Enzo Zugliani - 10333742

1) $G_1(s) = \dfrac{s^2+5s+25}{s(s^3+24s^2+76s+320)} \Rightarrow$

$\Rightarrow G_1(jw) = \dfrac{25\cdot\left(1-\left(\frac{w}{5}\right)^2+\frac{w}{5}j\right)}{5\cdot5\cdot\left(\frac{wj}{5}+1\right)64\cdot\left(1-\left(\frac{w}{8}\right)^2+0{,}0375\cdot wj\right)}$

- Constante de Bode: $\dfrac{25}{5\cdot64} = \dfrac{5}{64}$; $20\log\left(\left|\frac{5}{64}\right|\right) = -22{,}14$ dB, Fase 0°

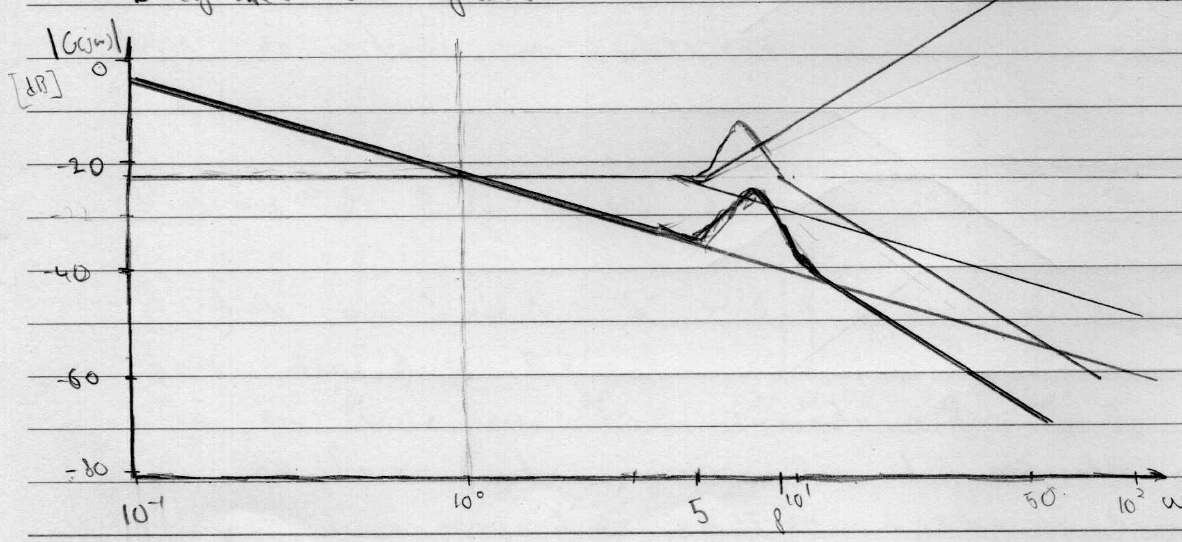
- Par de zeros complexos conjugados com $w_{n_z} = 5$ rad/s e $\xi_z = \dfrac{w_n}{2\cdot5} = 0{,}5$
  - Pico em $w_{rz} = w_n\sqrt{1-2\xi^2} = 3{,}5$ rad/s
  - Pico de $M_{rz} = (2\xi\sqrt{1-\xi^2})^{-1} = 1{,}15$, em dB, 1,25 dB
  - Para $w >> w_{n_z}$, aumento de 40 dB por década e +180° na fase

- Termo integrador $\frac{1}{s}$: Decaimento de 20 dB por década e início da fase em -90°

