1ª Questão: Determine a solução forçada do sistema linear invariante no tempo descrito pela função de transferência

$$H(s) = \frac{3000}{s^2 + 200}$$

para a entrada $x(t) = \exp(10t) + \cos(10t)$

$$y_f(t) = 10\exp(10t) + 30\cos(10t)$$

2ª Questão: Determine os valores de γ para os quais o sistema abaixo deixa de ser observável

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

$$\text{Obsv}(A, c) = \begin{bmatrix} c \\ cA \\ cA^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma & 0 & 1 \\ \gamma + 1 & 1 & 2\gamma + 1 \\ 3\gamma + 2 & 2\gamma + 2 & 4\gamma + 3 \end{bmatrix} \Rightarrow \text{ Não observável para } \det(\text{Obsv}(A, c)) = 0$$

$$\det(\text{Obsv}(A, c)) = 2\gamma - 4\gamma^3 = 0 \quad \Rightarrow \quad \gamma = 0, +\frac{\sqrt{2}}{2}, -\frac{\sqrt{2}}{2}$$

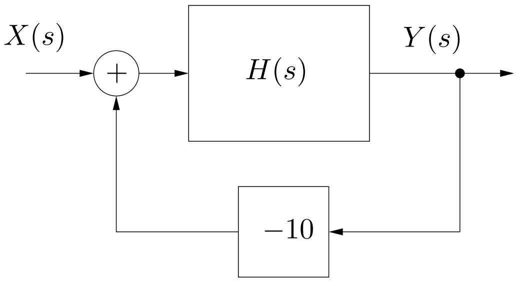
3ª Questão: Assinale "F" (falso) ou "V" (verdadeiro) para as afirmações abaixo sobre o sistema linear invariante no tempo dado por

$$\dot{v} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 5 \end{bmatrix} v + \begin{bmatrix} 0 \\ \alpha \\ \beta \end{bmatrix} x$$
$$y = \begin{bmatrix} \gamma & 1 & 1 \end{bmatrix} v$$

F - O sistema é controlável e observável para quaisquer α, β e γ
F - O sistema é controlável para $\alpha \neq 0$ e $\beta \neq 0$
F - O sistema é observável para $\gamma \neq 0$
V - O modo próprio associado ao autovalor 5 é controlável para $\beta \neq 0$
V - O modo próprio associado ao autovalor 5 é observável para quaisquer α, β e γ

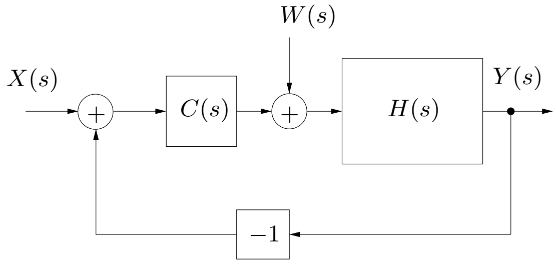
4ª Questão: Determine a sensibilidade do ganho DC ($s = 0$) do sistema em malha fechada em função do parâmetro a, para $a = 10$

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



$$G(s) = \frac{s+2}{s^2+5s+a+10(s+2)} \ , \ \frac{\partial G}{\partial a}\frac{a}{G} = \frac{-a}{s^2+15s+a+20}\Big|_{s=0,a=10} = -1/3$$

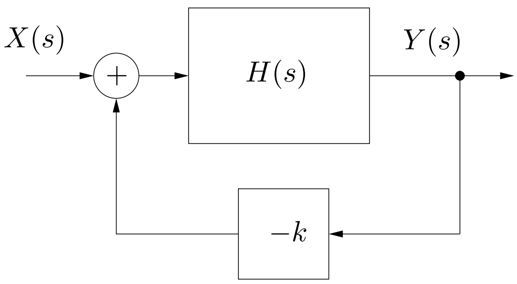
5ª Questão: Em relação à configuração mostrada ao lado, considerando que o sistema em malha fechada é estável, assinale "F" (falso) ou "V" (verdadeiro):



V - Com entrada em degrau e $W(s)$ nulo, para que o erro em regime seja nulo é preciso que $C(s)H(s)$ apresente pelo menos um pólo na origem
V - Para rejeitar perturbações $w(t)$ do tipo degrau é preciso que $C(s)H(s)$ apresente pelo menos um pólo na origem
F - Com entrada em degrau, para que o erro em regime seja nulo e o sistema rejeite perturbações $w(t)$ do tipo degrau é preciso que $C(s)H(s)$ apresente pelo menos dois pólos na origem
V - Se $C(s)H(s)$ apresenta três pólos na origem, então o erro em regime é nulo para $W(s)$ nulo e entradas do tipo degrau, rampa ou parábola
F - Se $C(s)H(s)$ apresenta apenas um pólo na origem, o sistema rejeita perturbações $w(t)$ do tipo degrau mas pode apresentar erro em regime para entrada do tipo degrau

