

# Proiect Modelarea Sistemelor : Pendulul Elastic

Neleptcu Daniel-Andrei

07.01.2024

## Cuprins

Cerinta 1 . . . . .	2
Cerinta 2 . . . . .	3
Cerinta 3 . . . . .	3
Cerinta 4 . . . . .	3
Cerinta 5 . . . . .	4
Cerinta 6 . . . . .	4
Cerinta 7 . . . . .	5
Cerinta 8 . . . . .	5
Cerintele 9 10 11 . . . . .	5
Cerinta 12 . . . . .	7
Cerinta 13 . . . . .	7
Cerinta 14 . . . . .	7
Cerinta 15 . . . . .	8
Codul LaTeX . . . . .	8

## Cerinta 1

În interiorul modelului *modelul2.slx* (Fig 1) am construit atât modelul folosind blocul *Fcn*, cât și blocul *MATLAB function*. Am ales să nu folosesc parametrul out, dezactivându-l din setări pentru a putea folosi direct ieșirile de tip *timeseries* fără a le atribui altor variabile.

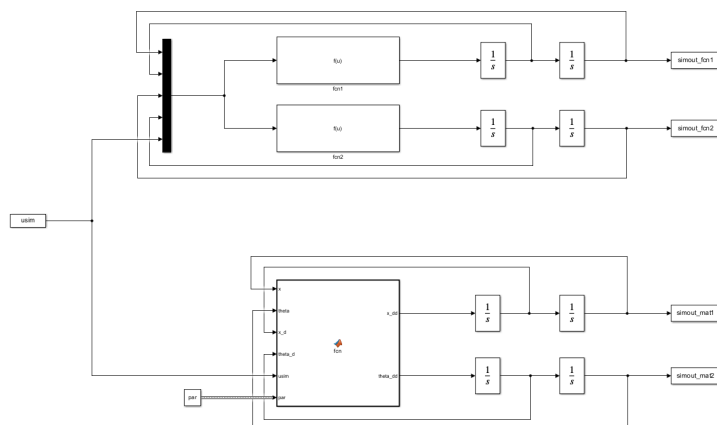


Fig 1

Codul folosit pentru blocul *Fcn1*:

```
((par.l0 + u(1)) * (u(4)^2)) - (par.k*u(1))/par.m + par.g *  
cos(u(3)) - par.zeta*u(2)
```

Codul folosit pentru blocul *Fcn2*:

```
((-1)*par.g*sin(u(3)))/(par.l0 + u(1)) - (2*u(2)*u(4))/(par.l0 +  
u(1)) - par.zeta*u(4) + u(5)/(par.m*((par.l0 + u(1))^2))
```

Codul folosit pentru blocul *MATLAB function*:

```
function [x_dd, theta_dd] = fcn(x,theta,x_d,theta_d,usim, par)  
  
x_dd = ((par.l0 + x) * (theta_d^2)) - (par.k*x)/par.m + par.g *  
cos(theta) - par.zeta*x_d;  
  
theta_dd = ((-1)*par.g*sin(theta))/(par.l0 + x) - (2*x_d *  
theta_d)/(par.l0 + x) - par.zeta*theta_d + usim/(par.m *  
((par.l0 + x)^2));  
  
end
```

## Cerinta 2

Pentru cerinta 2 am ales un orizont de timp de 30 de secunde pe intervalul  $[0, 30]$  fiind suficient pentru a putea observa ca sistemul ajunge într-un regim stationar.

