Instituto Politécnico do Porto, Instituto Superior de Engenharia

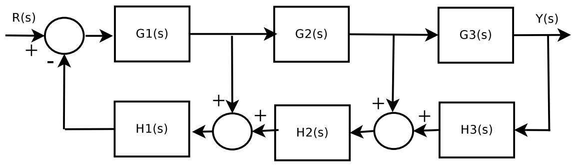
Licenciatura em Eng. Electrotécnica e de Computadores, Teoria dos Sistemas, 2-Julho-2012

Todas as perguntas devem ser respondidas unicamente na folha de respostas.

Seleccione apenas uma das 4 alternativas assinalando-a na matriz de respostas.

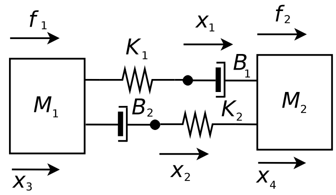
O teste é com consulta. Duração da prova: 1:30

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) $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G_1G_2G_3}{1+G_1G_2G_3H_1H_2H_3}$
B) $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G_1}{1+G_1H_1} \cdot \frac{G_2}{1+G_2H_2} \cdot \frac{G_3}{1+G_3H_3}$
C) $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G_1G_2G_3}{1+G_1H_1(1+G_2H_2(1+G_3H_3))}$
D) Outro resultado

2. Considere o sistema mecânico representado na figura. Sejam x_1, x_2, x_3 e x_4 deslocamentos e sejam f_1 e f_2 forças aplicadas. O modelo matemático é dado por:



A)$M_1\ddot{x}_1 + K_1(x_3 - x_1) + B_2(\dot{x}_3 - \dot{x}_2) = f_1$
$K(x_3 - x_1) = B_1(\dot{x}_1 - \dot{x}_3)$
$K_2(x_2 - x_4) = B_2(\dot{x}_3 - \dot{x}_2)$
$M_2\ddot{x}_2 + K_2(x_4 - x_2) + B_1(\dot{x}_4 - \dot{x}_2) = f_2$
B) $M_1\ddot{x}_3 + K_1(x_3 - x_2) + B_2(\dot{x}_3 - \dot{x}_1) = f_1$
$K_1(x_2 - x_1) = B_1(\dot{x}_4 - \dot{x}_1)$
$K_2(x_4 - x_2) = B_2(\dot{x}_3 - \dot{x}_2)$
$M_2\ddot{x}_4 + K_2(x_4 - x_1) + B_1(\dot{x}_4 - \dot{x}_1) = f_2$
C) $M_1\ddot{x}_3 + K_1(x_3 - x_1) + B_2(\dot{x}_3 - \dot{x}_2) = f_1$
$K_1(x_3 - x_1) = B_1(\dot{x}_1 - \dot{x}_4)$
$K_2(x_2 - x_4) = B_2(\dot{x}_3 - \dot{x}_2)$
$M_2\ddot{x}_4 + K_2(x_4 - x_2) + B_1(\dot{x}_4 - \dot{x}_1) = f_2$
D) Outro resultado

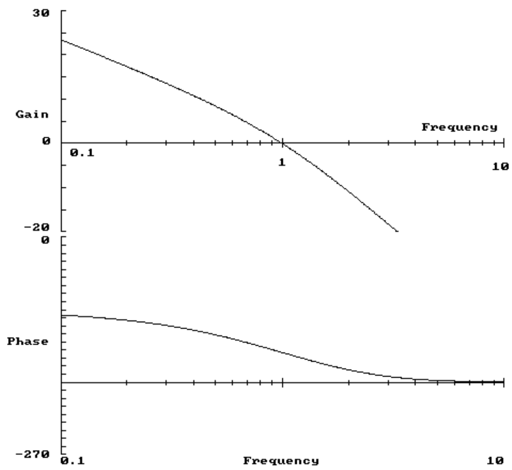
3. Considere a resposta temporal $c(t)$ de um sistema de segunda ordem descrito pela função de transferência $\frac{C(s)}{U(s)} = \frac{10}{s^2+s+10}$ e um sinal de entrada $u(t)$ em degrau unitário. Sejam s e $\mathcal{L}$, respectivamente a variável e o operador de Laplace, sejam $U(s) = \mathcal{L}[u(t)]$, $C(s) = \mathcal{L}[c(t)]$. Resulta t_p o tempo de pico e $c(t_p)$ o valor do pico da resposta temporal:
A) $t_p = 1,006$ seg, $c(t_p) = 1,605$
B) $t_p = 1.600$ seg, $c(t_p) = 1,806$
C) $t_p = 1,905$ seg, $c(t_p) = 1,725$
D) Outro resultado

4. 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 $r(t) = t$, $t \geq 0$, em rampa unitária. 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 à rampa unitária vem:
A) $e_{ss} = 0$
B) $e_{ss} = 10$