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

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



$$D(s) = s^3 + ks^2 + (4-k)s + 3 \quad , \quad 1 < k < 3$$

7ª Questão: Usando como função de Lyapunov $\psi(v) = v^2$, mostre que o ponto de equilíbrio $v = 0$ do sistema não linear dado por

$$\dot{v} = -5v^3$$

é assintoticamente estável.

$$\psi(0) = 0, \ \psi(v) > 0, \forall v \neq 0 \quad , \quad \dot{\psi}(v) = 2v\dot{v} = -10v^4 < 0, \forall v \neq 0, \dot{\psi}(0) = 0$$

8ª Questão: Conclua (com justificativa) sobre a estabilidade assintótica do sistema linear invariante no tempo $\dot{v} = Av$, sabendo que a equação de Lyapunov

$$A'P + PA = -\mathrm{I}$$

produziu como solução única a matriz

$$P = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ -1 & 2 & -1 \\ 1 & -1 & 3 \end{bmatrix}$$

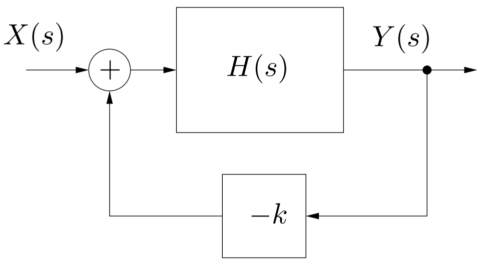
Menores principais líderes:

$$\det\begin{bmatrix}1\end{bmatrix} = 1,\ \det\begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 2 \end{bmatrix} = 1,\ \det(P) = 2$$

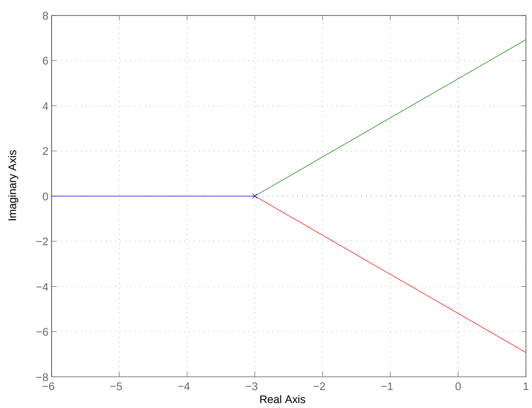
1, 1 e 2 (positivos) $\Rightarrow$ sistema assintoticamente estável

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

$$H(s) = \frac{1}{s^3 + 9s^2 + 27s + 27} = \frac{1}{(s+3)^3}$$

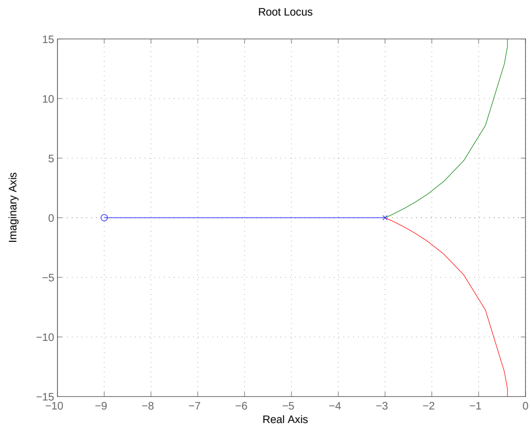


a) Esboce (nas folhas de papel almaço) o lugar das raízes para o sistema realimentado (eixo real e assíntotas)

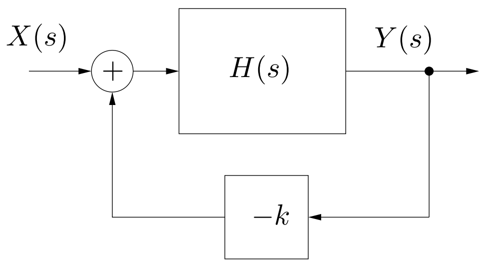


b) Em que ponto deve ser incluído um zero real no sistema em malha aberta para que as assíntotas do sistema em malha fechada encontrem-se no ponto 0?
Zero em -9

c) Esboce novamente (nas folhas de papel almaço) o lugar das raízes para o sistema realimentado (eixo real e assíntotas) com o zero incluído no item b)

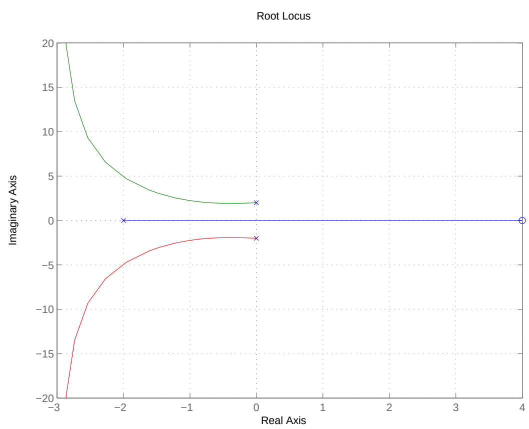


10ª Questão: Considere o sistema realimentado mostrado na figura com



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

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



b) Determine o valor de k para o qual o sistema em malha fechada possui um pólo em 0: $k = 2$