

LABORATOR NR. 12: PROIECTAREA REGULATOARELOR NUMERICE – METODA PROIECTARII DIRECTE IN DOMENIUL TIMP

1. Obiectivele lucrării

- a) studiul metodei proiectării directe în domeniul timp a reguletoarelor numerice;
- b) acordarea regulatorului numeric în conformitate cu metoda proiectării directe în domeniul timp;

2. Mersul lucrării

Fie un proces reglat având funcția de transfer:

$$H_g(s) = \frac{2}{4s+1} \quad (1)$$

Să se proiecteze un regulator numeric prin metoda alocării directe în domeniul timp care să asigure eroare staționară nulă la intrare treaptă unitară, un suprareglaj $\sigma = 4.5\%$ și un timp tranzitoriu $t_r = 5 \text{ sec}$.

Primul pas este determinarea ecuației recursive a părții fixate considerând un element de reținere de ordin zero și perioada de eșantionare de $T = 1 \text{ sec}$.

Funcția de transfer a părții fixate cu tot cu elementul de reținere este:

$$H_f(s) = H_{ER}(s)H_g(s) = (1 - e^{-Ts}) \frac{2}{s(4s+1)} \quad (2)$$

În continuare se aplică transformata Z:

$$H_f(z^{-1}) = (1 - z^{-1})Z \left\{ L^{-1} \left[\frac{2}{s(4s+1)} \right] \right\} = \frac{0.44239844z^{-1}}{1 - 0.77880078z^{-1}} \quad (3)$$

Din ecuația (3) rezultă ecuația recursivă a părții fixate:

$$y_k = 0.77880078y_{k-1} + 0.44239844u_{k-1} \quad (4)$$

Ținând cont de performanțele impuse se aleg următoarele valori ale ieșirii buclei:

$$y_1 = 0; y_2 = 0.5; y_3 = 0.8; y_4 = 1.045; y_5 = y_6 = \dots = 1 \quad (5)$$

Deci rezultă transformata Z a ieșirii dorite ca fiind:

$$\begin{aligned} Y_d(z^{-1}) &= 0.5z^{-2} + 0.8z^{-3} + 1.045z^{-4} + z^{-5} + z^{-6} + \dots = \\ &= 0.5z^{-2} + 0.8z^{-3} + 1.045z^{-4} + \frac{z^{-5}}{1 - z^{-1}} = \\ &= \frac{0.5z^{-2} + 0.3z^{-3} + 0.245z^{-4} - 0.045z^{-5}}{1 - z^{-1}} \end{aligned} \quad (6)$$

Funcția de transfer discretă dorită în buclă închisă este:

$$H_{0d}(z^{-1}) = 0.5z^{-2} + 0.3z^{-3} + 0.245z^{-4} - 0.045z^{-5} \quad (7)$$

Rezultă funcția de transfer a regulatorului:

$$\begin{aligned}
 H_R(z^{-1}) &= \frac{1}{H_f(z^{-1})} \frac{H_{od}(z^{-1})}{1-H_{od}(z^{-1})} = \frac{1-0.77880078z^{-1}}{0.44239844z^{-1}} \frac{0.5z^{-2}+0.3z^{-3}+0.245z^{-4}-0.045z^{-5}}{1-(0.5z^{-2}+0.3z^{-3}+0.245z^{-4}-0.045z^{-5})} \\
 &= \frac{1.1302029z^{-1}-0.20208116z^{-2}+0.02567768z^{-3}-0.53301768z^{-4}+0.07921826z^{-5}}{(1-z^{-1})(1+z^{-1}+0.5z^{-2}+0.2z^{-3}-0.045z^{-5})}
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

Schema Simulink din figura 1 realizeaza simularea structurii proiectate anterior. Raspunsul obtinut la iesirea procesului este reprezentat in figura 2. Din raspunsul procesului se observa ca acesta respecta raspunsul impus prin proiectare si, in consecinta, cerintele impuse de problema.

