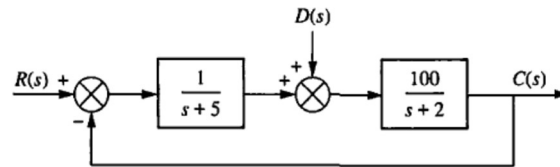
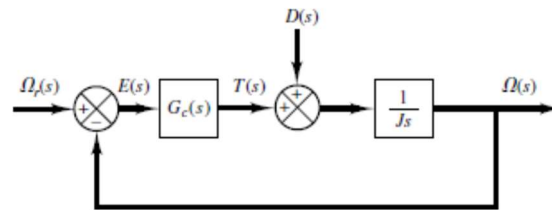


Erros em regime permanente. CAPÍTULO 7

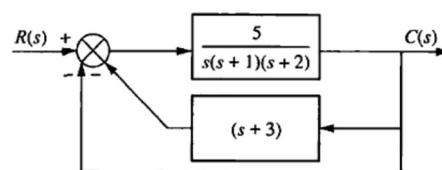
- 1) Encontre o erro total em regime estacionário para um degrau na entrada e outro degrau no distúrbio no sistema mostrado na figura abaixo.



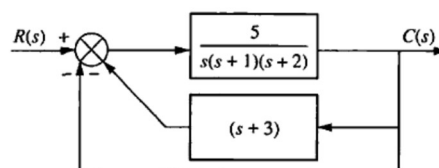
- 2) (a) Para $G_c(s) = K_x + K/s$ no diagrama de blocos da Figura abaixo para um entrada $\Omega_r(s)$ degrau unitário e $D(s) = 0$, qual o tipo do sistema e qual o erro em regime permanente. (b) Agora considerando $\Omega_r(s) = 0$ e uma entrada $D(s)$ degrau unitário, qual o tipo do sistema e qual o erro em regime permanente.



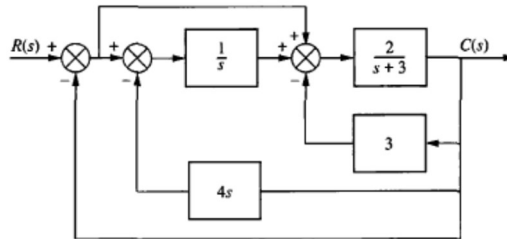
- 3) Encontre a sensibilidade para o erro em regime estacionário para uma mudança em k para um sistema com realimentação unitário com $G(s) = \frac{2k(s+1)}{s^2+17s}$.
- 4) Para o sistema mostrado na figura abaixo, encontre: (a) K_p , K_v , K_a ; (b) os erros de regime estacionário para as entradas $50\mu(t)$, $50t\mu(t)$ e $50t^2\mu(t)$. (c) Qual o tipo do sistema?



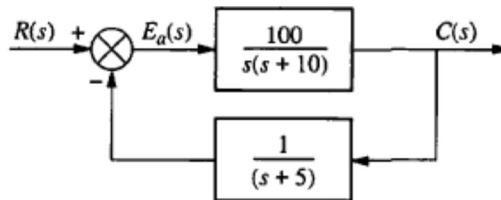
- 5) Para o sistema mostrado na figura abaixo, encontre (a) os erros de regime estacionário para as entradas $2\mu(t)$, $3t\mu(t)$ e $10t^2\mu(t)$. (b) Qual o tipo do sistema?



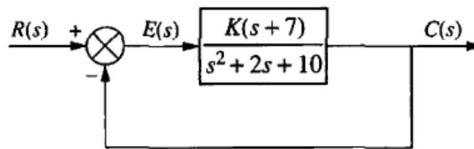
- 6) Para o sistema mostrado na figura abaixo, encontre: (a) Qual o tipo do sistema?; (b) As constantes K_p , K_v e K_a .



- 7) Para o sistema representado pelo diagrama de blocos da figura abaixo, identifique o tipo do sistema e encontre o erro de regime estacionário para uma entrada degrau unitário. Assuma que a entrada e a saída possuem a mesma unidade.



