1ª Questão: Determine a solução forçada (regime permanente) para a entrada $x(t) = 100\cos(2t) + 100\exp(8t)$ do sistema cuja função de transferência é dada por

$$H(s) = \frac{s-2}{s+2}$$

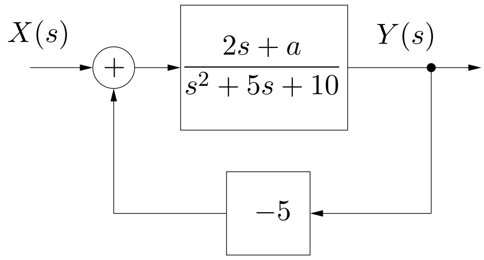
$$y_f(t) = 100\cos(2t + \pi/2) + 60\exp(8t)$$

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

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

$$\beta = 0 \ , \ \beta = \frac{1}{2}$$

3ª Questão: Determine a sensibilidade do ganho DC ($s = 0$) do sistema em malha fechada em função do posicionamento do zero a, para $a = 2$.



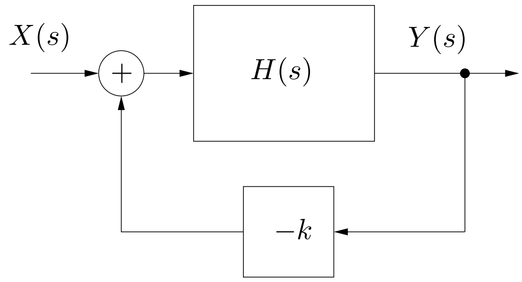
$$= \frac{a(s^2+5s+10)}{(2s+a)(s^2+15s+10+5a)}\Big|_{s=0,a} = \frac{10}{10+5a}\Big|_{s=0,a=2} = \frac{1}{2}$$

4ª Questão: Considere um sistema linear invariante no tempo (A, b, c, d).
Assinale a(s) alternativa(s) correta(s):
- Se nenhum dos autovalores de A tiver parte real positiva, o sistema é BIBO estável
V - Se todos os autovalores de A forem distintos e tiverem parte real negativa ou nula, o sistema é estável
- Se todos os autovalores de A tiverem parte real negativa e o sistema não for controlável, o sistema não é BIBO estável
V - Se o sistema não é controlável e não é observável, todos pólos da função de transferência também são autovalores de A mas nem todos autovalores de A são pólos
V - Se o sistema é controlável, observável e BIBO estável, então o sistema é assintoticamente estável
- Se todos os autovalores de A tiverem parte real negativa e o sistema não for observável, o sistema não é BIBO estável

5ª Questão: Sabendo que, para sistemas controláveis, existe $\beta \in \mathbb{R}^n$ tal que a entrada $x(t) = b'\exp(-At)\beta u(t)$, $t \in [0, \tau]$, $A \in \mathbb{R}^{n\times n}$, leva o sistema de $v(0) = 0$ para $v(\tau)$ arbitrário no tempo τ, determine $x(t)$ que leve de $v(0) = 0$ a $v(2) = 2$ em $\tau = 2$ segundos para $\dot{v} = 2v + 4x$.

$$\beta = \frac{1}{2(\exp(4) - \exp(-4))} \quad , \quad x(t) = 3.66 \times 10^{-2}\exp(-2t)u(t)$$

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



$$H(s) = \frac{s^2 - s}{s^3 + 9s + 18} \quad , \quad 3 < k < 6$$

7ª Questão: a) Determine a matriz P solução da equação de Lyapunov associada ao sistema linear invariante no tempo (indique a matriz Q utilizada)

$$\dot{v} = \begin{bmatrix} -3 & -1 \\ 2 & 0 \end{bmatrix} v$$

b) Determine, em função da solução encontrada, se o sistema é assintoticamente estável ou não.

$$\begin{bmatrix} 1/2 & 1/2 \\ 1/2 & 1 \end{bmatrix} > 0 \;\text{ pois } 1/2 > 0 \text{ e } 1/2 - 1/4 = 1/4 > 0 \quad \Rightarrow \quad \text{sistema assint. estável}$$

8ª Questão: Considere o sistema não-linear e a candidata à função de Lyapunov $\psi(v)$ dados por

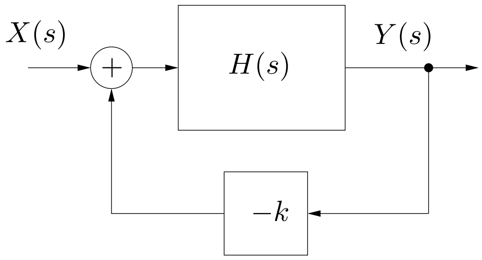
$$\dot{v} = \frac{v^3}{\beta} - \beta v \quad , \quad \beta > 0 \quad , \quad \psi(v) = \frac{1}{4} v^4$$

Determine o domínio Ω, isto é, o conjunto no espaço de estados para o qual $\psi(v)$ garante a estabilidade assintótica do ponto de equilíbrio $\bar{v} = 0$

$$-\beta < v < \beta$$

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

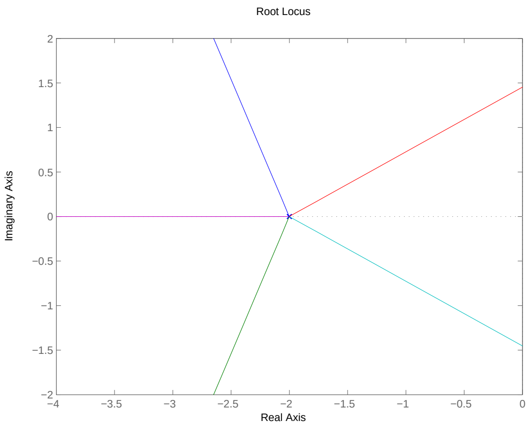
$$H(s) = \frac{1}{(s+2)^5}$$



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

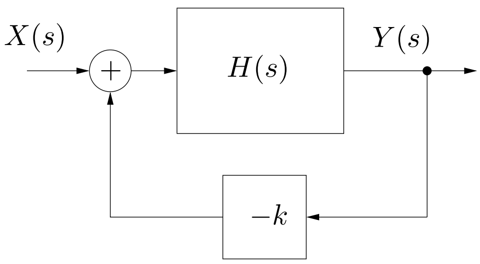
b) Usando as assíntotas, determine (de maneira aproximada) os pontos de encontro do lugar das raízes com o eixo imaginário e o correspondente valor de k

$$\pm j\omega \ \ , \ \ \omega = 2\tan(\pi/5) \approx 1.45 \ , \ d = \sqrt{4+\omega^2} \approx 2.47 \ , \ k = d^5 \approx 92.3$$



10ª Questão: Considere o sistema realimentado mostrado na figura com

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



a) Esboce nas folhas de papel almaço (desenhando as assíntotas e o lugar das raízes no eixo real) o lugar das raízes para o sistema realimentado

b) Determine os pontos de encontro do lugar das raízes no eixo imaginário e o correspondente valor de $k > 0$

$$\pm j4, k = 4$$