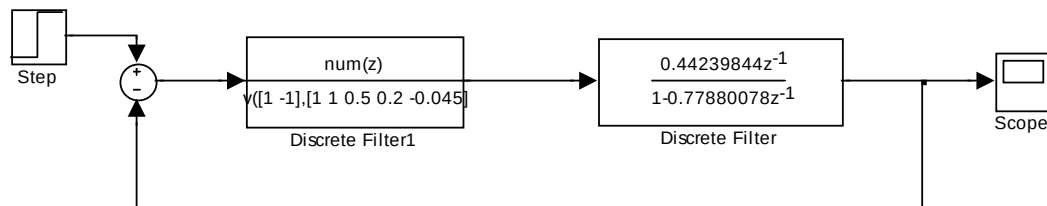


Figura 1

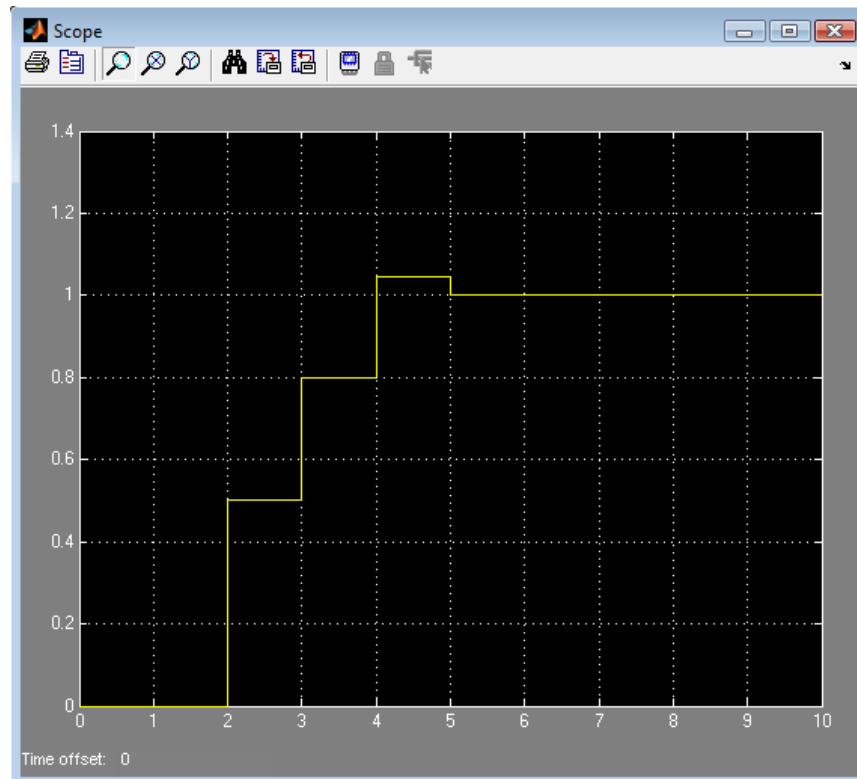


Figura 2

In figura 3 s-a simulat comportarea buclei proiectate in cazul unei perturbatii pe iesire. Din rezultatul simularii (figura 4) se observa ca perturbatia pe iesire este rejectata cu aceeaasi dinamica cu a urmarii referintei (5 secunde).