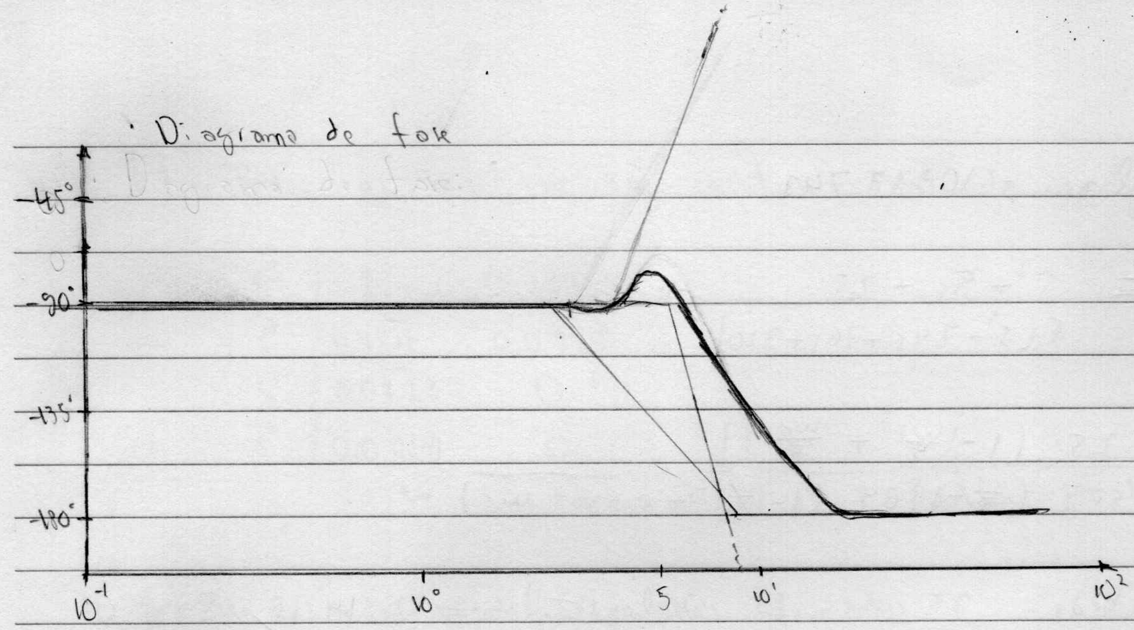
- Polo real em -5: Decaimento de 20 dB por década, queda de 90° na fase, p/ $w_{pr} > 5$ rad/s

- Par de polos complexos conjugados
  - $W_{n_{pc}} = 8$ rad/s . $\xi = 0{,}15$
  - $W_{rp} = W_n\sqrt{1-2\xi^2} = 7{,}8$ rad/s
  - $M_{rdB} = 20\log\left((2\xi\sqrt{1-\xi^2})^{-1}\right) = 10{,}33$ dB
  - Para $w >> w_{np}$ → Queda de 40 dB / década
  - Diminuição de -180°

- Diagrama de ganho:



· Diagrama de fase

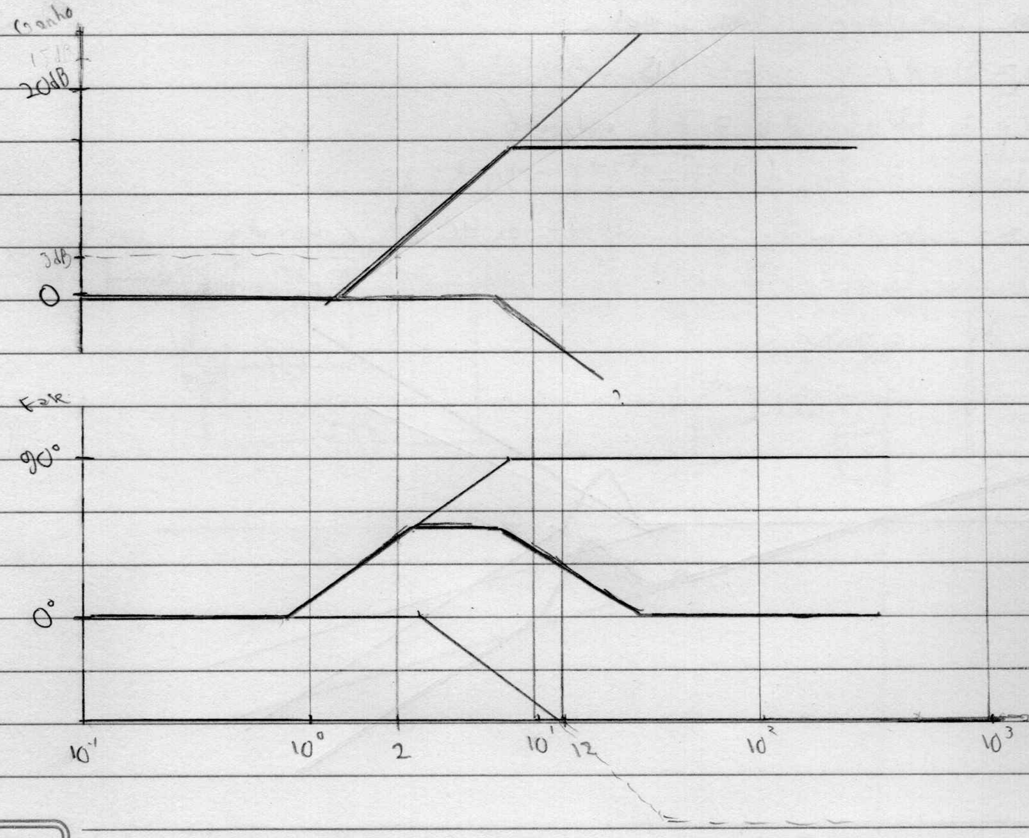


2) $G_2(s) = 6 \cdot \dfrac{s+2}{s+12} \Rightarrow$

$$G_2(jw) = 1 \cdot \frac{\left(\frac{w}{2}j + 1\right)}{\left(\frac{w}{12}j + 1\right)}$$

- Zero em $w_{nz} = 2$ rad/s: Acréscimo de fase +90° após $w = 2$ rad/s e crescimento de 20dB por década
- Polo em $w_{np} = 12$ rad/s: Diminuição de fase (-90°) após $w = 12$ rad/s e decaimento de 20dB por década

Diagrama de ganho e fase:



3) No fim do documento. A fase em 5 rad/s é de $45,5°$

4) Diagramas no fim do documento
- Os polos calculados são:
  - $p_1 = -5$
  - $p_2 = 0$
  - $p_3 = -1,2 + 7,9i$
  - $p_4 = -1,2 - 7,9i$ } → Dominantes
- Calculando a frequência natural: $\omega_n = \sqrt{1,2^2 + 7,9^2} = 7,99$ rad/s
- Calculando o fator de amortecimento: $\xi = \frac{+1,2}{7,99} = 0,15$
- Frequência de ressonância: $\omega_r = \omega_n\sqrt{1-2\xi^2} = 7,8$ rad/s

→ Observa-se no diagrama gerado por software um pico de ressonância em aproximadamente 7,8 rad/s, como esperado
- A fase em 5 rad/s é de $-62,3$ graus

5) · Considerando os polos dominantes, o overshoot pode ser calculado por:

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

· O erro em regime permanente pode ser calculado pelo Teorema do Valor Final:

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

· Os valores de M_p e $f(t\to\infty)$ são para entrada impulso.

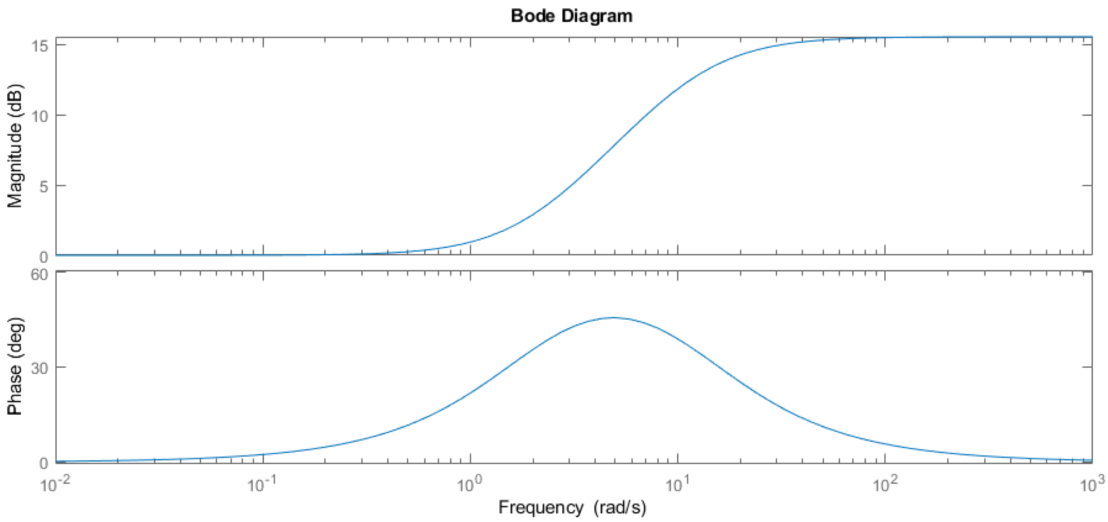
6) · G_2 em série com G_1 corresponde à multiplicação de suas funções de transferência. Como na escala logarítmica o produto de dois valores se apresenta como a soma, as assíntotas do sistema em cascata são a soma das assíntotas de G_1 e G_2.

