



Nome \_\_\_\_\_ RA \_\_\_\_\_ 08/06/2004

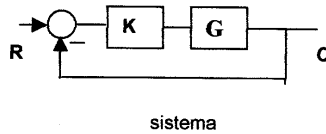
Leia a prova inteira. Sem consulta. Duração: 1h30min. Boa sorte!  
Permitido o uso de calculadora. Dar as respostas com duas casas depois da vírgula.

**Escrever com caneta a resposta final.**

1. Entrada Senoidal. Para o sistema abaixo, determine (4,5 pontos)

- a) o valor de  $\omega$  para termos a fase igual a  $-180^\circ$  e qual o módulo nessa condição? 2,5  
b) na situação do item "a", analise a estabilidade (os limites) e diga qual é a margem de ganho (se houver)? 2,0

$G(s) = 1/(s*(s+1)*(s+3))$      $K = 10$     obs.:  $s = j\omega$      $K > 0$



$$\frac{s+1}{s+3}$$

$$\frac{s^2 + 3s + 3}{s^2 + 4s + 3}$$

$$\frac{\frac{k}{( )}}{1 + \frac{k}{( )}} = \frac{k}{s^3 + 4s^2 + 3s + k}$$

$$G(j\omega) = \frac{1}{j\omega(j\omega+1)(j\omega+3)}$$

$$G(j\omega) = \frac{1}{-j\omega^3 - 4\omega^2 + 3j\omega}$$

$$\frac{j\omega(3-\omega^2)}{-4\omega^2}$$

ROUTH

1	3
4	k

$$b_1 = -\frac{\begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 4 & k \end{vmatrix}}{4} = \frac{-k+12}{4} > 0$$

$K < 12$

estável  $\frac{10}{12} < 1$      $\omega = \sqrt{3}$

$$|G(j\omega)| = \frac{1}{4 \cdot 3} = \frac{1}{12}$$

$$M_G = -20 \log\left(\frac{10}{12}\right) = +1,58 \text{ dB}$$

respostas

a) <b>ESTÁVEL</b>	b)
-------------------	----

Routh polinômio com coeficientes: "a0 a1 a2 a3 a4 a5 a6 ...."  
 $b1 = -(a0a3 - a1a2)/a1$      $b2 = -(a0a5 - a1a4)/a1$     ....     $c1 = -(a1b2 - b1a3)/b1$  ....

