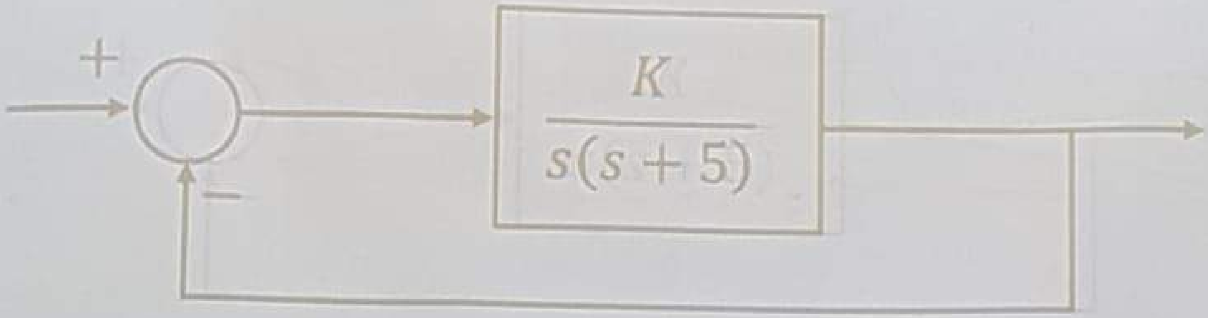
EXERCÍCIO 01

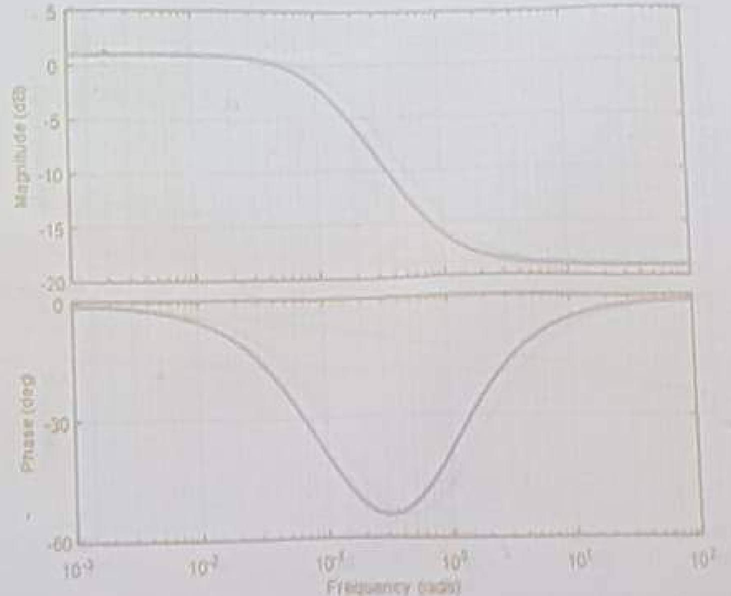
Para o sistema com realimentação da figura abaixo, calcule o valor do ganho K para que se atenda simultaneamente aos requisitos: ausência de ressonância, na resposta em frequência, e menor tempo de subida possível, na resposta degrau. Desenhe o diagrama de bode e indique a banda passante. O que acontece com a sensibilidade deste sistema a ruídos de alta frequência no sinal de referência, se aumentarmos o ganho K? Justifique.

