

ALUNA(O): \_\_\_\_\_

**1)** [3,0 pts] Para o sistema mostrado a seguir, obtenha uma realização de estado observável (mostre que é observável) e projete um estimador de estados com o mesmo fator de amortecimento de malha aberta, mas que tenha o dobro da frequência natural de malha aberta.

$$G(s) = \frac{4}{s^2 + 4s + 4}$$

**2)** [4,0 pts] O sistema instável em malha aberta, mostrado a seguir, é controlado por realimentação de estado pelo controlador  $u = y_r - Kx$ , onde  $y_r$  é o sinal de referência e  $K = 2$ . Obtenha a Função de Transferência de malha fechada.

$$\begin{aligned}\dot{x} &= x + u \\ y &= x\end{aligned}$$

**3)** [3,0 pts] Para o sistema nominal

$$\begin{aligned}x(k+1) &= Ax(k) + Bu(k) \\ y(k) &= Cx(k)\end{aligned},$$

resolva os seguintes itens:

**a)** Realize a augmentação do modelo pela inclusão de integrador, escrevendo o modelo aumentado com base no vetor de estado aumentado  $x_a(k) = [\Delta x(k) \ y(k)]^T$  e na entrada aumentada  $u_a(k) = \Delta u(k)$ ,  $\Delta = 1 - z^{-1}$ .

**b)** Considerando que as matrizes do modelo aumentado sejam  $A_a, B_a, C_a$ , e que a entrada aumentada seja  $u_a(k) = \Delta u(k)$ ,  $\Delta = 1 - z^{-1}$ , apresente as equações de estado estimado  $\bar{x}_a(k)$  e de saída  $\bar{y}_a(k)$  do estimador de estado do modelo aumentado.

**c)** Substitua a lei de controle servo por realimentação de estado estimado, dada por

$$\Delta u(k) = k_r y_r(k) - K \bar{x}_a(k),$$

na equação de estado do modelo aumentado e na equação de estado do estimador de estado, e obtenha as matrizes  $A_c, B_c, C_c$ , do compensador dinâmico definido na seguinte estrutura:

$$\begin{aligned}\begin{bmatrix} x_a(k+1) \\ \bar{x}_a(k+1) \end{bmatrix} &= A_c \begin{bmatrix} x_a(k) \\ \bar{x}_a(k) \end{bmatrix} + B_c y_r(k) \\ \begin{bmatrix} y(k) \\ \bar{y}(k) \end{bmatrix} &= C_c \begin{bmatrix} x_a(k) \\ \bar{x}_a(k) \end{bmatrix}\end{aligned}$$

**d)** Esboce o diagrama de blocos do compensador dinâmico, neste caso servo (com integrador discreto), conectado ao sistema nominal.