Sistemas realimentados – 2018-1
Lista de exercícios para a terceira prova

1) Sejam as compensações mostradas nas Figuras 1, 2, 3, 4.
   a. Que controlador foi usado? Quais seus parâmetros?
   b. Obtenha a Margem de Fase e de Ganho de malha aberta e malha fechada
   c. Obtenha BW e M_p
   d. Qual o erro em regime para entrada degrau e rampa unitários?

2) Na Figura 5 é mostrado o lugar das raízes de $G(s) = \frac{5}{(s+p_1)(s+p_2)}(K_p + \frac{K_I}{s})$.

2.1 Selecione os ganhos K_I e K_P tal que o sistema tenha sobreelevação menor que 5% e tempo de estabelecimento menor que 4s.

2.2 Qual o erro para uma entrada rampa unitária para estes ganhos?

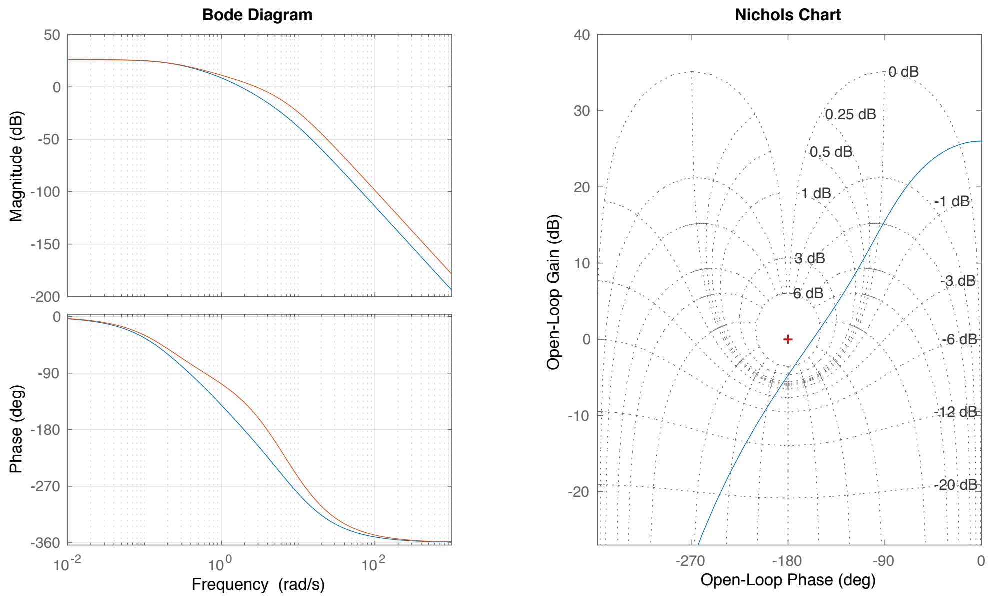

Figura 1

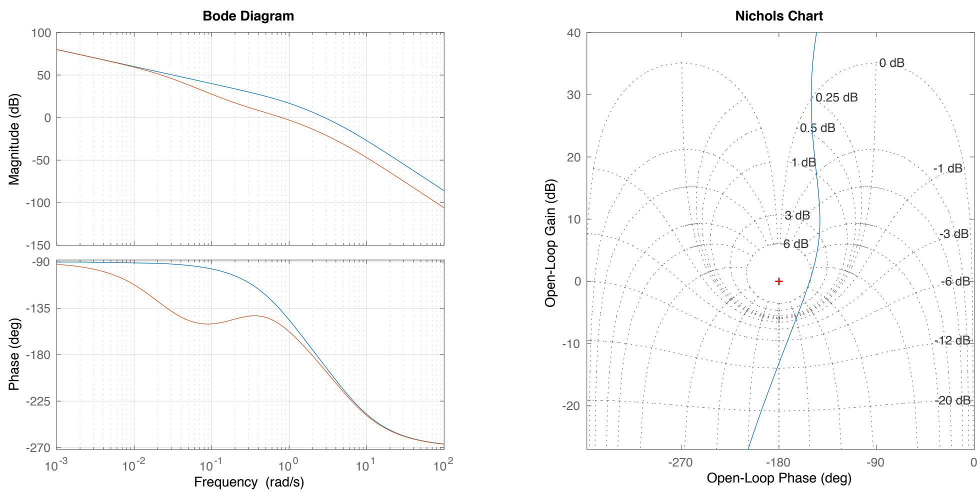

Figura 2

