CONTROLE DIGITAL - SEL0620

Tarefa 11 - Realimentação de Estados

Hugo Hiroyuki Nakamura NUSP: 12732037
Isaac Santos Soares NUSP: 12751713

1. Mostre neste relatório os polos de malha fechada obtidos no Lab 7-8 para o sistema controlado pelo PID projetado.

A Tabela 1 apresenta os zeros e polos da função de transferência de malha fechada em z do sistema controlado pelo PID projetado anteriormente.

Raizes	**Valor de z**			
Zeros	-0,868	0,868	0,422	-
Polos	0.834 + 0.172j	0.834 - 0.172j	0,881	0,023

Tabela 1: zeros e polos da função de transferência de malha fechada.

2. No plano z, qual deve ser o critério para identificar os polos dominantes de um sistema? Quais dos polos de malha fechada mostrados no item anterior são os dois polos mais dominantes do sistema? Observação: No plano s (para sistemas contínuos), os polos dominantes se encontram mais próximos do eixo imaginário (origem do plano). Os polos dominantes são polos responsáveis por uma resposta lenta do sistema.

Em sistemas discretos, os polos dominantes de um sistema devem estar mais próximos do círculo unitário. A relação entre uma variável no plano z e uma variável no plano s é:

$$z = e^{T_0 s}$$

Mas se $s = \sigma + j\omega$, quando $\sigma \to 0$, tem-se

$$z = e^{jT_0 \omega}$$

que descreve uma circunferência unitária. Dessa forma, os polos dominantes em sistemas contínuos, que são próximos do eixo imaginário, convertem-se em polos próximos da circunferência unitária, para sistemas discretos.

Segundo os dados da Tabela 1, os polos dominante são `z = 0,881`, `0.834 + 0.172j` e `0.834 - 0.172j`, pois possuem módulo próximos de 1.

3. A partir da representação de estados discreta do sistema (obtida no Lab 6), encontre qual deve ser o ganho de um controle por realimentação de estados de forma que os dois polos do sistema controlado sejam iguais aos dois polos dominantes do sistema de malha fechada controlado pelo PID projetado no Lab 7-8.

A representação de estados discreta da planta, obtida na prática 6, está apresentado abaixo:

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

$$F = \begin{bmatrix} 0.001 & -0,382 \\ 0,350 & 0,739 \end{bmatrix}; \quad H = \begin{bmatrix} 0,350 \\ 0,239 \end{bmatrix}; \quad Cd = \begin{bmatrix} 0 & 1,092 \end{bmatrix}; \quad Dd = 0$$

Considerando os polos `p = [0.834 + 0.172i, 0.834 - 0.172i]`, encontra-se os ganhos executando:

```
K = place(F,H,p)
```

Os valores de K encontrados foram de `K = [-2.014, -0.933]`.

4. **Implemente o controlador por realimentação de estados no Simulink, obtendo a curva dos dois estados do sistema (x), da saída (y) e da entrada do sistema (u).**

O controlador por realimentação de estados desenvolvido no Simulink está representado na Figura 1.

