Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea Calculatoare, Informatică şi Microelectronică

Departamentul Ingineria Software și Automatică

RAPORT

Lucrare de laborator nr.5

Disciplina: Prelucrarea semnalelor

Tema: Sisteme discrete în timp continuu sau discret

A efectuat: st. gr. Zavorot Daniel, TI-194

A verificat: asistent universitar, Dubac Serghei

Chişinău 2022

**Scopul lucrării**: De a învăţa cum să creăm diferite sisteme în conformitate cu sistemul iniţial.

**Noţiuni teoretice**

Sistemele discrete în timp convertesc semnalul de intrare în domeniul de timp cu scopul de a obţine la ieşire un semnal cu proprietăţi dorite. Asupra semnalului de intrare se aplică diferiţi, care constau în operaţii simple. Scopul acestei lucrări de laborator constă în prezentarea câtorva tipuri simple de discrete, cu prorprietăţile lor.

Într-un sistem liniar în timp discret pentru un semnal de intrare x[n]=αx1[n]+βx2[n] ca răspuns vom avea y[n]=αy1[n]+βy2[n] unde y1[n] şi y2[n] sunt răspunsuri la secvenţele corespunătoare x1[n] și x2[n].

Într-un sistem discret în timp continuu ca răspuns la semnalul de intrare x[n]=x1[n-n0] va fi semnalul y[n]=y1[n-n0] unde n0 –număr intreg nenul şi y1[n] raspuns la x1[n].

Sistemul continuu după valori şi în timp cotinuu (system continuu, Linear Time-Invariant-LTI) satisfice ambele criterii de liniaritate şi continuitate.

Dacă y1[n] şi y2[n] sunt răspunsuri ale unui sistem discret cauzal la intrările corespunzătoare u1[n] şi u2[n], atunci u1[n]= u2[n] cînd n<N, implică y1[n]=y2[n] cînd n<N.

Filtrele digitale pot fi împărţite în două clase, filtre cu răspuns finit la impuls (RFI) sau FIR (Finite Impulse Response) şi filtre cu răspuns infinit la impuls (RII) sau IIR (Infinite Impulse Response).

Intrarea şi ieşirea filtrului sunt legate prin suma de convoluţie, dată de relaţia:

pentru filtre FIR și

pentru filtre IIR. Evident, pentru filtrele IIR răspunsul la impuls este de durată infinită şi pentru filtrele FIR răspunsul la impuls are numai M valori.

**Exemplu 1:**

% Simularea filtrului FIR de o lungime arbitrara

% generarea semnalului de intrare

clf; n = 0:100;

s1 = cos(2 \* pi \* 0.05 \* n); % semnal de o frecventa joasa

s2 = cos(2 \* pi \* 0.47 \* n); % semnal de o frecventa inalta

x = s1 + s2;

% Realizarea filtrului FIR

M = input('Lungimea dorita a filtrului = ');

num = ones(1, M);

y = filter(num, 1, x)/M;

% Afisarea semnalelor de intare si de isire

subplot(2, 2, 1);

plot(n, s1);

axis([0, 100, -2, 2]);

xlabel('Timpul n'); ylabel('Amplituda');

title('semnal #1');

subplot(2, 2, 2);

plot(n, s2);

axis([0, 100, -2, 2]);

xlabel('Timpul n'); ylabel('Amplituda');

title('semnal #2');

subplot(2, 2, 3);

plot(n, x);

axis([0, 100, -2, 2]);

xlabel('Timpul n'); ylabel('Amplituda');

title('Semnalul de intrare');

subplot(2, 2, 4);

plot(n, y);

axis([0, 100, -2, 2]);

xlabel('Timpul n'); ylabel('Amplituda');

title('Semnalul de iesire');

Graphical user interface, chart

Description automatically generatedaxis;

Figura 1. Simularea filtrului FIR de lungimea *M = 15*

**Exemplu 2**:

Programul de mai jos poate fi folosit pentru generarea semnalului de intrare x[n], compus ditr-o secventa sinusoidala.

Fișierul ***.m*** cu codul sură

% generarea semnalului sinusoidal de intrare

clf;

n = 0:200;

x = cos(2 \* pi \* 0.05 \* n);

% Calcularea semnalului de iesire

x1 = [x 0 0]; % x1[n] = x[n+1]

x2 = [0 x 0]; % x2[n] = x[n]

x3 = [0 0 x]; % x3[n] = x[n-1]

y = x2 .\* x2 + x1 .\* x3;

y = y(2:202);

% Vizualizarea semnalului de intrare si a celui de ieşire

subplot(2, 1, 1);

plot(n, x);

xlabel('Timpul n'); ylabel('Amplituda');

title('semnalul de intrare');

subplot(2, 1, 2);

plot(n, y);

xlabel('Timpul n'); ylabel('Amplituda');

title('Semnalul de iesire');

Calendar

Description automatically generated

Figura 2. Semnalul de intrare x[n], compus dintr-o secvență sinusoidală

**Exemplu 3**:

În programul acesta este realizat sistemul reprezentat prin următoarea expresie:

y[n] - 0.4y[n - 1] + 0.75y[n - 2] = 2.2403x[n] + 2.4908x[n - 1] + 2.2403x[n - 2].