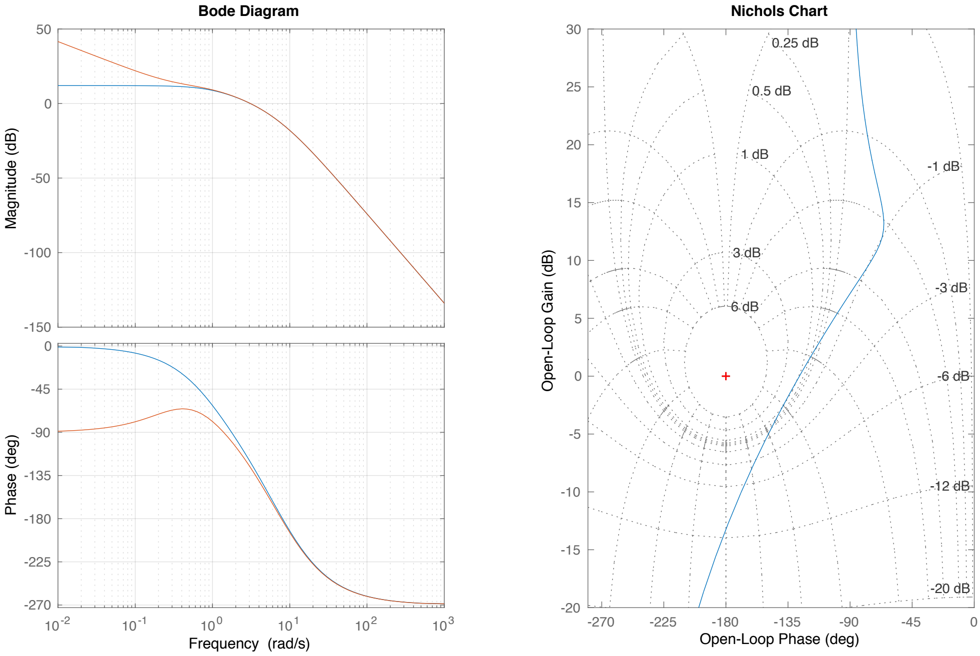

Figura 3

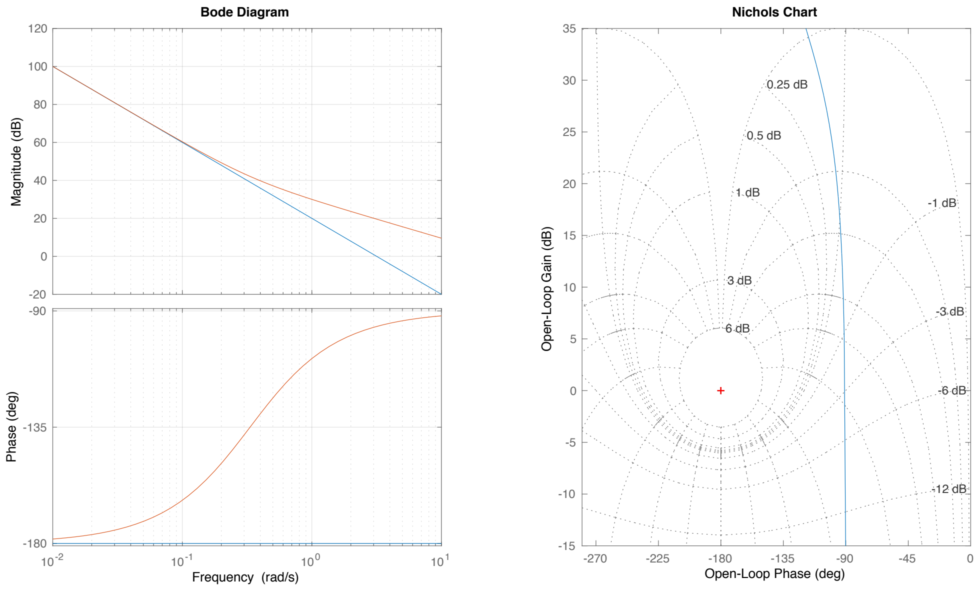

Figura 4

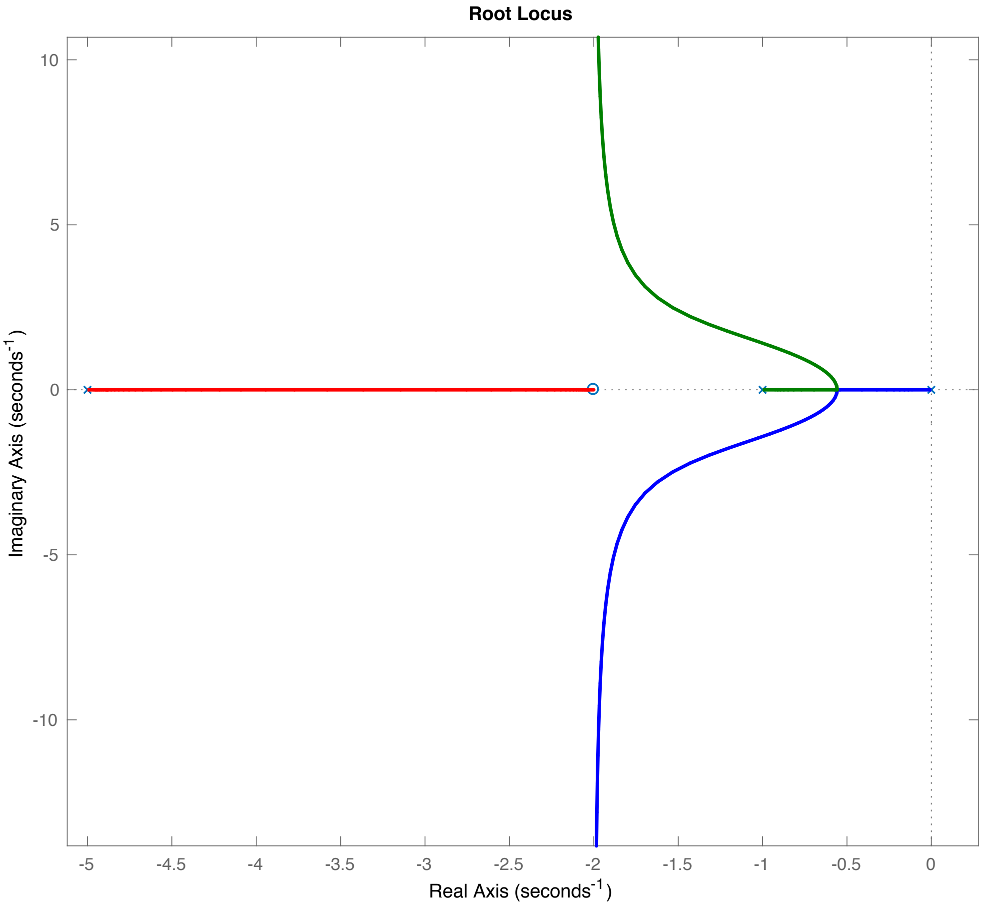

Figura 5

3) (Peso 2) Seja $\frac{Y(z)}{U(z)} = G(z) = \frac{z^2+2z+1}{(z-1)^3}$.

3.1) Obtenha a lei de controle $u(k) = p.r(k) - Kx(k)$ tal que em malha fechada o sistema seja estável com erro nulo a entrada degrau unitário $r(k) = 1, k \geq 0$.

