

Capítulo 11

Projeto por Intermédio da Resposta de Frequência

Fig. 11.1
Gráficos de Bode mostrando o ajuste de ganho para uma margem de fase desejada

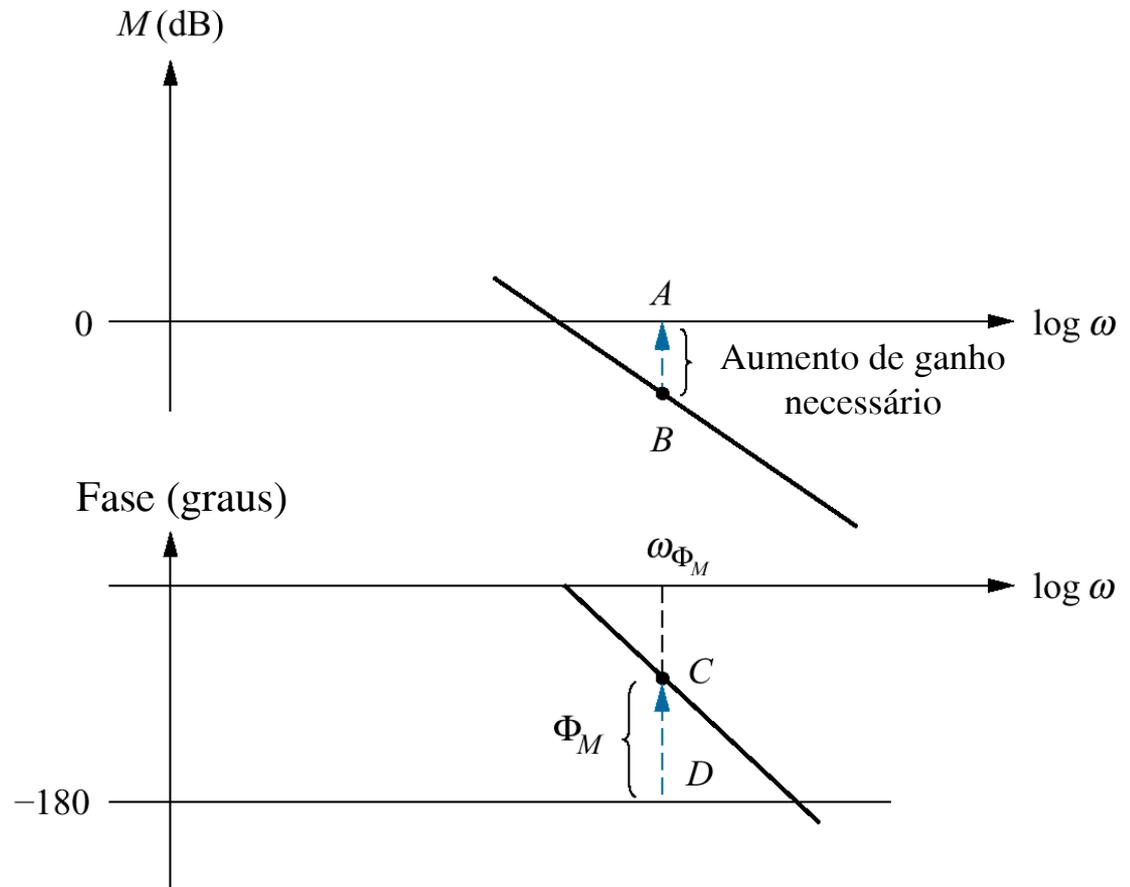


Fig. 11.2

Sistema para o Exemplo 11.1

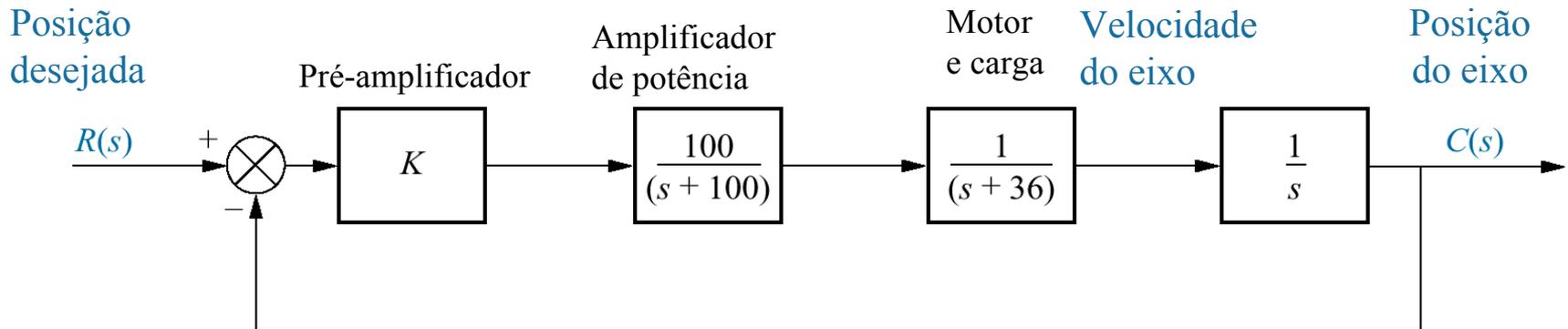


Fig. 11.3

Gráficos de Bode de magnitude e fase para o Exemplo 11.1

