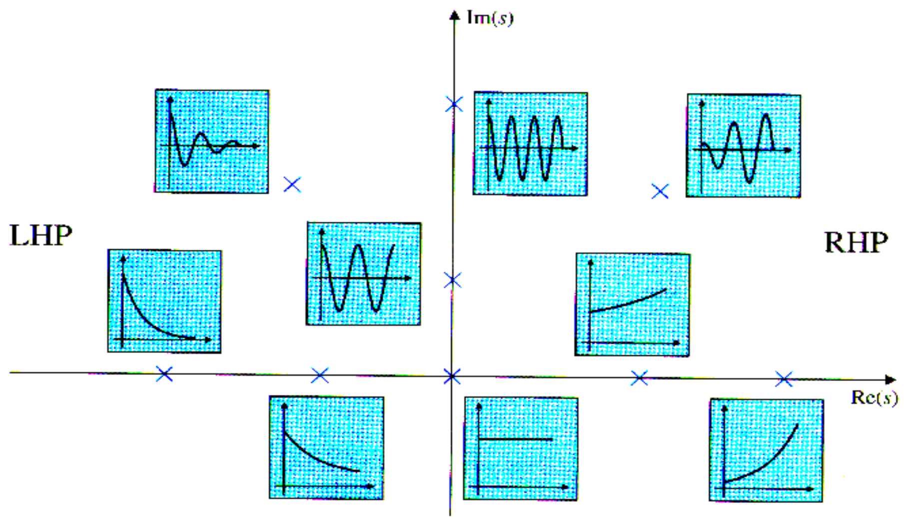
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - CAMPUS SERRA