3.2 Obtenha um observador da forma $z(k+1) = Fz(k) + Mu(k) + Ny(k)$ para estimar os estados.

3.3) Obtenha a função de transferência de malha fechada $Y(z)/R(z)$

4) Seja $G(s) = \frac{s+1}{(s+2)(s-3)}$ e o diagrama da figura 6. Obtenha via realimentação de estados+observador de estados $C_1(s)$ e $C_2(s)$ tais que $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{50}{s^2+15s+50}$

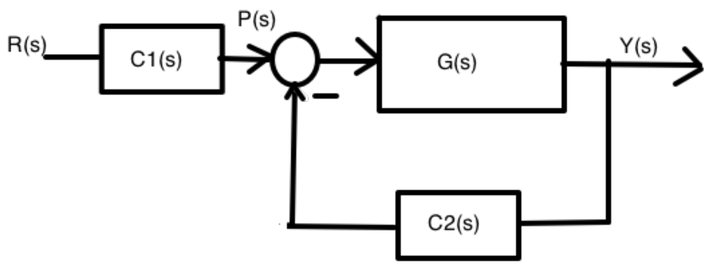

Figura 6.

5) Seja $G(s) = \frac{10}{(s+1)(s+2)}$ e o controlador PI $D(s) = 2 + \frac{0.3}{s}$, conforme diagrama da figura 7. Obtenha $\frac{Y(z)}{R(z)}$ para $T_s = 0.2s$

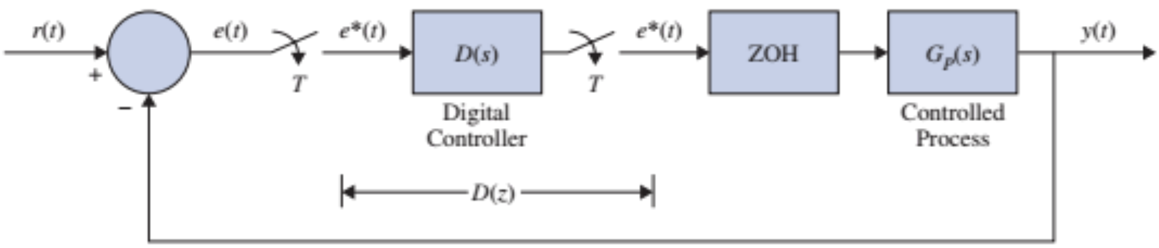

Figura 7.

6) Seja $G(s) = \frac{1}{(s+1)(s+2)(s+3)}$. Projete um controlador avanço de fase tal que o erro ao degrau seja menor que 10% e a margem de fase maior igual a 38 graus. Discretize o controlador e aplique na planta (ver Figura 7), com tempo de amostragem 0.1 e 0.05 segundos. Obtenha os polos de malha fechada nos dois casos, e compare sua estabilidade relativa aos polos para o caso contínuo.

7) Dada $G(s) = \frac{10(s+1)(s+2)(s+5)}{s^2(s+10)}$ obtenha os modelos em variáveis de estado na forma canônica controlável (FCC) e observável (FCO). Pode-se afirmar que a FCC é observável? Pode-se afirmar que a FCO é controlável?

8) Dado $\dot{x} = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 & -2 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} u,\ y = \begin{bmatrix} 0 & 5 \end{bmatrix} x.$

8.1) Obtenha uma realimentação de estados da forma $u(t) = pr(t) - Kx(t)$ tal que $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{10}{(s+1)(s+10)}$

8.2) Obtenha um observador de estados da forma $\dot{z} = Fz(t) + Mu(t) + ny(t)$ tal que o erro entre $z(t)$ e $x(t)$ tenha a zero em menos de 1s.

9) Sejam $\dot{x} = Ax + Bu,\ y = Cx$ e $\dot{z} = \bar{A}z + \bar{B}u,\ y = \bar{C}z$ com $z = Tx$, onde T é uma transformação de similaridade. Mostre que os dois sistemas têm a mesma função de transferência.

10) Seja o diagrama de estados da figura 8. Obtenha os ganhos k1,k2,k3 tais que o sistema seja estável e com erro nulo a entrada degrau.