## Cerinta 3

Iesirile pentru blocurile Fcn1 si Fcn2, respectiv MATLAB function (Fig 2 si Fig3) :

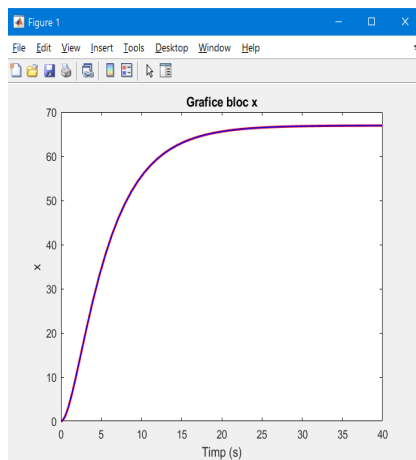


Fig 2

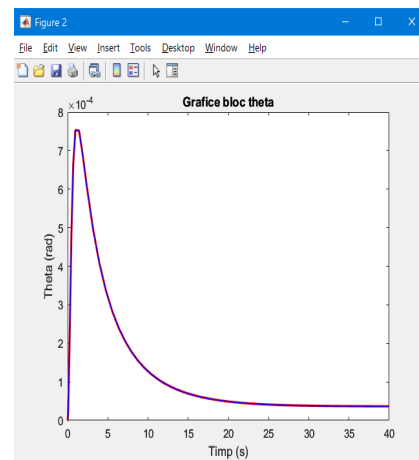


Fig 3

## Cerinta 4

Pentru cerinta 4 ma asteptam sa am o eroare 0 deoarece blocurile *fcn* si *MATLAB function* calculeaza in acelasi mod valoare expresiilor introduse.

## Cerinta 5

Graficele polinoamelor se pot observa in Fig 4.

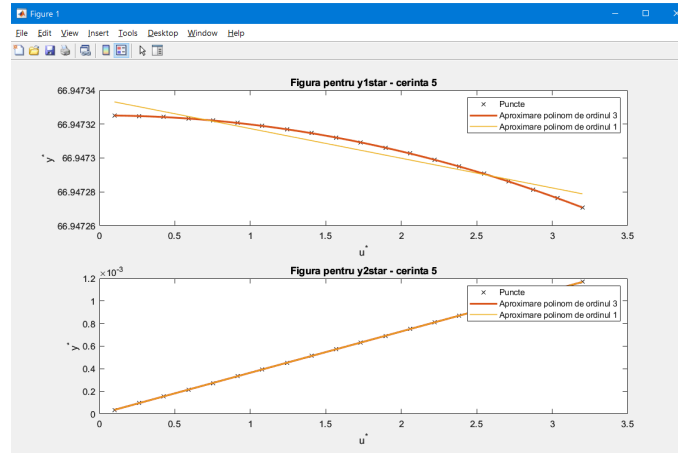


Fig 4

## Cerinta 6

Valorile scalarilor sunt:  $\alpha = 3.6$ ,  $\beta = 4.2$ ,  $\gamma = 4.9$ . Aproximarea raspunsurilor in regim stationar pentru valorile scalarilor poate fi vazuta in Fig 5