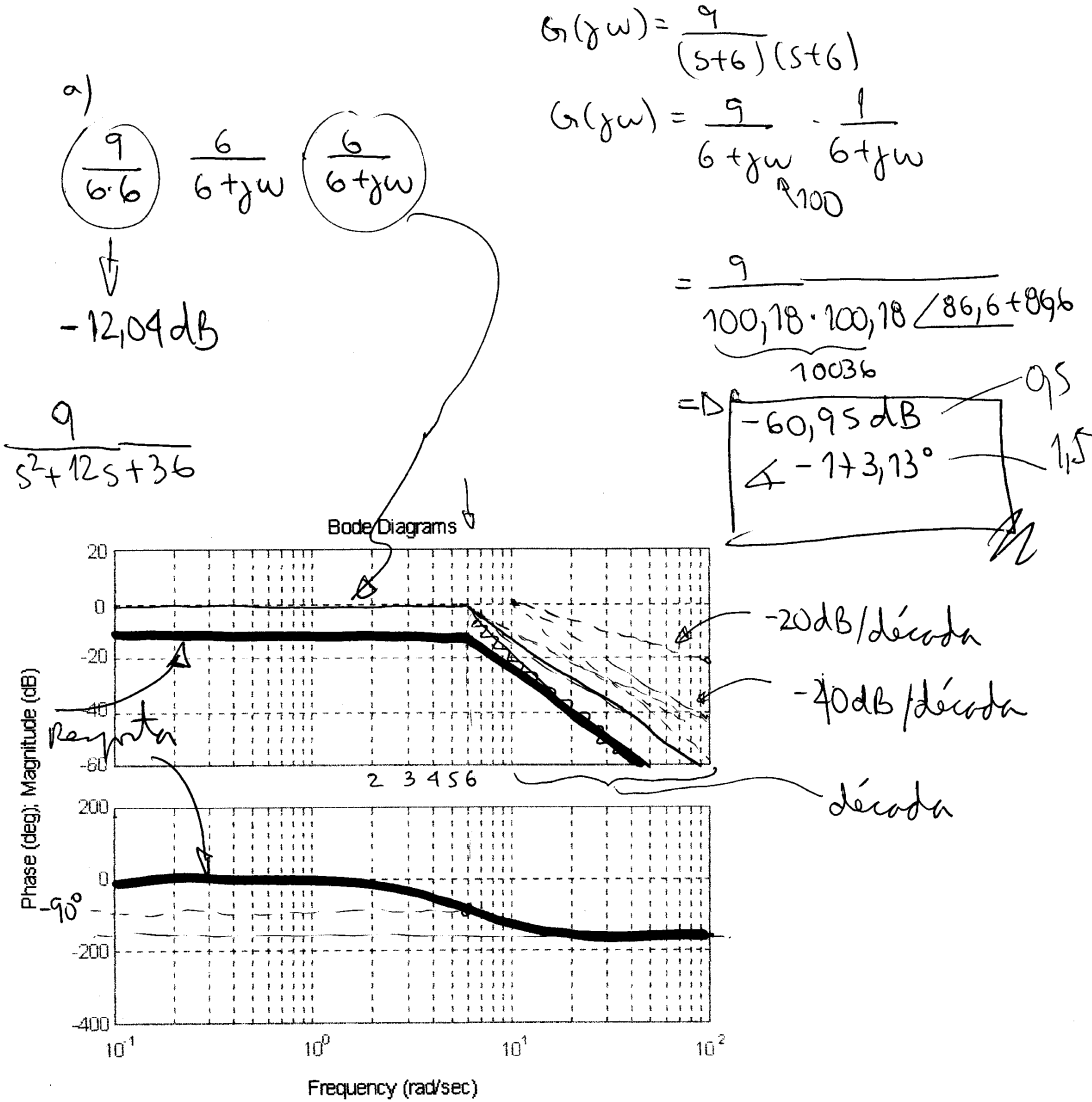
Malha aberta  $\rightarrow G$     Malha fechada com realimentação H  $\rightarrow "G/(1 + GH)"$

Bode: Módulo em dB =  $20 \log$  [módulo de  $G(j\omega)$ ]

2. Para a função de transferência abaixo,  $G(s)$ , pede-se: (malha aberta) (5,5 pontos)

- a) Esboce o diagrama de Bode assintótico  
 Obs.: indicar os pontos mais significativos, bem como a declividade das retas, etc. — 20
- b) Para o diagrama de Bode, determine o valor exato do módulo em dB e da fase para  $\omega = 100$  rad/seg 20
- c) Determine a resposta  $c(t)$  em regime permanente p/ uma entrada  $r(t) = 25 \sin(50t + 25^\circ)$  1,5

função de transferência:  $G(s) = 9/(s+6)^2$



$$G(j\omega) = \frac{9}{(s+6)(s+6)}$$

$$G(j\omega) = \frac{9}{6+j\omega} \cdot \frac{1}{6+j\omega}$$

↖ 100

$$= \frac{9}{100,18 \cdot 100,18 \angle 86,6 + 86,6}$$

10036

⇒  $-60,95 \text{ dB}$

∠  $-173,13^\circ$

respostas

b)  $-60,95 \text{ dB} \angle -173,13^\circ$     c)  $c(t) = 0,089 \sin(50t - 141,3^\circ)$

$$G(j50) = \frac{9}{6+j50} \cdot \frac{1}{6+j50} = 0,00355 \angle -166,3^\circ$$

Bode Diagrams

