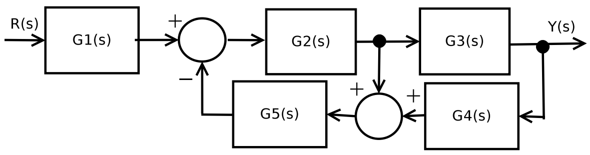
ISEP, LEEC, Teoria dos Sistemas, 9-Julho-2018

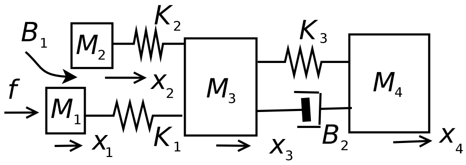
Época Recurso. Todas as perguntas devem ser respondidas unicamente na folha de respostas. Seleccione apenas uma das 4 alternativas assinalando-a na matriz de respostas. O teste é sem consulta. Duração da prova: 1:30

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. Sabe-se as funções de transferência $G_i(s)$, $i = 1, \cdots, 5$, funções de trasferência. Simplificando o diagrama de blocos obtém-se a função de transferência $\frac{Y(s)}{R(s)}$:

A) $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G_1 G_2 G_3}{1+G_5(G_3 G_4+G_2)}$
B) $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G_1 G_2 G_3}{1+G_2(G_3 G_4+G_5)}$
C) $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G_1 G_2 G_3}{1+G_2 G_5(G_3 G_4+1)}$
D) Outro resultado



2. Considere o sistema mecânico da Figura onde $f(t)$ representam a força aplicada, $x_1(t)$, $x_2(t)$, $x_3(t)$ e $x_4(t)$ deslocamentos, K_1, K_2 e K_3 constantes de rigidez das molas (lei de Hooke), B_1 e B_2 coeficientes de atrito (viscoso) e M_1, M_2, M_3 e M_4 massas. Uma das equações do modelo matemático vem:



A) $K_3 (x_4 - x_3) - B_2 (\dot{x}_4 - \dot{x}_3) = M_4 \ddot{x}_4$
B) $-K_3 (x_4 - x_3) + B_2 (\dot{x}_4 - \dot{x}_3) = M_3 \ddot{x}_3$
C) $-K_3 (x_4 - x_3) - B_2 (\dot{x}_4 - \dot{x}_3) = M_2 \ddot{x}_2$
D) Outro resultado

3. Considere a resposta temporal $x(t)$ de um sistema em malha aberta quando é aplicada uma entrada em degrau (não-unitário) $u(t) = 2,\ t \geq 0$ representada na Figura. Seja $\frac{Y(s)}{U(s)} == \frac{K\omega_n^2}{s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^2}$, onde $K = 3$, $\zeta = 0,3$, $\omega_n = \sqrt{5}$. Então, sabe-se que o tempo de pico e o valor de pico da saída são dados por:

A) $t_p = 2,4728$, $y(t_p) = 7,2340$
B) $t_p = 3,4728$, $y(t_p) = 6,2340$
C) $t_p = 4,4728$, $y(t_p) = 5,2340$
D) Outro resultado

4. Considere um sistema com função de transferência $G(s) = K\frac{1}{s(s^2+2s+8)}$. O seu lugar de raízes directo revela um ângulo de partida α num dos polo complexos dado por:

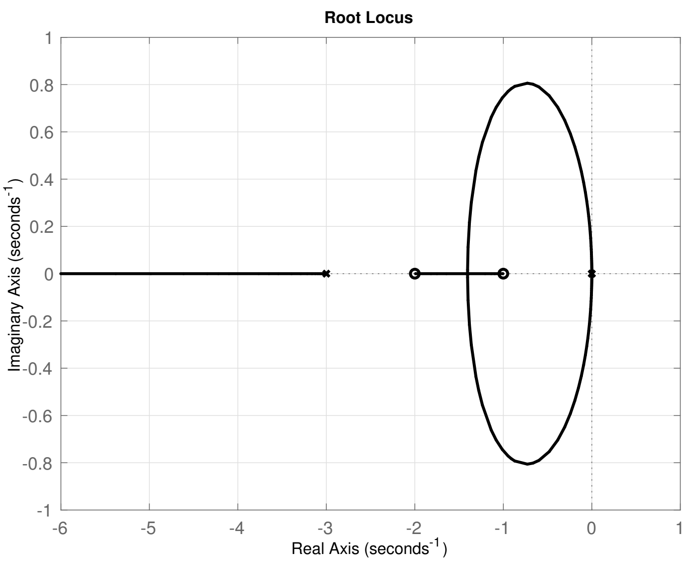
A) $\alpha = -30,7$ graus
B) $\alpha = -40,7$ graus
C) $\alpha = -50,7$ graus
D) Outro resultado

