Obs.: A prova é individual. A consulta ao material do curso é permitida. Recursos computacionais podem ser utilizados. A resolução deve ser entregue até as 18hs da quarta-feira 19/Junho para o Prof. Ricardo (sala 229) ou para a secretária do Departamento de Telemática (Flávia, sala 223A).

Utilizem a seguinte especificação:
a) Daniel; b) Cleber; c) Henrique; d) Eliezer; e) Leonardo; f) Thais; g) Thiago

1ª Questão: 1.1) O sistema abaixo é controlável? Justifique.

$$\dot{v} = Av + bx \quad , \quad y = cv$$

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 1 & 5 \\ 12 & 23 & 1 & 35 \\ -1 & 10 & -5 & 15 \\ -11 & -23 & -1 & -3 \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \\ 1 \\ -2 \end{bmatrix}, \quad c = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

1.2) Quantos autovalores (modos) são controláveis e quantos não são? Justifique

1.3) O sistema é observável? Justifique.

1.4) Quantos autovalores (modos) são observáveis e quantos não são? Justifique

1.5) Encontre uma transformação de similaridade que coloque o sistema na forma

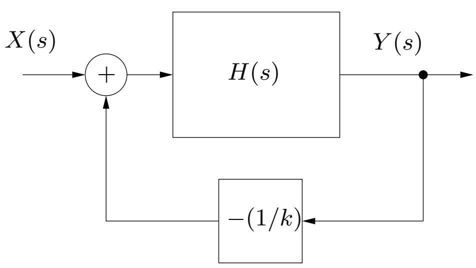
$$\begin{bmatrix} \dot{v}_c \\ \dot{v}_{\bar{c}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{A}_c & \bar{A}_{12} \\ 0 & \bar{A}_{\bar{c}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_c \\ v_{\bar{c}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \bar{b}_c \\ 0 \end{bmatrix} x, \quad y = \begin{bmatrix} \bar{c}_c & \bar{c}_{\bar{c}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_c \\ v_{\bar{c}} \end{bmatrix}$$

1.6) Determine a função de transferência do sistema

1.7) O sistema é BIBO estável? Justifique.

2ª Questão: Determine o intervalo para k tal que o sistema em malha fechada mostrado na figura seja BIBO estável

$$H(s) = \frac{2s^2 + s}{s^3 + s^2 + 1}$$



3ª Questão: Construa a tabela de Routh e determine o número de raízes com parte real positiva de

$$D(p) = 3p^7 + 9p^6 + 6p^5 + 4p^4 + 7p^3 + 8p^2 + 2p + 6$$

4ª Questão: Analise a estabilidade do sistema linear invariante no tempo $\dot{v} = Av$ utilizando a equação de Lyapunov.

a) $A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 \\ -20 & -9 & -5 & -20 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$, b) $A = \begin{bmatrix} 51 & 0 & -41 & -34 \\ 51 & 0 & -40 & -35 \\ 51 & -1 & -40 & -34 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$, c) $A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 \\ -98 & -65 & -9 & -130 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$

d) $A = \begin{bmatrix} 0 & -25 & 0 & 26 \\ 1 & -28 & -2 & 29 \\ 0 & -4 & -1 & 5 \\ 1 & -24 & -1 & 24 \end{bmatrix}$, e) $A = \begin{bmatrix} 67 & 0 & 66 & 67 \\ 111 & -1 & 110 & 110 \\ 154 & 0 & 153 & 153 \\ -231 & 1 & -230 & -230 \end{bmatrix}$

f) $A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 \\ -214 & -182 & -7 & -364 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$, g) $A = \begin{bmatrix} 0 & -222 & 0 & 223 \\ 1 & -147 & -2 & 148 \\ 0 & -109 & -1 & 110 \\ 1 & -142 & -1 & 142 \end{bmatrix}$

5ª Questão: Considere o sistema dado por

$$\dot{v} = Av + Bx$$

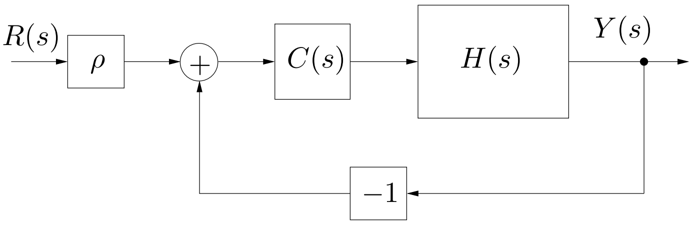
$$A = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 2 & 2 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Determine um ganho de realimentação de estados $x = r - Kv$ que aloque os autovalores de $A - BK$ em a) -1, -2, $-3 \pm 2j$; b) -3, -4, $-5 \pm 2j$; c) -8, -3, $-5 \pm 2j$; d) -1, -4, $-1 \pm 2j$; e) -4, -5, $-6 \pm 3j$; f) -2, -6, $-2 \pm 4j$; g) -1, -3, $-4 \pm 5j$;

6ª Questão: Considere o sistema linear descrito pela função de transferência

$$H(s) = \frac{2s^3 + 3s^2 - 5s + 8}{s^3 + 4s^2 - 7s + 1}$$

e o esquema de realimentação unitária com $\rho = 1$ mostrado na figura



Determine um controlador próprio que aloque os pólos em malha fechada em: a) -1, -2, -3, $-3 \pm 2j$; b) -1, -3, -4, $-5 \pm 2j$; c) -8, -3, -4, $-5 \pm 2j$; d) -1, -2, -4, $-1 \pm 2j$; e) -2, -4, -5, $-6 \pm 3j$; f) -2, -3, -6, $-2 \pm 4j$; g) -1, -3, $-4 \pm 5j$, -6;