Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea*Calculatoare, Informatică și Microelectronică*

Specialitatea *Tehnologii Informaționale*

Raport

la lucrarea de laborator nr. 4

Tema:*“Compunerea oscilațiilor armonice”*

Disciplina: “Mecanică teoretică”

Varianta 3

A efectuat:	Student grupa TI-231 FR	Apareci Aurica
A verificat:	Asistent universitar	Andronic Silvia

Chișinău 2024

Cuprins

1. Cadru teoretic

Scopul lucrării: Crearea file-funcţiilor şi file-programelor pentru construirea graficelor cu ajutorul comenzii plot, pentru oscilaţii armonice necoerente şi coerente în sistemul MATLAB.

Sarcina I: De ales două oscilații armonice de aceiaşi direcție (x 1 şi x2), cu frecvențele ciclice ω1 şi ω2, cu fazele inițiale α1 şi α2 , şi cu amplitudinile A1 şi A2 . De compus (de adunat) aceste oscilații (x = x1 + x2 , oscilația rezultantă), construind graficele respective cu inscripții informative pentru următoarele cazuri:

a) Oscilații armonice necoerente *(ω1 ≠ ω2)*. De scris file-funcția de timp, ce ar construi în o fereastră grafică pe axe comune graficele funcțiilor *x1(t), x2(t)* şi *x(t)*. De analizat rezultatele obținute.

b) Oscilații armonice coerente *(ω1 = ω2)*. De scris file-funcția de timp, ce ar construi în o fereastră grafică pe axe comune graficele funcțiilor *x1(t), x2(t)* şi *x(t)*. De analizat rezultatele obținute.

c) Oscilații armonice necoerente (*ω1 ω2* , - oscilație de tip bătaie). De scris file-funcția de timp, ce ar construi în o fereastră grafică graficul funcției *x(t)*. De determinat caracteristicile cinematice ale oscilației de tip bătaie.

d) Oscilații armonice coerente *(ω1= ω2)*. De scris o file-funcție cu parametrii de intrare numărul figurii şi diferența de faze α = α1 - α2, ce ar construi, în o fereastră grafică, graficele funcțiilor *x1(t), x2(t)* şi *x(t)*. pentru α=0; $\frac{\pi}{6};\frac{\pi}{4};\frac{\pi}{3};\frac{\pi}{2};\frac{2\pi}{3};\frac{3\pi}{4};\frac{5\pi}{6};\pi$ pe axe separate (fereastra grafică se divizează în 9 sectoare , fiecare cu axele sale, pentru fiecare valoare ale parametrului α).

Sarcina II: Punctul material ia parte la două oscilații armonice de direcții reciproc perpendiculare (x şi y) cu frecvențele ciclice ω1 şi ω2 , cu fazele inițiale α1 şi α2 şi amplitudinile A1 şi A2 . Este necesar de selectat aceste oscilații în următoarele cazuri:

a) ω1 = ω2. De scris o file-funcție cu parametrii de intrare numărul figurii şi diferența de faze α = α1 - α2, ce ar construi, pe axe separate, în o fereastră grafică, traiectoriile mişcării punctului (figurile lui Lissajous), pentru α=0; $\frac{\pi}{6};\frac{\pi}{4};\frac{\pi}{3};\frac{\pi}{2};\frac{2\pi}{3};\frac{3\pi}{4};\frac{5\pi}{6};\pi$

b) ω1 ≠ ω2 , $\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{n_1}{n_2}$, n_1, n_2= 1 , 2 ,3 , …. , $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha - \frac{\pi}{2}$; De scris o file-funcție cu parametrii de intrare numărul figurii şi parametru α , ce ar construi, pe axe separate, în o fereastră grafică, traiectoriile mişcării punctului (figurile lui Lissajous), pentru α=0; $\frac{\pi}{6};\frac{\pi}{4};\frac{\pi}{3};\frac{\pi}{2};\frac{2\pi}{3};\frac{3\pi}{4};\frac{5\pi}{6};\pi$

