

# Lista 12/11

Caio Shohei Uemura Fujinaka - 8040879

4 de dezembro de 2020

## Problema 1.

$$G(s) = \frac{s^2 + 5s + 25}{s(s^3 + 74s^2 + 76s + 320)}$$

Sabendo que -5 é polo:

$$G(j\omega) = \frac{25(1 - (\frac{\omega}{5})^2 + \frac{\omega}{5}j)}{25 \times (\frac{\omega}{5} + 1) \times 64 \times (1 - (\frac{\omega}{8})^2 + 0,0375\omega j)}$$

A constante de Bode é dada por:

$$CteBode = \frac{5}{64} \iff -22,14dB \longrightarrow Fase = 0^\circ$$

Par de zeros complexos conjugados com  $\omega_{n2} = 5rad/s$  e  $\xi_{n2} = 0,5$

Pico em  $\omega_{r2} = 3,5rad/s$

Quando  $\omega \gg \omega_{n2}$ , aumento: 40 dB por década e fase de  $180^\circ$

Presença do termo  $1/s$ : Decaimento de 20 dB por década e início da fase em  $-90^\circ$ .

Polo real em -5: Decaimento de 20 dB por década, queda de  $90^\circ$  na fase quando  $\omega_{pr} = 5rad/s$

## Problema 2.

$$G(s) = 6 \frac{s + 2}{s + 12}$$

$$G(j\omega) = \frac{\frac{\omega}{2}j + 1}{\frac{\omega}{12}j + 1}$$

Zero em  $\omega_{n2} = 2rad/s$ , aumento na fase de  $+90^\circ$ , após  $\omega = 2rad/s$  e crescimento de 20 dB a cada década. Além disso, polo em  $12rad/s$  - redução de fase de  $-90^\circ$  após  $\omega = 12rad/s$  e taxa de decaimento de 20 dB por década.

**Problema 3.** Os diagramas do problema estão abaixo:

A fase em  $5rad/s$  é de  $45^\circ$ .

**Problema 4.** Os polos calculados do sistema são:

- $p_1 = -5$

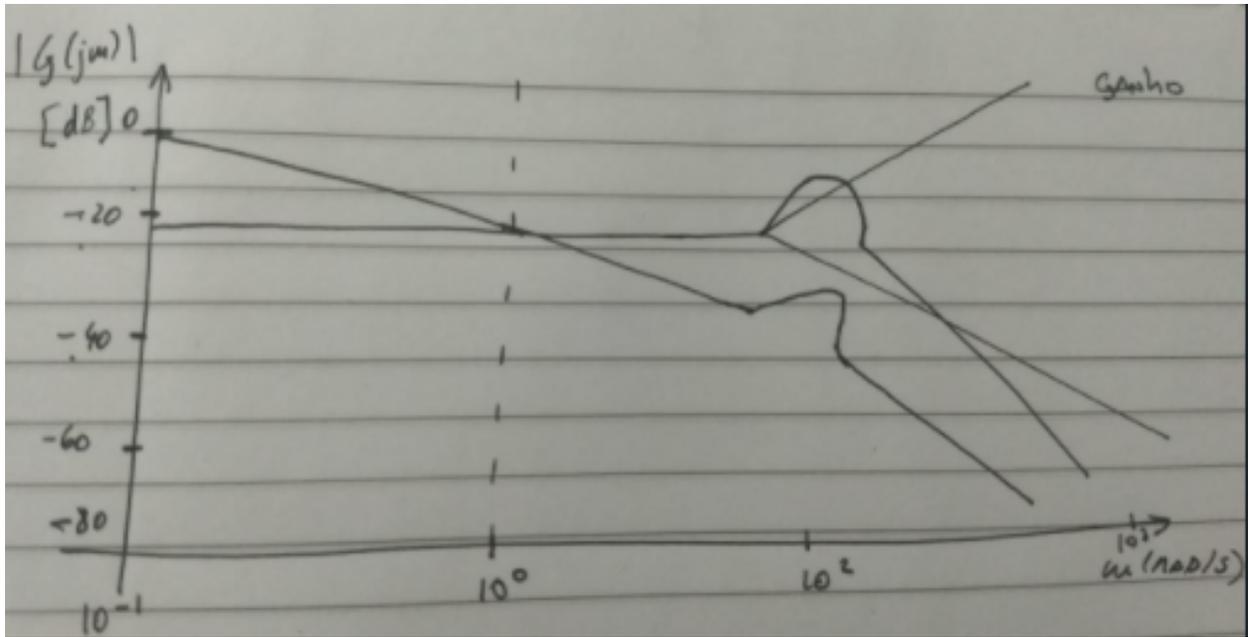


Figura 1: Diagrama de Bode - ganho.