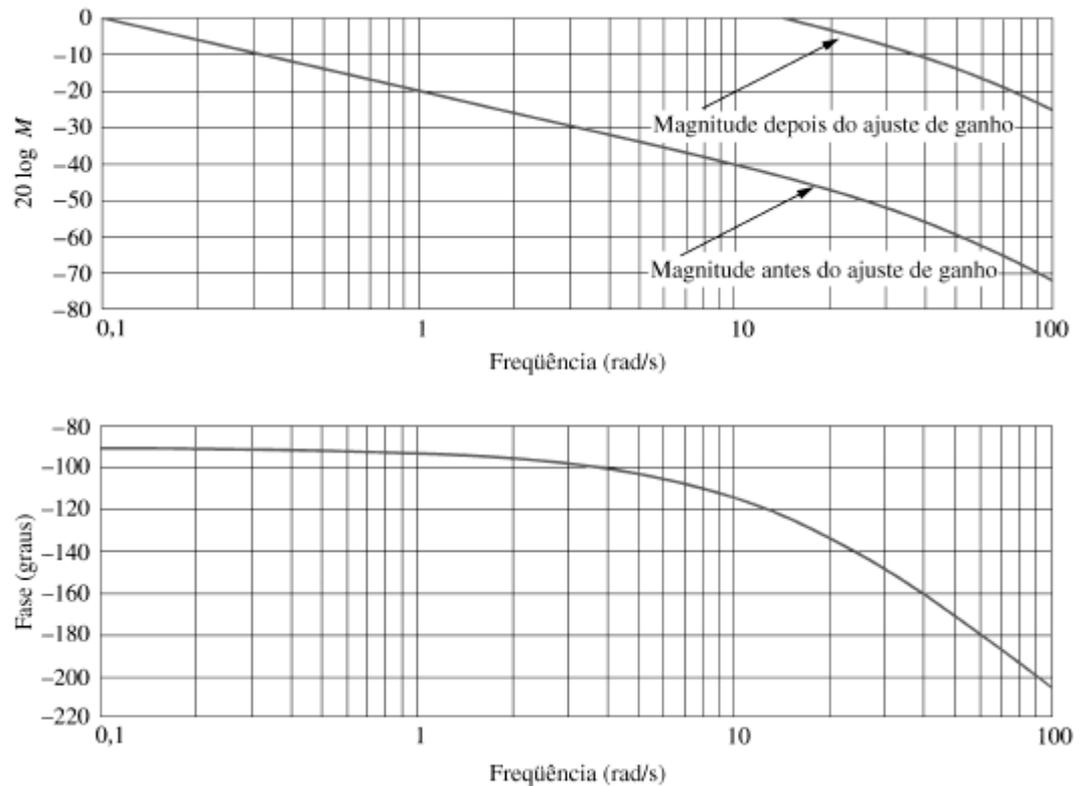


Tabela 11.1

Características do sistema compensado em ganho do Exemplo 11.1

Parâmetro	Especificação proposta	Valor real
K_v	—	16,22
Margem de fase	59,2°	59,2°
Frequência de margem de fase	—	14,8 rad/s
Ultrapassagem percentual	9,5	10
Instante de pico	—	0,18 s

