PROJETO DO CONTROLADOR ROBUSTO H-INFINITO - UM EXEMPLO

Considere a planta nominal dada por: $G(s) = \frac{1}{s+1}$

Projetar um controlador robusto para garantir o menor erro possível e o menor sobressinal máximo.

Considerar, inicialmente, as seguintes funções de ponderação,

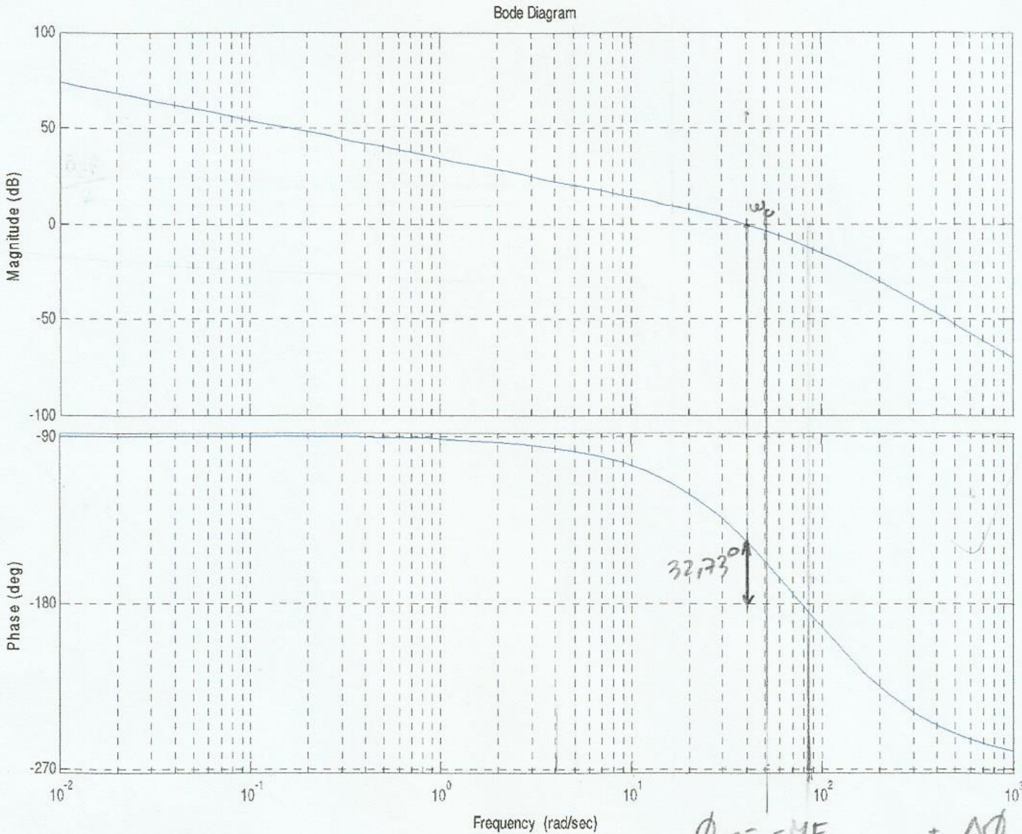
$W_1(s) = \frac{0.05s+10}{5s+1}$ $\qquad$ $W_3(s) = \frac{s}{100}$

O programa abaixo, feito em matlab, é o programa base do projeto

```
% declarar funções de ponderação
nw1=[0.05 10];dw1=[5 1];w1=[nw1;dw1];
w2=[];
nw3=[1 0];dw3=[0 100];w3=[nw3;dw3];

% declarar a planta
ng=1;dg=[1 1];

%planta na representação espaço de estado
[AG,BG,CG,DG]=tf2ss(ng,dg);

% cria um sistema sysg
sysg=mksys(AG,BG,CG,DG);

% aumentar a planta
P=augtf(sysg,w1,w2,w3);

%calcular o controlador via hinf
[ssk,sstyu]=hinf(P);
% ssk é o controlador na forma de espaço de estado

%a próxima linha vai extrair o modelo de estados de ssk
[ak,bk,ck,dk]=branch(ssk);

% controlador na forma de função de transferencia
[numk,denk]=ss2tf(ak,bk,ck,dk)
```

Simular o Sistema no Simulink Utilizando o Controlador Robusto Obtido.

