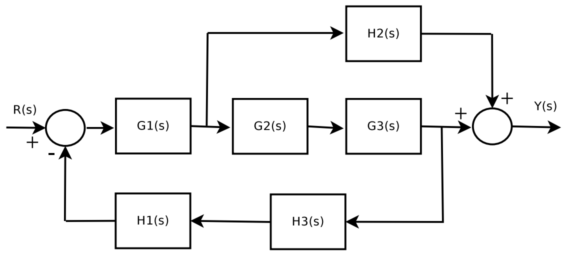
Instituto Politécnico do Porto, Instituto Superior de Engenharia, Licenciatura em Eng. Electrotécnica e de Computadores, Teoria dos Sistemas, 17-Julho-2012

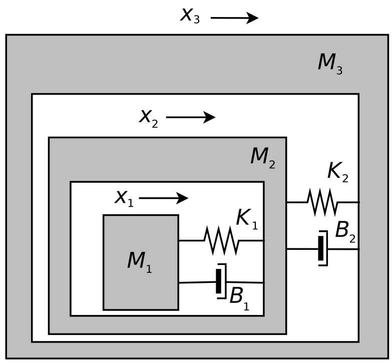
Todas as perguntas devem ser respondidas unicamente na folha de respostas. Seleccione apenas uma das 4 alternativas assinalando-a na matriz de respostas. O teste é sem consulta. Duração da prova: 1:30

1. Considere o seguinte diagrama de blocos de um sistema de controlo representado na figura. Sejam s e $\mathcal{L}$, respectivamente a variável e o operador de Laplace e sejam $R(s) = \mathcal{L}[r(t)]$ e $Y(s) = \mathcal{L}[y(t)]$, respectivamente, as transformadas de Laplace do sinais de entrada e de saída. Simplificando o diagrama de blocos de modo a obter a função de transferência do sistema $\frac{Y(s)}{R(s)}$, resulta:



A) $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G_1G_2G_3+H_2}{1+G_1G_2G_3H_1H_3}$
B) $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G_1(G_2G_3+H_2)}{1+G_1G_2G_3H_1H_3}$
C) $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G_1G_2G_3+H_2}{1+G_1H_1(1+G_2G_3H_3)}$
D) Outro resultado

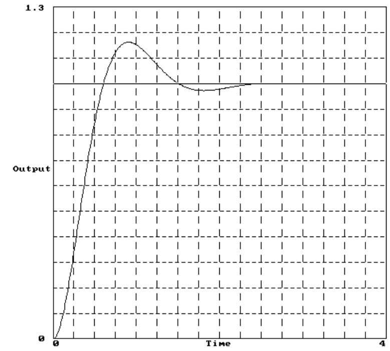
2. Considere o sistema mecânico representado na figura onde x_1, x_2 e x_3 representam, respectivamente, os deslocamentos das massas M_1, M_2 e M_3. O modelo matemático é dado por:



A)$M_1\ddot{x}_1 + K_1(x_1 - x_2) + B_1(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) = 0$
$M_2\ddot{x}_2 + K_1(x_2 - x_1) + B_1(\dot{x}_2 - \dot{x}_1) + K_2(x_2 - x_3) + B_2(\dot{x}_2 - \dot{x}_3) = 0$
$M_3\ddot{x}_3 + K_2(x_3 - x_2) + B_2(\dot{x}_3 - \dot{x}_2) = 0$
B)$M_1\ddot{x}_1 + K_1x_1 + B_1\dot{x}_1 = 0$
$M_2\ddot{x}_2 + K_1x_2 + B_1\dot{x}_2 + K_2x_2 + B_2\dot{x}_2 = 0$
$M_3\ddot{x}_3 + K_2x_3 + B_2\dot{x}_3 = 0$
C)$M_1\ddot{x}_1 = K_1(x_1 - x_2) + B_1(\dot{x}_1 - \dot{x}_2)$
$M_2\ddot{x}_2 = K_1(x_2 - x_1) + B_1(\dot{x}_2 - \dot{x}_1) - K_2(x_2 - x_3) - B_2(\dot{x}_2 - \dot{x}_3)$
$M_3\ddot{x}_3 = K_2(x_3 - x_2) + B_2(\dot{x}_3 - \dot{x}_2)$
D) Outro resultado