Fig. 11.4

Visualizando a compensação por atraso de fase

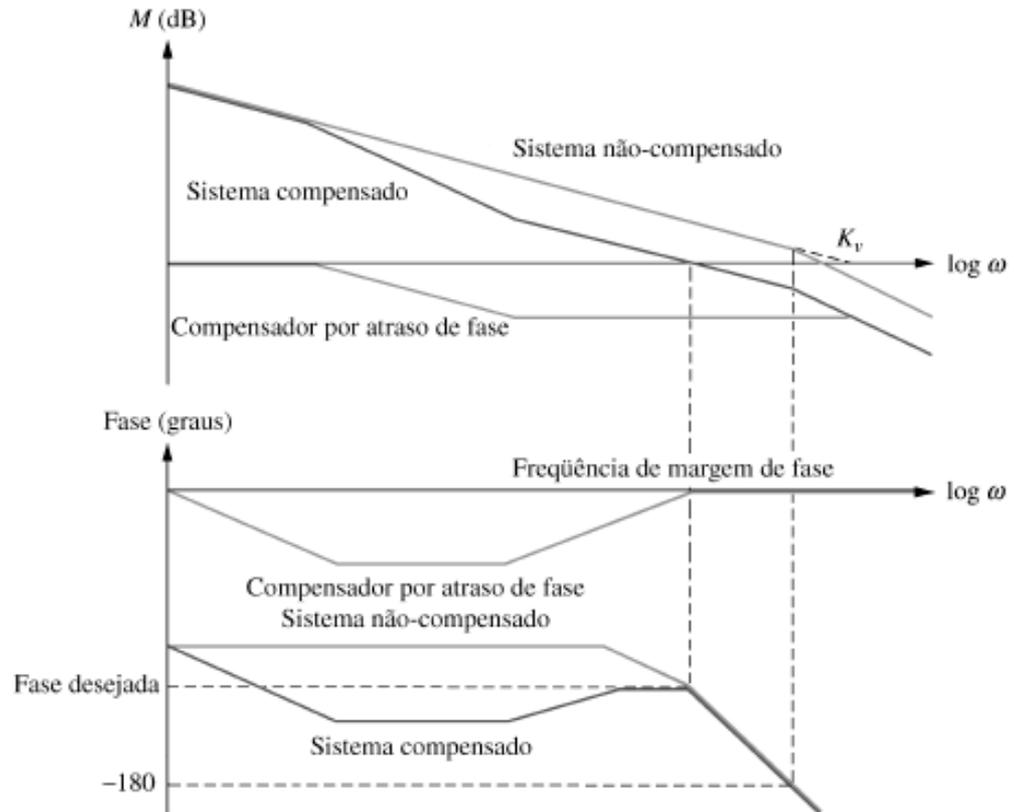


Fig. 11.5

Gráficos de resposta de frequência de um compensador por atraso de fase,

$$G_c(s) = \frac{(s + 0,1)}{(s + 0,01)}$$

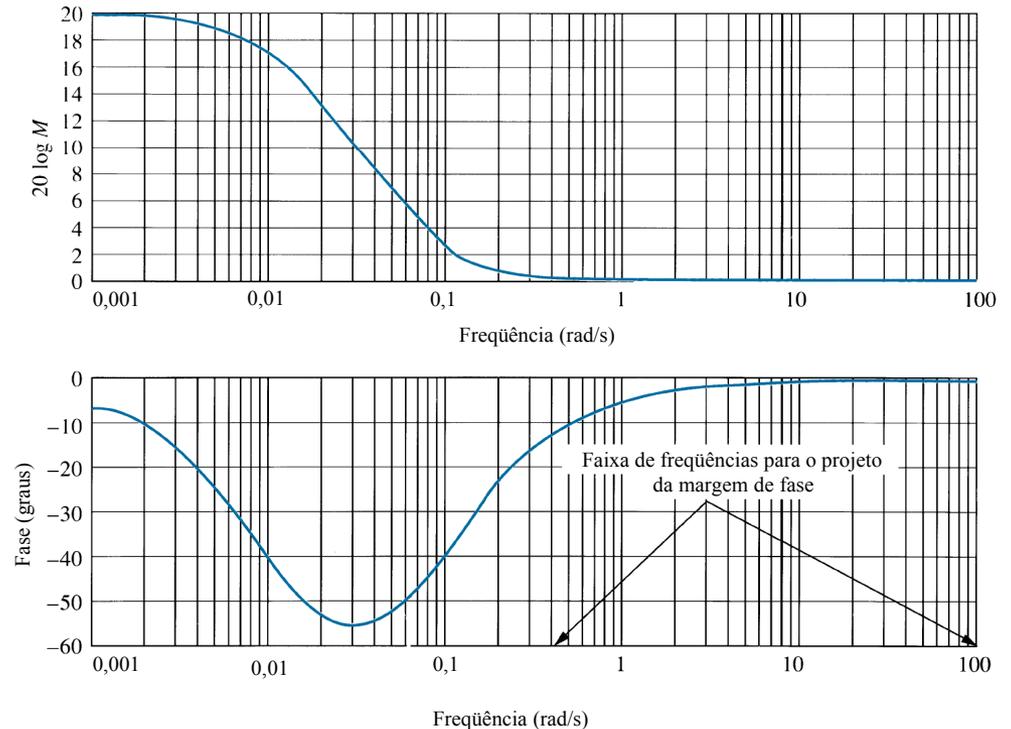


Fig. 11.6
Gráficos de Bode para o Exemplo 11.2