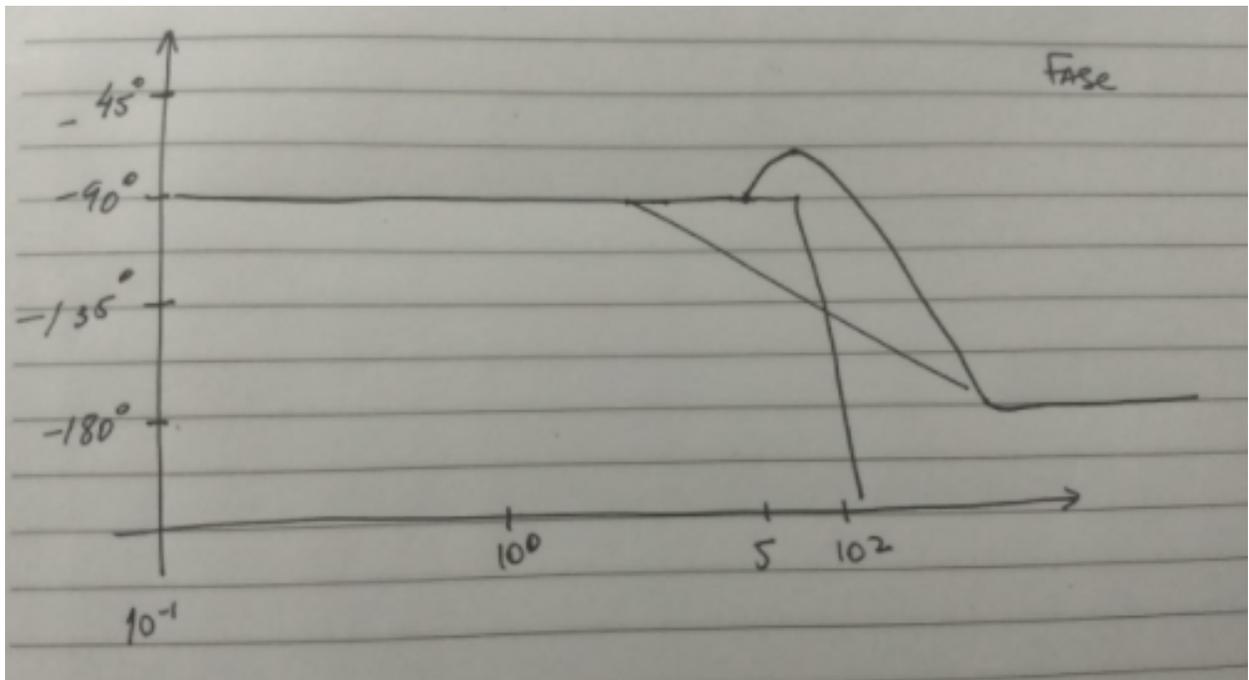


Figura 2: Diagrama de Bode - fase

- $p_2 = 0$
- $p_3 = -1,2 + 7,9j$
- $p_4 = -1,2 - 7,9j$

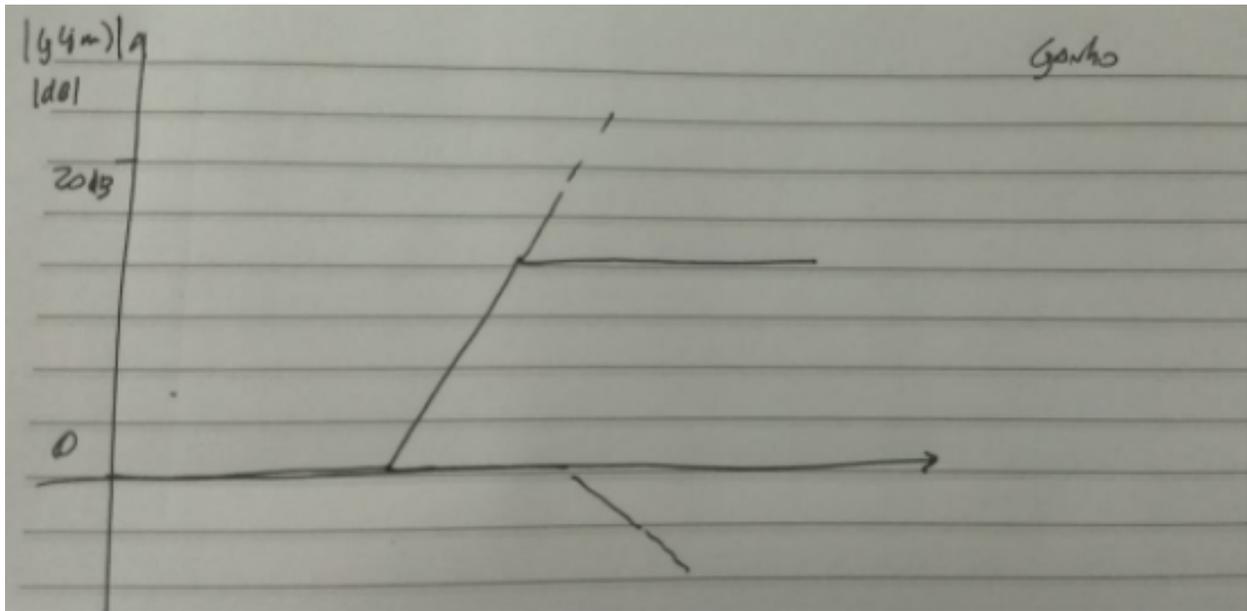


Figura 3: Diagrama de Bode - ganho.