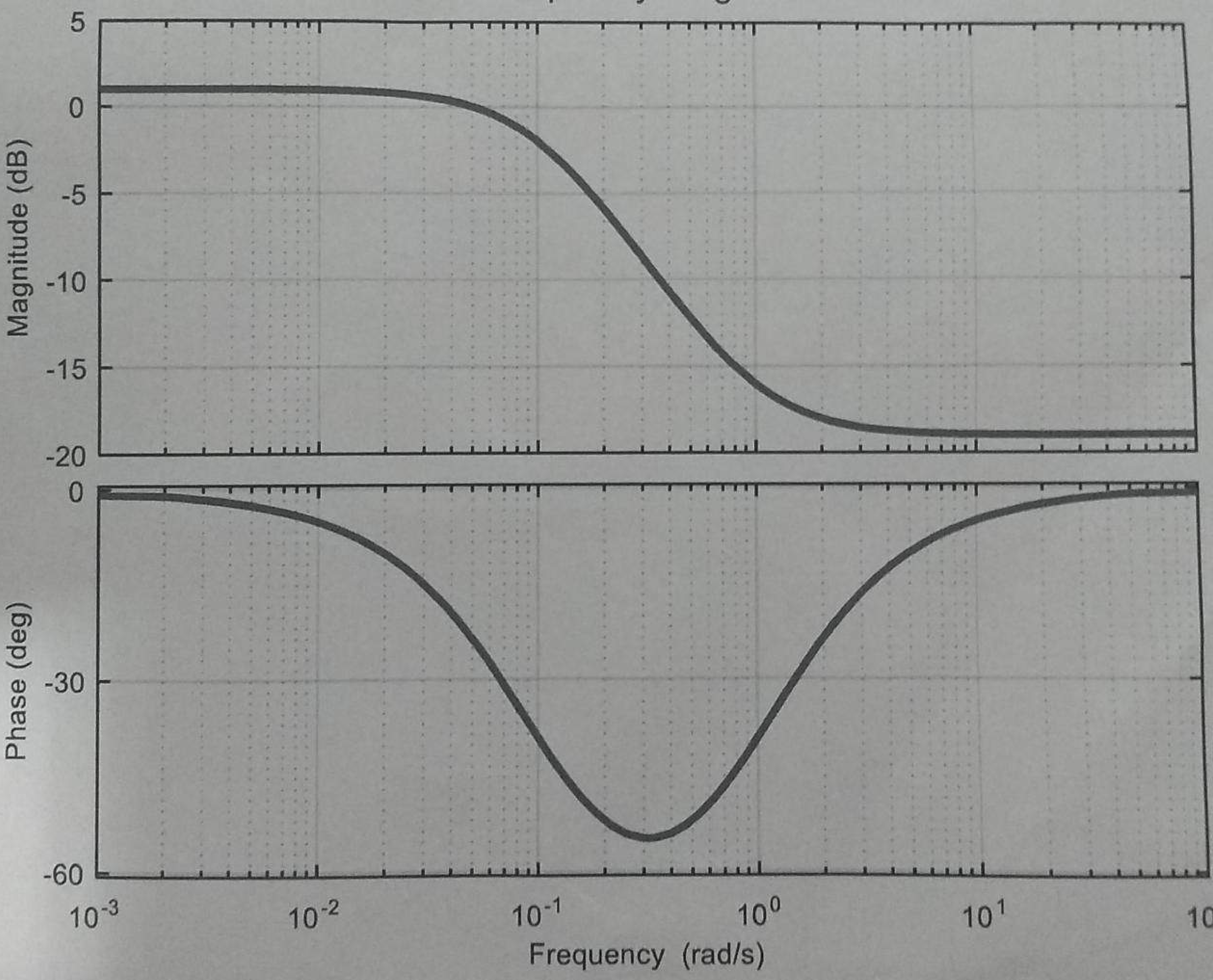


EXERCÍCIO 02 – 0,5 PARA DUPLA MAIS RÁPIDA

O diagrama de Bode abaixo refere-se à função de transferência de um sistema $G(s) = Y(s)/X(s)$. Encontre a saída, <u>em regime estacionário</u>, para a entrada:

$$x(t) = e^{-t} + 2 + 5\sin\left(0{,}2t + \frac{\pi}{3}\right) + 8\sin\left(t - \frac{\pi}{4}\right)$$





5
0
-5
-10
-15
-20
Magnitude (dB)
0
-30
-60
Phase (deg)
10-3
10-2
10-1
100
101
10
Frequency (rad/s)

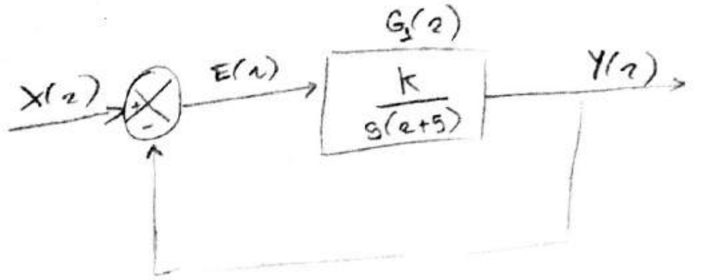
PMR3306 - SisDin II

Matheus Barbosa 2018

|Q1|

Calcule k (ganho) para que a resposta atenda:

- Ausencia de ressonância, na resposta em frequência.
- Menor tempo de subida possível, na resposta em degrau.