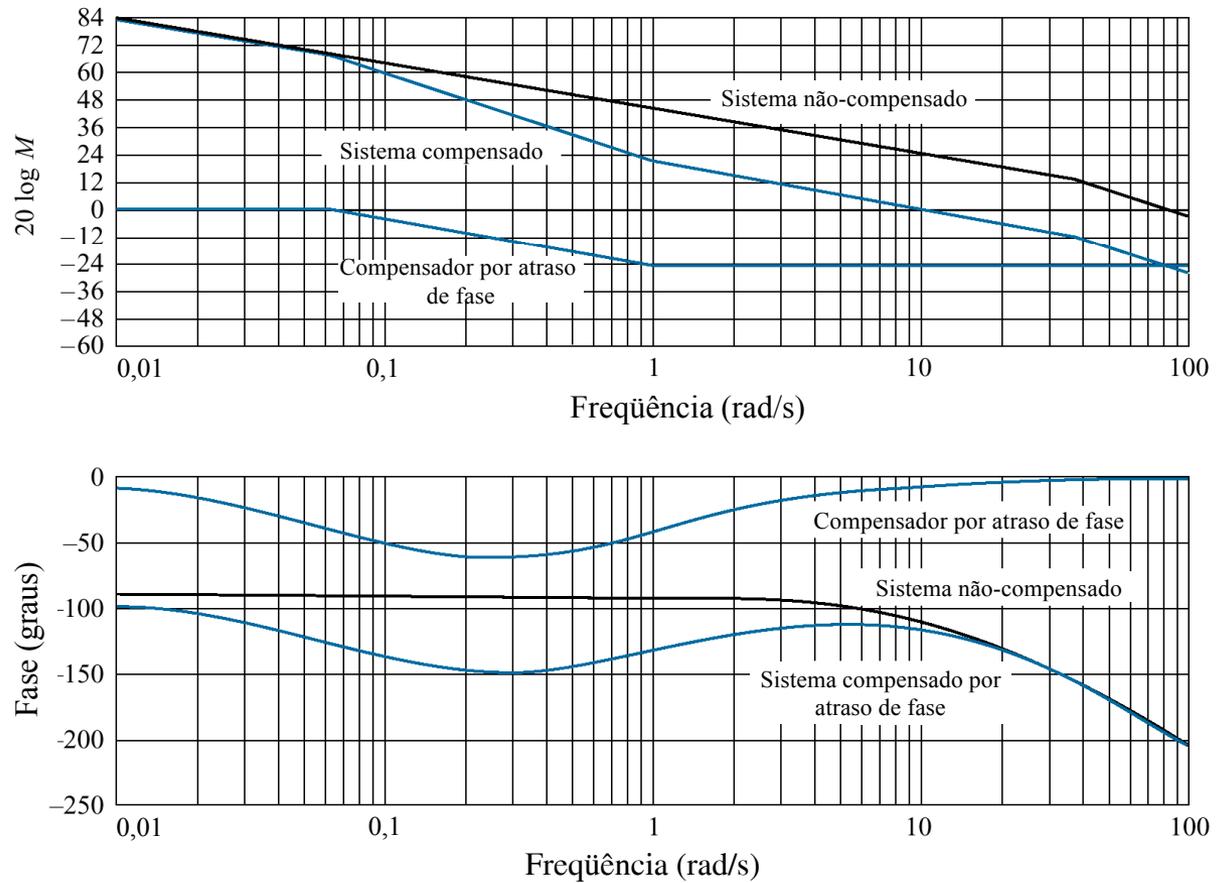


Tabela 11.2

Características do sistema compensado por atraso de fase do Exemplo 11.2

Parâmetro	Especificação proposta	Valor real
K_v	—	16,22
Margem de fase	59,2°	62°
Frequência de margem de fase	—	14,8 rad/s
Ultrapassagem percentual	9,5	10
Instante de pico	—	0,18 s