Se generează trei secvenţe de intrare x1[n], x2[n] si x[n] = a \* x1[n] + b \* x2[n].

Se calculează trei secvenţe de ieşire y1[n], y2[n] și y[n], cu reprezentarea lor grafică.

Fișierul ***.m*** cu codul sură

% Generarea secvenţelor de iesire

clf; n = 0:40;

a = 2; b = -3;

x1 = cos(2 \* pi \* 0.1 \* n);

x2 = cos(2 \* pi \* 0.4 \* n);

x = a \* x1 + b \* x2;

num = [2.2403 2.4908 2.2403];

den = [1 -0.4 0.75];

ic = [0 0]; % initializarea

y1 = filter(num, den, x1, ic); % Calcularea semnalului de iesire y1[n]

y2 = filter(num, den, x2, ic); % Calcularea semnalului de iesire y2[n]

y = filter(num, den, x, ic); % Calcularea semnalului de iesire y[n]

yt = a \* y1 + b \* y2;

d = y - yt; % calcularea abaterii d[n]

% Vizualizarea semnalelor de iesire si a semnalului de abatere

subplot(3, 1, 1);

stem(n, y);

ylabel('Amplituda ');

title('semnalul de iesire incarcat : a \cdot y\_{1}[n] + b \cdot y\_{2}[n]');

subplot(3, 1, 2);

stem(n, yt);

ylabel('Amplituda');

title('semnalul de iesire incarcat : a \cdot y\_{1}[n] + b \cdot y\_{2}[n]');

subplot(3, 1, 3);

stem(n, d);

xlabel('Timpul n'); ylabel('Amplituda');

title('semnalul diferential ');

A screenshot of a computer

Description automatically generated with low confidenceFigura 3. Semnalele de ieşire și semnalul diferențial calculate

**Exemplu 4**:

Pentru această expresie se crează sistemul ce o simulează:

y [n]-0.4y[n-1]+0.75y[n-2]=2.2403x[n]+2.4908x[n-1]+2.2403x[n-2].

Două secvenţe de intrare diferite x[n] şi x[n-D]. Se calculează şi se vizualizează corespunzător doua secvente de ieşire şi abaterea y1[n] – y2[n+D].

Fișierul ***.m*** cu codul sură

% Generarea secventelor de intrare

clf; n = 0:40; D = 10; a = 3.0; b = -2;

x= a \* cos(2 \* pi \* 0.1 \* n) + b \* cos(2 \* pi \* 0.4 \* n);

xd = [zeros(1, D) x];

num = [2.2403 2.4908 2.2403]; den = [1 -0.4 0.75];

ic = [0 0]; % setarea conditiilor initiale

%Calcularea semnalului de iesire y[n]

y = filter(num, den, x, ic);

% Calcularea semnalului de iesire yd[n]

yd = filter(num, den, xd, ic);

% Calcularea semnalului deabatere d[n]

d = y - yd(1 + D:41 + D);

%Afisarea graficelor semnalelor de iesire

subplot(3, 1, 1);

stem(n, y);

ylabel('Amplituda');

title('Semnalul de iesire y[n]'); grid;

subplot(3, 1, 2);

stem(n, yd(1:41));

ylabel('Amplituda');

title(['iesirea,la intirzierea semnalului la intrare x[n',num2str(D),']']); grid;

subplot(3, 1, 3);

stem(n, d);

xlabel('Timpul n'); ylabel('Amplituda');

Timeline

Description automatically generatedtitle('semnalul de abatere'); grid;

Figura 4. Semnalele de ieşire și abatere calculate

**Exemplu 5**:

Fișierul ***.m*** cu codul sură

clf;

N = 40;

num = [2.2403 2.4908 2.2403];

den = [1 -0.4 0.75];

y = impz(num, den, N);

% Reprezentarea grafică a impulsului de raspuns

stem(y);

xlabel('Timpul n'); ylabel('Amplituda');

title('Impulsul de raspuns'); grid;

Chart

Description automatically generatedFigura 5. Reprezentarea grafică a impulsului de răspuns

