Instituto Politécnico do Porto, Instituto Superior de Engenharia

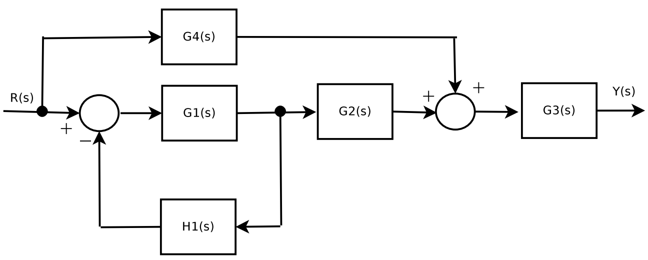
Licenciatura em Eng. Electrotécnica e de Computadores, Teoria dos Sistemas, 8-Julho-2011

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

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

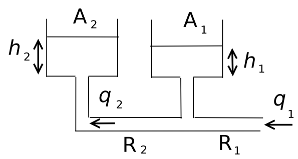
O teste é com consulta. Duração da prova: 2:00

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) $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G_1G_2}{1+G_1H_1} + G_3G_4$
B) $\frac{Y(s)}{R(s)} = \left(\frac{G_1G_2}{1+G_1H_1} + G_4\right) G_3$
C) $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G_1G_2G_3G_4}{1+G_1H_1}$
D) $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G_1G_2+G_3G_4}{1+G_1H_1}$

2. Considere o sistema hidráulico representado na figura seguinte, onde $q_1(t)$ e $q_2(t)$ representam caudais. Sejam $h_1(t)$ e $h_2(t)$ a altura de liquido nos reservatórios 1 e 2, respectivamente, e sejam as suas áreas designadas por A_1 e A_2. As resistências hidráulicas são representadas por R_1 e R_2. Sejam s e $\mathcal{L}$, respectivamente a variável e o operador de Laplace e sejam $Q_1(s) = \mathcal{L}[q_1(t)]$ e $H_2(s) = \mathcal{L}[h_2(t)]$. A função de transferência do sistema $\frac{H_2(s)}{Q_1(s)}$, resulta:



A) $\frac{H_2(s)}{Q_1(s)} = \frac{1}{s(A_1A_2R_2s+A_1+A_2)}$
B) $\frac{H_2(s)}{Q_1(s)} = \frac{1}{1+(A_1R_1+A_2R_2)s+A_1A_2s^2}$
C) $\frac{H_2(s)}{Q_1(s)} = \frac{1}{1+(A_1R_1+A_2R_2)s+A_1R_1A_2R_2s^2}$
D) $\frac{H_2(s)}{Q_1(s)} = \frac{1}{s[1+(A_1R_1+A_2R_2)s]}$

3. Considere a resposta temporal $c(t)$ de um sistema de segunda ordem para um sinal de entrada $u(t)$ em degrau unitário. Sejam s e $\mathcal{L}$, respectivamente a variável e o operador de Laplace, sejam $U(s) = \mathcal{L}[u(t)]$, $C(s) = \mathcal{L}[c(t)]$, seja ζ o coeficiente de amorteciento, ω_n a frequência natural não amortecida, t_p o tempo de pico e $c(t_p)$ o valor do pico da resposta temporal. Para um sistema descrito pela função de transferência $\frac{C(s)}{U(s)} = \frac{10}{s^2+s+4}$ tem-se:

3.a) A) $\zeta = 1$, $\omega_n = 4$ rad/s
B) $\zeta = 0,1$, $\omega_n = 0,63$ rad/s
C) $\zeta = 0,25$, $\omega_n = 2$ rad/s
D) $\zeta = 0,5$, $\omega_n = 0,4$ rad/s

3.b) A) $t_p = 0,972$ seg, $c(t_p) = 1,023$
B) $t_p = 0,556$ seg, $c(t_p) = 1,982$
C) $t_p = 1,622$ seg , $c(t_p) = 3,611$
D) $t_p = 2,016$ seg, $c(t_p) = 0,806$

4. Considere um sistema cuja função de transferência (em malha fechada) tem como denominador o polinómio $D(s) = s^4 + s^3 + 2s^2 + s + K$, $K \in \Re$. Pelo critério de estabilidade de Routh-Hurwitz sabe-se que o sistema é estável para:
A) $0 < K < 1$, B) $K > 1$, C) $1 < K < 2$, D) $K > 0$

5. Considere um sistema com função de transferência (em malha aberta) $G(s) = \frac{K(s+2)}{s(s+1)^2(s+3)}$ e o respectivo lugar de raízes directo (LRD).