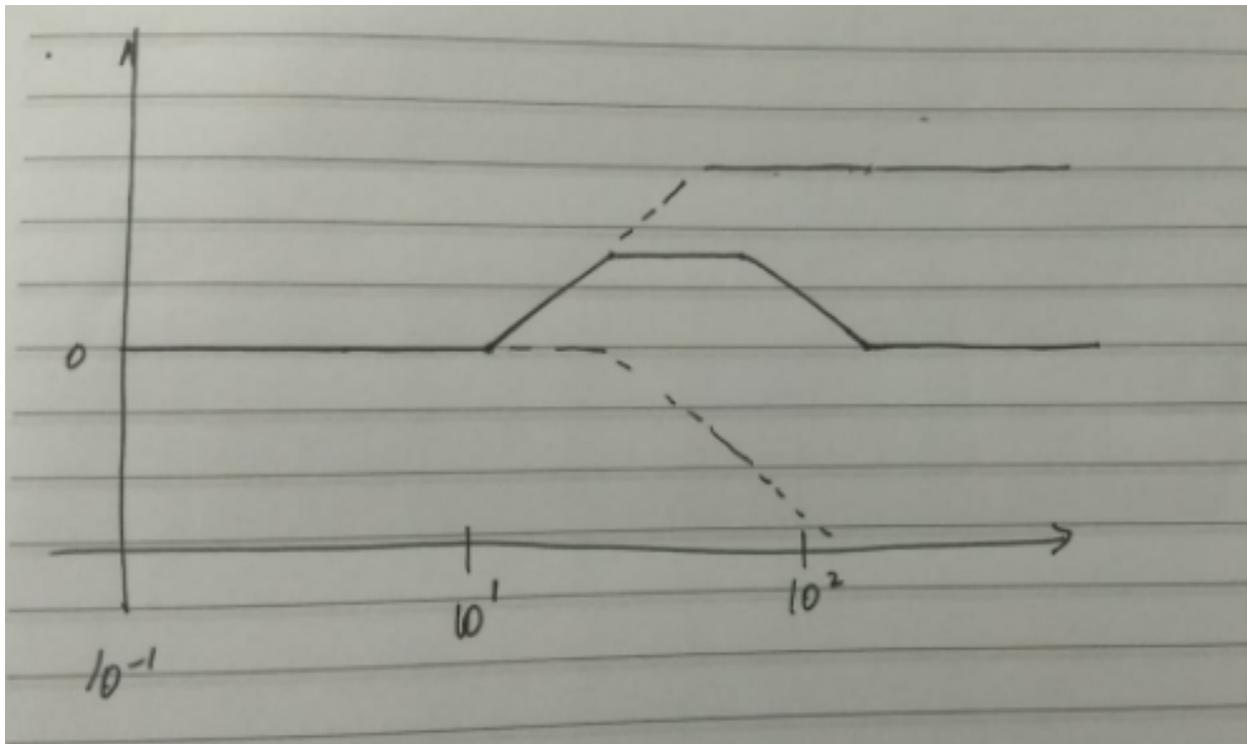


Figura 4: Diagrama de Bode - fase

As variáveis pedidas são:

- $\omega_n = 7,99rad/s$
- $\xi = 0,25$
- $\omega_r = 7,8rad/s$
- Fase em  $5/rad/s$  -  $-62^\circ$

**Problema 5.** Ao considerar somente os polos dominantes, pode-se determinar o overshoot conforme a expressão abaixo:

$$M_p = e^{\frac{-\xi\pi}{\sqrt{1-\xi^2}}} = 62\% \quad (1)$$

