



**Universitatea Politehnica București
Facultatea de Automatica și Calculatoare
Domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației**

Laborator 4 Teoria Sistemelor

**Răspunsul în domeniul timp și operațional
al sistemelor liniare discrete**

shiva.pub.ro

Laboratorul 4

Raspunsul in domeniul timp si operational al sistemelor liniare discrete

4.1 Chestiuni de studiat

Fie sistemul linear neted (SLN) descris de 4.1:

$$\left\{ \begin{array}{l} A = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -101 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \\ C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 101 \end{bmatrix} \quad D = \begin{bmatrix} 0 & 0 \end{bmatrix} \end{array} \right. \quad (4.1)$$

asupra caruia este aplicata o comanda 4.2

$$u(t) = \begin{bmatrix} 1(t) \\ -2 \cdot 1(t) \end{bmatrix} \quad (4.2)$$

1. Sa se realizeze un script in Matlab care sa calculeze:

(a) Discretizantul pe stare cu pasul de discretizare $h = 0.01$.

$$A_d = e^{Ah}, \quad B_d = \int_0^h e^{A\theta} B d\theta, \quad C_d = C, \text{ si } D_d = D$$

Funcții matlab folosite:

- Integrala unei funcții $f(x)$ se calculeaza folosind functia Matlab *int*.
Exemplu: *int(f, x, a, b)* - calculeaza integrala functiei f de variabila x pe intervalul $[a, b]$.

4.1. CHESTIUNI DE STUDIAT

- **Important!:** Atat in calculul A_d cu functia *ilaplace* cat si in calculul lui B_d cu functia *int* raspunsul obtinut va fi unul de tip *symbolic*. Pentru a putea fi folosite in Simulink acestea trebuie aduse la o forma numerica cu functia Matlab *double*. **Exemplu:** $A_{d1} = \text{double}(A_d)$

(b) Matricea de transfer a sistemului discretizat cu pasul $h = 0.01$.

Functii Matlab folosite:

- Trecerea unui sistem din reprezentarea in spatiul starilor (A, B, C, D) in reprezentarea intrare-iesire $(T(s))$ se realizeaza cu functiile Matlab *ss2tf* si *tf*.

Exemplu pentru $H_{11}(s)$:

Pasul 1: $[num1s, den1s] = \text{ss2tf}(A, B, C, D, 1)$ - Calculeaza prima functie de transfer, $H_{11}(s)$, din matricea de transfer $T(s)$ si memoreaza coefficientii de la numaratorul acesteia in vectorul *num1s* respectiv pe cei ai numaratorului in vectorul *den1s*.

Pasul 2: $H11s = \text{tf}(num1s, den1s)$ - Reprezentarea unei functii de transfer atunci cand se cunosc coefficientii acesteia

- Discretizarea unei functii de transfer se realizeaza cu functia *c2d*
Exemplu: $H_{11z} = \text{c2d}(H_{11s}, h)$. Raspunsul obtinut va fi de tipul transfer function (*tf*).

- Extragerea coefficientilor de la numaratorul/numitorul functiei de transfer H aflata sub forma unei variabile de tipul *tf* se realizeaza folosind functia Matlab *tfdata*($H, 'v'$).

Exemplu: $[num1z, den1z] = \text{tfdata}(H_{11}(z), 'v')$

2. Folosind rezultatele obtinute la punctul precedent sa se ploteze pe un osciloscop in Simulink evolutia urmatoarelor semnale:

(a) Raspunsul fortat al sistemului liniar neted reprezentat pe stare.

- Pentru reprezentarea pe stare a sistemului se va folosi blocul Simulink - *State-Space* ce va avea ca si intrare comanda $u(t)$ (vezi relatia 4.2).

(b) Raspunsul sistemului liniar discret reprezentat pe stare.

- Pentru reprezentarea pe stare a sistemului se va folosi blocul Simulink - *Discrete State-Space* ce va avea ca si intrare comanda $u(z)$ (vezi relatia 4.2) si *Sample time=h*
- Pentru a face trecerea din continuu in discret a comenzii $u(t)$ se va folosi un extrapolator de ordin zero (blocul *Zero-Order Hold*) cu *Sample time=h*.
- In situatia in care pasul de discretizare al intregii simulari (step-size) este diferit de pasul de discretizare al SLD (" h "), trebuie ca semnalul in osciloscop sa fie trimis prin intermediul unui bloc de "*Rate Transition*". Acest bloc se ocupa cu

LABORATORUL 4. RASPUNSUL IN DOMENIUL TIMP SI OPERATIONAL AL SISTEMELOR LINIARE DISCRETE

gestionarea semnalelor transmise pe acelasi port, ce au fost generate cu pas de discretizare diferit.

(c) Raspunsul fortat al sistemului discretizat reprezentat intrare iesire.

- Pentru aceasta se va folosi blocul Simulink - *DiscreteTransfer Fcn* ce va avea ca si intrare comanda $u(t)$ in discret (vezi relatia 4.2) si *Sample time*= h .

Nota: Parametrii de simulare ai modelului Simulink sunt urmatoarii:

- Solver selection:

Type: Fixed-step;

Solver: ode4 (Runge-Kutta)

- Solver details

Fixed-step-size (fundamental sample time):0.01;

3. Sa se realizeze un script in Matlab care sa ploteze evolutiile semnalelor obtinute in *Simulink* in cadrul exercitiului anterior. Graficelor obtinute li se va atribui o legenda corespunzatoare.