

Nome: Wallace Moreira e Silva

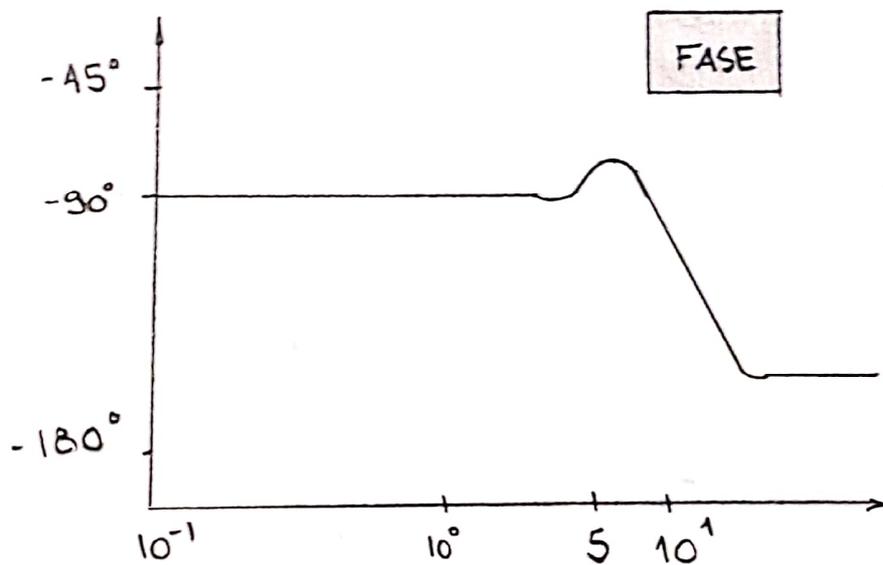
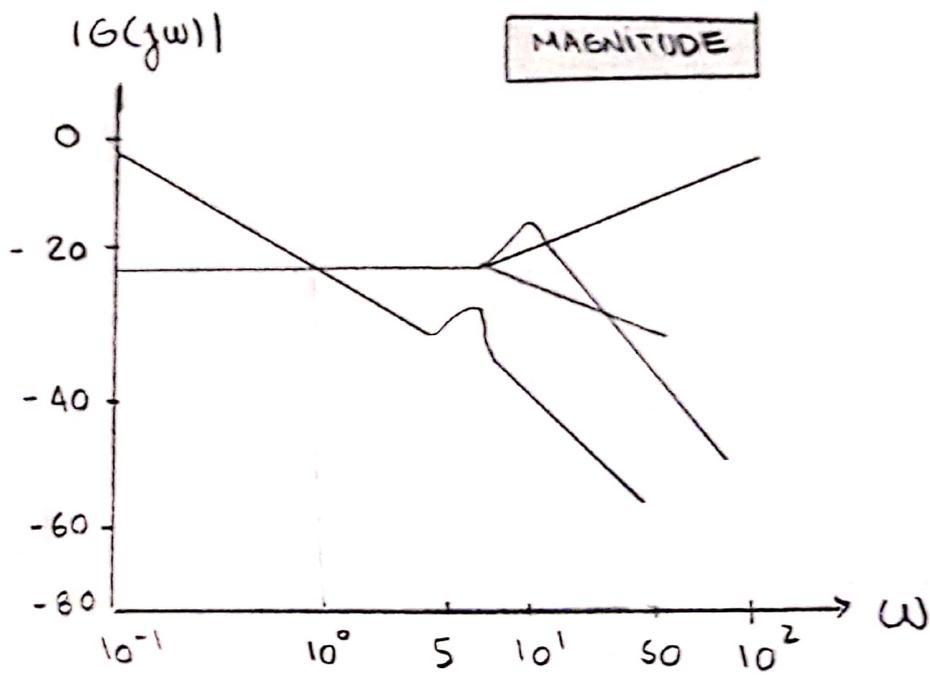
Número USP: 10823772