3) Dada a resposta em freqüência de um sistema sem compensação, projetar um compensador por avanço de fase para mantê-lo em operação com um sobressinal de 20% sem alterar a resposta estacionária. Adotar fator de correção de 10°.



$\phi_m = -MF_{existente} + \Delta\phi_{desejado} + \Delta\varphi_{correção}$

Para Avanço de Fase (Lead)

$$G_c(s) = \frac{1+\frac{s}{\omega_2}}{1+\frac{s}{\omega_1}} \qquad \omega_2 < \omega_1 \quad e \quad a = \frac{\omega_1}{\omega_2} > 1$$

Para sobressinal de 20% $\quad \zeta = \dfrac{-\ln\frac{UP\%}{100}}{\sqrt{\pi^2 + \left(\ln\frac{UP\%}{100}\right)^2}} \quad \therefore \quad \zeta = 0,456$

logo $MF = tg^{-1}\left(\dfrac{2\zeta}{\sqrt{-2\zeta^2+\sqrt{1+4\zeta^4}}}\right) \quad \therefore \quad MF = 48,15°$

$\phi_m = -32,73 + 48,15 + 10 = 25,42$

$a = \dfrac{1+\operatorname{sen}\phi_m}{1-\operatorname{sen}\phi_m} \quad \therefore \quad a = 2,50$

$a_{dB} = 20\log a \quad \therefore \quad a_{dB} = 7,97$

Para $-\dfrac{a_{dB}}{2}$ temos $\omega_m = 50\ rad/s$

$\omega_2 = \dfrac{\omega_m}{\sqrt{a}} = 31,62$

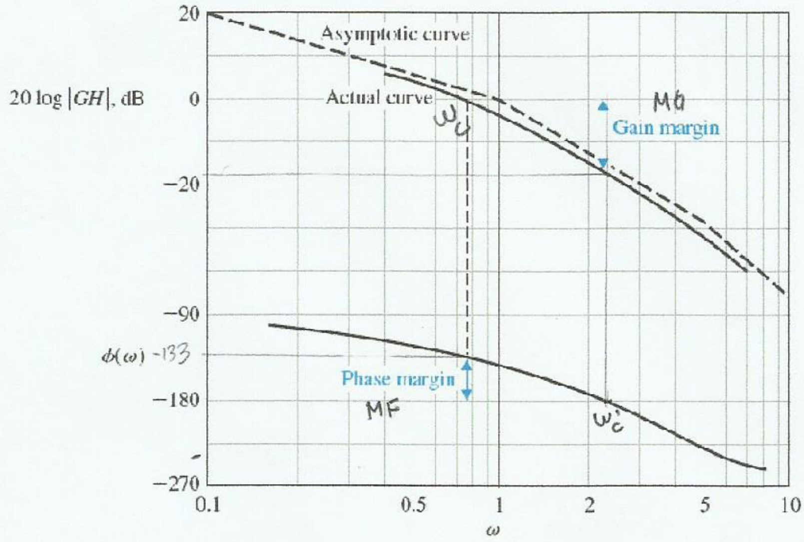
$\omega_1 = a\,\omega_2 \quad \therefore \quad \omega_1 = 79,06$

