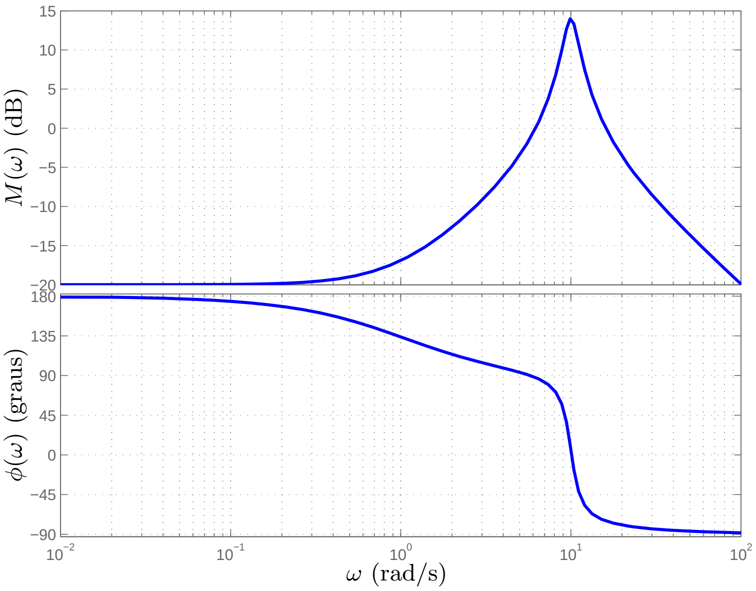
Nome: .... **RA:** ....

Obs.: Resolva as questões nas folhas de papel almaço e copie o resultado no espaço apropriado. Use três algarismos significativos. Números complexos devem ser representados na forma polar, com ângulo em radianos.

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

1ª Questão: Determine a solução forçada (regime permanente) para a entrada $x(t) = 10 + \text{sen}(6t)$ do sistema cujo diagrama de Bode é mostrado abaixo.



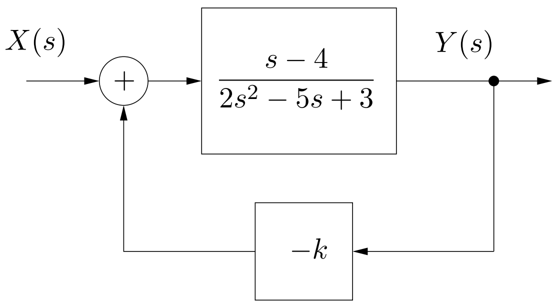
$$y_f(t) = -1 + \text{sen}(6t + 90^o)$$

2ª Questão: Determine os valores de β para os quais o sistema abaixo é não controlável e não observável

$$\dot{v} = \begin{bmatrix} -1 & -1 \\ 3 & -5 \end{bmatrix} v + \begin{bmatrix} 1 \\ \beta \end{bmatrix} x \quad , \quad y = \begin{bmatrix} -3\beta & 1 \end{bmatrix} v$$

Não controlável: $\beta \neq 3, \beta \neq 1$; não observável: $\beta \neq 1, \beta \neq 1/3 \quad \Rightarrow \quad \beta \neq 1$

3ª Questão: Determine a sensibilidade do ganho DC do sistema em malha fechada em função do parâmetro k



$$= -kG(s)\Big|_{s=0} = \frac{k4}{3-4k}$$

4ª Questão: Assinale a alternativa correta
- Um sistema linear BIBO estável é também assintoticamente estável.
X Um sistema linear assintoticamente estável é também BIBO estável.
- Um sistema linear instável não pode ser BIBO estável.
- Um sistema linear não BIBO estável pode ser assintoticamente estável.
- Nenhuma das anteriores

5ª Questão: Considere o sistema

$$\dot{v} = \begin{bmatrix} 2 & -2 \\ 0 & -3 \end{bmatrix} v + \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix} x \quad , \quad y = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} v$$

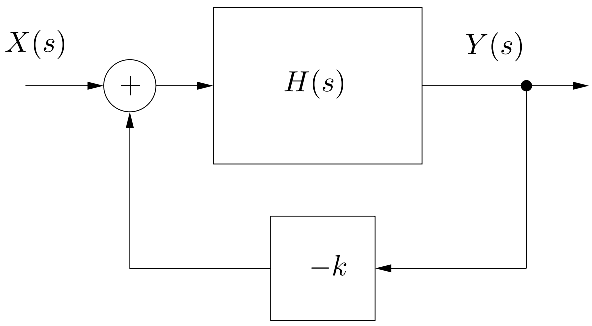
a) Determine uma transformação $\bar{v} = Pv$ que leve a uma representação equivalente evidenciando os modos não observáveis. Escreva também o sistema transformado.