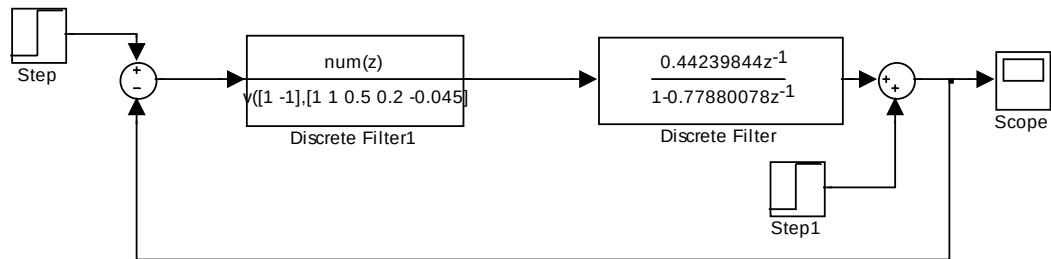


Figura 3

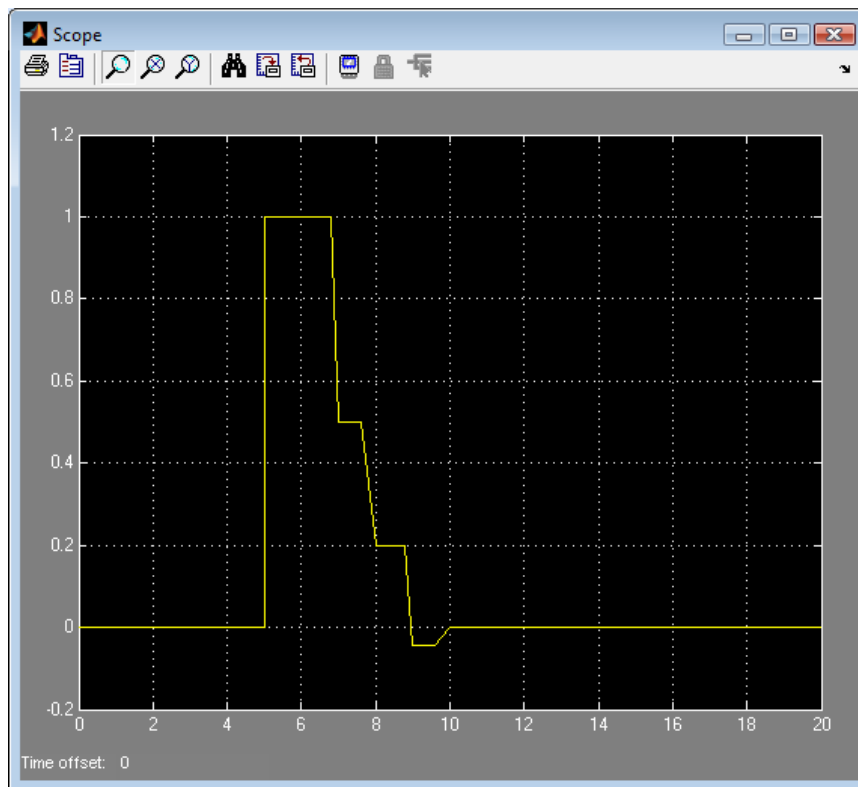


Figura 4

In figura 5 s-a simulat comportarea buclei proiectate in cazul unei perturbatii pe comanda. Din rezultatul simularii (figura 6) se observa ca perturbatia pe comanda este rejectata, dar durata regimului tranzitoriu este mai mare.

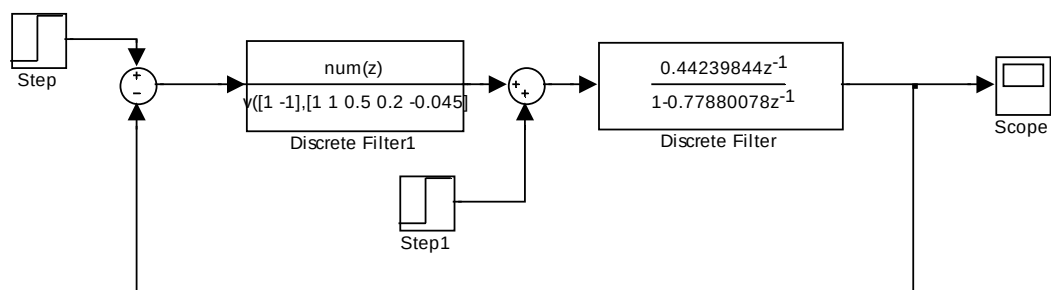


Figura 5

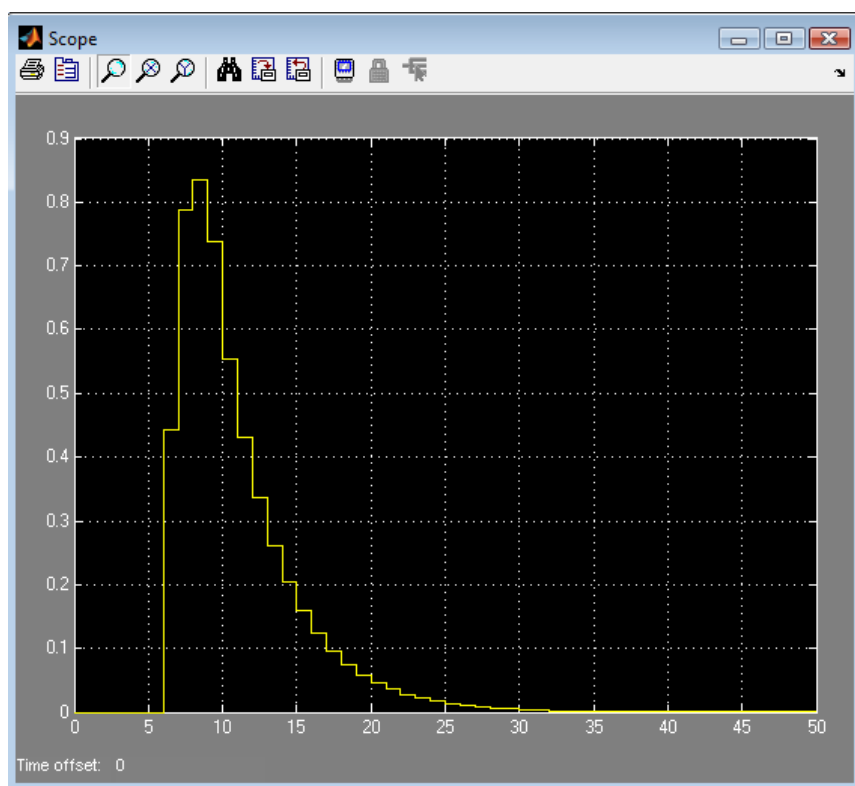


Figura 6

3. Cerinte

Se va urmări și refăce calculul regulatorului numeric proiectat. Vor fi implementate în Simulink schemele de simulare prezentate în vederea obținerii rezultatelor de simulare prezentate anterior. Se vor trage concluzii privind robustetea regulatorului proiectat.