Disciplina: Modelagem de Sistemas Dinâmicos

$$1) G_1(s) = \frac{s^2 + 5s + 25}{s^4 + 7,4s^2 + 76s + 320} = \frac{25 \cdot \left(1 - \left(\frac{\omega}{5}\right)^2 + \frac{\omega}{5} \delta\right)}{s \cdot s \cdot \left(\frac{\omega \gamma}{5} + 1\right) \cdot 64 \cdot \left(1 - \frac{\omega^2}{8^2} + 0,09 \delta \omega\right)}$$

$$K_B = \frac{25}{320}$$

- $\frac{1}{s}$ faz com que ocorra decaimento de 20 dB por década e início de fase -90°
- $\omega_{n2} = \frac{5 \text{ rad}}{2}$ e $\zeta_2 = 0,5$
- Polo real em -5 faz com que ocorra um decaimento de 20 dB por década
- $\omega_{rp} = \omega_n \sqrt{1 - 2\zeta^2} = 7,8 \text{ rad/s}$
- $M_r \text{ dB} = 20 \log_{10} \left(\frac{2\zeta \sqrt{1 - \zeta^2}}{\zeta^2} \right) = 10,33 \text{ dB}$
- Pico em ω_{r2} é de 3,5 rad/s e M_{r2} de 1,25 dB



$$2) \quad G_2(s) = \frac{G(s+2)}{s+12} \quad \Rightarrow \quad G_2(j\omega) = 1 \cdot \frac{\left(\frac{\omega}{2}j + 1\right)}{\left(\frac{\omega}{12}j + 1\right)}$$

- Polo em $\omega_{p1} = 12 \text{ rad/s}$, com diminuição da fase após 12 rad/s
- Zero em $\omega_{z2} = 2 \text{ rad/s}$, com aumento da fase após $\omega = 2 \text{ rad/s}$

Diagrama de ganho

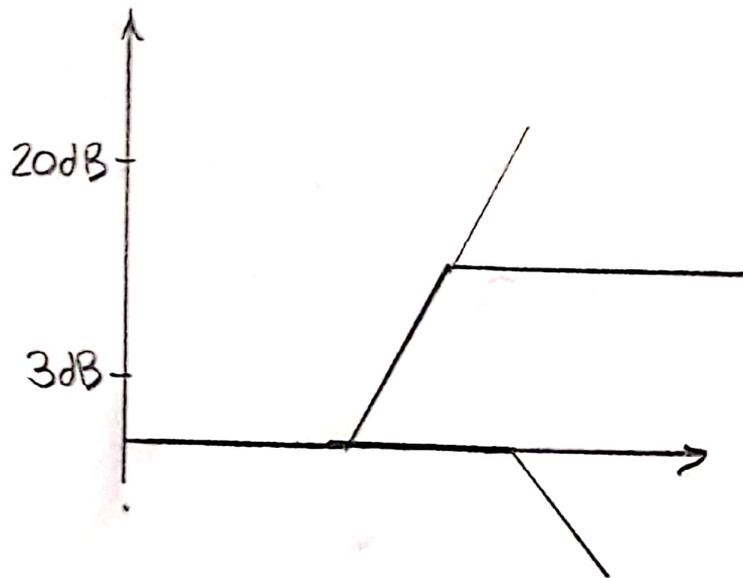
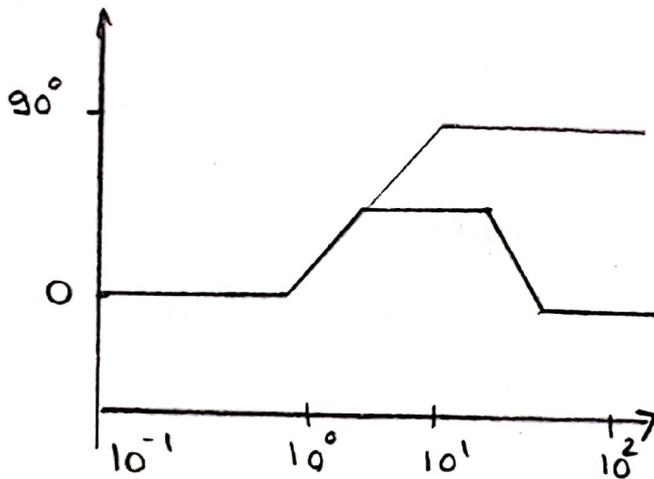