Critérios ou Especificações de Desempenho dos Sistemas dinâmicos

INSTITUTO FEDERAL
ESPÍRITO SANTO
Campus Serra

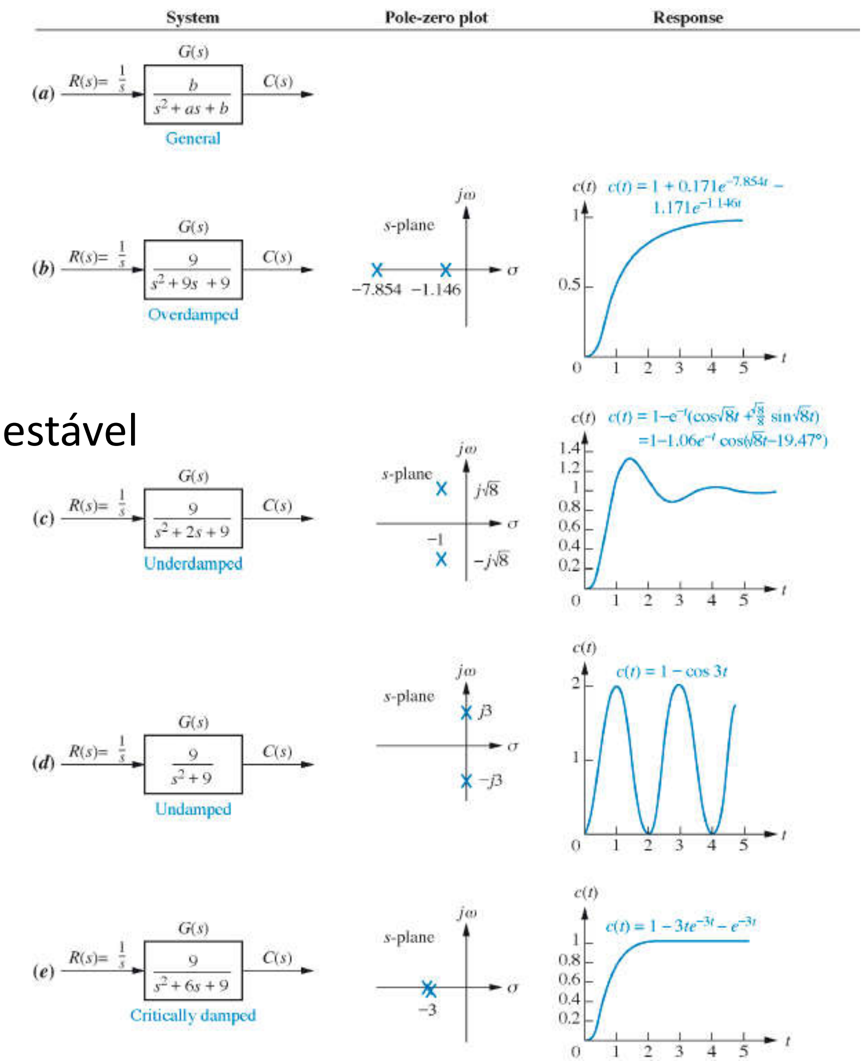
Alocação dos polos do sistema dinâmico

- São os polos que definem o comportamento



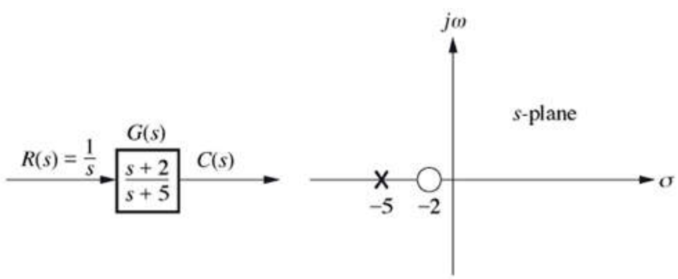
★ Lembrar da equação característica das equações diferenciais

Estabilidade



BIBO (bounded input bounded output)
Entrada com amplitude finita produz saída com amplitude finita. Logo:

"Um sistemas linear invariante no tempo é BIBO estável se e somente se todos os polos da sua função de transferência estão localizados no semiplano esquerdo do plano *s*, excluído o eixo imaginário"



Critério de estabilidade de Routh

Tabela 3.1 Tabela de Routh

s^n	a_0	a_2	a_4	a_6	$\dots$	0
s^{n-1}	a_1	a_3	a_5	a_7	$\dots$	0
s^{n-2}	b_1	b_2	b_3	b_4	$\dots$	
s^{n-3}	c_1	c_2	c_3	c_4	$\dots$	
$\dots$	$\dots$					
s^1	f_1					
s^0	g_1					

1ª coluna
de coeficientes

A necessária mas não suficiente condição para estabilidade é que todos os coeficientes do polinômio característico sejam positivos

A necessária e suficiente condição para estabilidade é que todos os elementos na primeira coluna da Tabela de Routh sejam positivos

- Exercício página 135 F&P&E

Critério para resposta transitória de sistema de primeira ordem

A constante de tempo, quanto menor mais rápida é a resposta do sistema

A resposta a uma entrada degrau

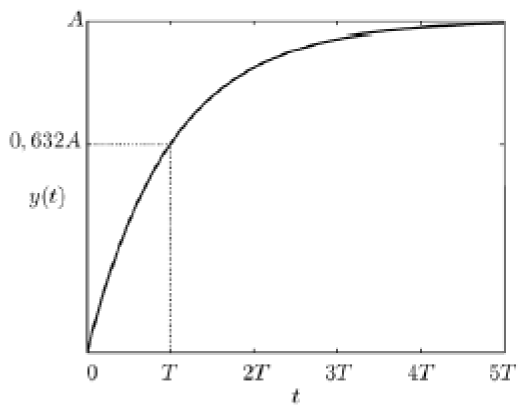
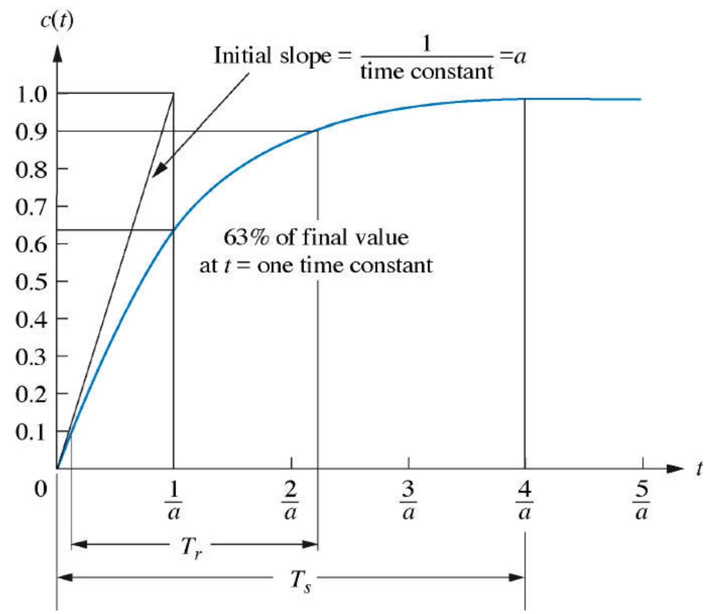


Figura 3.5 Resposta ao degrau de um sistema de primeira ordem.