· Diagrama de Bode no fim do documento

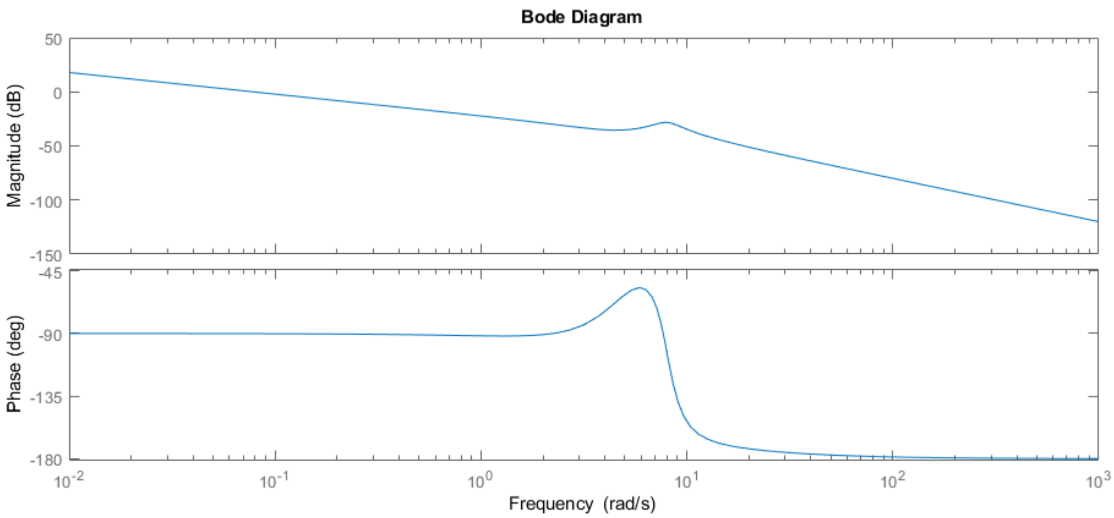
· A fase em 5 rad/s é $-16,8$ graus, ou seja, a soma das fases das duas FT's
· G_2 em série com G_1 aumenta a fase do sistema original na faixa entre aproximadamente 10^0 rad/s e 10^2 rad/s, e a magnitude em 15 dB a partir de 5 rad/s.

tilibra

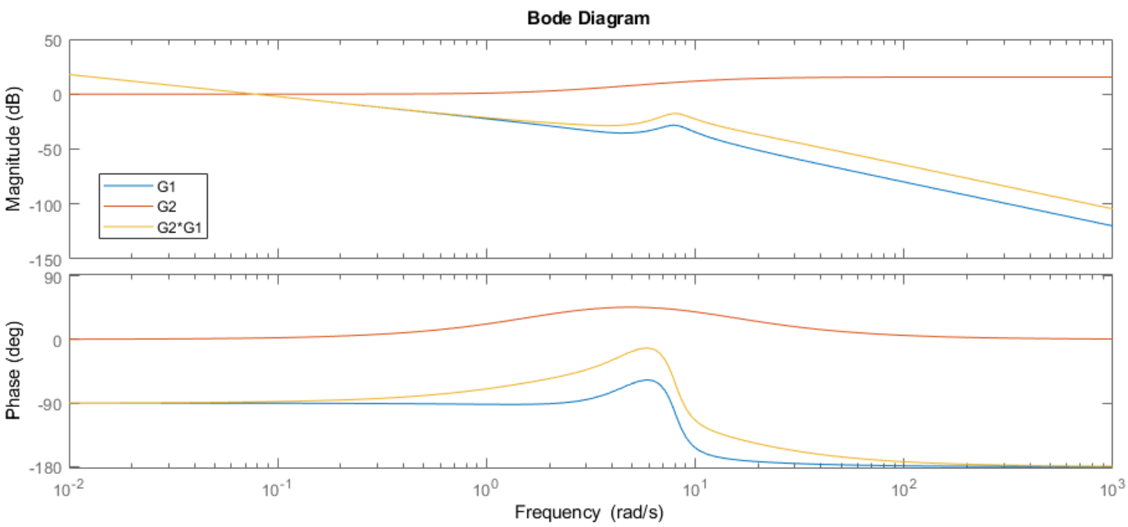
3)


Bode Diagram
Magnitude (dB)
Phase (deg)
Frequency (rad/s)

4)


Bode Diagram
Magnitude (dB)
Phase (deg)
Frequency (rad/s)

6)


Bode Diagram
Magnitude (dB)
Phase (deg)
Frequency (rad/s)
G1
G2
G2*G1