5. Considere um sistema com função de transferência $G(s) = K\frac{1}{s(s^2+2s+8)}$. O seu lugar de raízes directo apresenta um ponto de quebra de saída σ_1 para um ganho

A) Não apresenta ponto de quebra
B) $\sigma_1 = 0.87$
C) $\sigma_1 = 0.5$
D) Outro resultado

6. Considere um sistema com função de transferência $G(s)$ cujo lugar de raízes directo se encontra representado na Figura. A partir do gráfico sabe-se que:

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

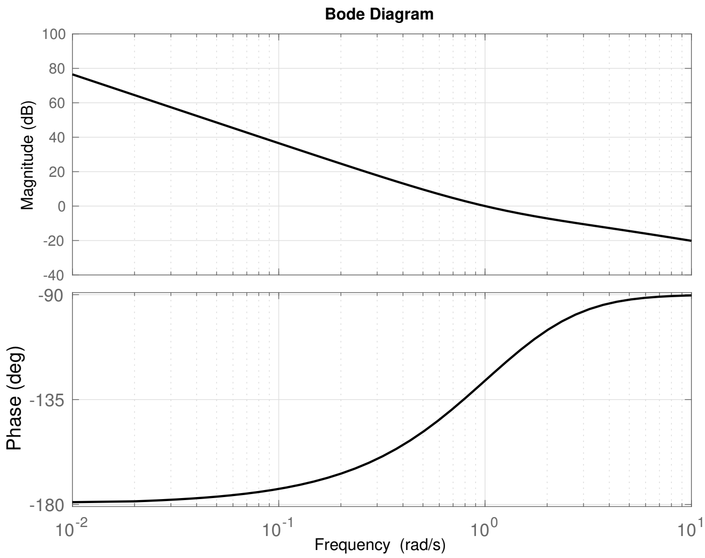


7. Considere um sistema com função de transferência $G(s) = \frac{6.7082}{s^2+1.3416s+5}$. Então, a resposta em frequência apresenta uma frequência de ressonância ω_r e um pico $|G(j\omega_r)|$:

A) $\omega_r = 3,9248$ rad/s, $|G(j\omega_r)| = 10,3890$ dB
B) $\omega_r = 1,9248$ rad/s, $|G(j\omega_r)| = 11,3890$ dB
C) $\omega_r = 2,9248$ rad/s, $|G(j\omega_r)| = 14,3890$ dB
D) Outro resultado

8. Considere um sistema cuja resposta em frequência (gráficos de Bode) está representada na Figura, onde o ganho se encontra em décibeis e a fase em graus. A partir do gráfico sabe-se que:

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



9. Considere um sistema com função de transferência $G(s) = \frac{1}{s(s^2+2s+8)}$. O sistema exibe uma margem de fase MF dada por:

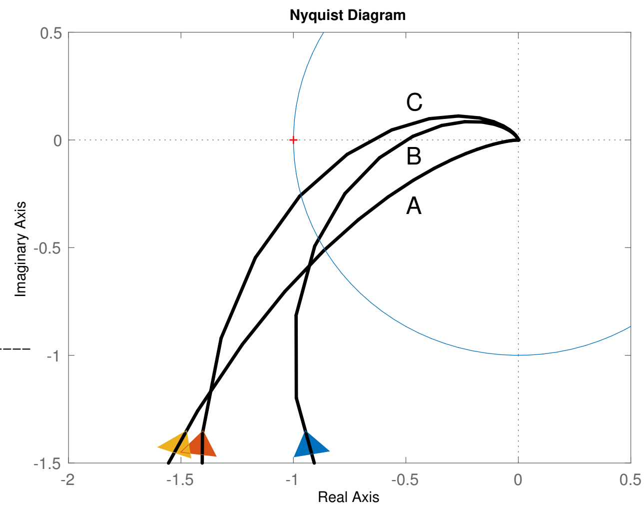
A) $MF = 48,2$ graus
B) $MF = 68,2$ graus
C) $MF = 58,2$ graus
D) Outro resultado