Diagrama de Fase



3) Os diagramas estão no fim deste documento. A fase em 5 rad/s é de $45,5^\circ$

4) Pelos diagramas posteriormente representados temos como polos calculados:

$$\begin{cases} p_1 = -5 \\ p_2 = 0 \\ p_3 = -1,2 + 7,9i \\ p_4 = -1,2 - 7,9i \end{cases}$$

Sendo que p_3 e p_4 são polos dominantes

■ Sobre-se que $\zeta = \frac{1,2}{8} = 0,15$

$$\omega_r = \omega_n \sqrt{1 - 2\zeta^2} = 7,8 \text{ rad/s} = 1,244 \text{ Hz}$$

■ Através do Súlób um pico de ressonância em 7,8 rad/s com fase em 5 rad/s de $-62,3^\circ$

5) O overshoot pode ser calculado da seguinte forma

$$M_p = e^{\frac{-\zeta\pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}} = 62\%$$

■ Pelo teorema do valor final temos que:

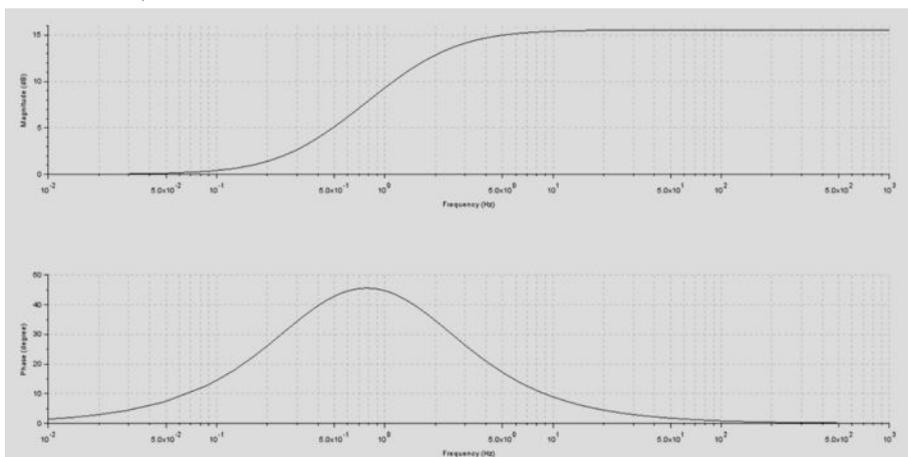
$$\lim_{t \rightarrow \infty} f(t) = \lim_{s \rightarrow 0} sF(s) = \frac{25}{320} = 0,078125$$

6) Diagrama de Bode também está ao fim do documento

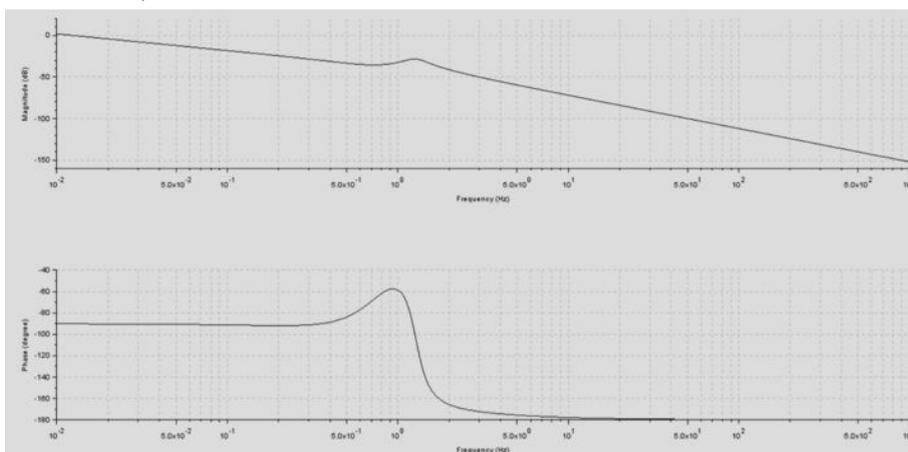
→ Em 5 rad/s a fase é de $-16,8^\circ$

Nome: Wallace Moreira e Silva
Número USP: 10823772

Exercício 3)



Exercício 4)



Exercício 6)