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

5. Considere um sistema com função de transferência (em malha aberta) $G(s) = \frac{K(s+3)}{s(s+1)(s+2)}$ e o respectivo lugar de raízes directo (LRD).
5.a) O ponto σ de intersecção das assimptotas (também chamado de centróide) no eixo real vem:
A) $\sigma = 0$
B) $\sigma = -\frac{1}{2}$
C) $\sigma = -1$
D) Outro resultado
5.b) O traçado no LRD no eixo real situa-se nos intervalos:
A) $\sigma \in \,]-\infty, -3] \cup [-2, 0]$
B) $\sigma \in \,]-3, -2] \cup [-1, 0]$
C) $\sigma \in \,]-\infty, -3] \cup [-2, -1]$
D) Outro resultado
5.c) O traçado no LRD cruza o eixo imaginário (para além da situação $K = 0,\ s = 0$) em:
A) $K = 1,\ s = \pm j2$
B) $K = 2,\ s = \pm j3$
C) $K = 2,\ s = \pm j2$
D) Outro resultado

6. Considere um sistema cuja função de transferência $G(s)$ dá origem aos diagramas assimptóticos 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) $G(s) = \frac{1}{s^2(s+1)^2}$
C) $G(s) = \frac{s+3}{s(s+1)(s+2)}$
D) $G(s) = \frac{(s+3)(s+4)}{s(s+1)(s+2)}$



7. Considere um sistema cuja função de transferência (em malha aberta) dada por $G(s) = \frac{7e^{-3s}}{5s+1}$. Pretende-se sintonizar um controlador PID (Proporcional, Integral e Diferencial) pelo método de Choen-Coon. Assim, os parâmetros K (ganho proporcional), T_i (constante de tempo integral) e T_d (constante de tempo diferencial) vêm dadas por:
A) $K = 0.360,\ T_i = 6.176,\ T_d = 0.991$
B) $K = 0.630,\ T_i = 7.167,\ T_d = 0.199$
C) $K = 0.066,\ T_i = 1.176,\ T_d = 0.919$
D) Outro resultado

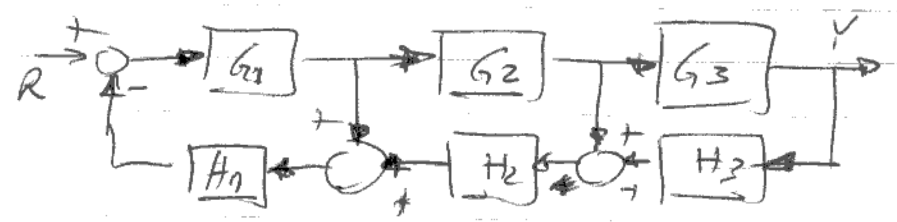
Turma____Aluno Nº:___________ .
Nome: ____

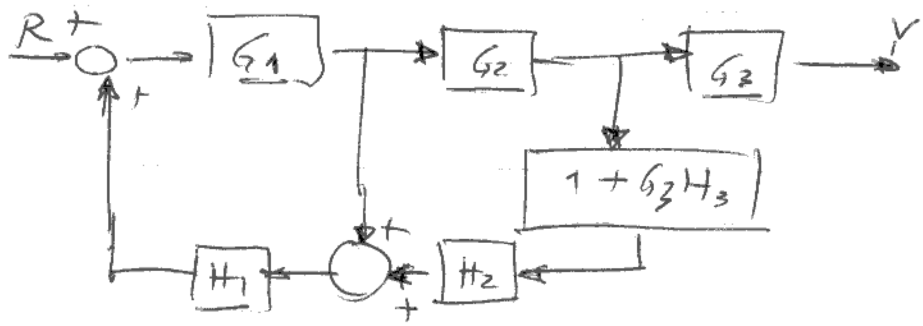
Respostas

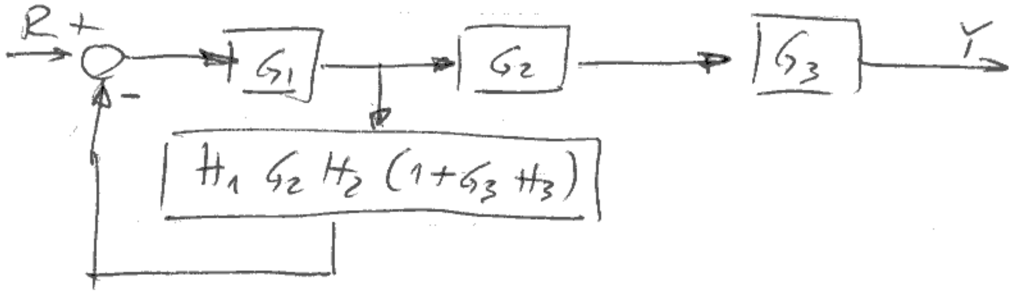
	A	B	C	D	
1.					1.
2.					2.
3.					3.
4.					4.
5.a)					5.a)
5.b)					5.b)
5.c)					5.c)
6.					6.
7.					7.

