

IDENTIFICAREA SISTEMELOR DINAMICE UTILIZÂND REȚELE NEURALE

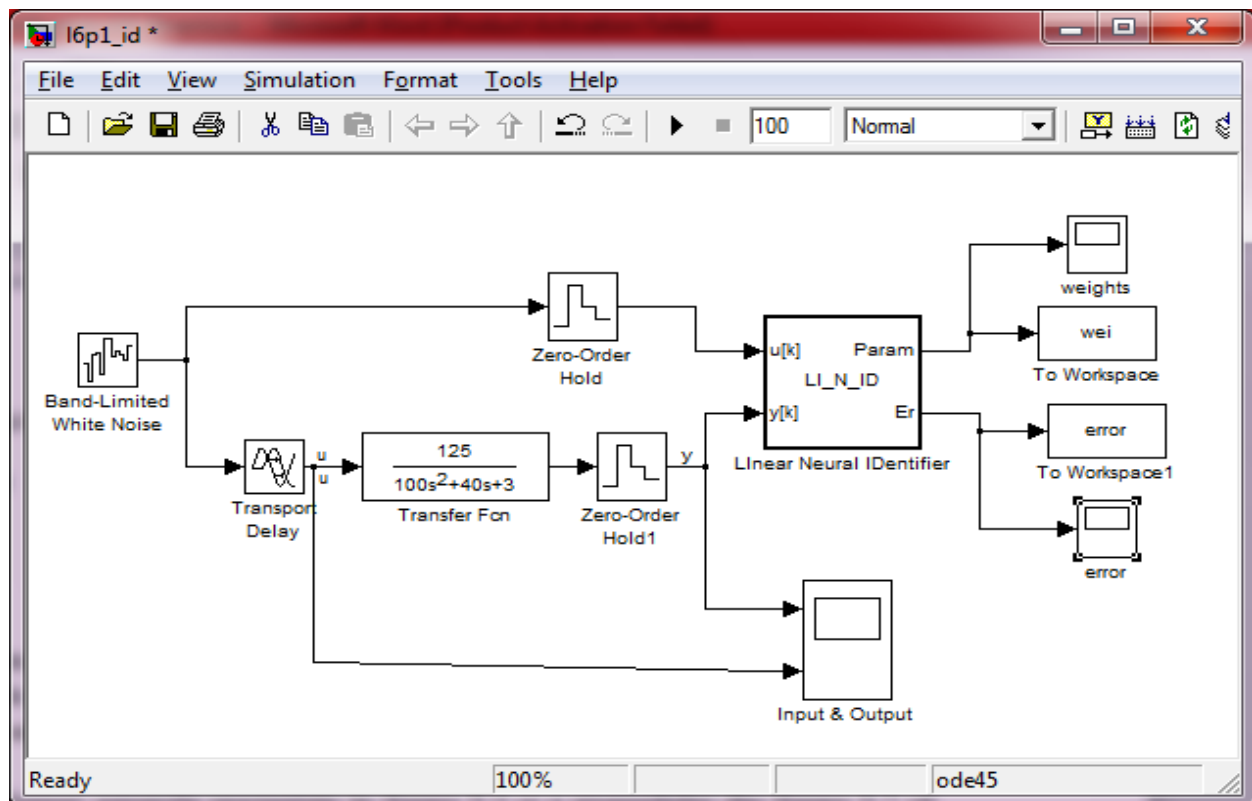
INDICAȚII

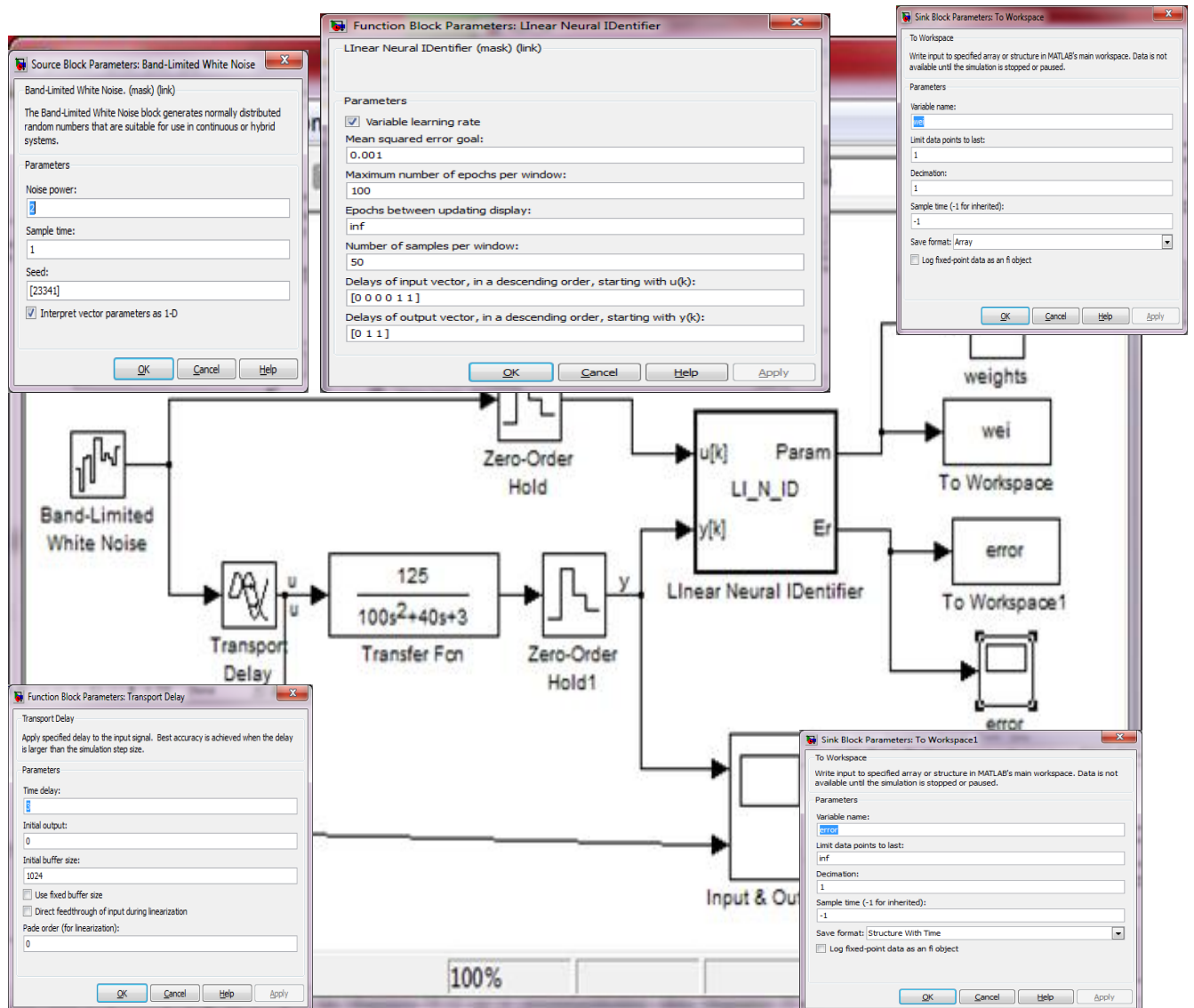
Problema 1

1. Considerăm arhitectura prezentată în figura 5.2 pentru identificarea unui sistem liniar SISO, figură în care rețeaua neurală este liniară (ADALINE). Să se demonstreze că, eventual până la un semn, ponderile rețelei reprezintă coeficienții funcției de transfer discrete a sistemului liniar.