2. Repere teoretice

Fie că un proces oscilatoriu este descris de o mărime scalară variabilă cu timpul. Acest proces se numeşte periodic, dacă orice valoari ale mărimii oscilatorii se repetă după intervale egale de timp, adică există o asemenea valoare minima a timpului **T**, că pentru orice t se îndeplineşte condiţia: **x(t + T)=x(t)**

Mărimea **T** se numeşte **perioada** procesului oscilatoriu. Mărimea inversă a lui T se numşte frecvenţa procesului oscilatoriu şi se notează cu **f**. **f = 1/T**. Frecvenţa se măsoară în **Hz**(Hertz). În tehnică se foloseşte noţiunea de frecvenţă circulară (pulsaţia), adică numărul de oscilaţii în **2π** unităţi de timp (secunde) care se notează cu **ω**. Se măsoară în **rad/s**. **x = Asin(ωt+α)**

În mișcarea oscilatorie armonică valoarea la un moment dat al parametrului x se numește **elongație**. Valoarea maximă a elongației, adică **A,** se numește **amplitutidea, ωt+α – faza oscilației, α** - faza inițială, **ω** - pulsația Sub compunerea oscilațiilor se înțelege determinarea oscilației rezultante dacă sistema oscilatorie simultan participă la mai multe procese oscilatorii.

a) Compunerea oscilațiilor cu aceeași direcție: **a=a1+a2**

$$a=\sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2\cos[(\omega_2 - \omega_1)t + (\alpha_2 - \alpha_1)}$$

$$tg(\omega t+\alpha)=\frac{a_y}{a_x}=\frac{a_1\sin(\omega_1 t+\alpha_1)+a_2\sin(\omega_2 t+\alpha_2)}{a_1\cos(\omega_1 t+\alpha_1)+a_2\cos(\omega_2 t+\alpha_2)}$$

b) Compunerea oscilațiilor cu direcții recirpoc perpendiculare:

$$x = a_x\cos(\omega_x t + \alpha_x),$$
$$y = a_y\cos(\omega_y t + \alpha_y),$$

unde $\omega_x=\sqrt{\frac{c_x}{m}}$, $\omega_y=\sqrt{\frac{c_y}{m}}$, unde c_x, c_y – coeficienții de elasticitate a arcurilor respective, ω_x, ω_y – frecvențele circulare respective , a_x , a_y – amplitudinile respective .

Oscilații cu frecvențe egale: ω1= ω2 = ω

Oscilații cu frecvențe diferite: ω1≠ω2

3. Mersul lucrării

3.1 Exercitiul 1

a) Oscilații armonice necoerente (ω1 ≠ ω2)

Oscilațiile armonice necoerente sunt acelea în care două sau mai multe oscilații au frecvențe diferite. În acest caz, ω_1 (frecvența primei oscilații) și ω_2 (frecvența celei de-a doua oscilații) nu sunt egale, astfel încât oscilațiile nu sunt sincronizate.

Deoarece frecvențele sunt diferite, oscilațiile vor prezenta variații în timp, iar rezultanta x(t) va arăta ca o suprapunere a două oscilații cu perioade diferite, ducând la un comportament complex în timp.

fnecoerente.m

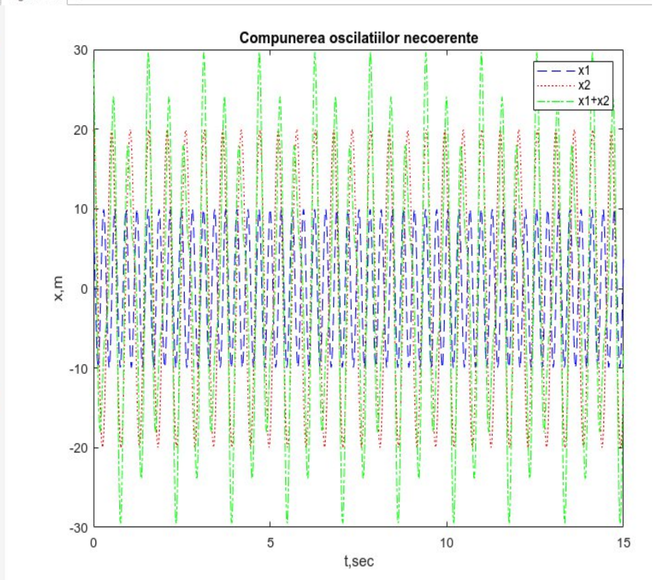
/MATLAB Drive/fnecoerente.m

```
function[x1,x2,x]=fnecoerente(t);
a1=10;
a2=20;
omega1=20;
omega2=12;
alfa1=pi/1.5;
alfa2=pi/1.9;
x1=a1*sin(omega1*t+alfa1);
x2=a2*sin(omega2*t+alfa2);
x=x1+x2;
end
```