Teoria dos Sistemas, 2-Julho-2012
Epoca Normal

1)

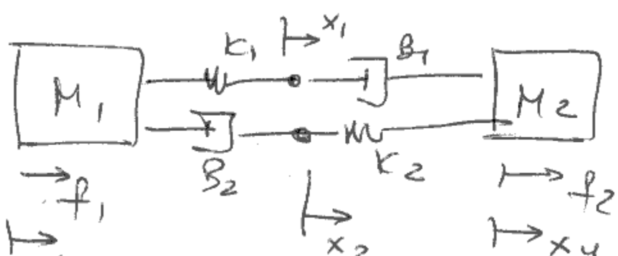




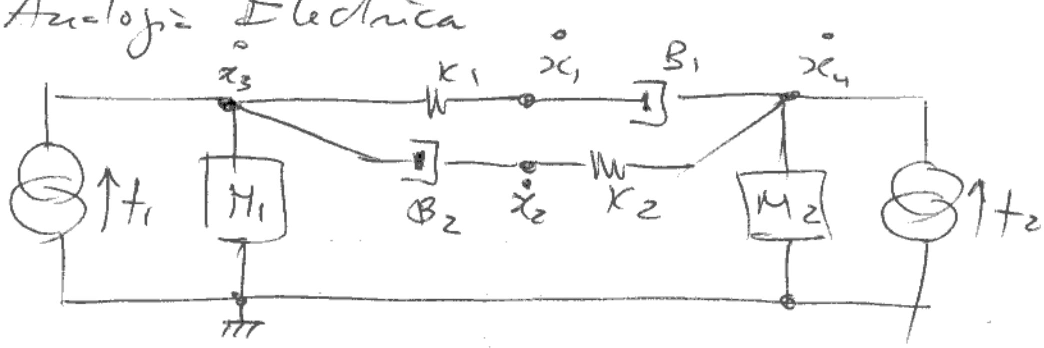


$$\frac{Y}{R} = \frac{G_1 \cdot G_2 \cdot G_3}{1 + G_1 H_1 \; G_2 H_2 \left(1 + G_3 H_3\right)}$$

2)



Analogia Eléctrica



2

$$f_1 = M_1 \ddot{x}_3 + K_1 (x_3 - x_1) + B_2 (\dot{x}_3 - \dot{x}_2)$$
$$K_1 (x_3 - x_1) = B_1 (\dot{x}_1 - \dot{x}_4)$$
$$B_2 (\dot{x}_3 - \dot{x}_2) = K_2 (x_2 - x_4)$$
$$f_2 = M_2 \ddot{x}_4 + B_1 (\dot{x}_4 - \dot{x}_1) + K_2 (x_4 - x_2)$$

3) $$\frac{C}{U} = \frac{10}{s^2+s+10} \rightarrow \begin{cases} \omega_n = \sqrt{10} = 3{,}16 \text{ rad/sec} \\ 2\zeta\omega_n = 1 \rightarrow \zeta = \frac{1}{2\sqrt{10}} = 0{,}158 \end{cases}$$

$$t_p = \frac{\pi}{\omega_n \sqrt{1-\zeta^2}} \longrightarrow t_p = 1{,}006 \text{ seg}$$

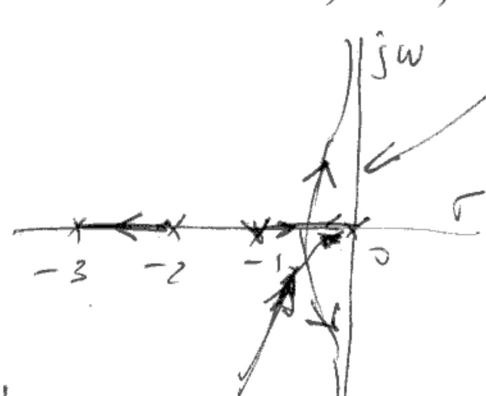
$$y(t_p) = 1 + e^{-\frac{\zeta\pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}} \longrightarrow y(t_p) = 1{,}605$$

4) $$G(s) = \frac{1}{s(s^2+s+10)} \rightarrow C = \frac{G}{1+G} R \rightarrow E = R - C = R \frac{1}{1+G}$$

$$e(\infty) = \lim_{s \to 0} s \cdot \frac{1}{s^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{s(s^2+s+10)}} =$$

$$= \lim_{s \to 0} \frac{1}{s} \frac{s(s^2+s+10)}{s(s^2+s+10)+1} = 10$$

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



$$\theta = \frac{2l+1}{3-1} 180° = \pm 90°$$

nunca cruza o eixo jw

centroide $\sigma = \frac{-3+3}{3-1} = 0$

6) $$G(s) = \frac{s+3}{s(s+1)(s+2)}$$ → Fase baixas freq $= -90°$; → Fase altas freq $= -180°$

7) $K_p = 7$, $T = 3$, $\tau = 5$ ⟹ $K = 0{,}360$; $T_i = 6{,}176$; $T_d = 0{,}991$