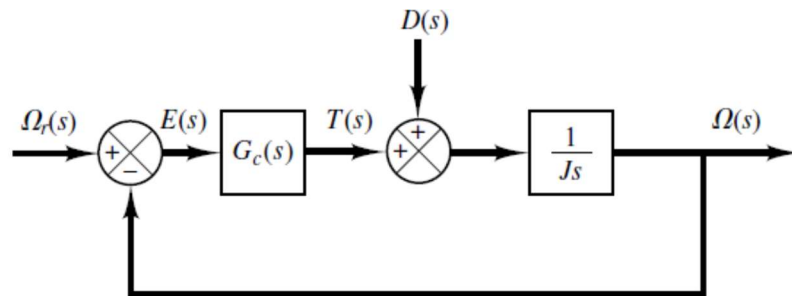
- 8) Encontre a sensibilidade para o erro em regime estacionário para uma mudança em K no sistema da figura abaixo.



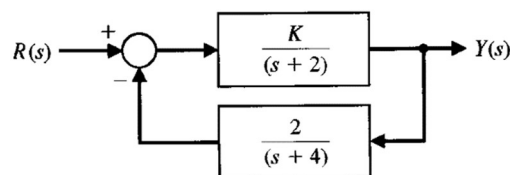
- 9) Considere um sistema de controle com realimentação unitária com a seguinte função de transferência de malha fechada: $\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{Ks+b}{s^2+as+b}$. (a) Determine a qual o tipo do sistema. (b) Mostre que o erro em regime permanente para uma entrada rampa unitária é dado por

$$e_{ss} = \frac{1}{K_v} = \frac{a-K}{b}$$

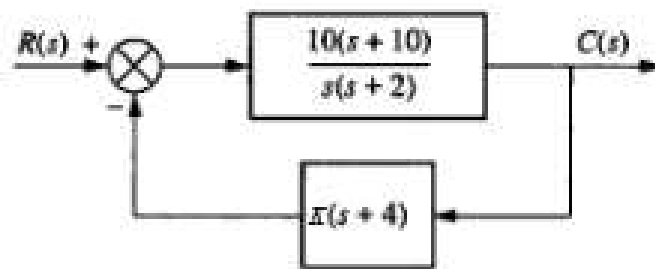
- 10) Considere o sistema mostrado na figura abaixo com $G_c(s) = K_p + \frac{K}{s}$: (a) Qual o erro em regime estacionário para uma entrada degrau unitário como sinal de referência, desconsiderando o sinal de distúrbio $D(s)$ ($D(s) = 0$); (b) Desconsiderando o sinal de referência $\Omega_r(s)$ ($\Omega_r(s) = 0$), encontre a saída em regime estacionário para uma entrada de distúrbio em degrau unitário.



- 11) Qual o valor de K para se ter um erro estacionário igual a zero para uma entrada degrau unitário para o sistema da figura abaixo.



- 12) Qual a sensibilidade do erro estacionário em relação ao parâmetro K para o sistema da figura abaixo? Qual o tipo de sistema?

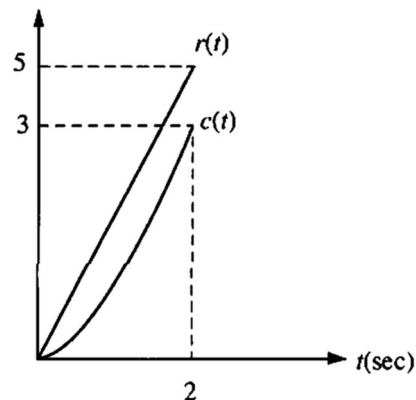


- 13) Encontre o erro de regime estacionário para uma entrada $r(t) = 2t^2 - 3t - 2$; $t > 0$ para os seguintes sistemas com realimentação unitária: (a) $G(s) = \frac{10}{s(s+2)}$; (b) $G(s) = \frac{5}{s^2(s+1)(2s+1)}$

