

12.4. Практичне заняття 4. РОЗРАХУНОК ПЕРЕХІДНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

12.4.1. План проведення практичного заняття

1. Стисло нагадати теоретичні відомості, необхідні для виконання індивідуального завдання практичного заняття.

2. Виконати попередній аналіз початкових даних індивідуального варіанту (табл. 12.7).

3. Отримати різницеве рівняння для ОУ 1-го порядку та 2-го порядку. Початкові дані обрати згідно табл. 12.7 для ОУ 1-го порядку (коефіцієнт α_1)

4. Розробити програму, яка буде обчислювати перехідну характеристику ОУ.

4.2. Приклад виконання завдання практичного заняття

Початкові дані для виконання завдання:

$$\alpha_1 = 1,9; \alpha_2 = 0,4; \beta_2 = 2,2.$$

Аперіодичний ОУ першого порядку має передаточну функцію:

$$K_0(z) = \frac{\alpha_1}{1 - (1 - \alpha_1)z^{-1}}.$$

Аперіодичний ОУ другого порядку має передаточну функцію:

$$K_0(z) = \frac{\alpha_2 - (\alpha_2 - \beta_2)z^{-1}}{1 - (2 - \alpha_2 - \beta_2)z^{-1} + (1 - \alpha_2)z^{-2}}.$$

Табл. 12.7

Варіант	Для ОУ 1-го порядку	Для ОУ 2-го порядку		Варіант	Для ОУ 1-го порядку	Для ОУ 2-го порядку	
	α_1	α_2	β_2		α_1	α_2	β_2
1	0,4	0,5	2,0	16	0,7	0,5	2,0
2	0,5	0,4	2,2	17	0,8	0,4	2,2
3	0,6	0,8	2,5	18	0,9	0,8	2,5
4	0,7	1,2	2,7	19	1,1	1,2	2,7
5	0,8	1,5	3,2	20	1,2	1,5	3,2
6	0,9	0,5	2,0	21	1,3	0,5	2,0
7	1,1	0,4	2,2	22	1,4	0,4	2,2
8	1,3	0,8	2,5	23	1,5	0,8	2,5
9	1,4	1,2	2,7	24	1,6	1,2	2,7
10	1,5	1,5	3,2	25	1,7	1,5	3,2
11	1,8	0,5	2,0	26	1,8	0,5	2,0
12	1,9	0,4	2,2	27	1,9	0,4	2,2
13	0,4	0,8	2,5	28	0,4	0,8	2,5
14	0,5	1,2	2,7	29	0,5	1,2	2,7

15	0,6	1,5	3,2	30	0,6	1,5	3,2
----	-----	-----	-----	----	-----	-----	-----

Знайдемо різницеве рівняння для ОУ першого порядку:

$$K_0(z) = \frac{\alpha_1}{1 - (1 - \alpha_1)z^{-1}} = \frac{1.9}{1 - (1 - 1.9)z^{-1}} = \frac{1.9}{1 + 0.9z^{-1}},$$

$$\frac{1.9}{1 + 0.9z^{-1}} = \frac{Y(z)}{X(z)},$$

$$(1 + 0.9z^{-1}) \cdot Y(z) = 1.9 \cdot X(z),$$

$$Y(z) = 1.9 \cdot X(z) - 0.9z^{-1} \cdot Y(z).$$

Знайдемо різницеве рівняння для ОУ другого порядку:

$$K_0(z) = \frac{\alpha_2 - (\alpha_2 - \beta_2)z^{-1}}{1 - (2 - \alpha_2 - \beta_2)z^{-1} + (1 - \alpha_2)z^{-2}} =$$

$$= \frac{0.4 - (0.4 - 2.2)z^{-1}}{1 - (2 - 0.4 - 2.2)z^{-1} + (1 - 0.4)z^{-2}} = \frac{0.4 + 1.8z^{-1}}{1 + 0.2z^{-1} + 0.6z^{-2}},$$

$$\frac{0.4 + 1.8z^{-1}}{1 + 0.2z^{-1} + 0.6z^{-2}} = \frac{Y(z)}{X(z)},$$

$$Y(z) + 0.2Y(z) \cdot z^{-1} + 0.6Y(z) \cdot z^{-2} = 0.4X(z) + 1.8X(z) \cdot z^{-1},$$

$$Y(z) = 0.4X(z) + 1.8X(z) \cdot z^{-1} - 0.2Y(z) \cdot z^{-1} - 0.6Y(z) \cdot z^{-2}.$$