$\therefore \quad G_c(s) = 2,50\,\dfrac{(s+31,62)}{(s+79,06)}$

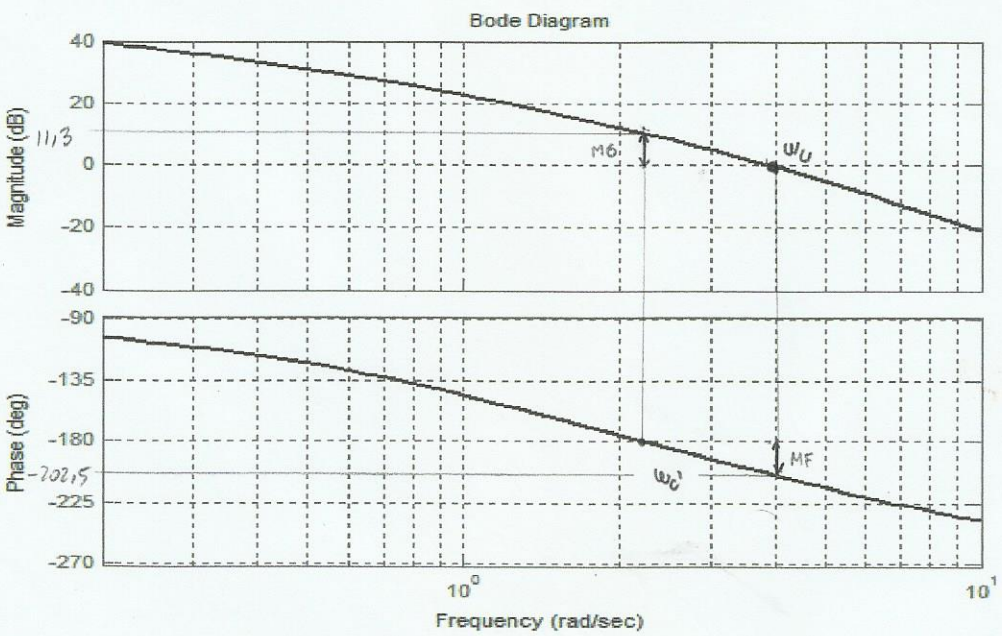
MARGEM DE GANHO (MG) E MARGEM DE FASE (MF) – EXERCÍCIOS

Nos itens seguintes são dadas as respostas em freqüência de alguns sistemas. Obter os valores de MG e MF e concluir se o sistema é estável ou não.

a)



b)



MG = -11,3 dB

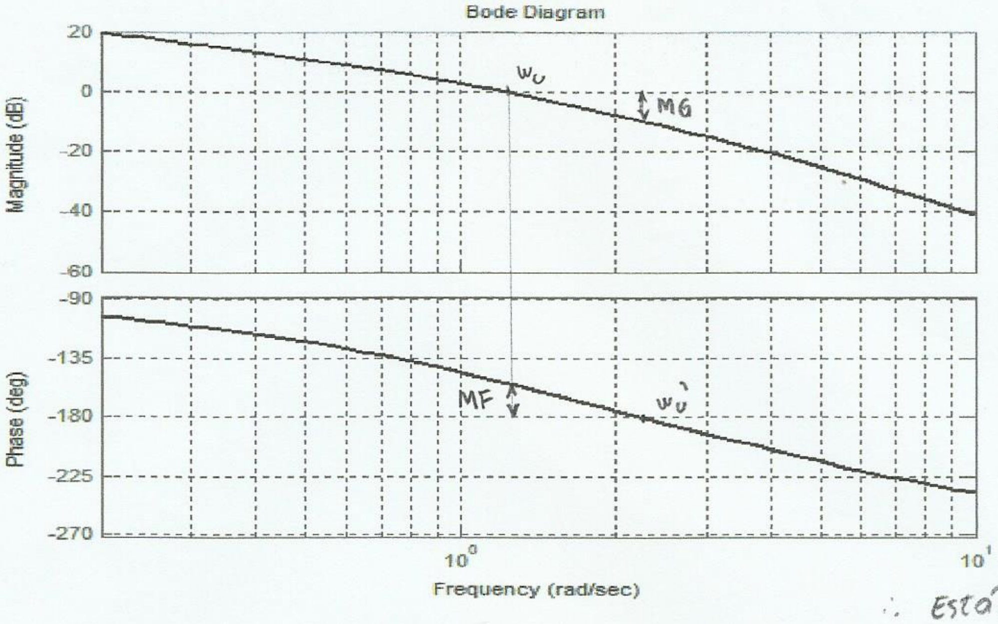
MG = 0 - M

MF = -22,5 < 0

MF = Ø + 180

Como MG < 0 e MF < 0 ∴ Instável

c)