lab_4.m

/MATLAB Drive/lab_4.m

```
t=0:pi/150:15;
[x1,x2,x] = fnecoerente(t);
figure(1);
plot(t,x1,'--b',t,x2,':r',t,x,'-.g');
legend('x1','x2','x1+x2');
xlabel('t,sec'); ylabel('x,m');
title('Compunerea oscilatiilor necoerente');
```



Regimul de comanda Matlab: >> lab_4

b) Oscilații armonice coerente ($\omega 1 = \omega 2$)

Oscilațiile armonice coerente apar atunci când două oscilații au aceeași frecvență. Aceste oscilații sunt sincronizate, dar pot avea faze și amplitudini diferite.

Pentru oscilații coerente, rezultanta x(t) va fi o altă oscilație armonică cu frecvența comună ω, dar cu o amplitudine și fază care depind de valori.

fcoerente.m

/MATLAB Drive/fcoerente.m

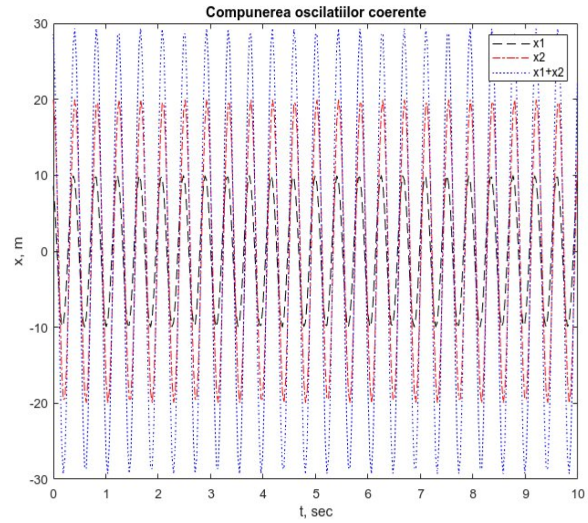
```
function[x1,x2,x] = fcoerente(t);
a1=10;
a2=20;
omega1=15;
omega2=15;
alfa1=pi/1.5;
alfa2=pi/1.9;
x1=a1*sin(omega1*t+alfa1);
x2=a2*sin(omega2*t+alfa2);
x=x1+x2;
```

lab_4_1.m

/MATLAB Drive/lab_4_1.m

```
t=0:pi/100:10;
[x1,x2,x3] = fcoerente(t);
figure(2);
plot(t,x1,'--k',t,x2,'-.r',t,x3,':b');
legend('x1','x2','x1+x2');
xlabel('t, sec'); ylabel('x, m');
title('Compunerea oscilatiilor
coerente');
```

Figure 2



Regimul de comanda Matlab: >> lab_4_1

c) Oscilații armonice necoerente ($\omega 1$ $\omega 2$, - oscilație de tip bătaie).

Bătăile sunt un fenomen specific oscilațiilor armonice necoerente în care frecvențele ω_1 și ω_2 sunt apropiate una de alta, iar suprapunerea acestora creează o variație lentă a amplitudinii.