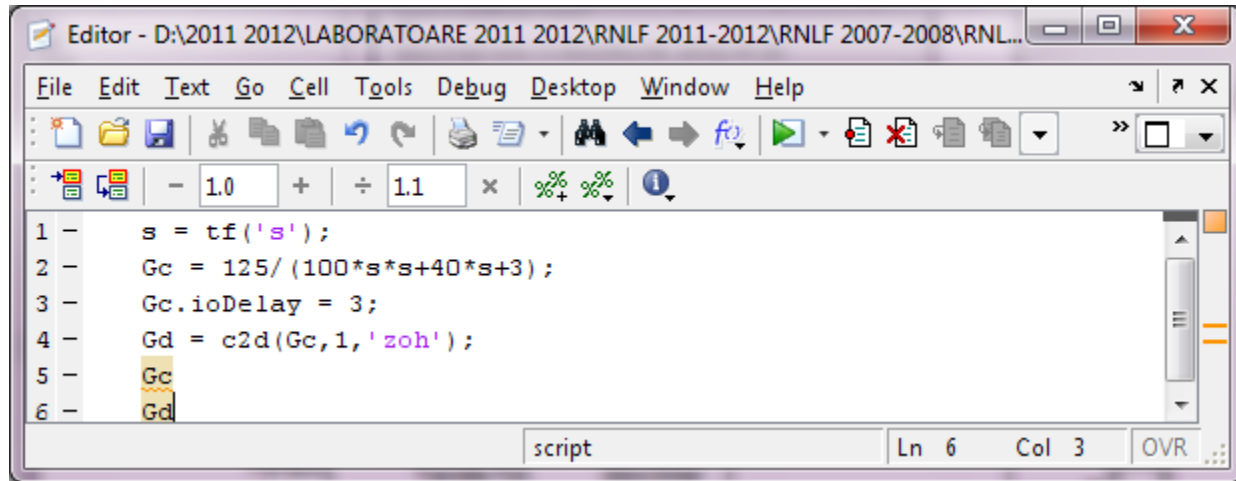
2. Pe baza schemei generale prezentate în figura 5.2 și a exemplului din figura 5.7 să se construiască modelul Simulink pentru identificarea sistemului liniar descris de funcția de transfer $G(s) = \frac{125e^{-3s}}{100s^2 + 40s + 3}$, considerând perioada de eșantionare a semnalelor de 1 secundă.

Model identificare





Discretizare



The screenshot shows a MATLAB script editor window with the following code:

```
1 - s = tf('s');  
2 - Gc = 125/(100*s*s+40*s+3);  
3 - Gc.ioDelay = 3;  
4 - Gd = c2d(Gc,1,'zoh');  
5 - Gc  
6 - Gd
```

The status bar at the bottom indicates the file is named 'script', the cursor is at line 6, column 3, and the current view is 'OVR'.

Să se ruleze experimentele de identificare off-line și on-line în următoarele condiții:

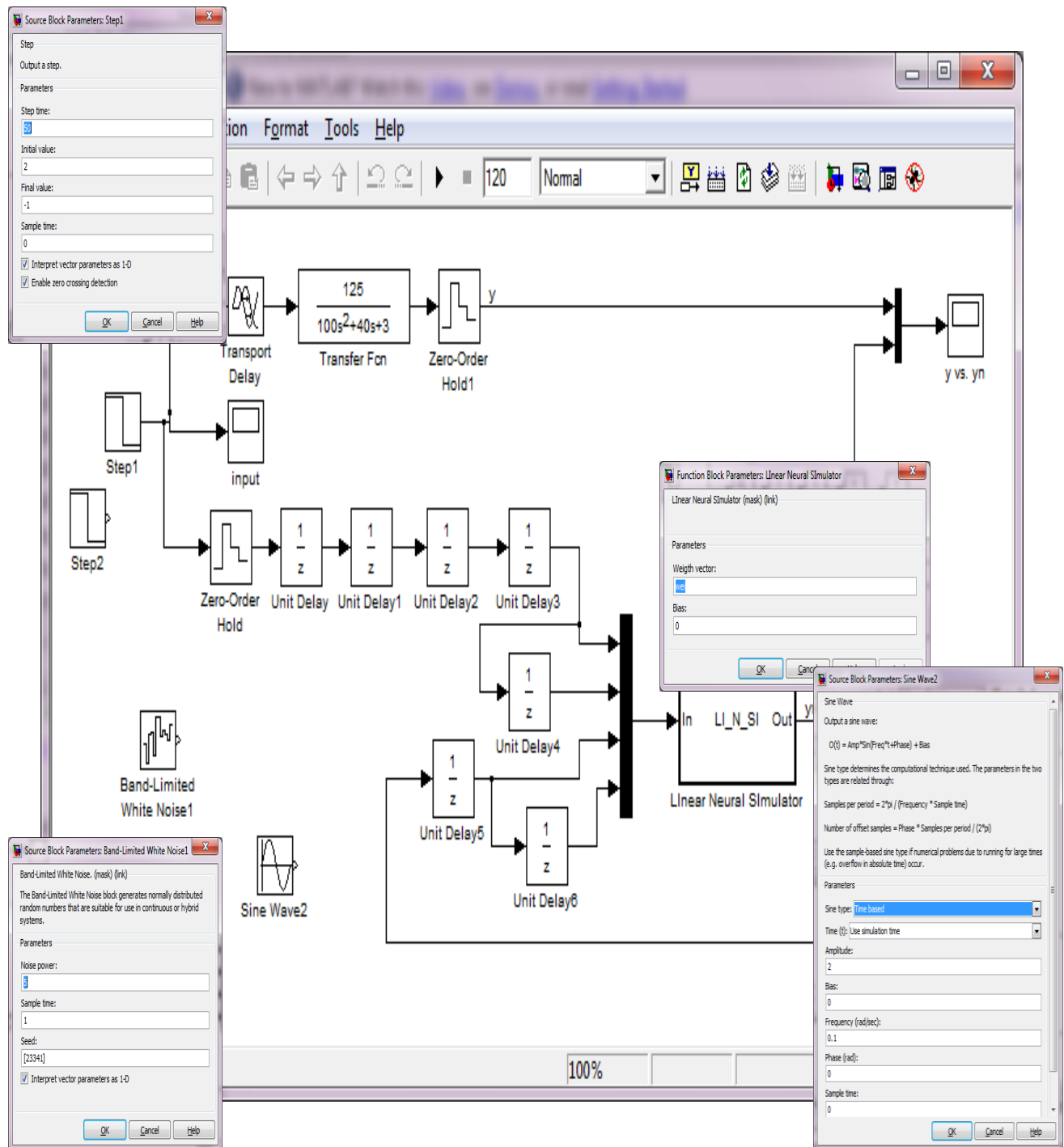
- a. ieșirea procesului nu este afectată de perturbații;
- b. ieșirea procesului este afectată aditiv de perturbații de tip Gaussian care pot atinge 1% din amplitudinea maximă a semnalului util (corespunzând, de exemplu, zgomotului de conversie al unui convertor A/D cu rezoluție scăzută).

Corespunzător ecuației (5.1), se vor lua în discuție următoarele cazuri:

- (i) $d = 3, n = 2, m = 1$;
- (ii) $d = 3, n = 2, m = 2$;
- (iii) $d = 3, n = 3, m = 2$;
- (iv) $d = 3, n = 3, m = 3$;

$$\hat{y}[k] = f(y[k-1], y[k-2], \dots, y[k-n], u[k-d], u[k-d-1], \dots, u[k-d-m]), \quad (5.1)$$