Fig. 11.7

Visualizando a compensação por avanço de fase

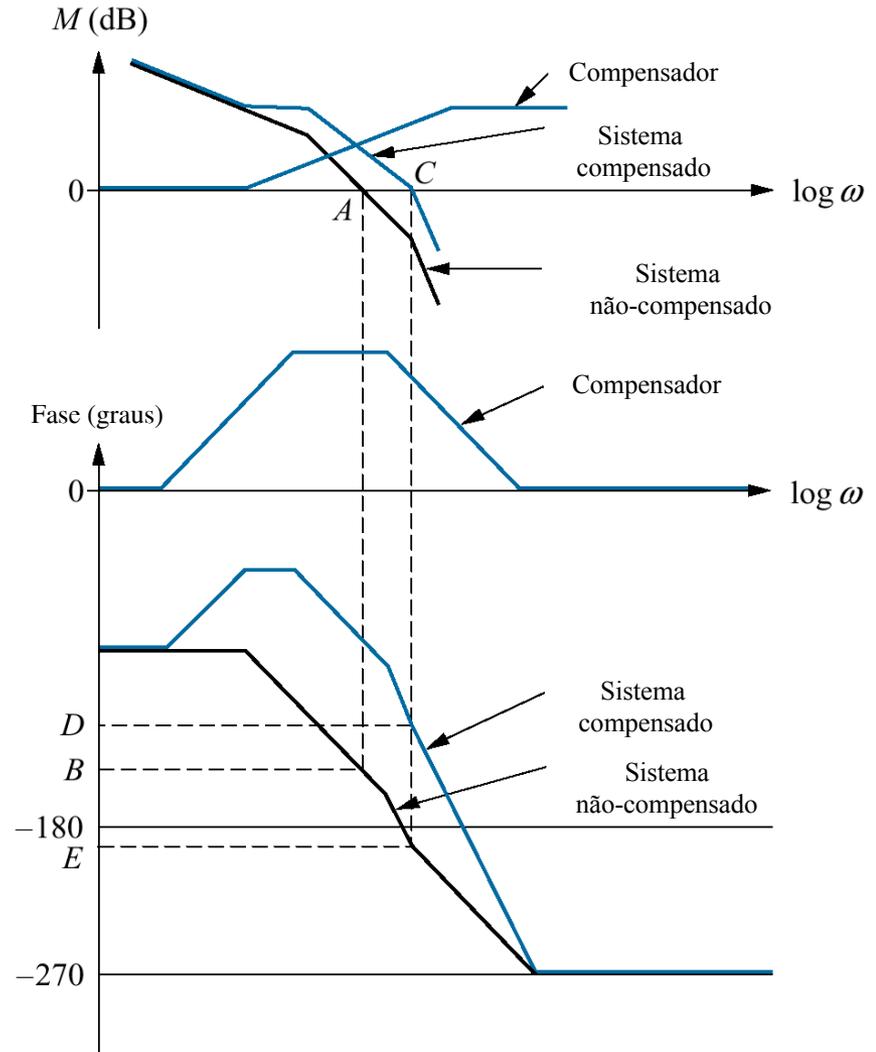


Fig. 11.8

Resposta de frequência de um compensador por avanço de fase,

$$G_c(s) = [1/\beta][(s + 1/T)/(s + 1/\beta T)]$$

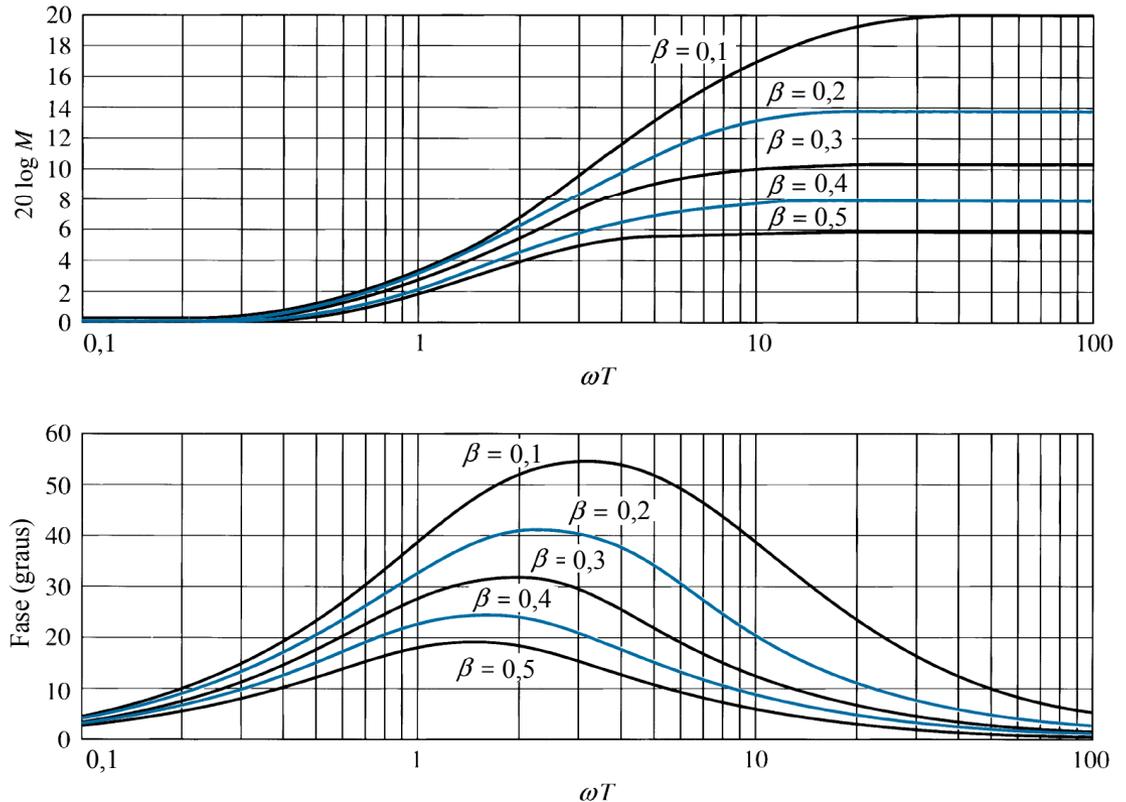


Fig. 11.9
 Gráficos de Bode para a
 compensação por
 avanço de fase no
 Exemplo 11.3