fbataie.m

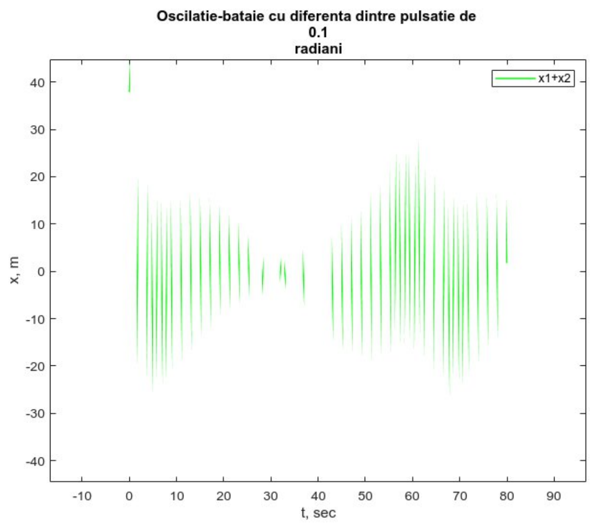
/MATLAB Drive/fbataie.m

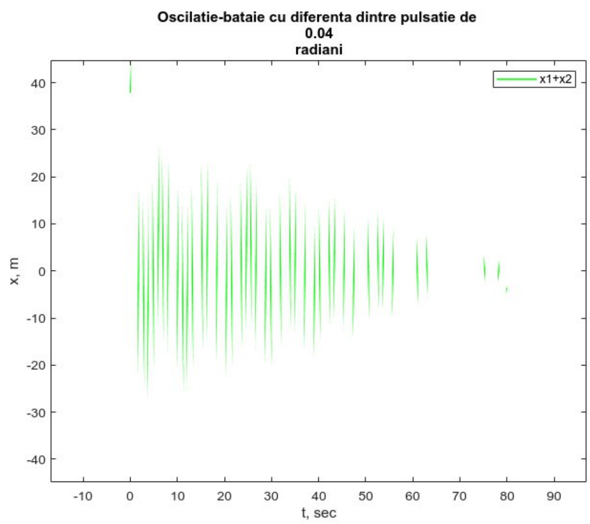
```
function[x1,x2,x3]=fbataie(t,domega)
a1=20;
a2=25;
omega1=3;
omega2=omega1+domega;
alfa1=1;
alfa2=1;
x1=a1*sin(omega1*t+alfa1);
x2=a2*sin(omega2*t+alfa2);
x3=x1+x2;
end
```

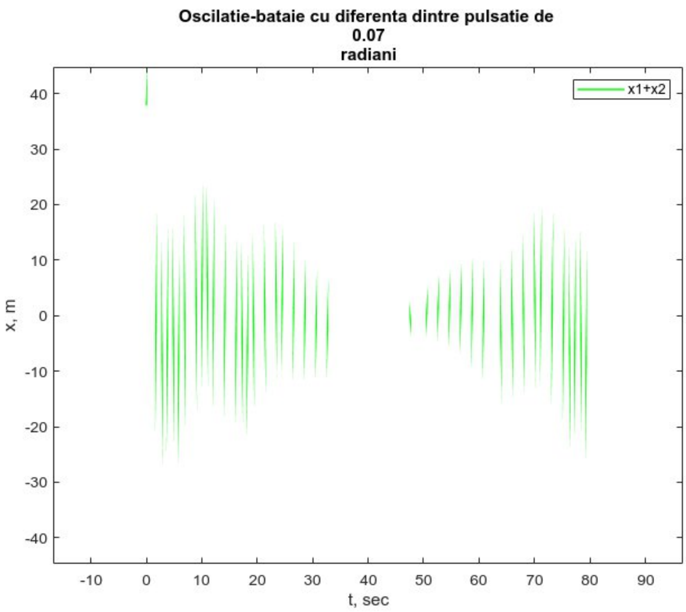
lab_4_3.m

/MATLAB Drive/lab_4_3.m

```
t=0:pi/20:80;
n=0;
for domega = [0.04,0.07,0.1];
 n=n+1;
[x1,x2,x3] = fbataie(t,domega);
figure(n);
axis equal
plot(t,x3,'-g','LineWidth',1);
legend('x1+x2');
xlabel('t, sec');  ylabel('x, m');
title({'Oscilatie-bataie cu diferenta
dintre pulsatie de ' domega 'radiani'});
end
```