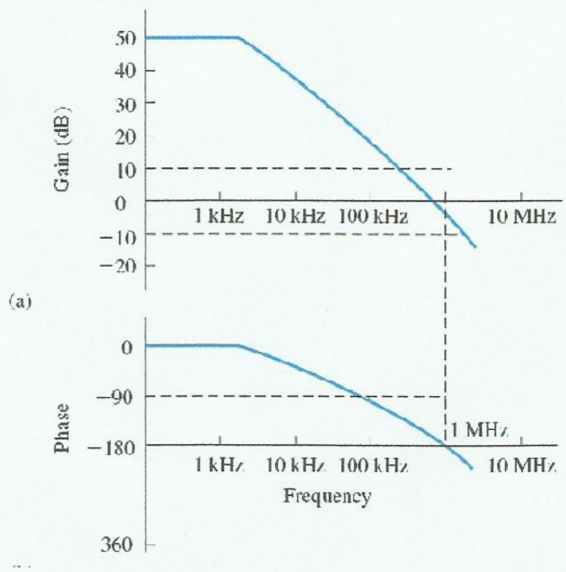


MG = 10 dB > 0

MF = 25° > 0

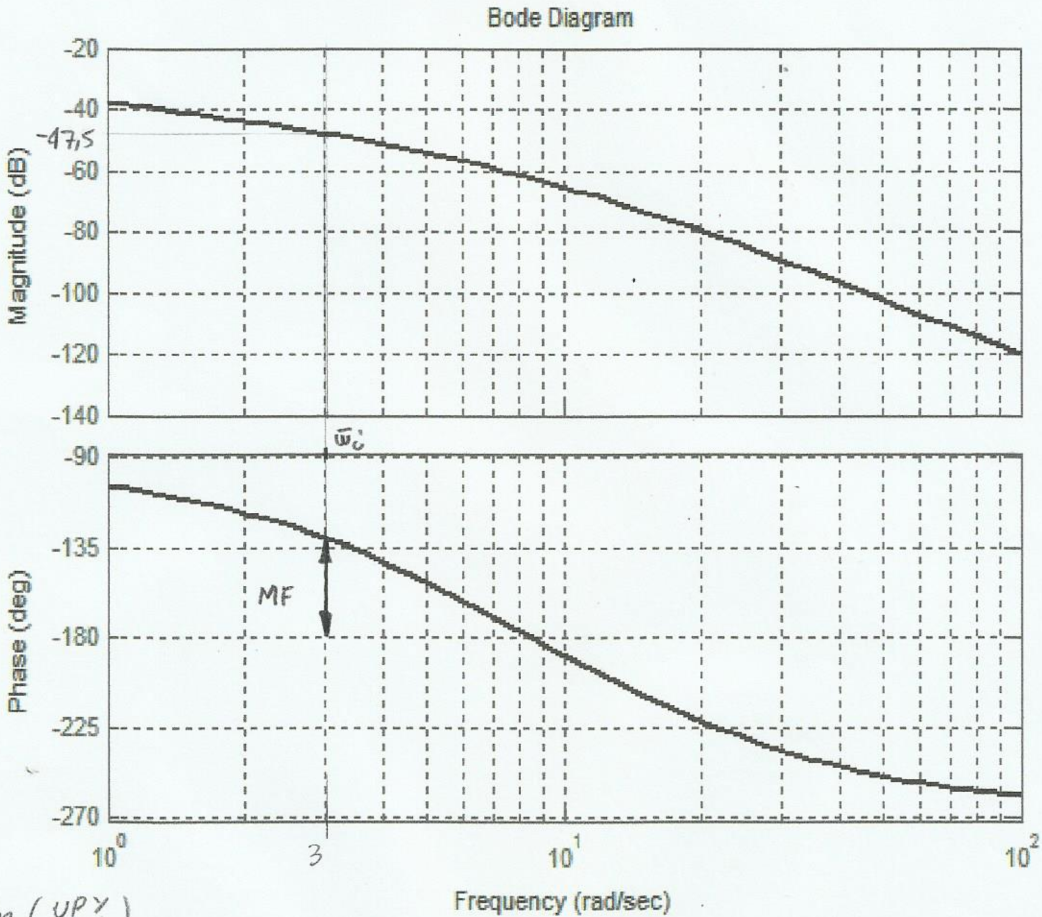
∴ Estável

d)



Dada a Resposta em Freqüência nos Exercícios Abaixo, ajustar o valor do ganho K para Garantir uma Resposta com Sobressinal de 20%.