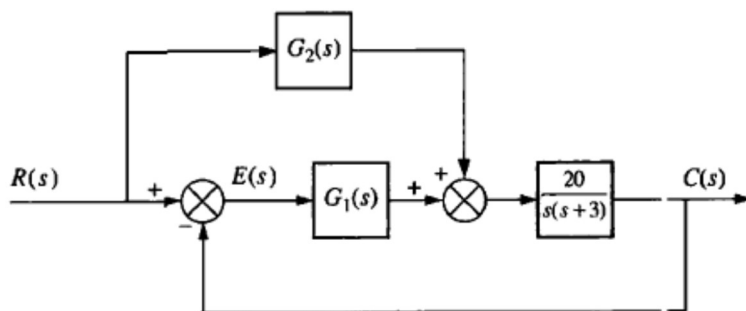
- 14) Avalie a estabilidade de um sistema com a seguinte equação característica:

$s^5 + 2s^4 + 24s^3 + 48s^2 - 25s - 50$. Quantos polos no semi-plano da esquerda, direita e em cima do eixo $j\omega$?

- 15) Sabendo que um sistema de 1ª ordem em malha fechada apresenta a resposta a uma entrada rampa como o mostrado na figura abaixo, determine qual o tipo do sistema, o valor do coeficiente de erro estacionário e sua função de transferência de malha fechada. (Obs. Do gráfico podemos notar que o erro em regime estacionário para a entrada rampa é constante).



- 16) Qual deve ser a restrição em $G_2(s)$ no sistema da figura abaixo para uma entrada degrau unitário que o erro em regime estacionário seja sempre zero, se: a) $G_1(s)$ é do tipo "0";
b) $G_1(s)$ é do tipo "1" e c) $G_1(s)$ é do tipo "2"?



- 17) Sabendo que a função do ganho de malha aberta para um sistema com realimentação unitária apresenta um diagrama de bode de módulo como mostrado na figura (a) abaixo, (a) qual o tipo do sistema, (b) qual a entrada apropriada para se ter um erro em regime estacionário de uma unidade ($e_{ss} = 1$) e (c) qual a função de transferência de malha fechada para este sistema.

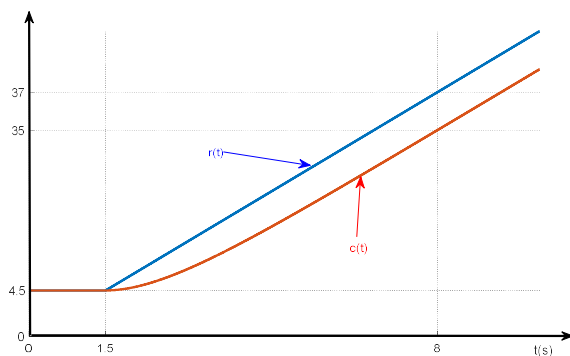


Figura (a)

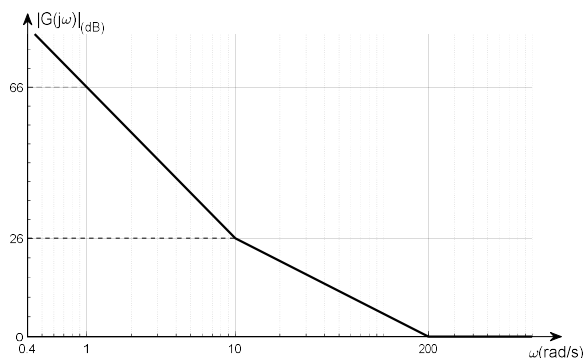


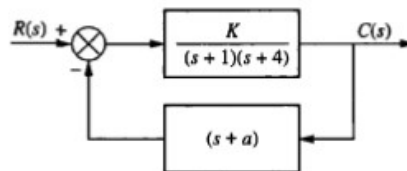
Figura (b)

- 18) Sabendo que um sistema de 1ª ordem em malha fechada apresenta a resposta a uma entrada rampa

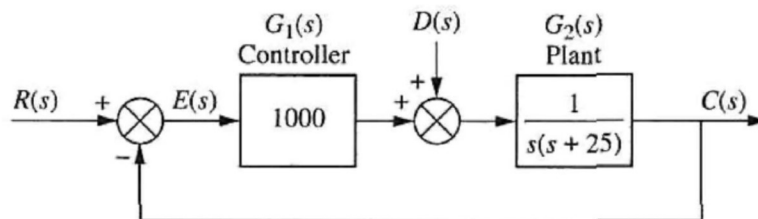
como o mostrado na figura (b) acima, determine qual o tipo do sistema, o valor do coeficiente de erro estacionário e sua função de transferência de malha fechada.