d) Oscilații armonice coerente *(ω1= ω2)*

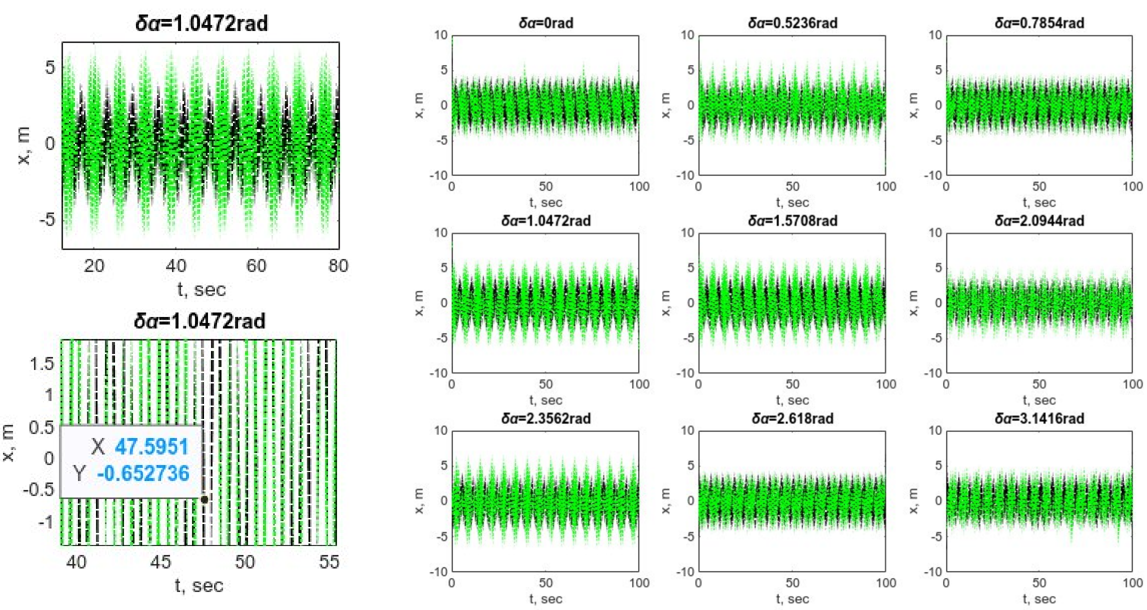
Aceste oscilații au aceeași frecvență, dar diferența de fază α între ele influențează modul în care se suprapun. Diferența de fază α este dată de diferența dintre fazele individuale $\alpha 1$α 1 și $\alpha 2$α 2 . În funcție de valoarea α, rezultanta $x(t)$ va arăta oscilații diferite. Când α = 0, oscilațiile sunt în fază și amplitudinile se adaugă maxim, iar pentru != 0 rezultatul poate fi mai complex.

lab_4_4.m
/MATLAB Drive/lab_4_4.m

```
t=0:pi/40:100;
n=0;
for alfa=[0,pi/6,pi/4,pi/3,
pi/2,2*pi/3,3*pi/4,5*pi/6,pi];
 n=n+1;
[x1,x2,x3]= func(t,alfa);
figure(1);subplot(3,3,n);
plot(t,x1,'--m',t,x2,
'-.k',t,x3,':g','LineWidth',1.5);
xlabel('t, sec'); ylabel('x, m');
title(['\delta\alpha=',
num2str(alfa),'rad']);
end
```

func.m
/MATLAB Drive/func.m

```
function[x1,x2,x3] = func(t,dalfa)
a1=3;
a2=7;
omega1=5;
omega2=6;
alfa1=pi/1.7;
alfa2=alfa1-dalfa;
x1=a1*sin(omega1*t+alfa1);
x2=a2*sin(omega2*t+alfa2);
x3=x1+x2;
end
```