Model simulare



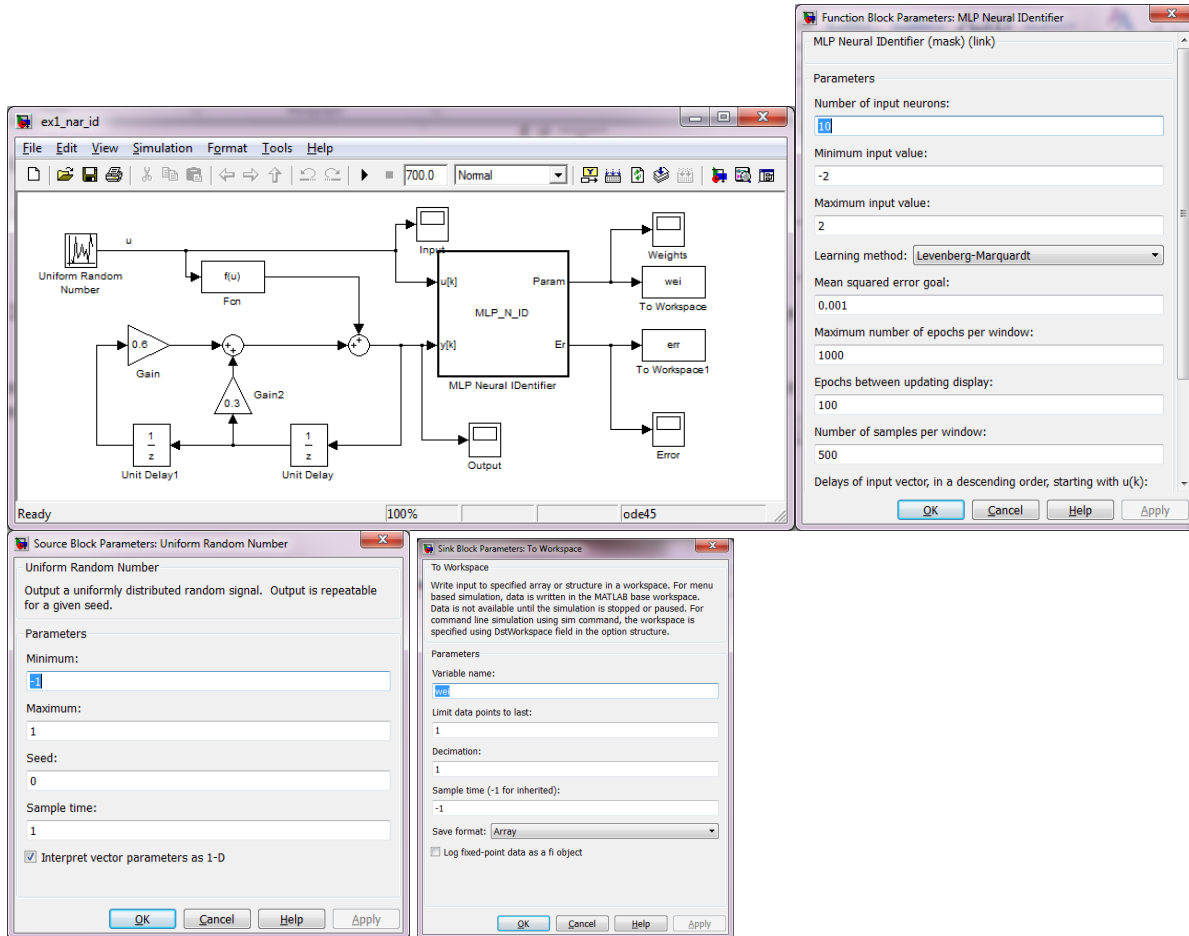
Problema 2. Se consideră sistemul neliniar în timp discret descris de ecuația cu diferențe (pentru o perioadă de esantionare $T=1$ secundă):

$$y[k] = 0.6 \cdot \sin(\pi \cdot u[k]) + 0.3 \cdot \sin(3\pi \cdot u[k]) + 0.1 \cdot \sin(5\pi \cdot u[k]) + 0.3 \cdot y[k-1] + 0.6 \cdot y[k-2]$$

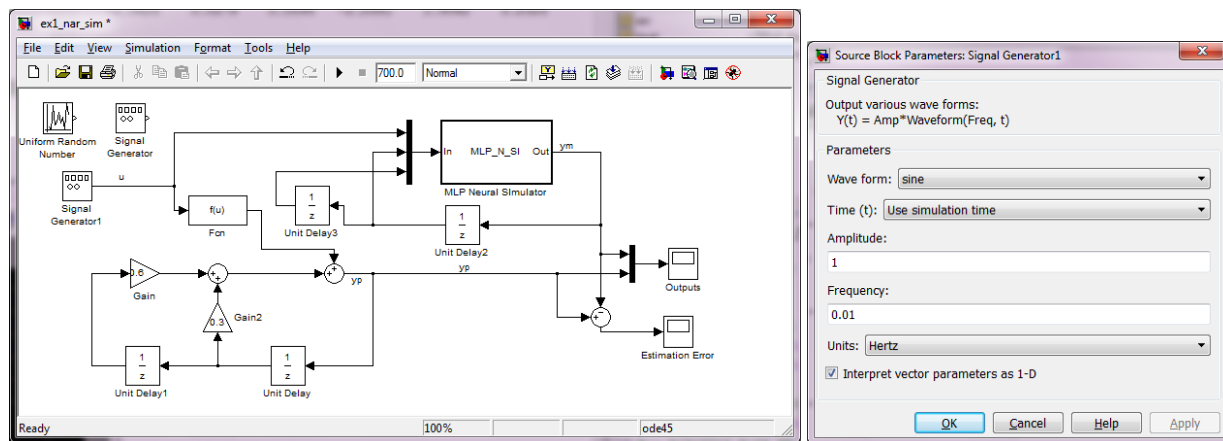
Folosind blocuri Simulink, să se obțină un model neuronal de tip MLP pentru procesul dat, efectuând experimente de identificare off-line si online.