3. Considere a resposta temporal $c(t)$ de um sistema de segunda ordem descrito pela função de transferência $\frac{C(s)}{U(s)} = \frac{18}{s^2+2s+9}$ e um sinal de entrada $u(t)$ em degrau unitário. Sejam s e $\mathcal{L}$, respectivamente a variável e o operador de Laplace, sejam $U(s) = \mathcal{L}[u(t)]$, $C(s) = \mathcal{L}[c(t)]$. Resulta t_p o tempo de pico e $c(t_p)$ o valor do pico da resposta temporal:
A) $t_p = 1,111$ seg, $c(t_p) = 2,659$
B) $t_p = 1.238$ seg, $c(t_p) = 1,906$
C) $t_p = 1,305$ seg, $c(t_p) = 2,125$
D) Outro resultado

4. Considere a resposta temporal $c(t)$ representada na figura de um sistema de segunda ordem para um sinal de entrada $u(t)$em degrau unitário. Então, o sistema é descrito pela função de transferência $G(s) = \frac{C(s)}{U(s)}$:



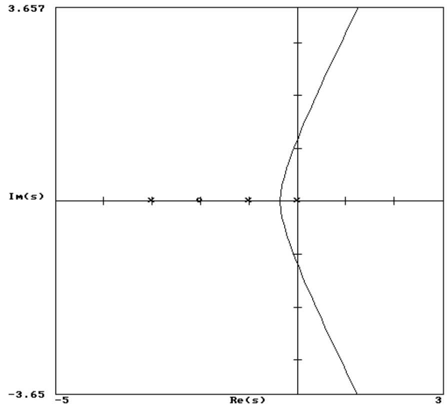
A) $G(s) = \frac{16}{s^2+4s+16}$
B) $G(s) = \frac{16}{s^2+4s+4}$
C) $G(s) = \frac{16}{s^2+8s+16}$
D) $G(s) = \frac{16}{s^2+4s+8}$

5. Considere a resposta temporal $c(t)$ de um sistema em malha fechada com função de transferência na malha directa $G(s) = \frac{1}{s(s^2+s+10)}$ e com realimentação unitária. Considere um sinal de entrada $r(t) = 1$, $t \geq 0$, em degrau unitário. Seja o erro da resposta temporal do sistema em malha fechada dado por $e(t) = r(t) - c(t)$. Então, em regime permanente (steady-state) o erro ao degrau unitário vem:

A) $e_{ss} = 0$
B) $e_{ss} = 10$
C) $e_{ss} = \frac{1}{10}$
D) Outro resultado

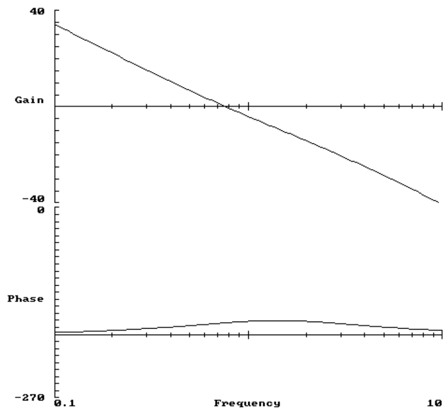
6. Considere um sistema com função de transferência (em malha aberta) $G(s)$ e o respectivo lugar de raízes directo (LRD) que se encontra representado na figura. Sabe-se que existem polos/zeros, simples ou múltiplos, em $\sigma = 0$, $\sigma = -1$, $\sigma = -2$, $\sigma = -3$, e que o traçado no LRD no eixo real situa-se nos intervalos $\sigma \in]-\infty, -3] \cup [-2, 0]$. Então resulta:

A) $G(s) = \frac{K(s+2)}{s^2(s+1)(s+3)}$
B) $G(s) = \frac{K(s+3)}{s(s+1)^2(s+2)}$
C) $G(s) = \frac{K(s+2)}{s(s+1)^2(s+3)}$
D) $G(s) = \frac{K(s+3)}{s(s+1)(s+2)^2}$



7. Considere um sistema cuja função de transferência $G(s)$ dá origem aos diagramas de Bode das amplitudes (eixo vertical em dB, encontrando-se assinalada a linha de 0 dB) e fases (eixo vertical em graus, encontrando-se assinalada a linha de -180 graus) representados na figura. Então, sabe-se:

A) $G(s) = \frac{1}{(s+1)(s+2)}$
B) $G(s) = \frac{s+1}{s^2(s+2)}$
C) $G(s) = \frac{s+3}{s(s+1)(s+2)}$
D) $G(s) = \frac{(s+3)(s+4)}{s(s+1)(s+2)}$



8. Considere um sistema cuja função de transferência (em malha aberta) é dada por $G(s) = \frac{1}{(s+1)^4}$. Pretende-se sintonizar um controlador PID (Proporcional, Integral e Diferencial) pelo método de Ziegler e Nichols "closed loop". Assim, os parâmetros K (ganho proporcional), T_i (constante de tempo integral) e T_d (constante de tempo diferencial) resultam:

A) $K = 3.200$, $T_i = 2.176$, $T_d = 0.391$
B) $K = 1.600$, $T_i = 4.163$, $T_d = 0.509$
C) $K = 2.400$, $T_i = 3.142$, $T_d = 0.785$
D) Outro resultado

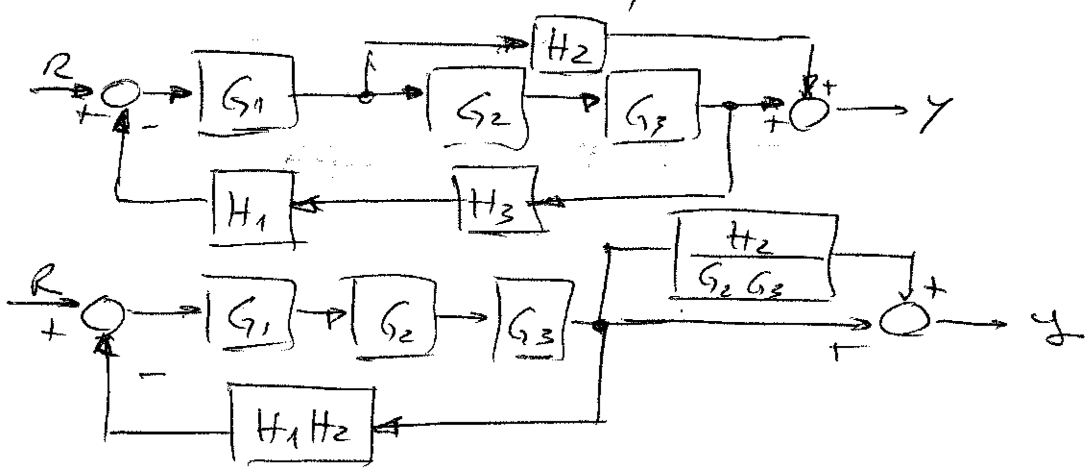
Turma____Aluno Nº:___________ .
Nome: ____

Respostas

	A	B	C	D	
1.					1.
2.					2.
3.					3.
4.					4.
5.					5.
6.					6.
7.					7.
8.					8.

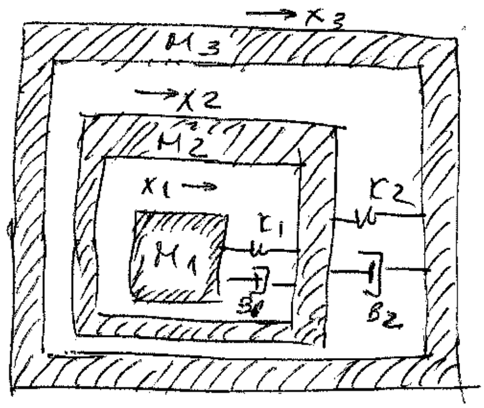
Teoria dos Sistemas, 17-Julho-2012

1.)