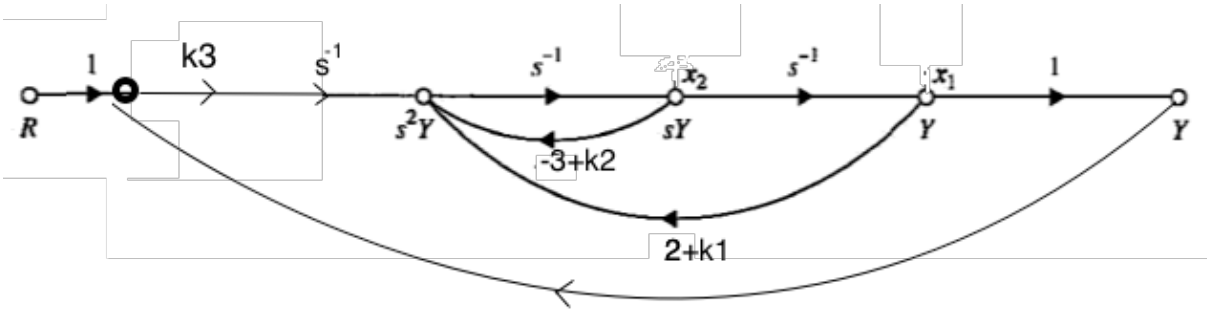

Figura 8

11) Seja um sistema da forma $\dot{x} = Ax + Bu$, $y = Cx$. Mostre que se o par [A,C] for observável, então o par [A^T,C^T] é controlável.

12) Seja o diagrama de bode mostrado na Figura 9. Verifique que compensadores de até ordem 2 podem ser usados para estabilizar este sistema.

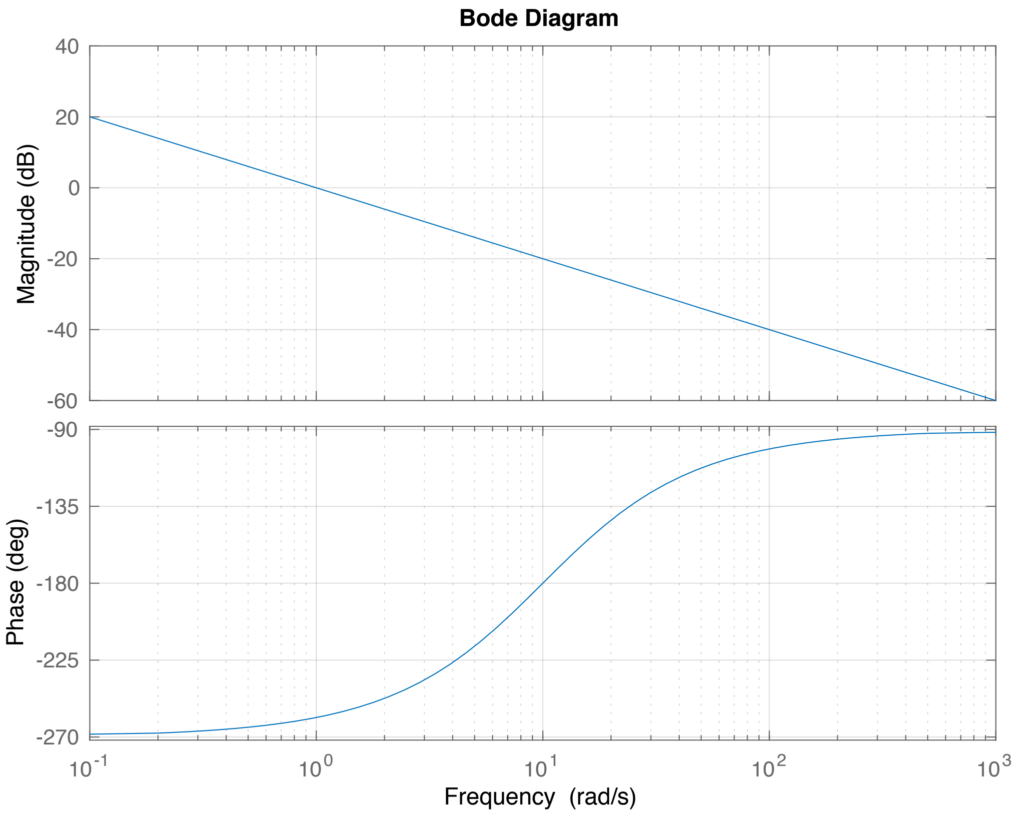

Figura 9