Calitatea modelelor neuronale obținute va fi apreciată din punct de vedere al analizei comparative a răspunsurilor obținute de la proces si respectiv model, pentru un semnal de intrare aleator cu distribuție uniformă în intervalul $[-1, 1]$.

Identificare



Simulare:



Problema 3. Se consideră sistemul nelinier în timp discret descris de ecuația cu diferențe (pentru o perioadă de esantionare $T=1$ secundă):

$$y[k] = u[k] + y[k-2] \cdot y[k-1] \cdot \frac{2.5 + y[k-1]}{1 + y[k-1]^2 + y[k-2]^2}$$

Folosind blocuri Simulink, să se obțină un model neuronal de tip MLP pentru procesul dat, efectuând experimente de identificare off-line si online.

Calitatea modelelor neuronale obținute va fi apreciată din punct de vedere al analizei comparative a răspunsurilor obținute de la proces și respectiv model, pentru un semnal de intrare aleator cu distribuție uniformă în intervalul $[-1, 1]$.

Simulation time: 1000

Number of input neurons: 30

Minimum input value: -4

Maximum input value: 4

Learning method: Levenberg-Marquardt

Mean square error goal: 0.00001

Maximum number of epochs per window: 1000

Epochs between updating display: 100

Number of samples per window: 500

Analitic

Problema 4. Să se reprezinte următoarele sisteme discrete sub forma unei rețele neuronale dinamice constituită dintr-o ADALINE și întârzierile adecvate:

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad G_1(z) &= 10 \cdot \frac{(z+1) \cdot (z-1)}{(z-\frac{1}{2}) \cdot (z-\frac{1}{3})} \\ \text{b)} \quad G_2(z) &= \frac{z^{-5} - 0.3 \cdot z^{-6}}{1 - 0.5 \cdot z^{-1} + 0.06 \cdot z^{-2}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c)} \quad G_3(z) &= \frac{b_2 \cdot z^2 + b_1 \cdot z + b_0}{b_3 \cdot z^3 + b_2 \cdot z^2 + b_1 \cdot z + b_0}, a_i, b_j \neq 0, i = \overline{0,3}, j = \overline{0,2} \\ \text{d)} \quad G_4(z) &= z^{-3} \cdot G_3(z) \end{aligned}$$

Exemplu a)

Se dă în factori z la puterea cea mai mare și se simplifică

$$G_1(z) = \frac{10z^2 - 10}{z^2 - \frac{5}{6}z^1 + \frac{1}{6}} = \frac{z^2(10 - 10z^{-2})}{z^2(1 - \frac{5}{6}z^{-1} + \frac{1}{6}z^{-2})} = \frac{10 - 10z^{-2}}{1 - \frac{5}{6}z^{-1} + \frac{1}{6}z^{-2}}$$

Deoarece

$$Y(z) = G_1(z)U(z)$$

Rezultă că

$$Y(z) = \frac{10 - 10z^{-2}}{1 - \frac{5}{6}z^{-1} + \frac{1}{6}z^{-2}} U(z)$$

$$Y(z) \left(1 - \frac{5}{6}z^{-1} + \frac{1}{6}z^{-2} \right) = (10 - 10z^{-2})U(z)$$