10. Considere um sistema com função de transferência $G(s) = \frac{4e^{-3s}}{s}$. O sistema em malha fechada inclui um controlador PID (Proporcional, Integral e Diferencial) e uma realimentação unitária. Pretende-se sintonizar um controlador PID através do método de Ziegler-Nichols open-loop. Então, os parâmetros K (ganho proporcional), T_i (constante de tempo integral) e T_d (constante de tempo diferencial) vêm dados por:

A) $K = 0,4$, $T_i = 8,0$, $T_d = 1,9$
B) $K = 0,3$, $T_i = 5,0$, $T_d = 1,8$
C) $K = 0,2$, $T_i = 3,0$, $T_d = 1,7$
D) Outro resultado

11. Considere um sistema controlado através de algoritmos P, PI, ou PID. As respostas no domínio das frequências (diagrama polar) do sistema e controlador em malha aberta, para os três casos, encontra-se representada na Fig. As letras A, B e C designam cada tipo de algoritmo e encontram-se assinalados por ordem aleatória na figura. Está também representado um círculo de raio unitário para faciltar a comparação. Pode afirmar-se:

A) letra A ⇔ controlador P,
letra B ⇔ controlador PI,
letra C ⇔ controlador PID
B) letra A ⇔ controlador PI,
letra B ⇔ controlador PID,
letra C ⇔ controlador P
C) letra A ⇔ controlador PID,
letra B ⇔ controlador P,
letra C ⇔ controlador PI
D) Outro resultado



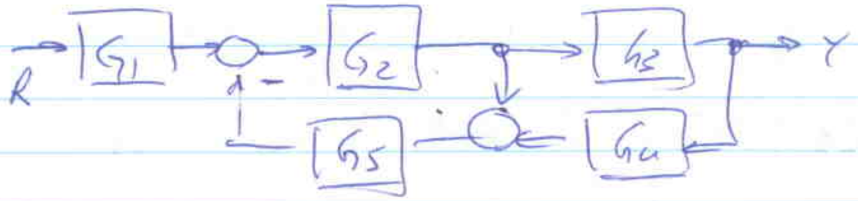
Aluno Nº ____________________
Nome:____
Data: ________________

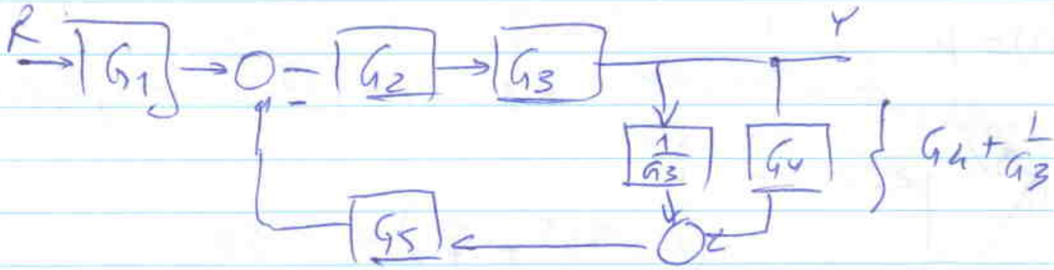
Respostas:

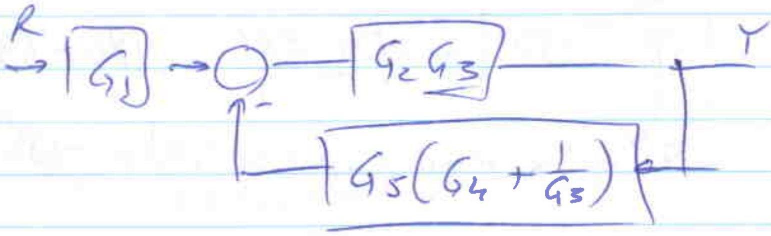
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A											
B											
C											
D											

TESIS, Exame Recurso 9-Julho-2018

(1)