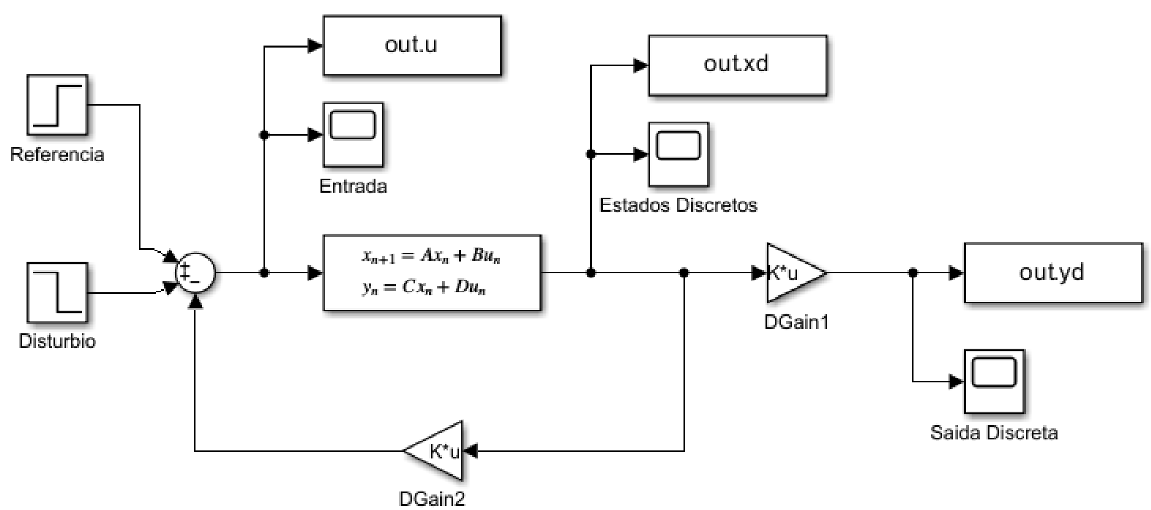
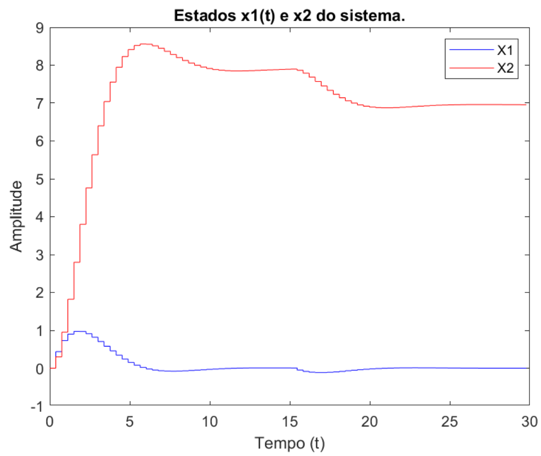
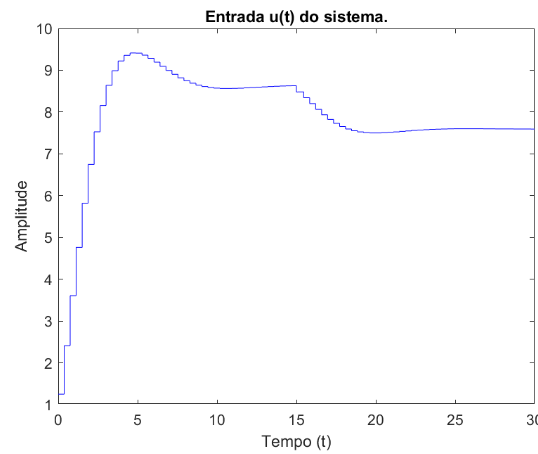


Figura 1: Controlador por realimentação de estados desenvolvido com o Simulink

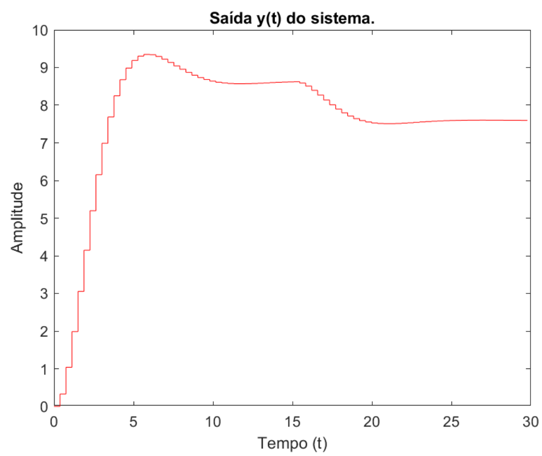
As curvas dos dois estados, x_1 e x_2, estão na Figura 2a. Já a curva da entrada, u, do sistema está na Figura 2b. E a curva da saída, y, do sistema está na Figura 2c.



(a) curvas dos estados.



(b) curva da entrada.



(c) curva da saída.

Figura 2: gráficos dos estados $X1$ e $X2$, entrada u e saída y do controlador por realimentação de eestados.