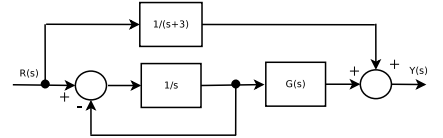


**Instituto Politécnico do Porto, Instituto Superior de Engenharia, Licenciatura em Eng.
Electrotécnica e de Computadores, Teoria dos Sistemas, 1-Julho-2014**

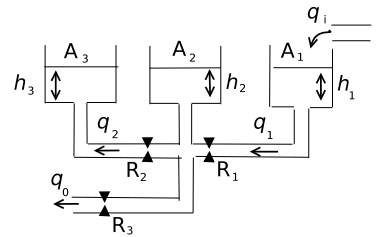
Todas as perguntas devem ser respondidas unicamente na folha de respostas. Seccione apenas uma das 4 alternativas assinalando-a na matriz de respostas. O teste é sem consulta. Duração da prova: 1:45

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 dos sinais de entrada e de saída. A função de transferência do sistema vem $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{1}{s+2}$ para:



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

2. Considere o sistema hidráulico representado na figura seguinte, onde $q_i(t)$ e $q_o(t)$ representam os caudais de entrada e de saída. Sejam $h_1(t)$, $h_2(t)$ e $h_3(t)$ as alturas de líquido nos reservatórios 1, 2 e 3, respectivamente, e sejam as suas áreas designadas por A_1 , A_2 e A_3 . As resistências hidráulicas são representadas por R_1 , R_2 e R_3 . Sejam s e \mathcal{L} , respectivamente a variável e o operador de Laplace. O modelo do sistema vem:



- A) $Q_i = Q_1 + sA_1H_1$, $H_1 - H_2 = R_1Q_1$, $Q_1 = Q_2 + sA_2H_2$, $H_2 - H_3 = R_2Q_2$, $Q_2 = Q_o + sA_3H_3$, $H_3 = R_3Q_o$
 B) $Q_i = Q_1 + sA_1H_1$, $H_1 - H_2 = R_1Q_1$, $Q_1 = Q_2 + Q_o + sA_2H_2$, $H_2 - H_3 = R_2Q_2$, $Q_2 = sA_3H_3$, $H_2 = R_3Q_o$
 C) $Q_i = Q_1 + sA_1H_1$, $H_1 - H_2 = R_1Q_1$, $Q_1 = Q_2 + sA_2H_2$, $H_2 - H_3 = R_2Q_2$, $Q_2 = Q_o + sA_3H_3$, $H_3 = R_3Q_o$
 D) Outro resultado

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 amortecimento, 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 $\frac{C(s)}{U(s)} = \frac{8}{s^2 + 4s + 16}$ tem-se:

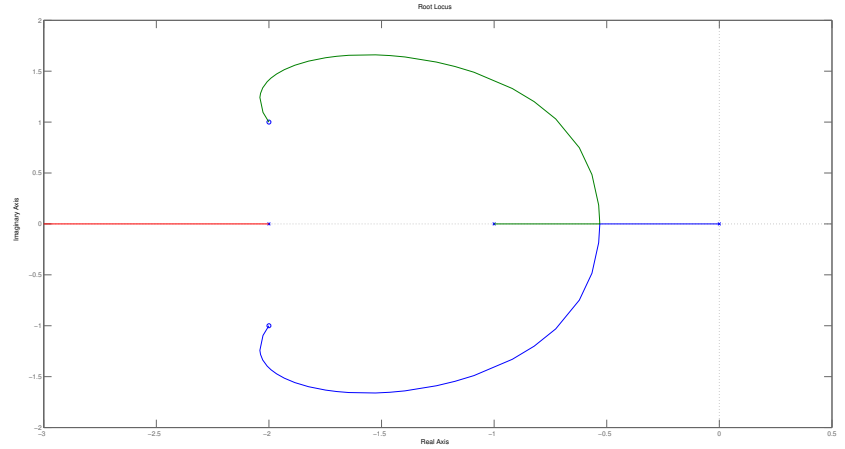
- 3.a) A) $\zeta = 1$, $\omega_n = 16$ rad/s
 B) $\zeta = 0,25$, $\omega_n = 8$ rad/s
 C) $\zeta = 0,5$, $\omega_n = 4$ rad/s
 D) Outro resultado
 3.b) A) $t_p = 1,652$ seg, $c(t_p) = 1,916$
 B) $t_p = 1,172$ seg, $c(t_p) = 1,248$
 C) $t_p = 0,732$ seg, $c(t_p) = 1,017$
 D) Outro resultado

4. Considere um sistema cuja função de transferência (em malha fechada) tem como denominador o polinómio $D(s) = s^3 + 2s^2 + 3s + K$, $K \in \mathbb{R}$. Pelo critério de estabilidade de Routh-Hurwitz sabe-se que o sistema é estável para:

- A) $0 < K < 6$, B) $K > 6$, C) O sistema é sempre estável (para qualquer valor de K), D) Outro resultado