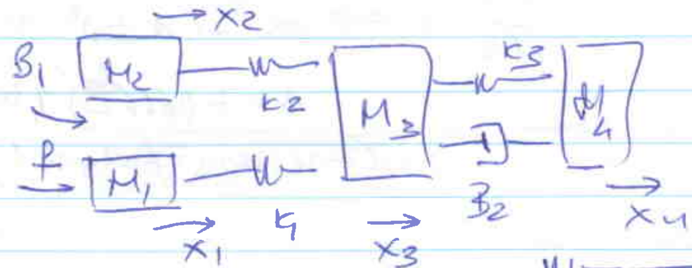




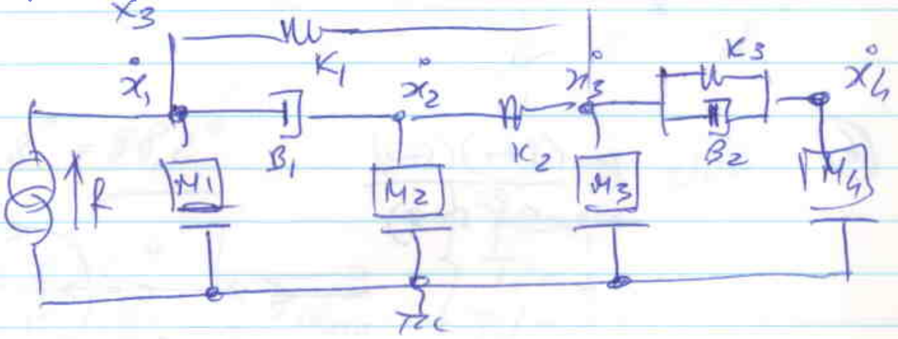


$$Y = \frac{G_1 \cdot G_2 G_3}{1 + G_2 G_3 G_5 \left(G_4 + \frac{1}{G_3}\right)} R = \frac{G_1 G_2 G_3}{1 + G_2 G_5 \left(G_3 G_4 + 1\right)} R$$

(2)



Analogia eléctrica



$$f = M_1 \ddot{x}_1 + B_1(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) + K_1(x_1 - x_3)$$
$$0 = M_2 \ddot{x}_2 + B_1(\dot{x}_2 - \dot{x}_1) + K_2(x_2 - x_3)$$
$$0 = M_3 \ddot{x}_3 + K_1(x_3 - x_1) + K_3(x_3 - x_4) + B_2(\dot{x}_3 - \dot{x}_4)$$
$$\rightarrow \quad 0 = M_4 \ddot{x}_4 + B_2(\dot{x}_4 - \dot{x}_3) + K_3(x_4 - x_3) \leftarrow$$

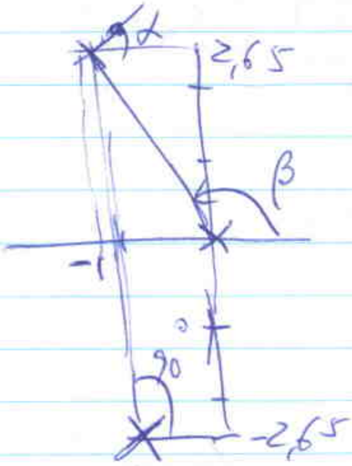
2

(3) $K=3, \quad \xi=0{,}3, \quad \omega_n=\sqrt{5}$ rad/s

$t_p = 1{,}4728$ seg. degrau amplitude 2

$y(t_p) = 3 \times 2 \times 1{,}3723 = 8{,}2340$

(4) $G(s) = K \dfrac{1}{s(s^2+2s+8)} \rightarrow s = -1 \pm j\sqrt{7} \simeq -1 \pm j2{,}65$