Critérios para resposta transitória de Sistemas de segunda ordem

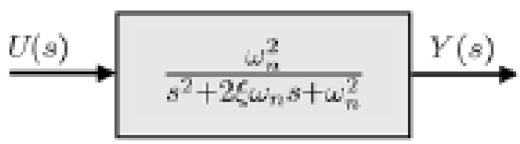


Figura 3.9 Sistema de segunda ordem.

- Coeficiente de amortecimento
- Frequência natural não amortecida

RESPOSTA AO DEGRAU

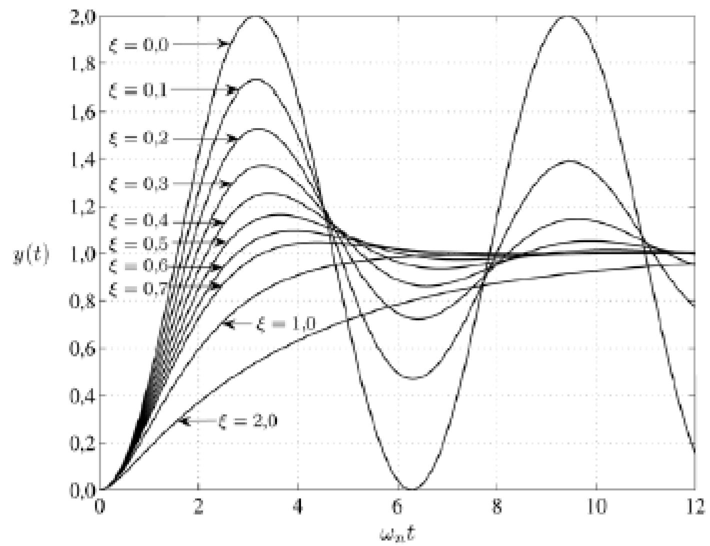


Figura 3.18 Gráficos de $y(t)$ em função de $\omega_n t$.

Conforme são os polos da função de transferência tem-se comportamentos distintos.

Critérios para resposta transitória de Sistemas de segunda ordem

O subamortecido

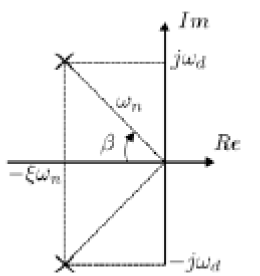


Figura 3.10 Polos complexos conjugados.

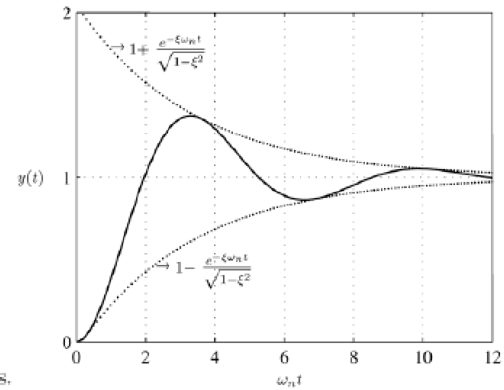


Figura 3.11 Resposta ao degrau para $\xi = 0{,}3$.

O oscilatório

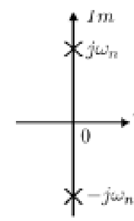


Figura 3.12 Polos complexos conjugados sobre o eixo im

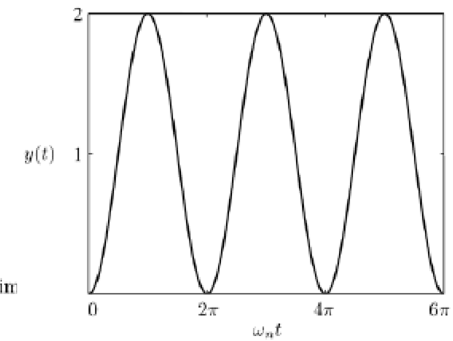


Figura 3.13 Resposta ao degrau para $\xi = 0$.

O criticamente amortecido

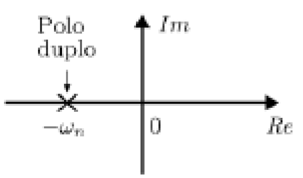


Figura 3.14 Polo duplo em $-\omega_n$.

