

# CONTROLE DIGITAL - SEL0620

## Tarefa 6 - Espaço de Estados

Hugo Hiroyuki Nakamura

NUSP: 12732037

Isaac Santos Soares

NUSP: 12751713

1. A partir da função de transferência contínua do sistema, encontre e mostre no relatório a representação em espaço de estados contínuo. Para isso, utilize os seguintes comandos do Matlab, considerando que a função de transferência  $G(s)$  foi definida:

```
[num,den] = tfdata(G, 'v')  
[Ac, Bc, Cc, Dc] = tf2ss(num, den)
```

A representação de espaço de estados contínuo gerada pelo MATLAB está descrito abaixo:

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = Ac \cdot x(t) + Bc \cdot u(t) \\ y(t) = Cc \cdot x(t) + Dc \cdot u(t) \end{cases}$$

$$Ac = \begin{bmatrix} 2,113 & -1,092 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}; \quad Bc = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}; \quad Cc = [0 \quad 1,092]; \quad Dc = 0$$

2. Considere a planta  $G_z$  que foi discretizada com retentor de ordem zero, considerando o valor do período de amostragem  $T_0$  utilizado no laboratório anterior para o projeto do controlador PID. Encontre o espaço de estados discreto utilizando os seguintes comandos do Matlab:

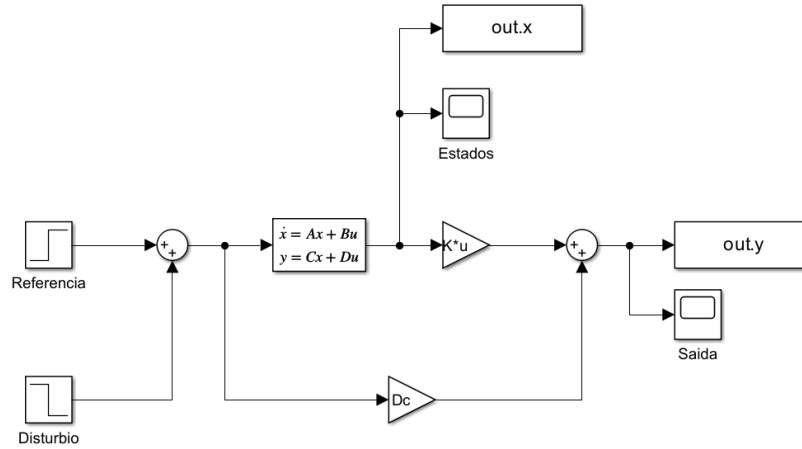
```
ss_c = S_s(Ac, Bc, Cc, Dc)  
ss_d = c2d(ssc, T0)  
F = ss_d.A  
H = ss_d.B  
Cd = ss_d.C  
Dd = ss_d.D
```

A representação de espaço de estados discreto gerada pelo MATLAB está descrito abaixo:

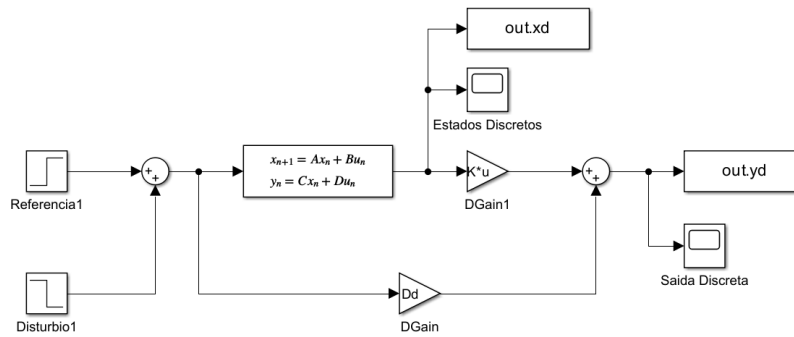
$$\begin{cases} x[k+1] = Fx[k] + Hu[k] \\ y[k] = Cd \cdot x[k] + Dd \cdot u[k] \end{cases}$$

$$F = \begin{bmatrix} 0,001 & -0,382 \\ 0,350 & 0,739 \end{bmatrix}; \quad H = \begin{bmatrix} 0,350 \\ 0,239 \end{bmatrix}; \quad Cd = [0 \quad 1,092]; \quad Dd = 0$$

