Aula 7

Ana Gonçalves

Universidade Federal de Minas Gerais

I. Tutorial 7 - Parte 1

Simulink é um ambiente para construção e simulação de sistemas dinâmicos multi-domínio, com o objetivo de construir projetos utilizando o conceito de Model-Based Design e produzir sistemas embarcados.

II. Tutorial 7 - Parte 2

Segue-se o tutorial escrito e o vídeo feito pelo professor de modo a realizar a simulação abaixo.

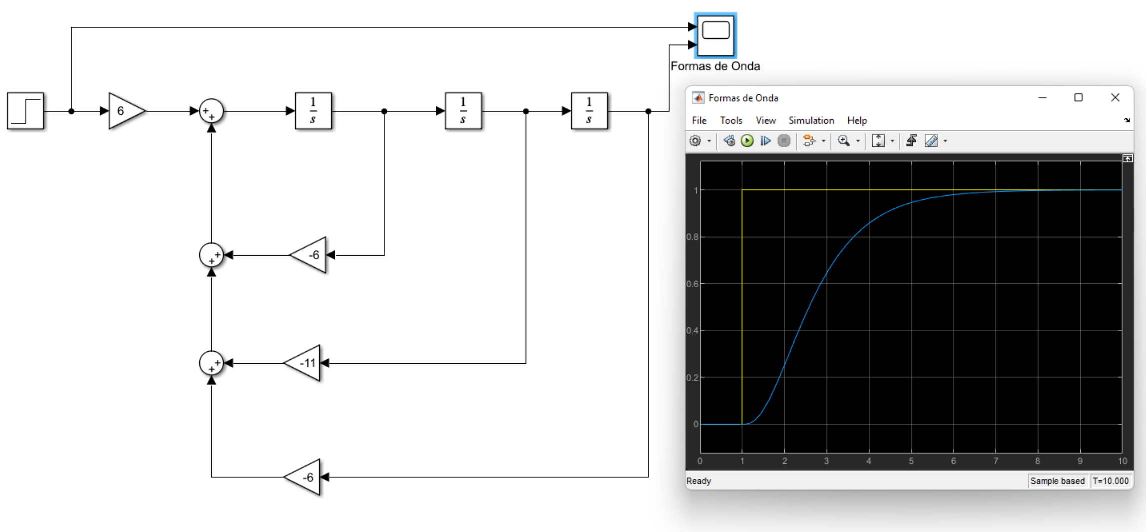

Figura 1: *Simulação*

III. Tutorial 7 - Parte 3

```
clc; clear; close all;
a = 6;
b = -6; c = -11; d = -6;
T = 10;

set_param('mod7b/Int3', 'InitialCondition', '1');
sim('mod7b', T);
figure(1);
plot(tout, yout(:,1));
hold on;
plot(tout, yout(:,2));
legend('u(t)', 'y(t)'); title('mod7b.slx');
```

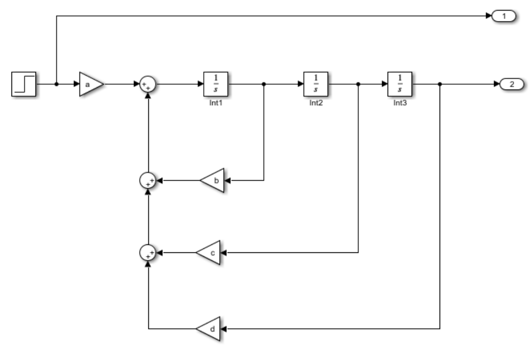

Figura 2: *Simulação*

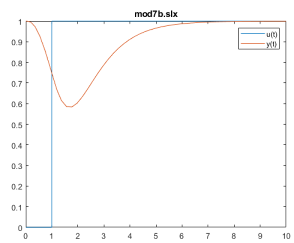

Figura 3: *Simulação*

O sistema simulado é causal? Justique.
Sim, as saídas independem de valores futuros da entrada u(t).