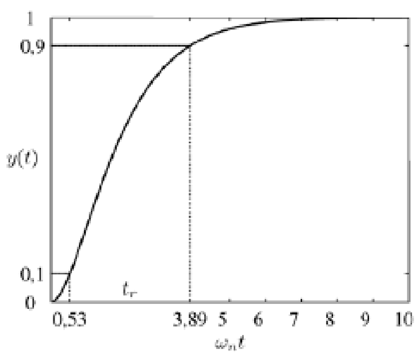


Figura 3.15 Resposta ao degrau para $\xi = 1$.

O sobreamortecido

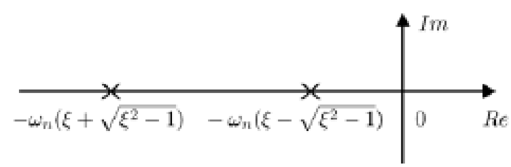


Figura 3.16 Polos reais e diferentes.

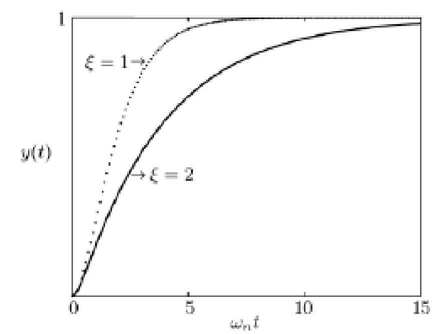


Figura 3.17 Resposta ao degrau para $\xi = 2$ e $\xi = 1$.

Critérios para resposta transitória de Sistemas de segunda ordem

O subamortecido

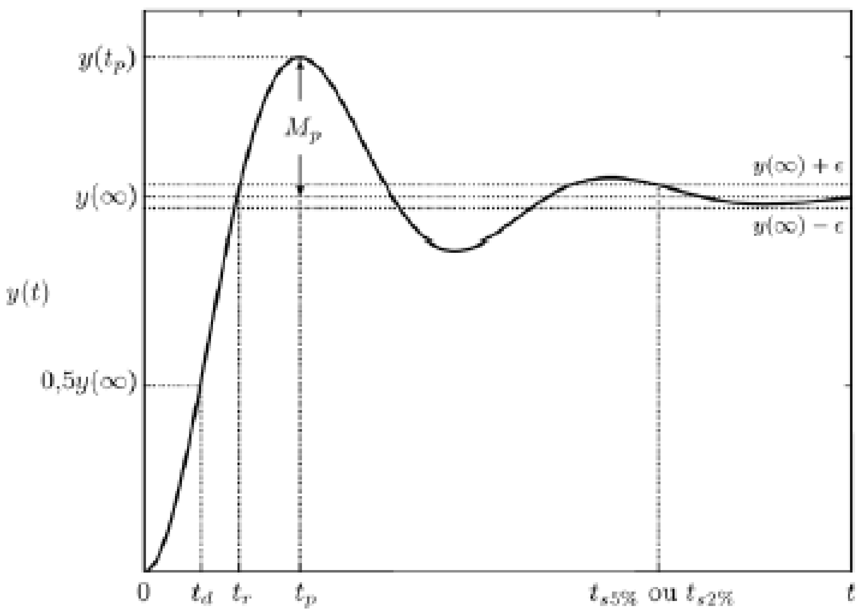


Figura 3.20 Parâmetros para medidas de desempenho de sistemas subamortecidos.

- Tempo de atraso, *td*
- Tempo de subida, *tr*
- Tempo de pico, *tp*
- Tempo de acomodação, *ts*
- Sobressinal máximo, *Mp*

Critérios para resposta transitória de Sistemas de segunda ordem

Sistemas com mais de dois polos

Desde que os polos estejam 5 vezes mais à esquerda, no plano *s,* do que a parte real do polos complexos conjugados

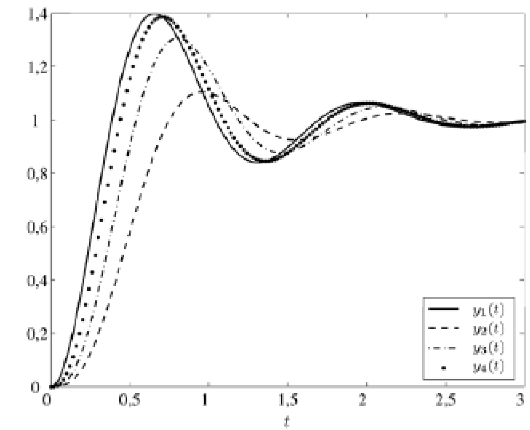


Figura 3.22 Respostas ao degrau unitário dos sistemas $G_1(s)$, $G_2(s)$, $G_3(s)$ e $G_4(s)$.