Exercício a)



$$\xi = \frac{-\ln\left(\frac{UP\%}{100}\right)}{\sqrt{\pi^2 + \left(\ln \frac{UP\%}{100}\right)^2}}$$

$MF = \phi - (-180)$

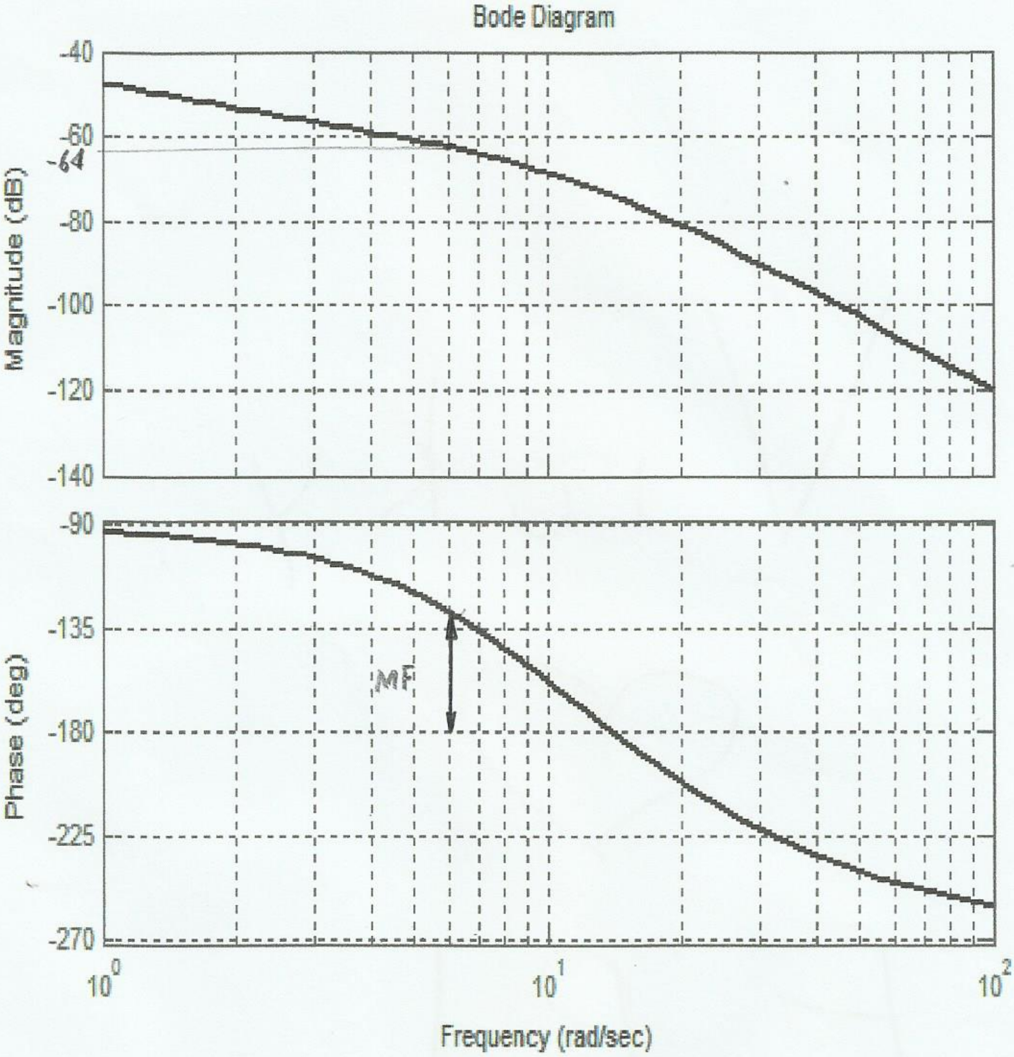
$\phi = MF - 180 \therefore \phi = -131{,}85$

$$\xi = \frac{-\ln 0{,}20}{\sqrt{\pi^2 + (\ln 0{,}20)^2}} \therefore \xi = 0{,}456$$

$$MF = tg^{-1}\left(\frac{2\xi}{\sqrt{-2\xi^2 + \sqrt{1+4\xi^4}}}\right) \therefore MF = 48{,}15^\circ \quad \text{logo } \bar{\omega}_c = 3\,rad/s \text{ e } M = 47{,}5$$