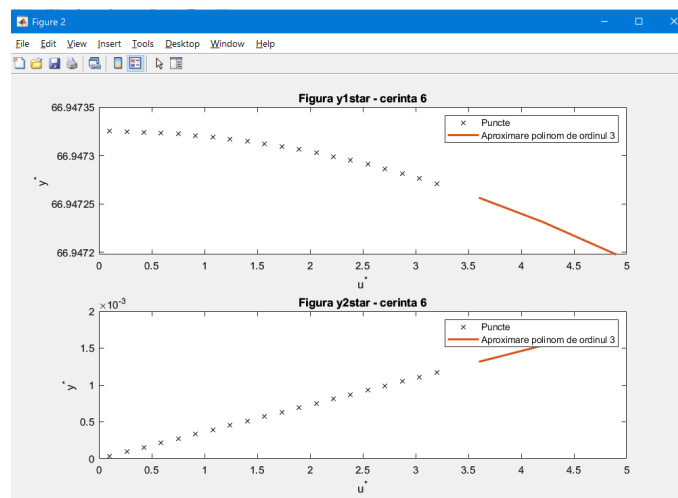


Fig 5

## Cerinta 7

Modelul Simulink asociat cerintei 7 poate fi vazut in Fig 6

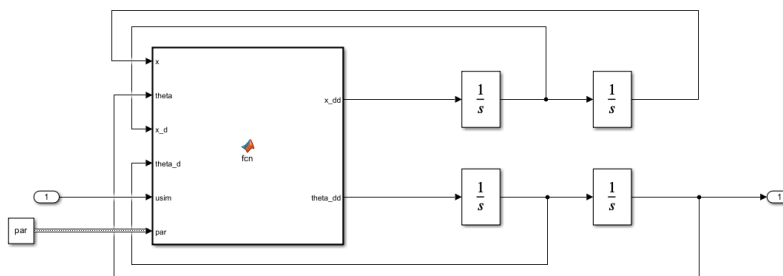


Fig 6

## Cerinta 8

Folosind functia `trim` am determinat punctul static de functionare in jurul punctului  $u_0$ . Eroarea este minima, mai exact 0 deoarece functia `trim` incearca sa imi gaseasca punctul static in  $u_0$  returnand un `ustar = u_0`. Este posibil ca functia `trim` sa nu gaseasca un punct static de functionare in jurul punctului  $u_0$ , deci o abordare buna este verificarea ca diferenta dintre `ustar` si  $u_0$  sa fie mai mica decat o marja de eroare.

## Cerintele 9 10 11

Am liniarizat modelul folosind functia `linmod()` apoi am creat sistemul pe spatiul starilor `sys`. Am verificat stabilitatea sistemului prin valorile proprii ale matricei `A_lin`, sistemul fiind stabil, avand toate valorile proprii in  $C^-$ . Pentru Cerinta 11 am construit modelul state space intr-un model separat impreuna cu cel neliniar, in care atat acesta cat si cel neliniar primesc date din `usim`. Modelul poate fi observat in Fig 7:

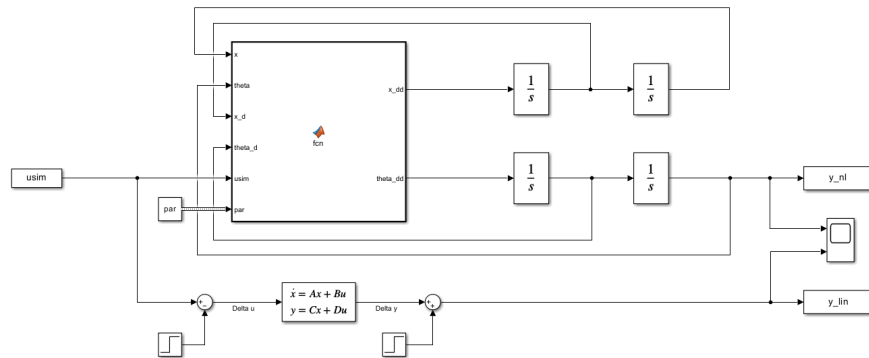


Fig 7

Am observat plasand un scope pentru a putea vedea graficele de la  $y_{\text{liniar}}$  si  $y_{\text{nelinier}}$  ca graficele nu sunt apropiate la inceput. Acest lucru poate fi dat ori de erorile numerice generate de functia *linmod()* ori de imposibilitatea de a liniariza corect sistemul (putin probabil). Graficele pot fi observate in Fig 8:

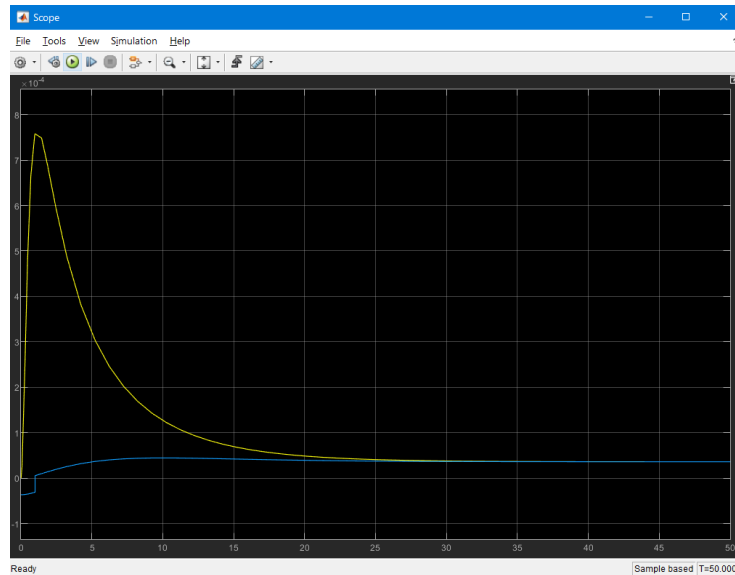


Fig 8



Pentru simplitate o forma mai restransa este:  

$$y[k] = 10^{-7}(1.23 * u[k] + 0.11 * u[k - 1] - 2.36 * u[k - 2] - 0.10 * u[k - 3] + 1.13 * u[k - 4]) + 3.83 * y[k - 1] - 5.49 * y[k - 2] + 3.49 * y[k - 3] - 0.84 * y[k - 4]$$

## Cerinta 15

Asemanator cu ce am obtinut in Fig 8, in Fig 10 putem observa diferenta dintre graficele pentru raspunsul sistemului neliniar si cel al sistemului discret.

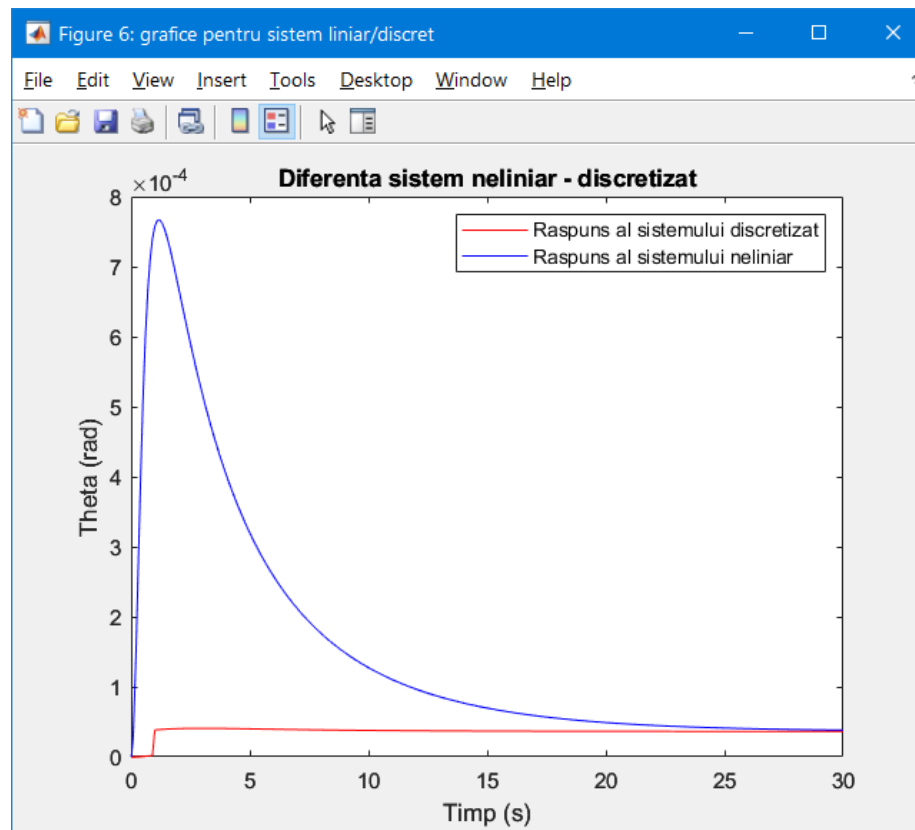


Fig 10

## Codul LaTeX

*Click pentru Codul LaTeX*