Виконуємо обернене Z-перетворення і отримуємо різницеве рівняння для ОУ першого порядку:

$$Y(z) = 1.9 \cdot X(z) - 0.9z^{-1} \cdot Y(z),$$

$$y(n) = 1.9x_n - 0.9y_{n-1}.$$

Виконуємо обернене Z-перетворення і отримуємо різницеве рівняння для ОУ другого порядку:

$$Y(z) = 0.4X(z) + 1.8X(z) \cdot z^{-1} - 0.2Y(z) \cdot z^{-1} - 0.6Y(z) \cdot z^{-2},$$

$$y(n) = 0.4x_n + 1.8x_{n-1} - 0.2y_{n-1} - 0.6y_{n-2}.$$

Лістинг програми моделювання

```

program pr4;
uses crt;
var y1,y2: array[-2..100] of real;
    x: array[-2..100] of real;
    f1: text;
    n,i: integer;
    a1,a2,b1,b2,b3,b4: real;

begin clrscr;
assign(f1, 'PR4.doc'); rewrite(f1);
writeln('ОУ1 Введіть коефіцієнти');
write('x(n)='); readln(a1);
write('y(n-1)='); readln(a2);

```

```

        writeln('ОУ2 Введіть коефіцієнти');
        write('x(n)='); readln(b1);
        write('x(n-1)='); readln(b2);
        write('y(n-1)='); readln(b3);
        write('y(n-2)='); readln(b4);
        writeln(' ');
        write('N='); readln(n);
        writeln('Натисніть Enter...'); readkey;
y1[-2]:=0; y1[-1]:=0; y1[0]:=0;
y2[-2]:=0; y2[-1]:=0; y2[0]:=0;
x[-2]:=0; x[-1]:=0; x[0]:=0;

for i:=1 to n do begin
    x[i]:=1;
    y1[i]:=a1*x[i]+a2*y1[i-1]; end;

for i:=1 to n do begin
    x[i]:=1;
    y2[i]:=b1*x[i]+b2*x[i-1]+b3*y2[i-1]+b4*y2[i-2];
end;
    writeln(f1,'y1[i]=(',a1:2:2,')*x[i]+(',a2:2:2,')*y[i-1]');
writeln(f1,'y2[i]=(',b1:2:2,')*x[i]+(',b2:2:2,')*x[i-1]+(',b3:2:2,')*y[i-1]+(',b4:2:2,')*y[i-2]');
    writeln(f1,' ');
    writeln(f1,'N=',n);
    writeln(f1,' ');
writeln(f1,' |          ОУ1          |          ОУ2          |');
writeln(f1,'-----');
writeln(f1,' N| x[n] |    y[n]    | x[n] |    y[n] |');
    for i:=0 to n do begin
        writeln(f1,i:2,'| ',x[i]:1:1,' | ', y1[i]:3:6,' | ',x[i]:1:1,' | ', y2[i]:3:6,'|');
    end;
    writeln(f1,' ');
    for i:=0 to n do begin writeln(f1, y1[i]:3:6);
end;
    writeln(f1,' ');
    for i:=0 to n do begin writeln(f1, y2[i]:3:6);
end;
close(f1); end.