- 19) Encontre o erro de regime estacionário para uma entrada $r(t) = -5t - 5$; para $t \geq 0$, para o seguinte sistema com realimentação unitária $G(s) = \frac{15}{s(s+5)}$; (b) Encontre o erro de regime estacionário para uma entrada $r(t) = -3t^2 - 2t - 2$ para $t \geq 0$ para o seguinte sistema com realimentação unitária $G(s) = \frac{12}{s^2(s+2)(3s+1)}$

- 20) Qual a sensibilidade do erro estacionário em relação ao parâmetro 'K' para o sistema da figura abaixo? Considere $a=1$;

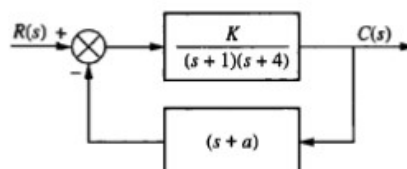


- 21) Encontre a componente de erro em regime estacionário devido uma entrada degrau unitário no distúrbio para o sistema da figura abaixo.



- 22) Encontre o erro de regime estacionário para uma entrada $r(t) = -5t - 5$; para $t \geq 0$, para o seguinte sistema com realimentação unitária $G(s) = \frac{10}{s(s+5)}$; (b) Encontre o erro de regime estacionário para uma entrada $r(t) = -2t^2 - 2t - 2$ para $t \geq 0$ para o seguinte sistema com realimentação unitária $G(s) = \frac{10}{s^2(s+2)(3s+1)}$

- 23) Qual a sensibilidade do erro estacionário em relação ao parâmetro 'K' para o sistema da figura abaixo? Considere $a=0$;



- 24) Sabendo que a função do ganho de malha aberta para um sistema com realimentação unitária apresenta um diagrama de bode de módulo (assintótico) como mostrado na figura (a) abaixo, (a) qual o tipo do sistema, (b) qual a entrada apropriada para se ter um erro em regime estacionário de uma unidade ($e_{ss} = 1$).

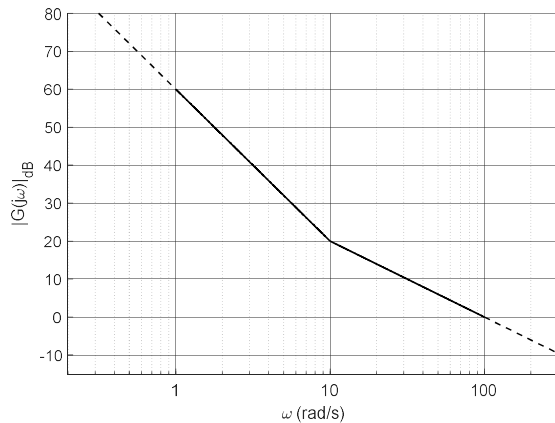


Figura (a)

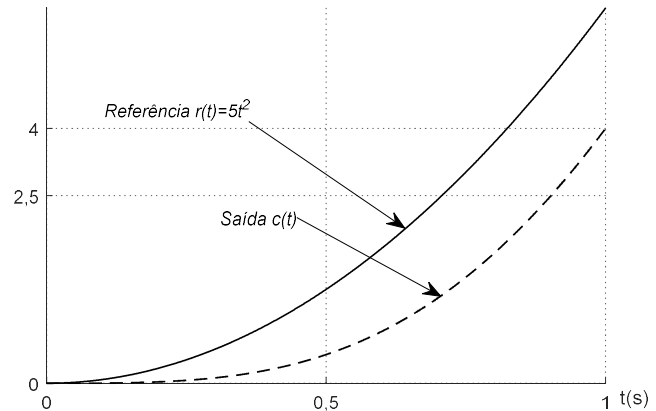
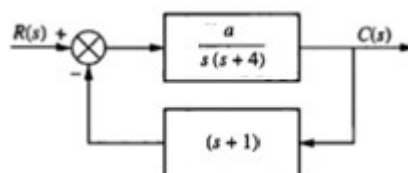


