

1. Uma planta  $G(s)$  tem as seguintes matrizes para a representação através de equações de estado:

$$\mathbf{F} = \begin{bmatrix} -2 & -2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{G} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{H} = [ 1 \quad 4 ]$$

- a) Calcule  $\mathbf{K}$  para que os pólos do sistema em malha fechada fiquem em  $s = -2 \pm j$ .
  - b) Projete um estimador de estados, com  $\mathbf{L}$  tal que os pólos do erro de estimação fiquem em  $s = -5 \pm j$ .
  - c) Escreva as equações de estado do compensador.
  - d) Calcule a função de transferência  $D(s) = U(s)/Y(s)$  do compensador em malha aberta.
  - e) Calcule a função de transferência  $G(S) = Y(s)/U(s)$  da planta em malha aberta.
  - f) Calcule a função de transferência  $Y(s)/R(s)$  do sistema realimentado pelo compensador  $D(s)$ . Quais são os pólos do sistema em malha fechada ?  
Dica: A função `roots` do MATLAB pode ser usada para encontrar os pólos.
  - g) Usando  $\mathbf{M} = 0$ , calcule  $\tilde{N}$  para que  $\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} r(t)$ , sendo  $r(t)$  um degrau unitário.
2. Repetir o Problema #1, substituindo o estimador de ordem completa por um estimador de ordem reduzida com um só pólo, em  $s = -6$ .

Sugestão: verifique as suas respostas no MATLAB. As funções `place`, `ss2tf`, `roots`, `ss`, `step` podem ser úteis. Use o comando `help` para ver como elas funcionam. A função `conv` pode ser usada para calcular o produto de polinômios da seguinte forma: se  $s^{n+m} + c_1 s^{n+m-1} + \dots + c_{n+m} = (s^n + a_1 s^{n-1} + \dots + a_n)(s^m + b_1 s^{m-1} + \dots + b_m)$ , então os coeficientes  $c_k$  podem ser calculados por  $\mathbf{c} = \text{conv}(\mathbf{a}, \mathbf{b})$ , onde  $\mathbf{a} = [1 \ a_1 \ \dots \ a_n]$  e  $\mathbf{b} = [1 \ b_1 \ \dots \ b_m]$ .