3. Implemente no Simulink o sistema de espaço de estados contínuo e discreto conforme representado na Figura 1.

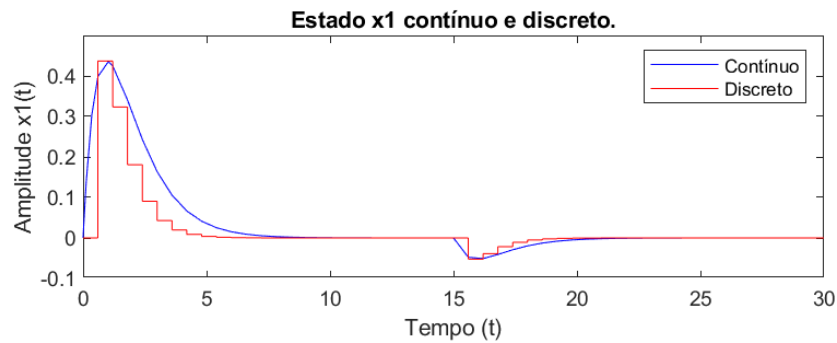


**Figura 1:** diagrama de blocos do sistema de espaço de estados contínuo no Simulink.

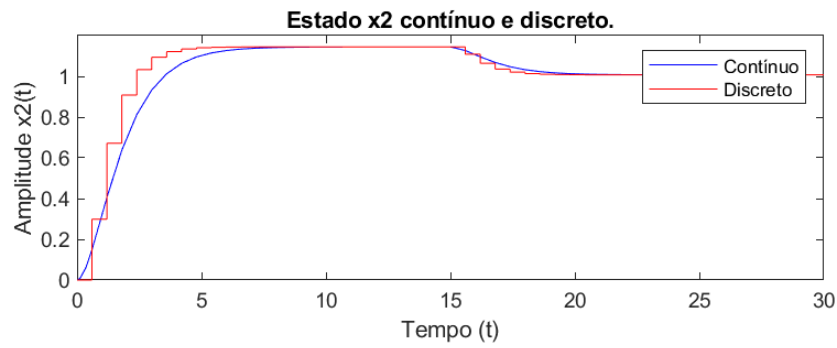


**Figura 2:** diagrama de blocos do sistema de espaço de estados discreto no Simulink.

4. Mostre o gráfico dos estados contínuos sobrepostos com os estados discretos. Utilize o comando plot e o comando stairs nas variáveis exportadas para o workspace, de forma semelhante ao que foi feito em laboratórios anteriores. Coloque legendas e título apropriado para a figura.

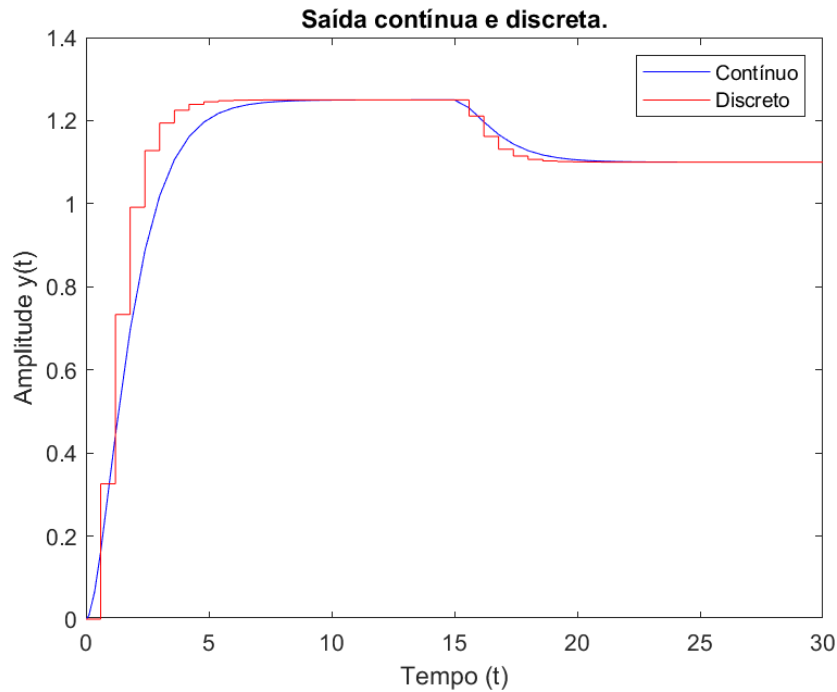


**Figura 3:** gráfico do estado  $x_1(t)$  contínuo e  $x_1[k+1]$  discreto.



**Figura 4:** gráfico do estado  $\hat{x}_2(t)$  contínuo e  $x_2[k+1]$  discreto.

5. Mostre o gráfico da saída contínua sobreposta à saída discreta. Utilize o comando plot e o comando stairs nas variáveis exportadas para o workspace, de forma semelhante ao que foi feito em laboratórios anteriores. Coloque legendas e título apropriado para a figura.



**Figura 5:** gráfico da saída  $y(t)$  contínua e  $y[k]$  discreta.