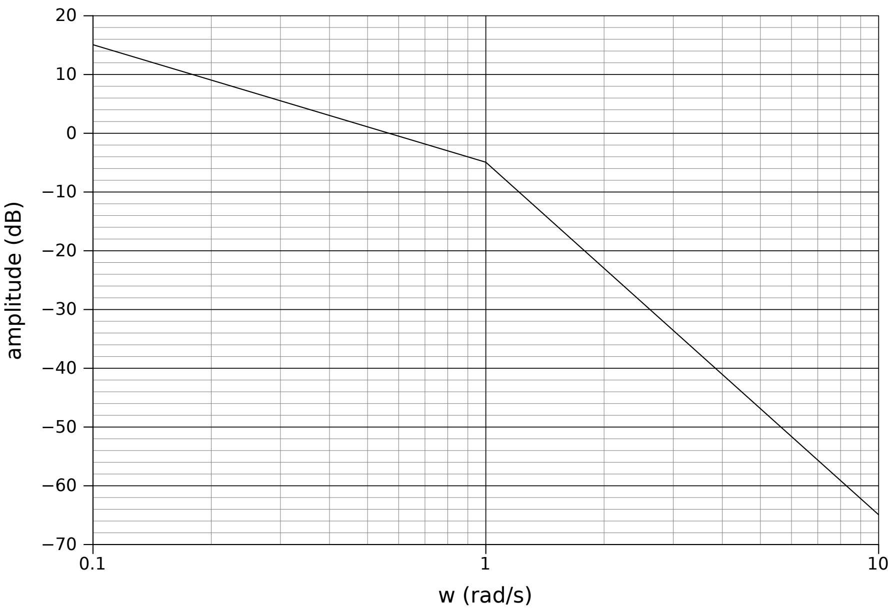
5.a) O ponto σ de intersecção das assimptotas (também chamado de centróide) no eixo real vem:
A) $\sigma = -1$
B) $\sigma = -\frac{1}{2}$
C) $\sigma = -2$
D) $\sigma = -\frac{3}{2}$

5.b) O traçado no LRD no eixo real situa-se nos intervalos:
A) $\sigma \in \,]-\infty, -3] \cup [-2, 0]$
B)$\sigma \in \,]-\infty, -2] \cup [-1, 0]$
C) $\sigma \in \,]-\infty, -1]$
D) $\sigma \in \,]-\infty, -2]$

6. Considere um sistema cuja função de transferência em malha aberta é dada por $G(s) = \frac{K}{s(s+1)^2}$.

6.a) Obtém-se um margem de fase $MF = 60$ graus para um ganho:
A) $K = 0,287$, B) $K = 2,941$, C) $K = 0,567$, D) $K = 5,670$

6.b) Obtém-se o diagrama assimptótico de Bode das amplitudes representado na figura para um ganho:
A) $K = 0,287$
B) $K = 2,871$
C) $K = 0,567$
D) $K = 5,672$



7. Considere um sistema cuja função de transferência (em malha aberta) dada por $G(s) = \frac{10e^{-3s}}{2s+1}$. 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) $K = 0.117$, $T_i = 5.132$, $T_d = 0.854$
B) $K = 0.238$, $T_i = 6.223$, $T_d = 0.657$
C) $K = 0.571$, $T_i = 3.184$, $T_d = 0.501$
D) $K = 0.973$, $T_i = 2.101$, $T_d = 0.325$

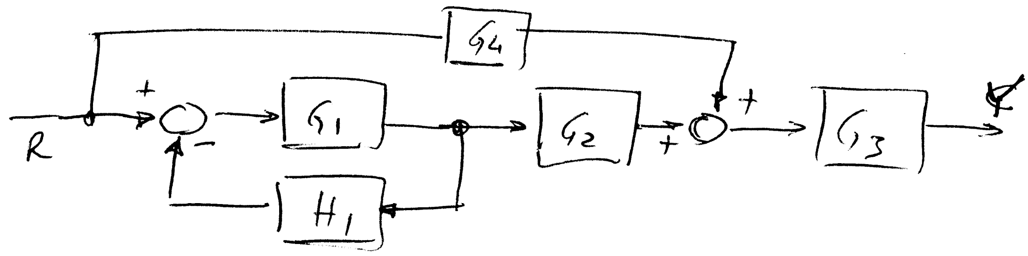
Turma____Aluno Nº:___________ .
Nome: ____

Respostas

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

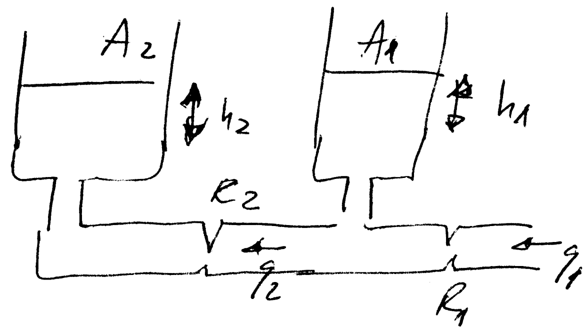
TESIS, 8-Julho-2011

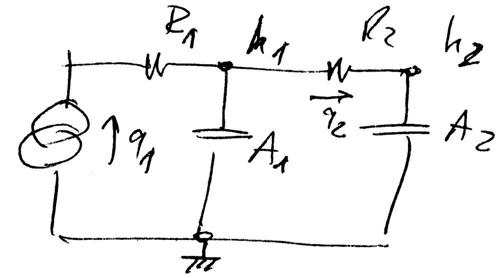
1.



$$Y/R = \left\{\left[\frac{G_1}{1+G_1H_1}\cdot G_2\right] + G_4\right\} G_3 = \left(\frac{G_1G_2}{1+G_1H_1} + G_4\right) G_3$$