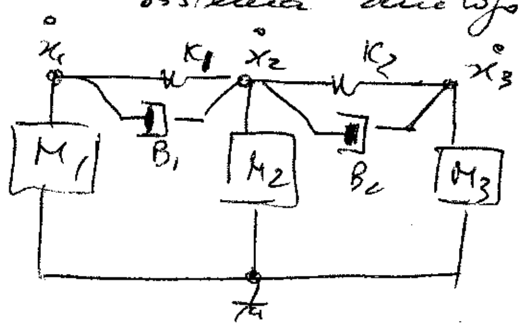


$$\frac{Y}{R} = \frac{G_1 G_2 G_3}{1+G_1G_2G_3H_1H_3}\left(1+\frac{H_2}{G_2G_3}\right) = \frac{G_1(G_2G_3+H_2)}{1+G_1G_2G_3H_1H_3}$$

2)



sistema análogo



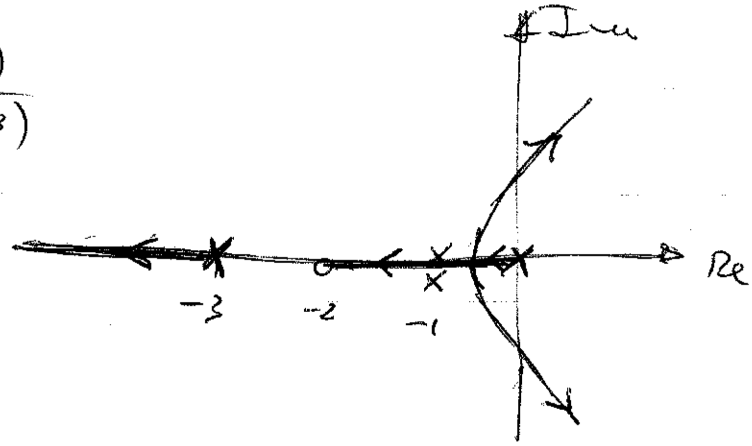
$$\begin{cases} M_1\ddot{x}_1 + k_1(x_1-x_2)+B_1(\dot{x}_1-\dot{x}_2)=0 \\ M_2\ddot{x}_2 + k_1(x_2-x_1)+B_1(\dot{x}_2-\dot{x}_1)+k_2(x_2-x_3)+B_2(\dot{x}_2-\dot{x}_3)=0 \\ M_3\ddot{x}_3 + k_2(x_3-x_2)+B_2(\dot{x}_3-\dot{x}_2)=0 \end{cases}$$

3) $G(s) = \dfrac{2\times 9}{s^2+2s+9}$ | $2\zeta w_n = 2$, $w_n^2 = 9$ | $\zeta = 0{,}333$, $w_n = 3$ | $T_p = 1{,}111$ seg, $y(t_p) = 2\times 1{,}329 = 2{,}659$

4) $G(s) = \dfrac{16}{s^2+4s+16}$ | $w_n^2 = 16$, $2\zeta w_n = 4$ | $w_n = 4$, $\zeta = 0{,}5$ | $y(t_p) = 1{,}163$, $t_p = 0{,}907$ seg

5) Sistema tipo 1 $\Longrightarrow$ erro steady-state ao degrau $= 0$
$e_{ss} = 0$

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



7) $G(s)=\frac{s+1}{s^2(s+2)}$

Fase $= -2\times 90^\circ = -180^\circ$ para ω baixo e para ω alto

8) $\frac{K}{(s+1)^4}+1=0$

$K+s^4+4s^3+6s^2+4s+1=0$

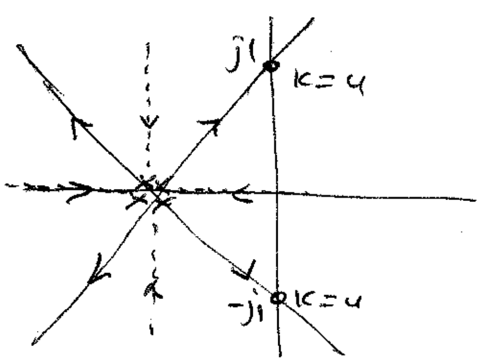
s^4	1	6	$K+1$
s^3	4	4	
s^2	5	$K+1$	
s^1	$\frac{16-4K}{5}$		
s^0	$K+1$		

s^1: $\longrightarrow 16-4K>0 \Rightarrow K<4$

s^0: $\longrightarrow K+1>0 \Rightarrow K>-1$

para $K=4$ obtém-se, na linha de s^2

$5s^2+5=0 \Rightarrow s=\pm j$



$K_u=4 \rightarrow \omega=1 \rightarrow P_u=\frac{2\pi}{1}=6,28$

$\Downarrow$

Z.N closed loop

$\Downarrow$

$$\begin{cases} K=2,4 \\ T_i=3,142 \\ T_d=0,785 \end{cases}$$