```

Результати моделювання

```

y1[i]=(1.90)*x[i]+(-0.90)*y[i-1]

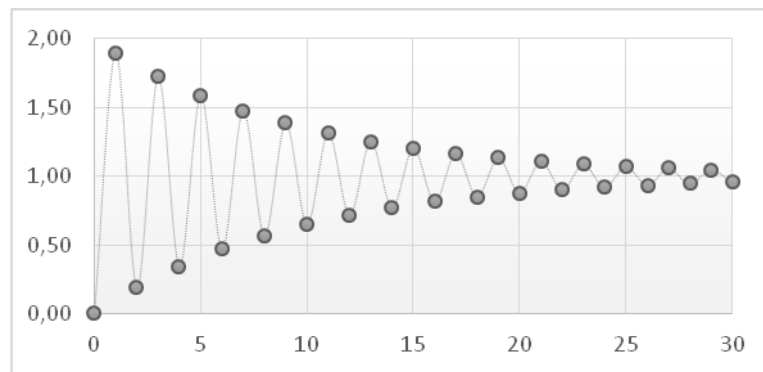
```

$$y2[i] = (0.40) * x[i] + (1.80) * x[i-1] + (-0.60) * y[i-1] + (-6.0E-01) * y[i-2]$$

N=50

	OY1			OY2		
N	x[n]	y[n]	x[n]	y[n]		
0	0.0	0.000000	0.0	0.000000		
1	1.0	1.900000	1.0	0.400000		
2	1.0	0.190000	1.0	1.960000		
3	1.0	1.729000	1.0	0.784000		
4	1.0	0.343900	1.0	0.553600		
5	1.0	1.590490	1.0	1.397440		
6	1.0	0.468559	1.0	1.029376		
7	1.0	1.478297	1.0	0.743910		
8	1.0	0.569533	1.0	1.136028		
9	1.0	1.387420	1.0	1.072037		
10	1.0	0.651322	1.0	0.875161		
.....						
45	1.0	1.008728	1.0	0.999984		
46	1.0	0.992145	1.0	1.000001		
47	1.0	1.007070	1.0	1.000009		
48	1.0	0.993637	1.0	0.999994		
49	1.0	1.005726	1.0	0.999998		
50	1.0	0.994846	1.0	1.000005		

Вихідний сигнал ОУ, В



Час моделювання, с

Рис. 12.3. Графік вихідного сигналу аперіодичного ОУ першого порядку

Вихідний сигнал ОУ, В

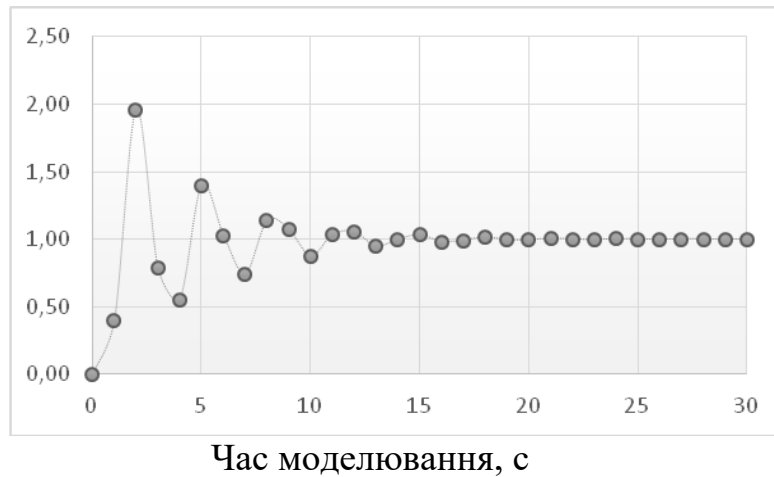


Рис. 12.4. Графік вихідного сигналу аперіодичного ОУ другого порядку

12.4.3. Контрольні питання

1. Дайте визначення перехідної та імпульсної характеристик ОУ.
2. Дайте пояснення фізичного змісту методу обчислення вихідної реакції ОУ шляхом згортки вхідного впливу і імпульсної характеристики ОУ.
3. Які властивості повинні мати сигнали, що використовуються для ідентифікації ОУ?
4. Намалюйте структурну схему для визначення динамічних характеристик ОУ в реальному масштабі часу. Поясніть її роботу.
5. Як одержати рівняння, що описує ОУ, по його передаточній функції?
6. Визначить вигляд перехідної характеристики аперіодичного ОУ першого порядку при таких значеннях коефіцієнта α в передатній функції: 0,5; 1; 1,5; 2,0; 2,5.