IV. Tutorial 7 - Parte 4

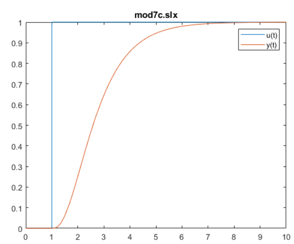

Figura 4: *Simulação*

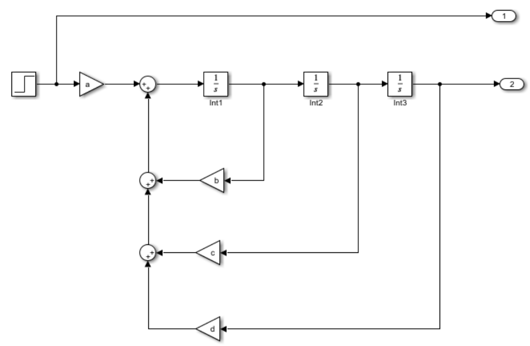

Figura 5: *Simulação*

V. Tutorial 7 - Parte 5

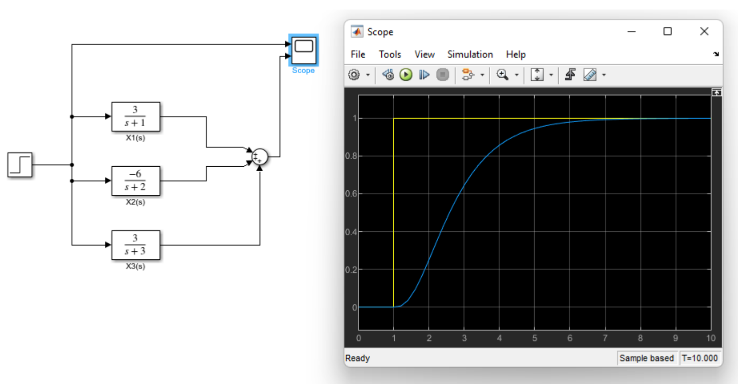

Figura 6: *Simulação*

VI. Tutorial 7 - Parte 6

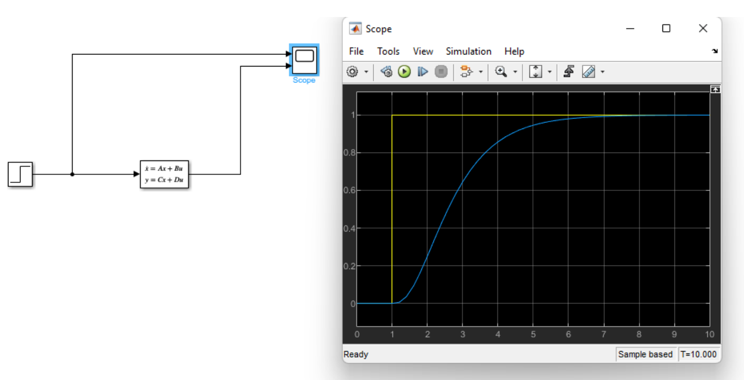

Figura 7: *Simulação*

VII. Tutorial 7 - Parte 8

Como os autovalores se relacionam com os polos do sistema (equação 4)?
Os pólos de um sistema são as raízes do denominador da sua FT.
A função de transferência é obtida da forma SS por meio da expressão

$$G(s) = C(sI - A)^{-1}B + D$$

e que G(s) pode ser calculado por:

$$\mathbf{G}(s) = \frac{\det\begin{bmatrix} s\mathbf{I}-\mathbf{A} & -\mathbf{B} \\ \mathbf{C} & \mathbf{D} \end{bmatrix}}{\det[s\mathbf{I}-\mathbf{A}]}.$$

Então, os pólos de G(s) são obtidos a partir das raízes da equação característica do sistema, ou seja, fazendo:

$$det[sI - A] = 0$$

Esse mesmo resultado pode ser obtido por meio do cálculos dos autovetores da matriz A.
Os pólos de um sistema na forma SS são os autovalores da matriz A de transição dos estados.
Expresse a matriz P, que diagonaliza as equações de estado, em função dos autovalores λ_i (i = 1, 2, 3). Esta diagonalização é possível quando os autovalores são distintos.
O problema de autovalor e autovetor de uma matriz quadrada de dimensão n é definido da seguinte forma:

$$[\lambda_i I - A]v_i = 0, parai = 1, ..., n$$

Onde o λ_i são os autovalores da matriz e V_i são os autovetores da matriz.
Essa equação possui duas soluções, uma trivial, com V_i = 0 e outra não trivial, com $V_i \neq 0$.

VIII. Bibliografia

Introdução ao Simulink
PÓLOS NA REPRESENTAÇÃO DO ESPAÇO DOS ESTADOS