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \ , \ P^{-1} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \ , \ \bar{A} = \begin{bmatrix} -3 & 0 \\ -2 & 2 \end{bmatrix} \ , \ \bar{c} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \ , \ \bar{b} = \begin{bmatrix} 3 \\ 2 \end{bmatrix}$$

b) Obtenha a função de transferência do sistema equivalente $\qquad H(s) = \dfrac{3}{s+3}$

6ª Questão: Determine o intervalo para k tal que o sistema em malha fechada mostrado na figura seja BIBO estável

$$H(s) = \frac{s^2 - s}{2s^3 + 9s + 9} \quad ,$$



$$D(p) = 2p^3 + kp^2 + (9 - k)p + 9 \quad , \quad 3 < k < 6$$

7ª Questão: Um sistema linear invariante no tempo é caracterizado por

$$\dot{v} = Av \ , \ A'P + PA = -I \ , \ P = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$$

O que pode ser afirmado sobre a estabilidade do sistema (se é instável, assintoticamente estável, ou estável mas não assintoticamente estável)? Justifique.

O sistema é instável, pois a matriz P não é definida positiva

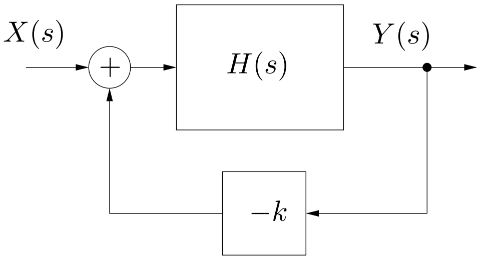
8ª Questão: Classifique (justificando) a estabilidade do ponto de equilíbrio $v = 0$ (se é instável, assintoticamente estável, ou estável mas não assintoticamente estável) do sistema linear autônomo

$$\dot{v} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} v$$

O sistema é estável, pois possui autovalores 0, multiplicidade algébrica 4 e 4 blocos de Jordan de tamanho 1, gerando modos próprios do tipo cte.

9ª Questão: Considere o sistema realimentado mostrado na figura com

$$H(s) = \frac{s+2}{s^2+4s+8}$$

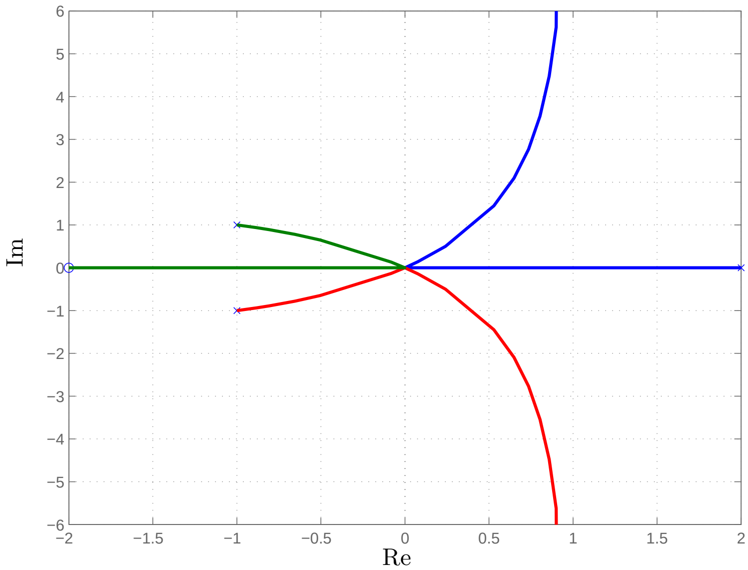


a) Esboce (nas folhas de papel almaço) o lugar das raízes para o sistema realimentado.

b) Determine os pontos (no plano s) de entrada no eixo real (se houver) e o valor de $k > 0$ associado

$$s = -4, k = 4$$

10ª Questão: Considere o lugar das raízes de um sistema $H(s)$ realimentado negativamente com ganho k, mostrado na figura ao lado. Determine:



a) Os pólos e zeros do sistema pólos: $-1 \pm j, 2$, zeros: -2

b) O valor do ganho k em $s = 0$ $k = 2$

c) As assíntotas do sistema modificado pela inclusão de um pólo em $s = 0$. Desenhe na própria figura. Em π e $\pm\pi/3$, com encontro em $2/3$