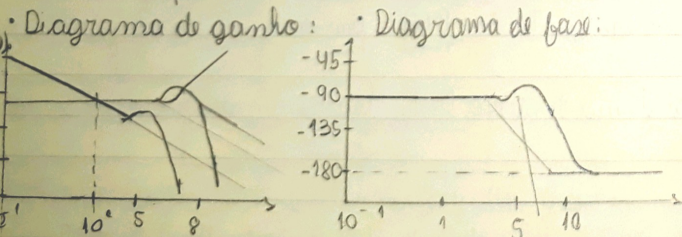


Exercício Gule do dia 12/11/2020

$$① G_1(s) = \frac{s^2 + 5s + 25}{s(s^3 + 7,4s^2 + 76s + 320)} \Rightarrow G_1(j\omega) = \frac{25(1 - (\frac{\omega}{5})^2 + j\frac{\omega}{5})}{j\omega \cdot 5(\frac{\omega^2}{5} + 1)64(1 - (\frac{\omega}{8})^2 + j0,0375\omega)}$$

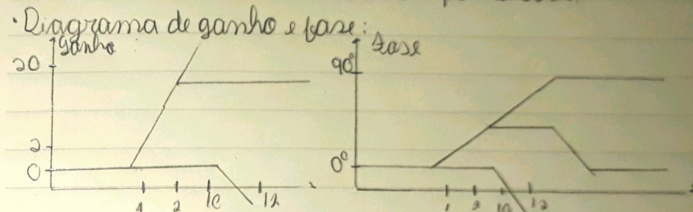
• Gc de Bode = $\frac{25}{5 \cdot 64} = \frac{5}{64}$, $20 \log(\frac{5}{64}) = -22,14 \text{ dB}$, $\phi \approx 0^\circ$

- Par de zeros complexos conjugados com $\omega_{n2} = 5 \text{ rad/s}$ e $\zeta = \frac{\omega_p}{\omega_n} = 0,3$
- Pico em $\omega_{n2} = \omega_n \sqrt{1 - 2\zeta^2} = 3,5 \text{ rad/s}$
- Pico de $M_{r2} = (2\zeta \sqrt{1 - \zeta^2})^{-1} = 1,25$, em dB: $1,25 \text{ dB}$
- Pl $\omega \gg \omega_{n2}$, aumento de 40 dB por década e $+180^\circ$ na fase
- Termo integrador $\frac{1}{s}$: decaimento de 20 dB por década e início da fase em -90°
- Polo real em -5 : decaimento de 20 dB por década, queda de 90° na fase, pl $\omega_p > 5 \text{ rad/s}$
- Par de polos complexos conjugados $\omega_{n1} = 7 \text{ rad/s}$, $\zeta = 0,15$; $\omega_{hp} = \omega_n \sqrt{1 - 2\zeta^2} = 7,8 \text{ rad/s}$
 $M_{r1} = 20 \log((2\zeta \sqrt{1 - \zeta^2})^{-1}) = 10,33 \text{ dB}$
- Pl $\omega \gg \omega_{hp} \Rightarrow$ queda de 40 dB por década
- Diminuição de -180°



$$② G_2(s) = \frac{6 \cdot 5 + 2}{s + 12} \Rightarrow G_2(j\omega) = \frac{1 \cdot (\frac{\omega}{2} + 1)}{(\frac{\omega}{12} + 1)}$$

- Zero em $\omega_{n2} = 2 \text{ rad/s}$: aproximação de fase $+90^\circ$ após $\omega = 2 \text{ rad/s}$ e crescimento de 20 dB por década
- Polo em $\omega_{hp} = 12 \text{ rad/s}$: diminuição de fase, -90° após $\omega = 12 \text{ rad/s}$ e decaimento de 20 dB por década



$$⑤ M_p = e^{\frac{-\zeta \pi}{\sqrt{1 - \zeta^2}}} = 62\%$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} f(t) = \lim_{s \rightarrow 0} s F(s) = \frac{25}{320} = 0,078$$