

# SEL0620 - Controle Digital

---

Lab 8 - Espaço de Estados

(uma entrega por grupo, peso 1)

## Modelo da Planta

A mesma planta utilizada na experiência anterior será utilizada:

$$G_p(s) = K \frac{w_n^2}{s^2 + 2\zeta w_n s + w_n^2}$$

onde para este sistema:

$$K = 1$$
$$w_n = \sqrt{\frac{1}{(R_1 C_1 R_2 C_2)}}$$
$$\zeta = \frac{(R_1 C_1 + R_2 C_2)}{2\sqrt{R_1 C_1 R_2 C_2}}$$

Responda as seguintes questões:

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  $G$  já foi definida:

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

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 projeto do controlador PID. Encontre o espaço de estados discreto utilizando os seguintes comandos do Matlab:

```
sys_ss = sys(Ac, Bc, Cc, Dc)  
sys_ss_d = c2d(sys_ss, T0)  
F = sys_ss_d.A  
H = sys_ss_d.B  
Cd = sys_ss_d.C  
Dd = sys_ss_d.D
```

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

No diagrama do simulink, considere a referência do tipo degrau e o distúrbio do tipo degrau com os mesmos valores e configurações das práticas anteriores. O tempo de simulação deve ser definido como sendo 24 segundos.

O bloco de espaço de estados contínuo deve ser configurado da seguinte forma:  $A = A_c$ ,  $B = B_c$ ,  $C = [1 \ 0; 0 \ 1]$ ,  $D = [0; 0]$ . Fazendo isso, a saída do bloco de

espaço de estados vai ser o vetor de estados pois a matriz  $C$  foi configurada como sendo a matriz identidade, e o vetor  $D$  como sendo um vetor de zeros.

Da mesma forma, o bloco de espaço de estados discreto deve ser configurado da seguinte forma:  $A = F$ ,  $B = H$ ,  $C = [1 \ 0; 0 \ 1]$ ,  $D = [0; 0]$ . Fazendo isso, a saída do bloco de espaço de estados vai ser o vetor de estados pois a matriz  $C$  foi configurada como sendo a matriz identidade, e o vetor  $D$  como sendo um vetor de zeros. Não esqueça de configurar o período de amostragem do bloco como sendo  $T_0$ .

Configure os blocos de ganho como sendo do tipo multiplicação de matriz do tipo  $K*u$ . Defina o valor do ganho do diagrama contínuo como sendo a matriz  $C_c$ , e o valor do ganho do diagrama discreto como sendo  $C_d$ .

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.
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.

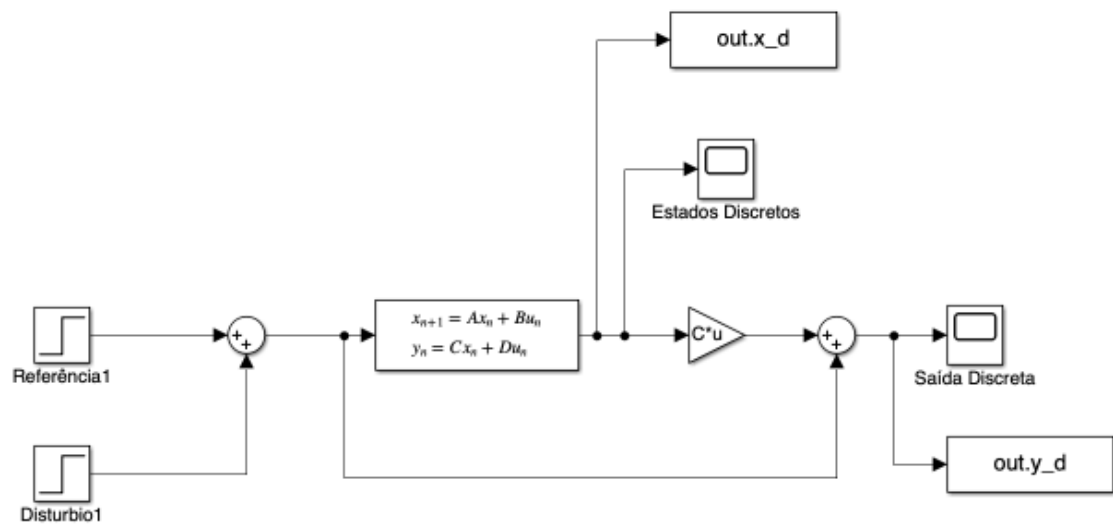
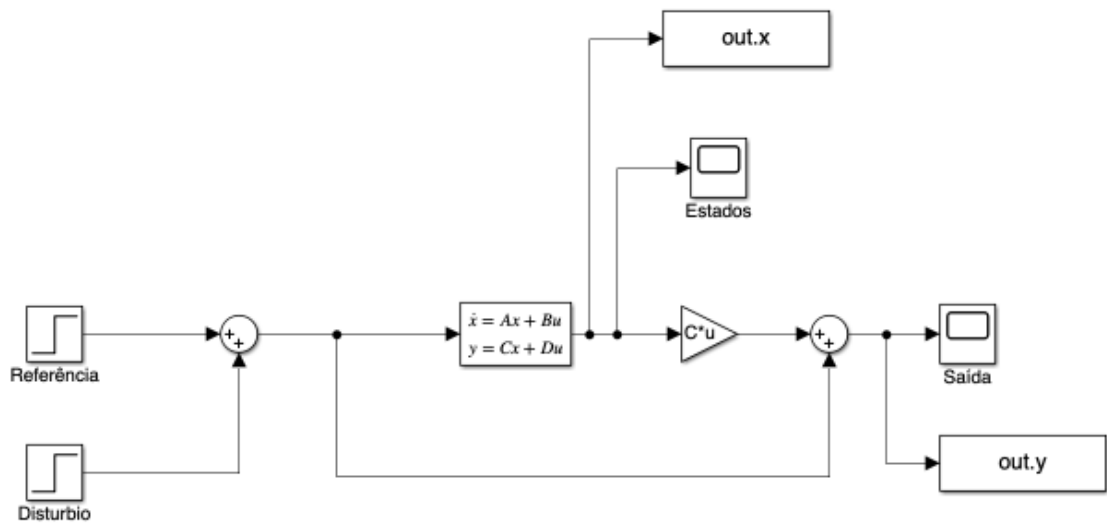


Figura 1: Simulink para espaço de estados contínuo e discreto