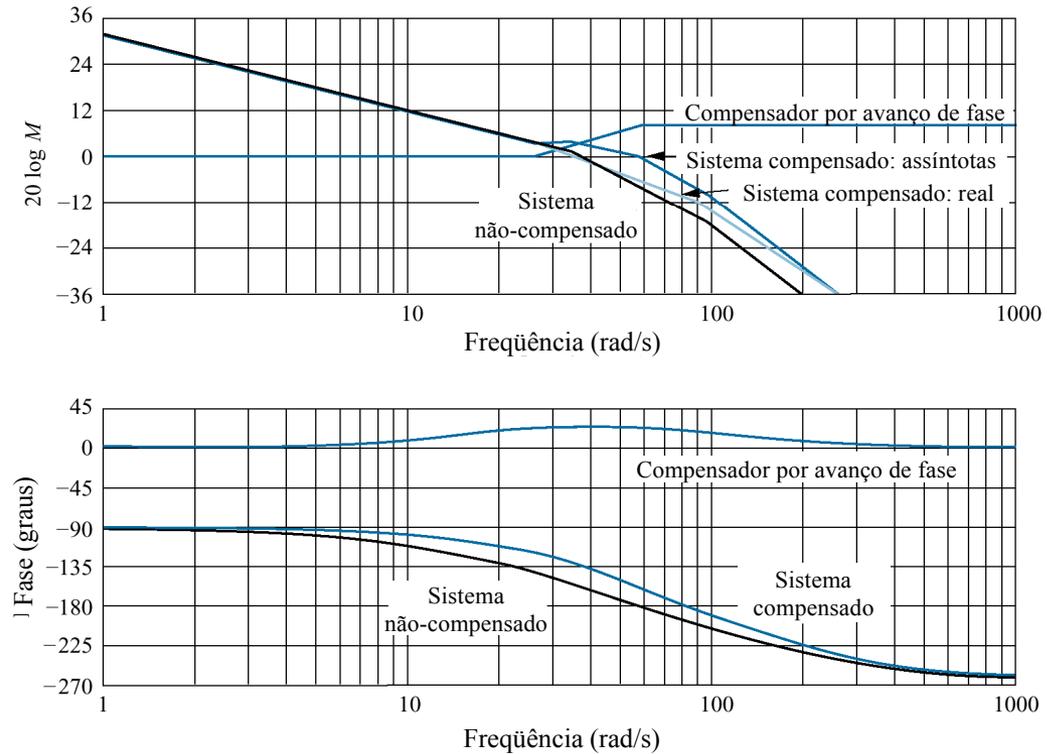


Tabela 11.3

Características do sistema compensado por avanço de fase do Exemplo 11.3

Parâmetro	Especificação proposta	Valor real com compensação do ganho	Valor real com compensação por avanço de fase
K_v	40	40	40
Margem de fase	48,1°	33,9°	45,5°
Frequência de margem de fase	—	29,7 rad/s	39 rad/s
Banda passante a malha fechada	46,6 rad/s	50 rad/s	68,8 rad/s
Ultrapassagem percentual	20	40	21
Instante de pico	0,1 s	0,1 s	0,075 s

Fig. 11.10

a. O Simulador de Direção de Iowa;
b. teste de direção em simulador com imagens realistas



(a)



(b)

Cortesia de Jim Stoner,
The University of Iowa.

Fig. 11.11

Exemplos de curvas de resposta de freqüência para o compensador por atraso e avanço de fase,

$$G_c(s) = \frac{[(s + 1)(s + 0.1)]}{[(s + \gamma)(s + \frac{0.1}{\gamma})]}$$

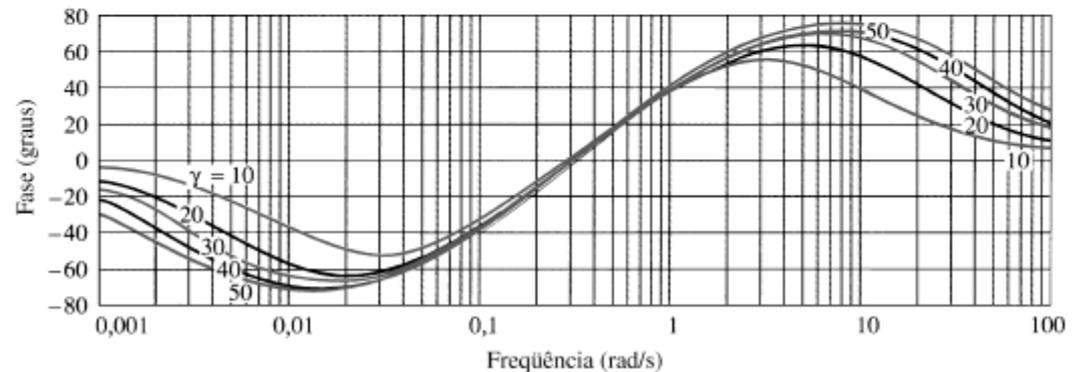
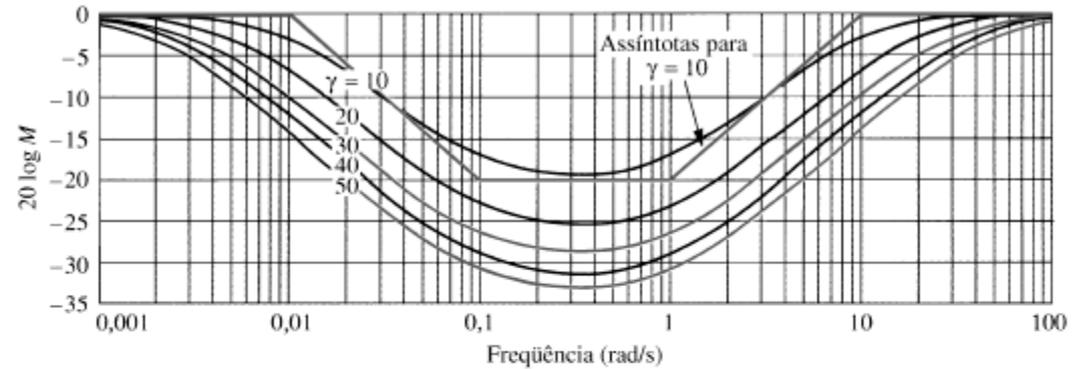