Sistemas com zeros

Quanto mais à esquerda, no plano *s,* do que a parte real do polos complexos conjugados menor será seu efeito sobre a resposta

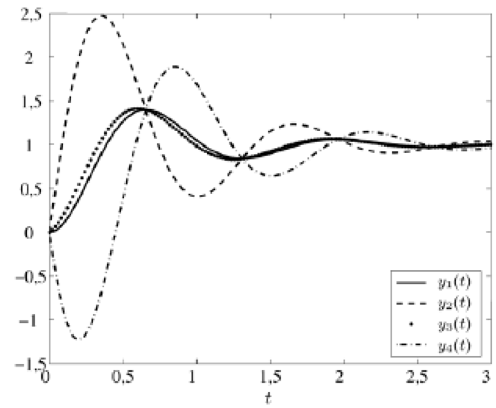


Figura 3.23 Respostas ao degrau unitário dos sistemas $G_1(s)$, $G_2(s)$, $G_3(s)$ e $G_4(s)$.

Tarefa 1

A partir da resposta ao degrau y(t) abaixo, deduza as expressões para: (declare a bibliografia utilizada!)

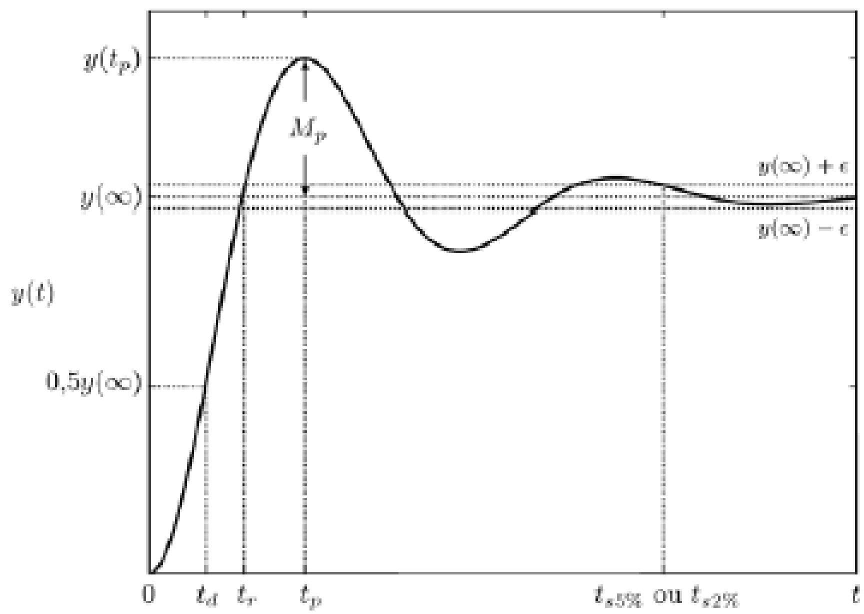


Figura 3.20 Parâmetros para medidas de desempenho de sistemas subamortecidos.

a) Tempo de atraso, *td*

b) Tempo de subida, *tr*

c) Tempo de pico, *tp*

d) Tempo de acomodação, *ts*

e) Sobressinal máximo, *Mp*

Tarefa 2

Para o sistema dinâmico abaixo, encontre K e Km necessários para que o sobressinal seja, ao menos, menor que 5% e o tempo de assentamento (2%) menor que 5 segundos. Utilize Matlab/Simulink para verificar os resultados