$E(s) = X(s) - Y(s)$

$Y(s) = E(s) \cdot G_1(s)$ $\Rightarrow$ $Y(s) = (X(s) - Y(s)) \cdot G_1(s)$

$$Y = XG_1 - YG_1$$

$$Y(1 + G_1) = XG_1$$

$$\frac{Y}{X} = \frac{G_1}{1 + G_1}$$

Função de transferência da malha: $\dfrac{Y(s)}{X(s)} = \dfrac{\frac{k}{s(s+5)}}{1 + \frac{k}{s(s+5)}}$

$$G(s) = \frac{\frac{k}{s(s+5)}}{\frac{s(s+5)+k}{s(s+5)}} = \frac{k}{s^2+5s+k} \Rightarrow \boxed{G(s) = \frac{1}{\frac{s^2}{k} + \frac{5}{k}s + 1}}$$

Substituindo s por ωj ⇒

$$G(j\omega) = \frac{1}{\frac{(j\omega)^2}{k} + \frac{5}{k}(j\omega) + 1}$$

Exercício fala em ausência de ressonância ...

Logo, acredito que podemos entender como sistema de 2ª ordem.

Analizando $G(j\omega)$, notamos a presença de um polo complexo:

$$G(j\omega) = \frac{1}{\frac{(j\omega)^2}{\omega_N^2} + \frac{2\zeta}{\omega_N}(j\omega) + 1}$$

Logo: $\omega_N = \sqrt{k}$

$$\frac{2\zeta}{\omega_N} = \frac{5}{k}$$

Ausencia de ressonância na resposta em frequência:

- Amortecimento ζ na condição:

$$\underbrace{0 \leq \zeta \leq \frac{\sqrt{2}}{2}}_{\text{Intervalo que há ressonância}}$$

Menor tempo de subida possivel na resposta em degrau:

↓

Quanto menor $\zeta \Rightarrow$ mais rapido ele sobe.

∴ Atendendo as requisições do exercício:

$$\zeta = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \zeta = 0{,}707$$

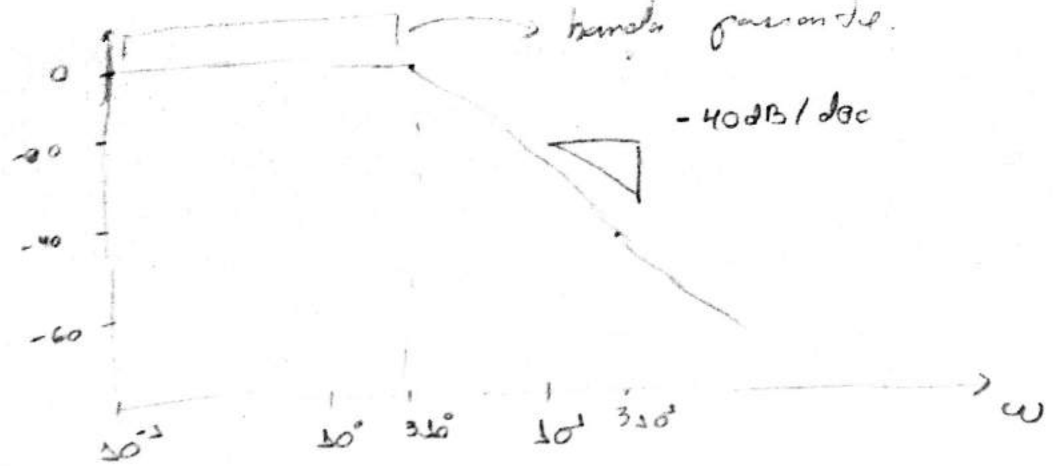
$$\frac{2\zeta}{\underbrace{\omega_N}_{\sqrt{k}}} = \frac{5}{k} \Rightarrow 2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}\, k = 5 \cdot \sqrt{k} \Rightarrow \sqrt{2}\, k = 5\sqrt{k}$$