Portanto, devo acrescentar 47,5 dB $\quad 47{,}5 = 20 \log K \therefore \boxed{K = 237{,}14}$

Exercício b)



$MF = 48{,}15°$

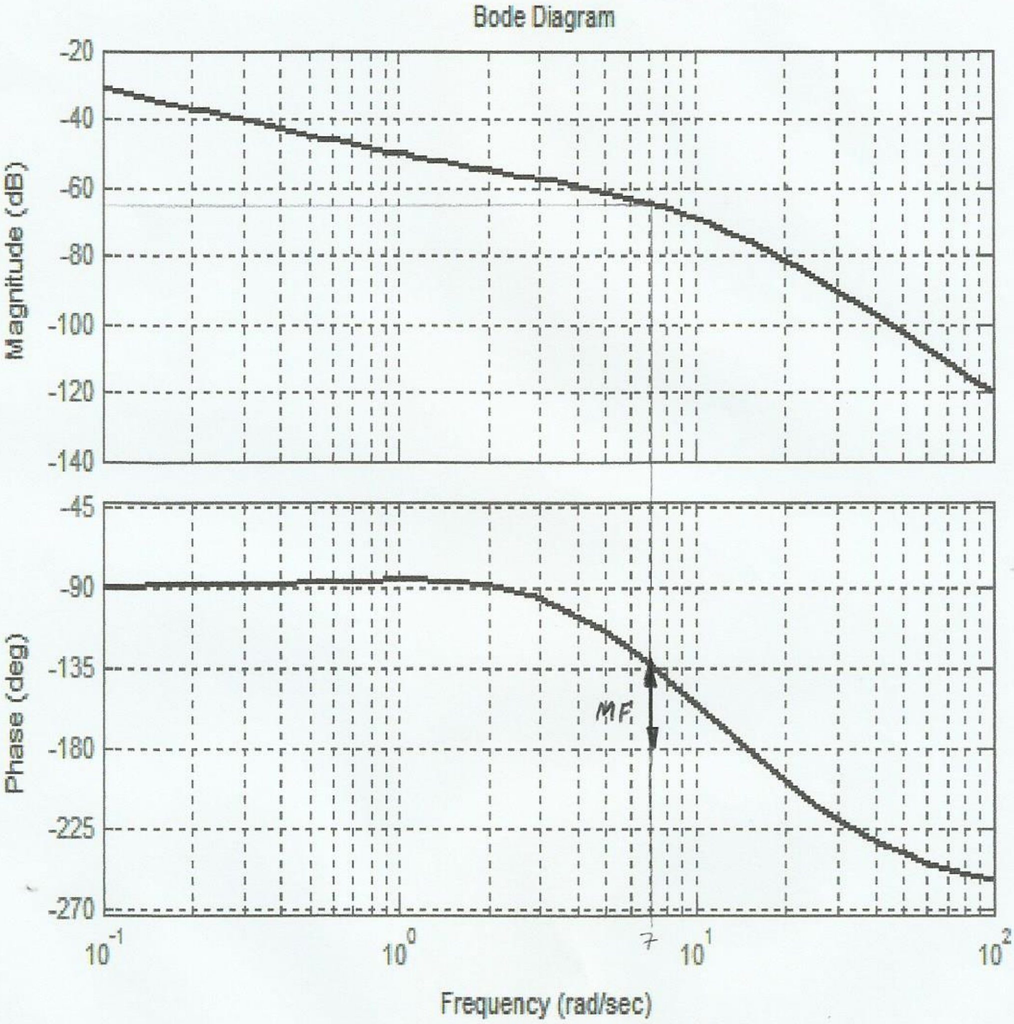
$MF = \phi + 180$

$\phi = MF - 180 \therefore \phi = -131{,}85° \rightarrow \omega = 6\ rad/s$ e $M = 64 dB$

Portanto, devemos adicionar 64 dB

$64 = 20 \log K \quad \boxed{K = 1584{,}89}$

Exercício c)



$MF = 48,15°$

$MF = \phi + 180$

$\therefore \phi = 48,15 - 180 = -131,85 \rightarrow \omega = 7\,rad/s$ e $M = 64\,dB$

Portanto, devemos adicionar 64 dB

$64 = 20 \log K \quad \therefore \quad \boxed{K = 1584,9}$