Fig. 11.12

Gráficos de Bode para a compensação por atraso e avanço de fase no Exemplo 11.4

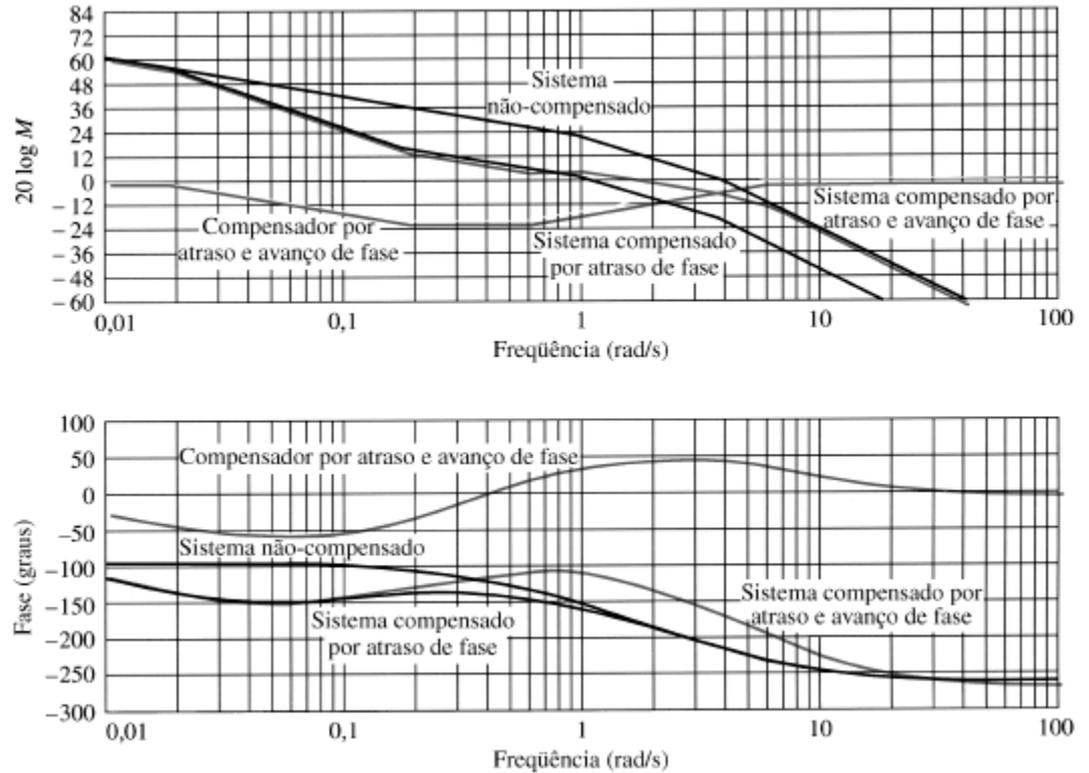


Tabela 11.4

Características do sistema compensado por ganho do Exemplo 11.4

Parâmetro	Especificação proposta	Valor real
K_v	12	12
Margem de fase	55°	57°
Frequência de margem de fase	—	1,7 rad/s
Banda passante a malha fechada	2,29 rad/s	3,1 rad/s
Ultrapassagem percentual	13,25	12
Instante de pico	2,0 s	1,59 s