3.2 Exercitiul 2

a) ω1 = ω2

lab_4_5.m

/MATLAB Drive/lab_4_5.m

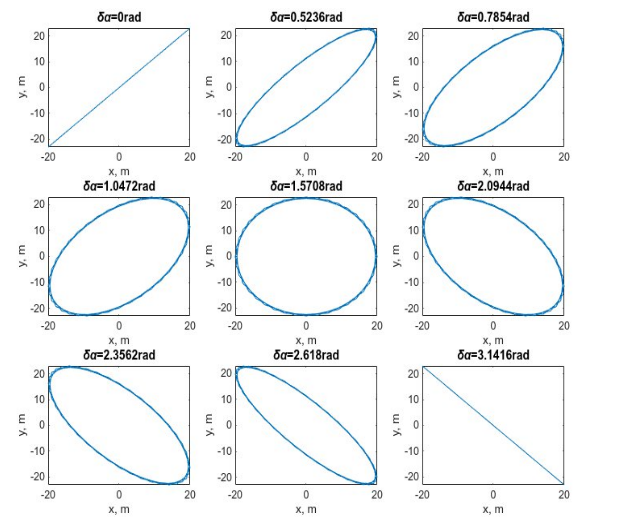
```
t=0:pi/20:50; n=0;
for alfa=[0, pi/6,pi/4,pi/3,pi/2,
2*pi/3,3*pi/4,5*pi/6,pi];
 n=n+1;
[x,y]=omega_egale(t,alfa);
figure(1); subplot(3,3,n); plot(x,y);
xlabel('x, m'); ylabel('y, m');
title(['\delta\alpha=',
num2str(alfa),'rad']);
end
```

omega_egale.m

/MATLAB Drive/omega_egale.m

```
function[x,y] = omega_egale(t,dalfa)
A1=20;
A2=23;
omega1=3;
omega2=3;
alfa1=pi/2;
alfa2=alfa1-dalfa;
x=A1*sin(omega1*t+alfa1);
y=A2*sin(omega2*t+alfa2);
end
```

Figure 1



Regimul de comanda Matlab: >> lab_4_1

b) $\omega_1 \neq \omega_2$, $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2}$, $n_1, n_2 = 1, 2, 3, \ldots$, $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha - \frac{\pi}{2}$;

lab_4_6.m

/MATLAB Drive/lab_4_6.m

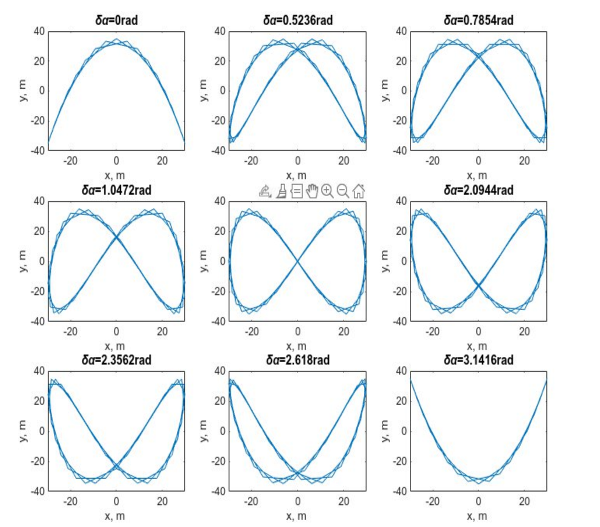
```
t=0:pi/20:300; n=0;
for alfa=[0, pi/6,pi/4,pi/3,pi/2,
2*pi/3,3*pi/4,5*pi/6,pi];
 n=n+1;
[x,y]=omega_diferit(t,alfa);
figure(1);subplot(3,3,n); plot(x,y);
xlabel('x, m '); ylabel('y, m');
title(['\delta\alpha=',
num2str(alfa),'rad']);
end
```

omega_diferit.m

/MATLAB Drive/omega_diferit.m

```
function[x,y]=omega_diferit(t,dalfa)
A1=30;
A2=35;
omega1=3;
omega2=2*omega1;
alfa1=dalfa-pi/2;
alfa2=dalfa-pi/2;
x=A1*sin(omega1*t+alfa1);
y=A2*sin(omega2*t+alfa2);
end
```

Figure 1



Regimul de comanda Matlab: >> lab_4_6

4. Concluzii

In cadrul acestui laborator, am explorat cum oscilațiile armonice pot interacționa pentru a produce fenomene complexe, cum ar fi interferența și bătăile. Graficele construite au arătat cum frecvențele și fazele inițiale ale oscilațiilor influențează comportamentul rezultant, iar figurile lui Lissajous au oferit o reprezentare vizuală a oscilațiilor pe două direcții perpendiculare. Aceste experimente au oferit o înțelegere mai profundă a fenomenelor ondulatorii.