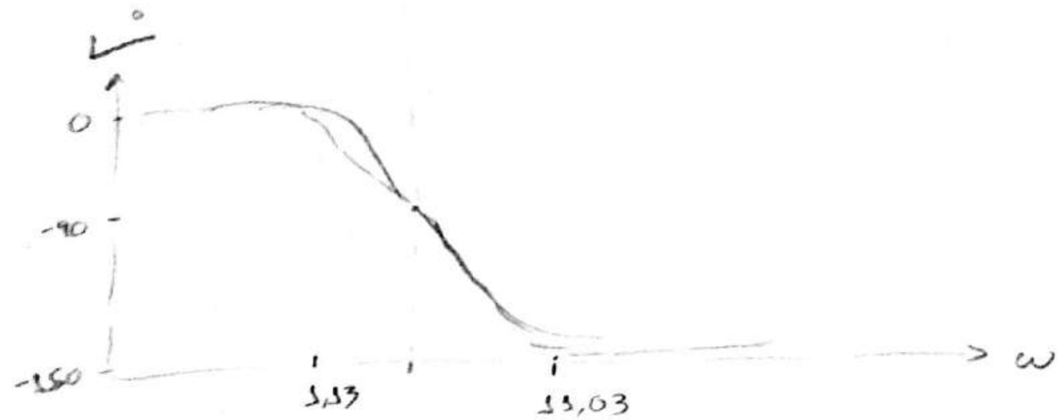
$$\sqrt{2} \cdot \sqrt{k} = 5$$

$$2k = 25 \Rightarrow k = \frac{25}{2} = 12{,}5$$

$$\boxed{k = 12{,}5}$$

$$\omega_N = \sqrt{k} \Rightarrow \boxed{\omega_N = 3{,}536}$$





Fase: conexão linear das assintóticas de

$\omega = \omega_n \cdot 5^{-3}$ a $\omega_n \cdot 5^{2}$

$\downarrow$ 1,133 $\qquad$ $\downarrow$ 11,03

Banda passante (= largura de banda)

vai $\simeq$ de $\omega = 0$ a $\omega = \omega_B$

$$\omega_B = \omega_n \sqrt{(1-2\zeta^2)+\sqrt{\zeta^4-4\zeta^2+2}} \;\tilde{\approx}\; \omega_n$$

Se aumentar o ganho K, ω_n também aumenta. Se aumenta ω_n, a frequência de corte aumenta, então mais ruídos de altas frequências passam

|Q2|

$G(s) = \dfrac{Y(s)}{X(s)}$ Encontre a saída, em regime estacionário para:

$$x(t) = \underbrace{e^{-t}}_{1} + \underbrace{2}_{2} + \underbrace{5\,\text{sen}\left(0{,}2t + \frac{\pi}{3}\right)}_{3} + \underbrace{8\,\text{sen}\left(1t - \frac{\pi}{4}\right)}$$

Regime estacionário $t \to \infty \Rightarrow (1) = 0$

$(2) \Rightarrow$ entrada em $\omega = 0$
$\downarrow$
Pelo gráfico, p/ $\omega = 0$, temos magnitude de 1dB

Logo, $|G(j\omega)|_{dB} = 20 \log \left| \dfrac{Y(j\omega)}{X(j\omega)} \right|$

$$\frac{Y(j\omega)}{X(j\omega)} = 10^{\frac{1}{20}} = 1{,}12$$

↳ Relação saída/entrada

Logo, $(2) = 2 \cdot \left| \dfrac{Y(j\omega)}{X(j\omega)} \right| = 2 \cdot 1{,}12 = 2{,}24$

(3): $5 \cdot \text{sen}\left(0{,}2t + \dfrac{\pi}{3}\right)$

Em $\omega = 2 \cdot 10^{-1} \Rightarrow$ magnitude $= -6\,dB$

$$-6 = 20 \log \left| \frac{Y(s)}{X(s)} \right| \Rightarrow \left| \frac{Y(s)}{X(s)} \right| = 10^{-\frac{6}{20}} = 0{,}5$$

Em $\omega = 2 \cdot 10^{-1} \Rightarrow$ fase $= -55^\circ = -\dfrac{55}{180}\pi \Rightarrow$

$180 = \pi$
55 x

(3):
$5 \cdot 0{,}5\,\text{sen}\left(0{,}2t + \dfrac{\pi}{3} - \dfrac{55\pi}{180}\right)$

(4) Em $\omega = 1{,}10^\circ \Rightarrow$ magnitude $= -16$

$$-16 = 20 \log \left| \frac{Y(s)}{X(s)} \right| \Rightarrow \frac{Y(s)}{X(s)} = 10^{\frac{-16}{20}} = 0{,}158$$

Fase $\Rightarrow$ em $\omega = 1{,}10^\circ \Rightarrow \angle = -40^\circ = \frac{-2}{9}\pi$

Logo, $(4) = 8 \cdot 0{,}158 \operatorname{sen}\left(1t - \frac{\pi}{4} - \frac{2}{9}\pi\right)$

$\therefore$

Gerada $y_{ss}(t) \Rightarrow$

$$\boxed{y(t) = 2{,}24 + 2{,}5 \cdot \operatorname{sen}\left(0{,}2t + \frac{\pi}{3} - \frac{55}{180}\pi\right) + 1{,}27 \cdot \operatorname{sen}\left(1t - \frac{\pi}{4} - \frac{2\pi}{9}\right)}$$

#VAMO©IGA

29/08/2018 - 01:10 AM

(prova em 7h...)