Fig. P11.1

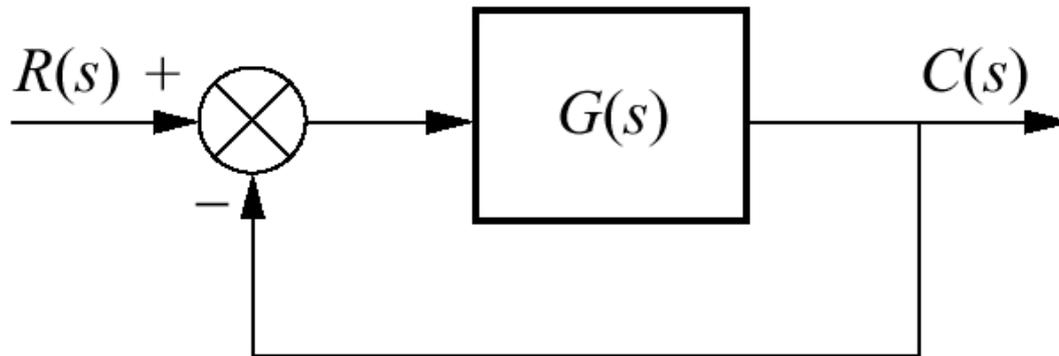


Fig. P11.2

Controle de rolamento de veículo rebocado

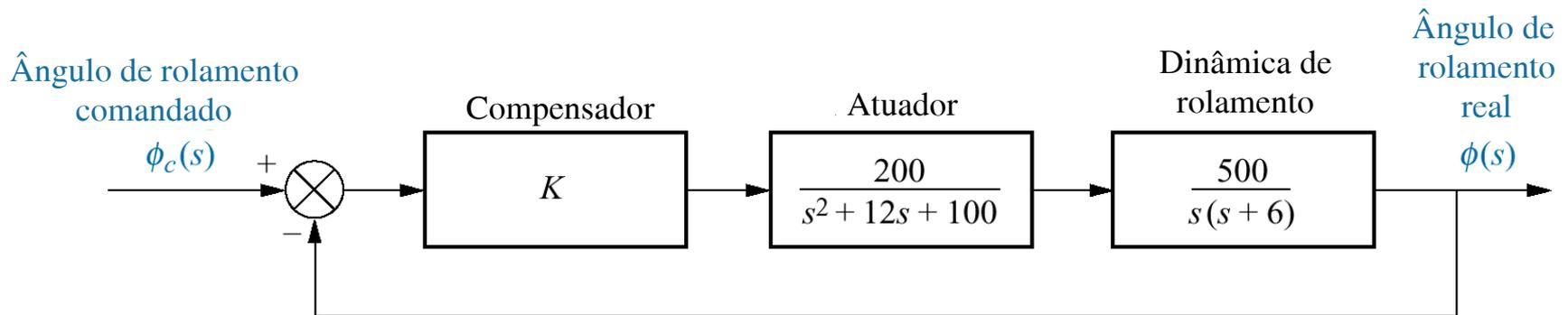
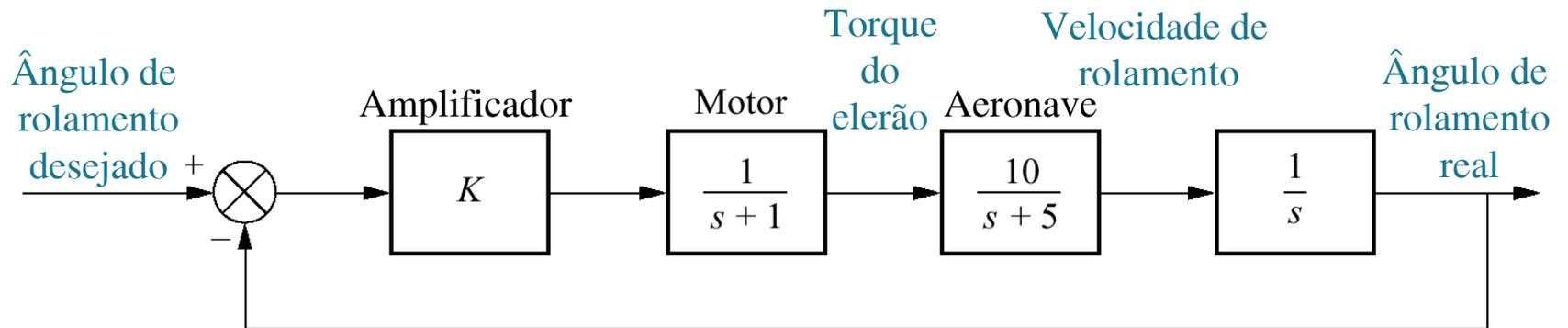


Fig. P11.3



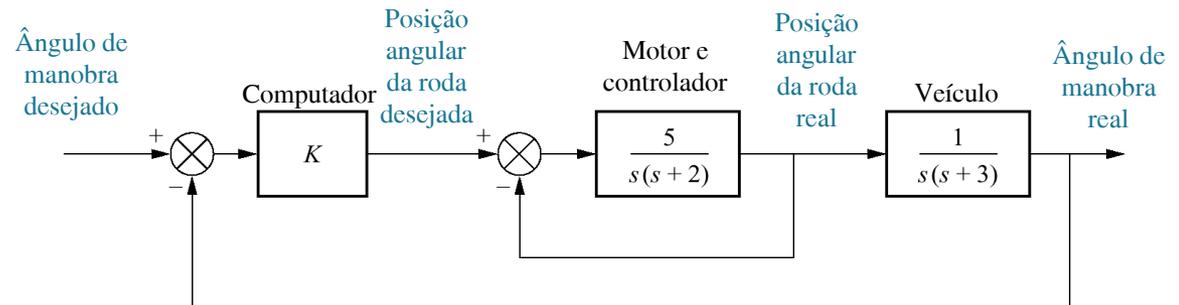
Cortesia de Rapistan Demag Corp.

Fig. P11.4

a. Veículo Autônomo Guiado (AGV);
b. diagrama de blocos simplificado



(a)



(b)

Fig. P11.5