O erro em RP vem do Teorema do valor final:

$$\lim_{s \rightarrow 0} sF(s) = \frac{25}{320} = 0,078 \quad (2)$$

**Problema 6.** Os diagrama estão logo abaixo:

A fase para  $\omega = 5rad/s$  vale aproximadamente  $17^\circ$ , a soma das fases das duas FTs do problema.

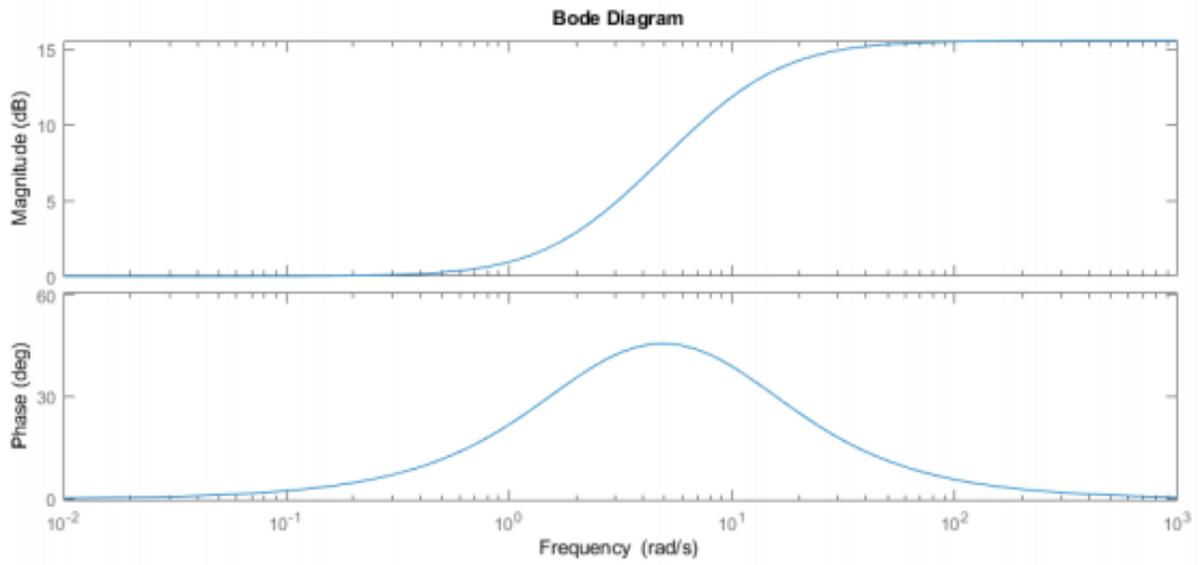


Figura 5: Diagrama de Bode.

