← não retirar o grampo RA:

PUC CAMPINAS
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA

Sistemas de Controle e Servomecanismos

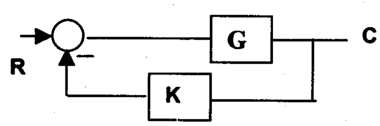
Prof. Salles
4° noturno

Nome GABARITO RA ________ 09/06/2004

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

Escrever com caneta a resposta final.

1. Entrada ao Degrau. Para o sistema abaixo, determine a faixa de K para que o sistema seja estável. (3 pontos)
   G(s) = (s+1)/(s*(s+3)*(s+4))



sistema

$$G_1 = \frac{s+1}{s(s+3)(s+4)}$$

DEN $s(s+3)(s+4) + (s+1)\cdot K$

$s^2+7s+12$

$s^3+7s^2+(12+K)s+K$

$1 \quad 12+K$

$7 \quad K \qquad b_1 = \frac{(12+K)\cdot 7 - K}{7} \qquad K > -14$

b_1

$c_1 \qquad c_1 = K > 0$

$-14 < 0 < K$

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

Malha abeta →→ G Malha fechada com realimentação H → " G/(1 + GH)"

Bode: Modulo em dB = 20 log [módulo de G(jω)]

Continua → → →

← não retirar o grampo RA:

2. Entrada Senoidal. Para o sistema (G(s)) com realimentação unitária abaixo, (4 pontos)
   a) determine o valor de K para que o sistema seja criticamente estável (NYQUIST) (módulo 1 para 180°)
   b) Se K for maior que o valor encontrado no item "a" o que acontecerá com o sistema ? (explique)

G(s) = K/(s+3)(3*s+1)*(s+2)) obs.: s = jω

$$\frac{G}{1+G} \qquad 1+G=0 \qquad G=-1$$

$$= \frac{K}{(s+3)(3s+1)(s+2)}$$

$$= \frac{K}{(3s^2+s+9s+3)(s+2)}$$

$$3s^3+\underbrace{10s^2}+\underbrace{3s}+\underbrace{6s^2}+\underbrace{2s+18s}+6$$

$$= \frac{K}{3s^3+16s^2+23s+6}$$

$$= \frac{K}{3(jw)^3+16(jw)^2+23jw+6}$$

$$= \frac{K}{-3jw^3-16w^2+23jw+6}$$

$$= \frac{K}{+jw\underbrace{(-3w^2+23)}_{=0}-16w^2+6} \rightarrow \frac{K}{jw\underbrace{(-3w^2+23)}_{=0}-16w^2+6} = 1$$

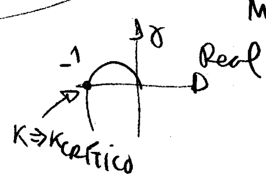
$$w^2 = \sqrt{\frac{23}{3}}$$

$$p/\ w = \sqrt{\frac{23}{3}} \rightarrow K = 116{,}67$$

$$180° \qquad \phi = 0 - \operatorname{arctg}\frac{w(-3w^2+23)}{\underbrace{-16w^2+6}} \rightarrow w = \sqrt{\frac{23}{3}}$$

$$=0$$

$$\text{MÓDULO} = \frac{116{,}67}{\left|-16\left(\sqrt{\frac{23}{3}}\right)+6\right|} = 1$$



$\boxed{\text{outra maneira}}$

~~ROUTH~~

$$\frac{K}{3s^3+16s^2+23s+6+K}$$

3	23	
16	6+K	
b_1		
c_1	6+K	

$$b_1 = \frac{23 \cdot 16 - (6+K) \cdot 3}{16} > 0$$

$$\boxed{K < 116{,}67}$$

Continua → → →

← não retirar o grampo RA:

c) Na tabela abaixo apresentamos alguns pontos para o traçado do diagrama de Bode.
Complete a tabela. (3 pontos)
G(s) = 1/(s*(s²+5*s + 10))

φ (rad/s)	1	10
Módulo de G(jω)	-20,25dB	-60,25dB
fase	-119,05	-240,9

1,0

1,0

1,0

$$\frac{1}{s(s^2+5s+10)}$$

$$\frac{1}{s^3+5s^2+10s} \rightarrow \frac{1}{(j\omega)^3+5(j\omega)^2+10(j\omega)} = \frac{1}{-j\omega^3-5\omega^2+10j\omega}$$

p/ $\omega = 1$ $\quad \frac{1}{-j1^3-5\cdot1+10j\cdot1} = \frac{1}{-5+9j} = 0{,}0971\,\angle{-119{,}05}$

$20\log 0{,}0971$

Modulo em dB = -20,25dB

p/ $\omega = 10$ $\quad \frac{1}{-j10^3-5\cdot10^2+10j10} = \frac{1}{\boxed{-500-j900}} = \frac{1}{1029{,}6\angle\cancel{124{,}9}}$ $= \angle{+119{,}05}$

$-119{,}05$

119,05

Modulo em dB = -60,25dB

$\phi = -240{,}9$

ASSÍNTOTA

$$\frac{1}{s^3} \rightarrow \frac{1}{(j\omega)^3} = \frac{1}{j\omega\cdot j\omega\cdot j\omega} = \frac{1}{\omega\angle 90^\circ\,\omega\angle 90^\circ\,\omega\angle 90^\circ} = \frac{1}{\omega^3}\angle{-270}$$

Continua → → →