**Exemplu 6**:

Fișierul ***.m*** cu codul sură

% Realizarea cascadelor

clf;

x = [1 zeros(1, 40)]; % Generarea semnalului de intrare

n = 0:40;

% Coeficientii sistemului de gradul 4

den = [1 1.6 2.28 1.325 0.68];

num = [0.06 -0.19 0.27 -0.26 0.12];

% calcularea semnalului de ieasire asistemului de gradul 4 y=filter(num,den,x);

% Coefocoentii sistemelordegradul 2

num1 = [0.3 -0.2 0.4]; den1 = [1 0.9 0.8];

num2 = [0.2 -0.5 0.3]; den2 = [1 0.7 0.85];

% Semnalul de iesire y1[n] a primei etape a cascadei

y1 = filter(num1, den1, x);

% Semnalul deiesire y2[n] etapei a doua a cascadei

y2 = filter(num2, den2, y1);

% abaterea dintre y[n] si y2[n]

d = y1 - y2;

% Graficele semnalelor de iesire si a abaterii

subplot(3, 1, 1);

stem(n, y1);

ylabel('Amplituda');

title('afisarea realizării de gradul 4'); grid;

subplot(3, 1, 2);

stem(n, y2);

ylabel('Amplituda');

title('Afisarea realizarii cascada'); grid;

subplot(3, 1, 3);

stem(n, d);

xlabel('Timpul n'); ylabel('Amplituda ');

title('semnalul abaterii'); grid;

Timeline

Description automatically generated

Figura 6. Semnalul de cascada, abatere și realizării de gradul 4

**Exemplu 7**:

Operaţiunea de convoluţie se realizează în MATLAB cu comanda conv. Pentru aceasta se folosesc două secvenţe finite şi de aceeaşi lungime.

Fișierul ***.m*** cu codul sură

clf;

h = [3 2 1 -2 1 0 -4 0 3]; % raspuns de impuls

x = [1 -2 3 -4 3 2 1]; % secventa deintrare

y = conv(h, x);

n = 0:14;

subplot(2, 1, 1);

stem(n, y);

xlabel('Timpul n'); ylabel('Amplituda');

title('Semnalul de iesire,obtinut in urma convolutiei'); grid;

x1 = [x zeros(1, 8)];

y1 = filter(h, 1, x1);

subplot(2, 1, 2);

stem(n, y1);

xlabel('Timpul n'); ylabel('Amplituda');

title('Semnalul de iesire obtinut in urma filtrarii'); grid;

Calendar

Description automatically generatedFigura 7. Semnalul de ieşire obținut în urma convoluției și filtrării

**Exemplu 8**:

Programul calculează suma valorilor absolute ale raspunsului inpuls.

Fișierul ***.m*** cu codul sură

clf;

num = [1 -0.8]; den = [1 1.5 0.9];

N = 200;

h = impz(num, den, N + 1);

parsum = 0;

for k = 1:N + 1;

parsum = parsum + abs(h(k));

if abs(h(k)) < 10 ^ (-6), break, end

end

% Afisarea răspuns impuls

n = 0:N;

stem(n, h);

xlabel('Timpul n'); ylabel('Amplituda');

disp('Valoarea='); disp(abs(h(k))); %Afisarea valorilor

Figura 8. Suma valorilor absolut ale elementelor raspuns impuls

Graphical user interface, application, Word

Description automatically generated

**Exemplu 9**:

Aici se prezintă două sisteme:

y[n] = 0.5x[n]+0.27x[n-1]+0.77x[n-2]

y[n] = 0.45x[n] +0.5x[n-1] +0.45x[n-2]+0.53y[n-1]-0.46y[n-2].

Fișierul ***.m*** cu codul sură

% Generarea semnalului deintare

clf;

n=0:299;

x1=cos(2\*pi\*10\*n/256);

x2=cos(2\*pi\*100\*n/256);

x=x1+x2;

% Calcularea secvenţelor de iesire

num1=[0.5 0.27 0.77];

y1=filter(num1,1,x); % Iesirea sistemului #1

den2=[1 -0.53 0.46];

num2=[0.45 0.5 0.45];

y2=filter(num2,den2,x); % Iesirea sistemului #2

% Graficele secventelor de iesire

subplot(2,1,1);

plot(n,y1); axis([0 300 -2 2]);

ylabel('Amplituda');

title('semnalul de iesire #1'); grid;

subplot(2,1,2);

plot(n,y2); axis([0 300 -2 2]);

xlabel('Timpul n'); ylabel('Amplituda');

title('semnalul de iesire#2'); grid;

Graphical user interface

Description automatically generated with medium confidenceFigura 9. Calcularea semnalelor de ieşire pentru sistemul (1) și (2)