2.





$$\left|\begin{array}{l} Q_1 = sA_1H_1 + Q_2 \\ Q_2 = \dfrac{H_1 - H_2}{R_2} \\ Q_2 = sA_2H_2 \end{array}\right.$$

$$Q_1R_2 = sA_1H_1R_2 + H_1 - H_2 \quad (1)$$

$$H_1 - H_2 = sA_2R_2H_2 \rightarrow H_1 = (sA_2R_2 + 1)H_2$$

(1) $$Q_1R_2 = [(sA_1R_2+1)(sA_2R_2+1) - 1]H_2$$

$$Q_1R_2 = [s^2A_1A_2R_2^2 + s(A_1+A_2)R_2]H_2$$

$$\frac{H_2}{Q_1} = \frac{1}{s[sA_1A_2R_2 + (A_1+A_2)]}$$

3. $$\frac{C}{U} = \frac{10}{s^2+s+4} = \frac{10}{4}\cdot\frac{4}{s^2+s+4}$$

3a) ganho $= k = 10/4$, $w_n^2 = 4$, $2\zeta w_n = 1 \Rightarrow W_n = 2$, $\zeta = 0{,}25$

3b) $t_p = \dfrac{\pi}{w_n\sqrt{1-\zeta^2}} = \dfrac{\pi}{2\sqrt{1-0{,}25^2}} = 1{,}622$ seg; $c(t_p) = \dfrac{10}{4}\cdot\left(1+e^{-\frac{\zeta\pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}}\right) = 3{,}611$

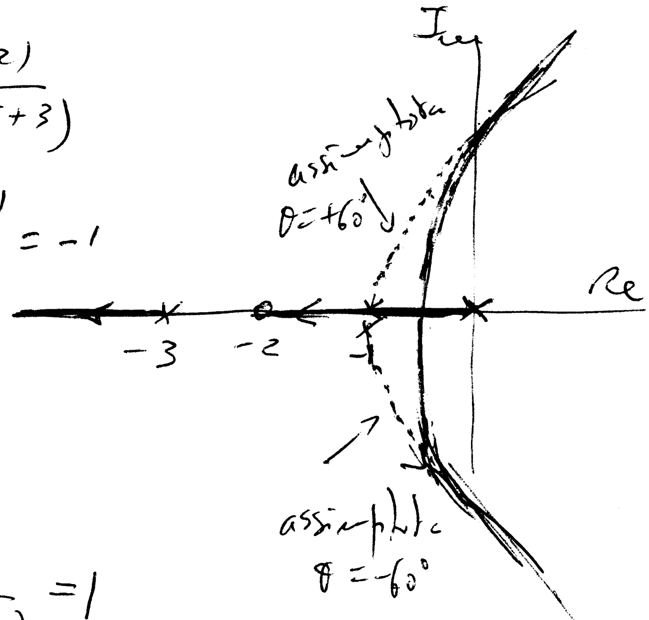
2

4) $D(s) = s^4 + s^3 + 2s^2 + s + k$

$$\begin{array}{c|ccc} s^4 & 1 & 2 & k \\ s^3 & 1 & 1 & \\ s^2 & 1 & k & \\ s^1 & 1-k & & \longrightarrow 1-k>0 \\ s^0 & k & & \longrightarrow k>0 \end{array} \Bigg\} \quad 0<k<1$$

5) $G(s) = \dfrac{k(s+2)}{s(s+1)^2(s+3)}$

$$\sigma = \frac{(0-1-1-3)-(-2)}{4-1} = -1$$



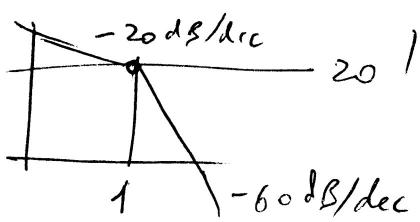
6) $G(s) = \dfrac{k}{s(s+1)^2}$

6a) $|G(j\omega)| = \dfrac{k}{w(w^2+1)} = 1$

$\angle G(j\omega) = -\dfrac{\pi}{2} - 2\operatorname{arctg} w \Rightarrow \pi - \dfrac{\pi}{2} - 2\operatorname{arctg} w = \dfrac{\pi}{3} \Rightarrow w = 0{,}268 \text{ rad/s}$

$$\frac{k}{0{,}268(0{,}268^2+1)} = 1 \Longrightarrow k = 0{,}28\cancel{7}$$

6.b)



$20\log_{10} k = -4{,}9 \Rightarrow k = 0{,}567$

7) $\tau = 2$, $T = 3$, $k_p = 10$ Mètode Cohen-Coon

$$\begin{cases} k = \dfrac{2}{T k_p}\left(1{,}35 + 0{,}27\, T/\tau\right) = 0{,}117 \\ T_i = T\left(\dfrac{2{,}5 + 0{,}5\, T/\tau}{1 + 0{,}6\, T/\tau}\right) = 5{,}138 \\ T_d = T\, \dfrac{0{,}37}{1 + 0{,}2\, T/\tau} = 0{,}854 \end{cases}$$