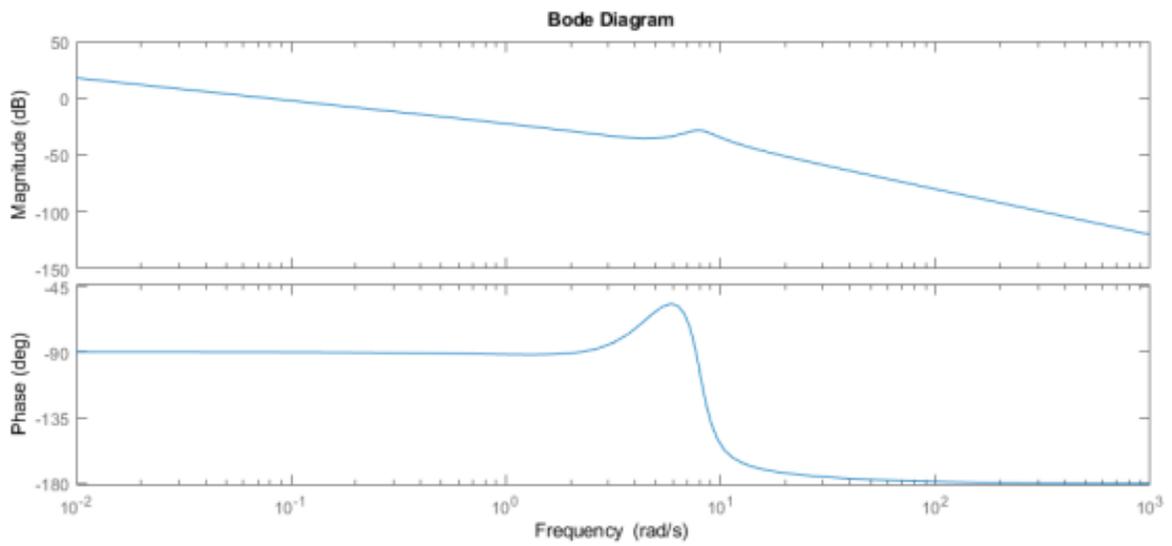


Figura 6: Diagrama de Bode.

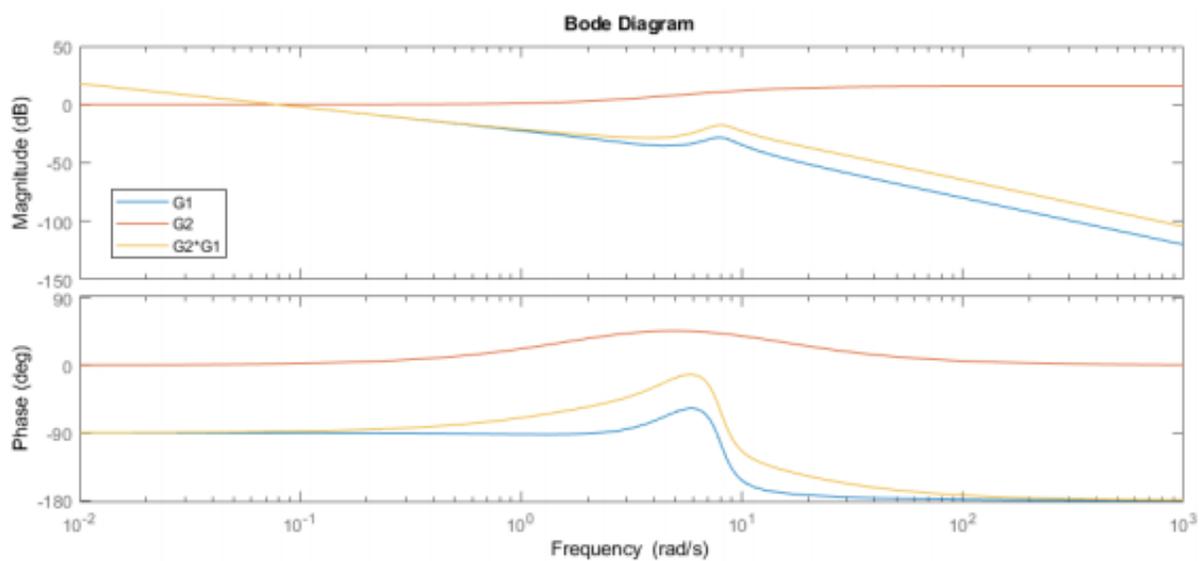


Figura 7: Diagrama de Bode.