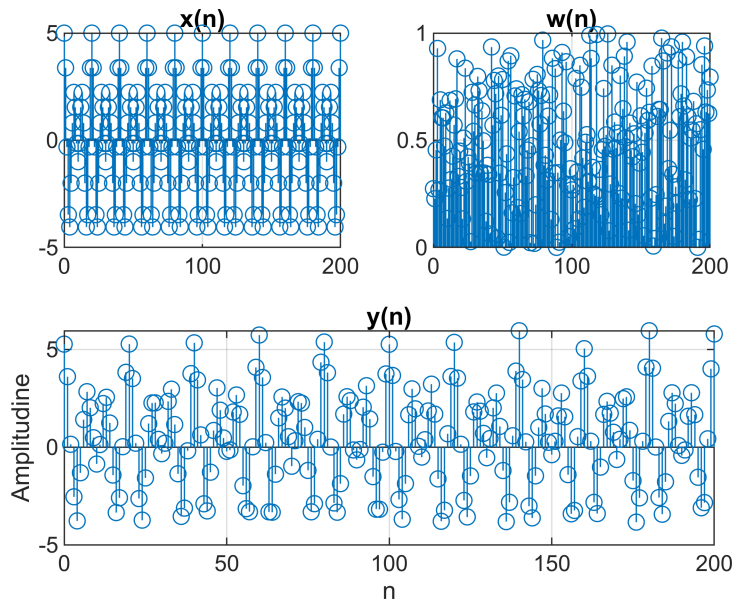
$$y(n) = x(n) + w(n), \quad n = \overline{0, 200},$$

$$\text{unde } x(n) = 3\cos(2\pi 0.15n) + 2\cos(2\pi 0.1n), \quad n = \overline{0, 200}$$

și $w(n)$ este un zgomot de tip aditiv. Evaluând autocorelația secvenței $y(n)$ determinați dacă $x(n)$ este periodic sau nu. Dacă da, care este perioada?

```
clear variables;
n = 0:200;
x = 3*cos(2*pi*0.15*n) + 2*cos(2*pi*0.1*n);
w = rand(1, length(x));
y = x + w;

figure,
subplot(221); stem(n, x), grid,
title('x(n)');
subplot(222); stem(n, w), grid,
title('w(n)');
subplot(212); stem(n, y), grid,
title('y(n)');
xlabel('n'), ylabel('Amplitudine');
```



```
[r_xx, x_lags] = xcorr(x, 'biased'); % autocorelatia secventei x(n)
[r_ww, w_lags] = xcorr(w, 'biased'); % autocorelatia secventei w(n)
[r_xw, xw_lags] = xcorr(x, w, 'biased'); % autocorelatia secventei x(n) si w(n)
[r_wx, wx_lags] = xcorr(w, x, 'biased'); % autocorelatia secventei w(n) x(n)
[r_yy, y_lags] = xcorr(y, 'biased'); % autocorelatia secventei y(n)
```

```
figure,
stem(y_lags, r_yy), grid,
xlabel('l'), ylabel('r_{yy}(l)'),
title('Autocorelatia secventei y(n)');
```