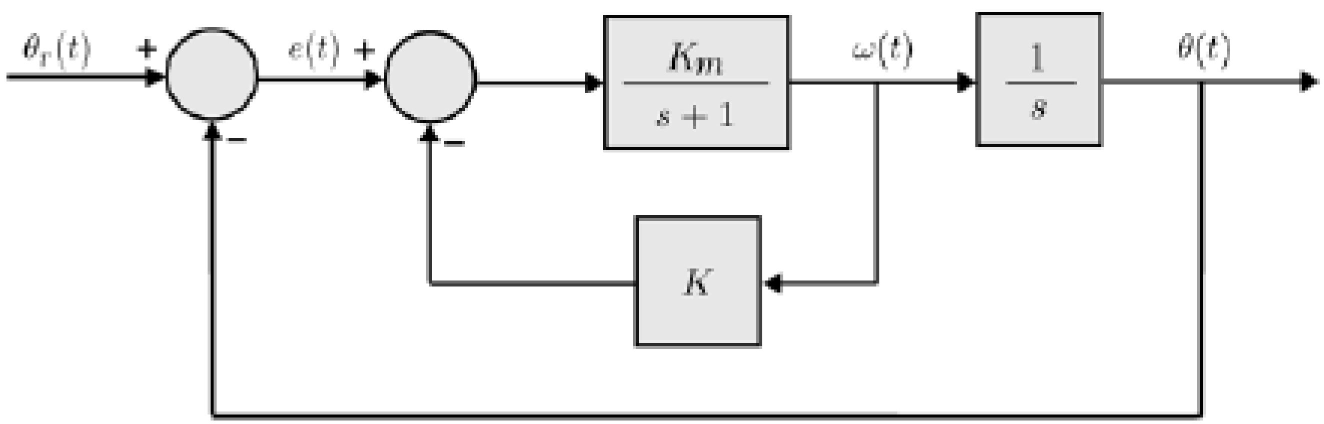


Figura 3.31 Servossistema com realimentação tacométrica.

Erros estacionários ou de regime permanente

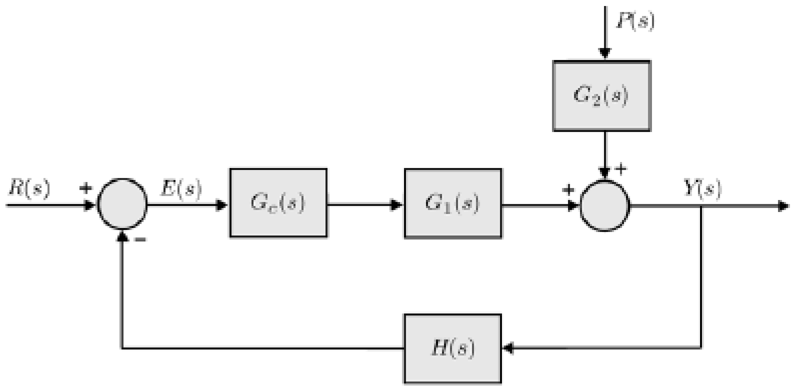


Figura 3.26 Diagrama de blocos de um sistema com realimentação.

Tabela 3.4 Erros estacionários para perturbação em degrau e referência nula

L	M	$e(\infty)$
0	0	$\frac{-AK_p}{1+K}$
1	0	0
1	1	$\frac{-AK_p}{K}$
2	0	0
2	1	0
2	2	$\frac{-AK_p}{K}$

Se a malha fechada é estável, usa-se o teorema do valor final, e(∞)

$$E(s) = \frac{1}{1 + Gc(s)G1(s)H(s)}R(s) - \frac{G2(s)H(s)}{1 + Gc(s)G1(s)H(s)}P(s)$$

Tabela 3.5 Erros estacionários para perturbação em rampa e referência nula

L	M	$e(\infty)$
0	0	∞
1	0	$\frac{-AK_p}{K}$
1	1	∞
2	0	0
2	1	$\frac{-AK_p}{K}$
2	2	∞

Tabela 3.3 Erros estacionários para sistemas tipo 0, 1 e 2 com perturbação nula

Sistema tipo L	Degrau	Rampa
0	$\frac{A}{1+K}$	∞
1	0	$\frac{A}{K}$
2	0	0

Tarefa 3

Para o sistema dinâmico abaixo, encontre os polos da malha fechada e o erro em regime permanente para: (Utilize Matlab/Simulink para verificar os resultados)

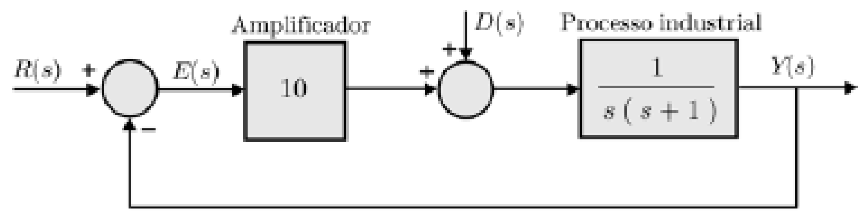


Figura 3.47 Processo industrial com entradas de referência $R(s)$ e de perturbação $D(s)$.

a) r(t)= degrau unitário e d(t)=0
b) d(t)= degrau unitário e r(t)=0
c) r(t)= rampa unitária e d(t)=0
d) d(t)= rampa unitária e r(t)=0
e) Com amplificador C(s)=10/s refaça os itens (a),(b),(c) e (d)