Figura (b)

- 25) Sabendo que um sistema de 2ª ordem em malha fechada apresenta a resposta a uma entrada como o mostrado na figura (b) acima, determine qual o tipo do sistema, o valor do coeficiente de erro estacionário e sua função de transferência de malha fechada, sabendo que esta função tem somente um zero em -10.
- 26) Encontre o erro de regime estacionário para uma entrada $r(t) = -5t - 5$; para $t \geq 0$, para o seguinte sistema com realimentação unitária $G(s) = \frac{10}{2s(s+5)}$; (b) Encontre o erro de regime estacionário para uma entrada $r(t) = -2t^2 - 2t - 2$ para $t \geq 0$ para o seguinte sistema com realimentação unitária $G(s) = \frac{10(s+\frac{1}{3})}{s^2(s+2)(3s+1)}$

- 27) Qual a sensibilidade do erro estacionário em relação ao parâmetro 'a' para o sistema da figura abaixo?



Soluções

- 1) $e = -49/11$
- 2) a) Tipo 2, erro nulo
b) Tipo 2, erro nulo
- 3) $Se = -1$
- 4) a) $k_p = 1/3$, $k_v = 0$, $k_a = 0$
b) $37,5$; 0 ; 0
c) Sistema tipo 0
- 5) a) $3/2$; 0 ; 0
b) Sistema tipo 0
- 6) a) Sistema tipo 1
b) $K_p = \infty$, $K_v = 2/17$, $K_a = 0$
- 7) Tipo 0, erro = -4
- 8) $Se = \frac{-7K}{10+7K}$
- 9) A) tipo 1
B) demonstração
- 10) A) $Ess = 0$ sistema de tipo 2
B) $\lim_{s \rightarrow 0} \frac{s}{Js^2 + Kps + K} = 0$
- 11) $K = 4$
- 12) Tipo "0"
 $S = \frac{1}{4K-1}$
- 13) A) Infinito
B) 10
- 14) $SPD = 1$
 $SPE = 2$
Eixo Imaginário = 2

- 15) Sistema tipo “1”
Erro 2
$$T(s) = \frac{5/4}{s+5/4}$$
- 16) A) $G_1 = 0 \rightarrow G_2 = 0$
B) $G_1 = “1” \rightarrow G_2$ Tipo “0”
C) $G_1 = “2” \rightarrow G_2$ Tipo “0” ou “1”
- 17) A) O sistema é do tipo 2;
B) $r(t) = 1kt^2\mu(t)$;
C)
$$T(s) = \frac{s^2+210s+2k}{2s^2+210s+2k}$$
- 18) A) O sistema é do tipo 1;
B) $G(s) = \frac{5/2}{s}$
C)
$$T(s) = \frac{5/2}{s+5/2}$$
- 19) A) erro = $-5/3$;
B) erro = -1 .
- 20) Sensibilidade = $\frac{-k}{k+4}$
- 21) Erro de perturbação = $-1/1000$
- 22) A) erro = $-5/2$;
B) erro = $1/5$.
- 23) Sensibilidade = $\frac{-k}{4-k}$
- 24) A) O sistema é do tipo 2
B) $r(t) = 500t^2\mu(t)$
- 25) A) O sistema é do tipo 2
B) Erro = $1/10$

C) $T(s) = \frac{s+10}{s^2+s+10}$

26) A) erro= -5;

B) erro= -12/5.

27) Sensibilidade = $\frac{-4}{4+a}$