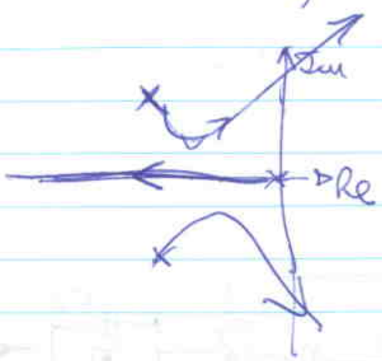
$-(\alpha + 90° + \beta) = -180°$

$\beta = 180 - \operatorname{arctg} \dfrac{2{,}61}{1} = 180 - 69{,}3°$

$-(\alpha + 90 + \cancel{180} - 69{,}3) = -\cancel{180}°$

$\alpha = -20{,}7°$

(5) $K \dfrac{1}{s(s^2+2s+8)} = -1 \Rightarrow K = -s(s^2+2s+8)$

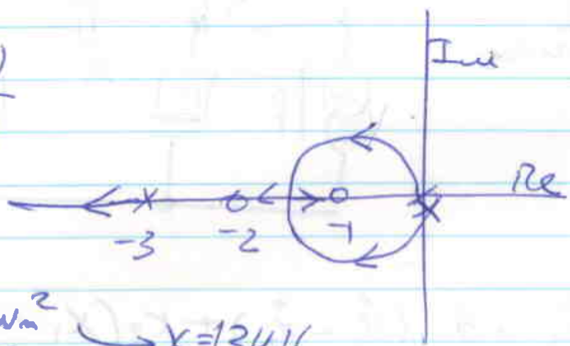


$\dfrac{dK}{ds} = 0 \Rightarrow 3s^2+4s+8=0$

$s = -0{,}666 \pm j1{,}49$

(não era preciso!)

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



(7) $G(s) = \dfrac{6{,}7082}{s^2+1{,}3416s+5}$ $\rightarrow K\omega_n^2 \rightarrow K=1{,}3416$

$\rightarrow \omega_n = \sqrt{5} = 2{,}236$ rad/s

$\rightarrow 2\xi\omega_n = 1{,}3416 \rightarrow \xi = 0{,}3$

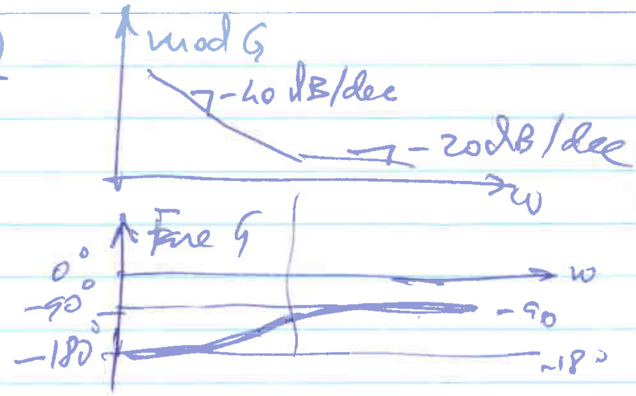
$\omega_1 = \omega_n \sqrt{1-2\zeta^2} = 2{,}0248$ rad/s

$M_r = k \dfrac{1}{2\zeta\sqrt{1-\zeta^2}} = 1{,}34 \times 1{,}7471 = 2{,}344$

$M_r(dB) = 7{,}389$ dB

8

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



9

$G(s) = \dfrac{1}{s(s^2+2s+8)} \xrightarrow{s=j\omega} G(j\omega) = \dfrac{1}{j\omega(-\omega^2+2j\omega+8)}$

$G(j\omega) = \dfrac{1}{\underbrace{\omega\sqrt{(8-\omega^2)^2+(2\omega)^2}}_{|G|}} \angle -90^\circ - \operatorname{arctg}\left(\dfrac{2\omega}{8-\omega^2}\right)$

$|G| = 1$

$\Downarrow$

$\dfrac{1}{\omega\sqrt{(8-\omega^2)^2+(2\omega)^2}} = 1 \Longrightarrow \omega_1 = 0{,}1252$ rad/s

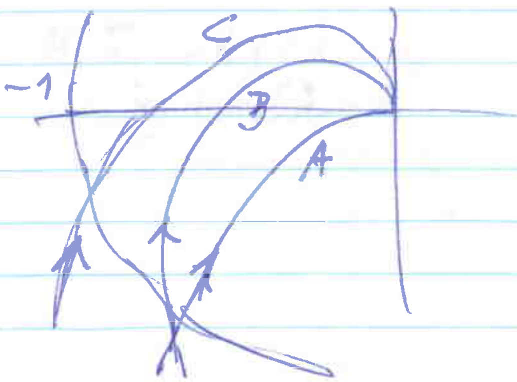
$\angle G(j\omega = j\omega_1) = -90^\circ - \operatorname{arctg}\left(\dfrac{2\omega_1}{8-\omega_1^2}\right) = -90^\circ - 1{,}8^\circ$

$MF = 180 - 91{,}8^\circ = 88{,}2^\circ$

10

$G(s) = \dfrac{4e^{-3s}}{s}$ $\begin{cases} R_1 = 4 \\ T = 3 \end{cases} \xrightarrow{ZN_{ma}} \begin{cases} K = 0{,}1 \\ T_1 = 6 \\ T_d = 1{,}5 \end{cases}$

11



A → PID (mais estável)

B → P

C → PI (menos estável)