$$Y(z) - \frac{5}{6}z^{-1}Y(z) + \frac{1}{6}z^{-2}Y(z) = 10U(z) - 10z^{-2}U(z)$$

$$Y(z) = \frac{5}{6}z^{-1}Y(z) - \frac{1}{6}z^{-2}Y(z) + 10U(z) - 10z^{-2}U(z)$$

Se rescrie sub forma

$$Y[k] = \frac{5}{6}Y[k-1] - \frac{1}{6}Y[k-2] + 10U[k] - 10U[k-2]$$

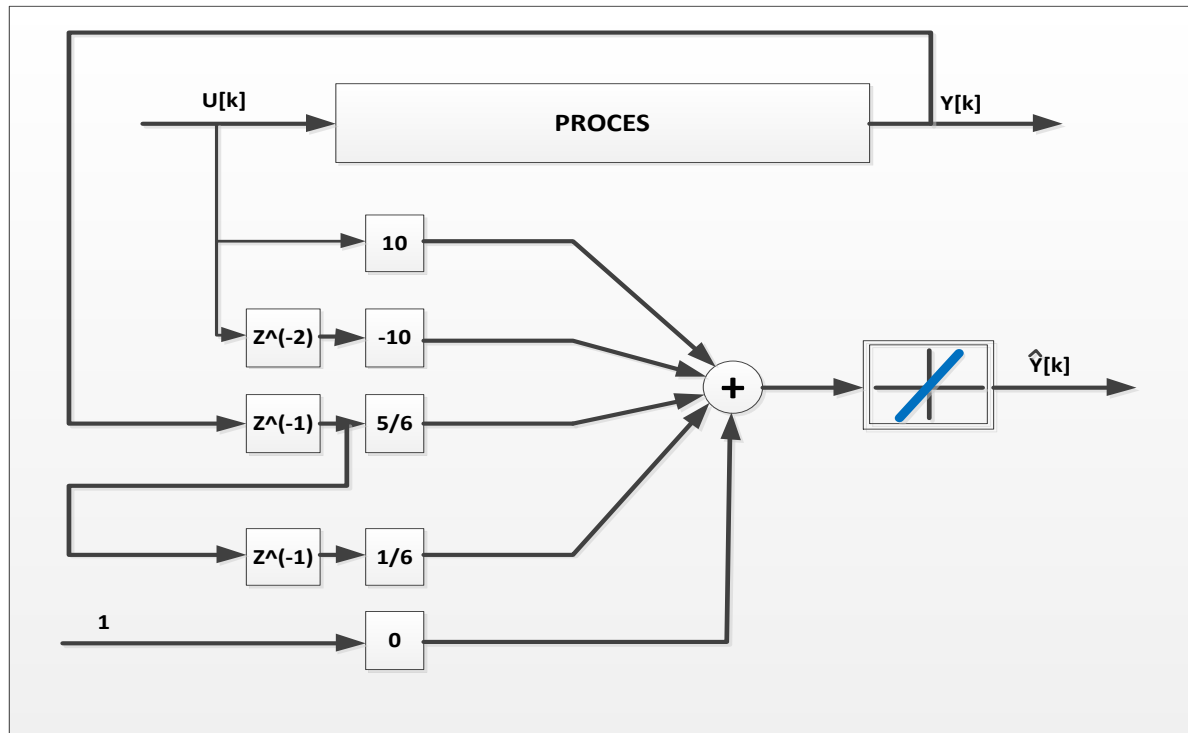
De unde rezultă ponderile pentru rețeaua ADALINE

$$w = \begin{bmatrix} 10 & -10 & \frac{5}{6} & -\frac{1}{6} \end{bmatrix}$$

Și deplasarea

$$b = 0$$

Reprezentarea



Problema 5. Se consideră un proces având funcția de transfer

$$G(s) = \frac{30 \cdot s + 1}{35 \cdot s^2 + 12 \cdot s + 1}$$

Pentru care se determină un model discret folosind o rețea neuronală dinamică alcătuită dintr-o rețea ADALINE și întârzierile adecvate. Să se reprezinte grafic structura rețelei neuronale dinamice și parametrii rețelei ADALINE presupunând că discretizarea lui $G(s)$ se realizează pentru o perioadă de eșantionare $T = 1$ sec, folosind:

- metoda dreptunghiului în avans, care folosește
- metoda dreptunghiului în întârziere, care folosește
- metoda trapezului, care folosește

$$s \cong \frac{z - 1}{T}$$

$$s \cong \frac{z - 1}{T \cdot z}$$

$$s \cong \frac{2}{T} \cdot \frac{z - 1}{z + 1}$$