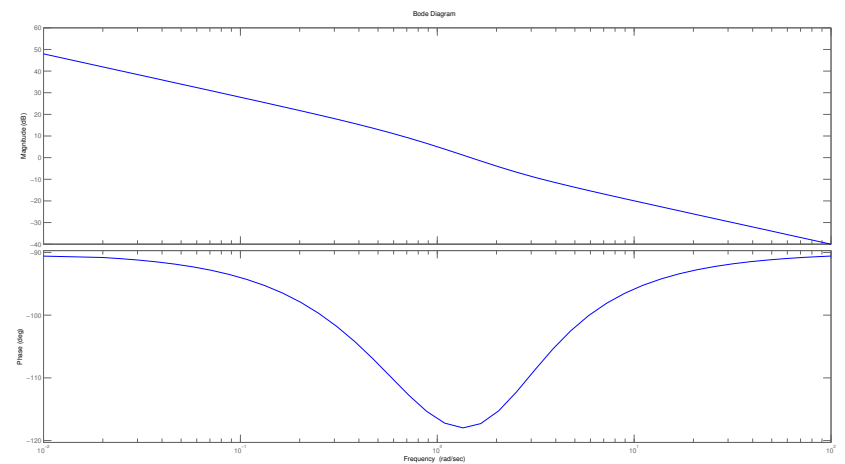
5. Considere um sistema com função de transferência $G(s)$ cujo lugar de raízes directo se encontra representado na figura. A partir do gráfico sabe-se que:

- A) $G(s) = K \frac{1}{s(s+1)(s+2)}$
- B) $G(s) = K \frac{s^2+4s+5}{s(s+1)(s+2)}$
- C) $G(s) = K \frac{s^2+4s}{s(s+2)(s+3)}$
- D) $G(s) = K \frac{s^2+5}{s(s+1)(s+3)}$



6. Considere um sistema de cuja resposta em frequência (gráficos de Bode de amplitude e fase) se encontra representado na figura. A partir dos gráficos sabe-se que:

- A) $G(s) = K \frac{1}{s(s+1)(s+2)}$
- B) $G(s) = K \frac{s^2+4s+5}{(s+1)(s+2)}$
- C) $G(s) = K \frac{s^2+4s+5}{s(s+1)(s+2)}$
- D) $G(s) = K \frac{s^2+5}{(s+1)(s+2)}$



7. Considere o sistema $G(s) = \frac{16}{s^2+4s+16}$. Na resposta em frequência existe uma ressonância tal que:

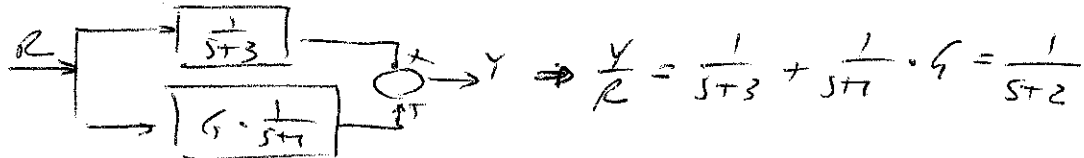
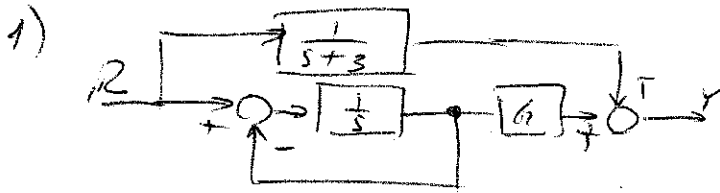
- A) $\omega_r = 1.945$ rad/s, $M_r = 1,472$
- B) $\omega_r = 2,027$ rad/s, $M_r = 1,358$
- C) $\omega_r = 3,828$ rad/s, $M_r = 1,065$
- D) Outro resultado

8. Considere um sistema com função de transferência $G(s) = \frac{10e^{-5s}}{3s+1}$. Pretende-se

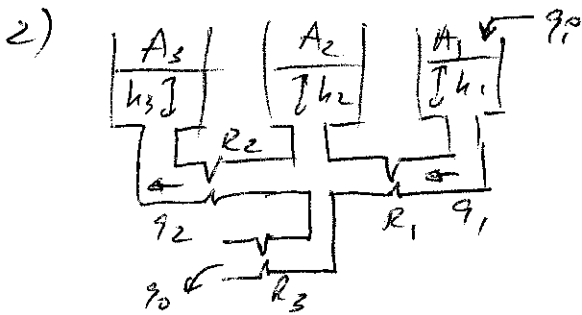
sintonizar um controlador PID (Proporcional, Integral e Diferencial) pelo método de Cohen-Coon. Assim, os parâmetros K (ganho proporcional), T_i (constante de tempo integral) e T_d (constante de tempo diferencial) vêm dadas por:

- A) $K = 0,081$, $T_i = 7,5$, $T_d = 1,233$
- B) $K = 0,128$, $T_i = 5,7$, $T_d = 1,456$
- C) $K = 0,271$, $T_i = 3,6$, $T_d = 0,648$
- D) Outro resultado

IEE - Teoria dos Listemas, 1-Julho-2014



$$G = \left(\frac{1}{s+2} - \frac{1}{s+3} \right) (s+1) = \frac{1}{(s+2)(s+3)}$$



$$A A_1 H_1 + Q_1 = Q_1$$

$$R_1 Q_1 = H_1 - H_2$$

$$Q_1 = Q_2 + Q_0 + A A_2 H_2$$

$$H_2 - H_3 = R_2 Q_2$$

$$H_2 = R_3 Q_0$$

$$A A_3 H_3 = Q_2$$

3) $\frac{C(s)}{U(s)} = \frac{8}{s^2 + 4s + 16}$

3a) $\kappa = 0,5$

$$\omega_n = \sqrt{16} = 4 \text{ rad/s}$$

$$\zeta = \frac{4}{2 \cdot 4} = 0,5$$

3b) $t_p = 0,907 \text{ seg}$

$$y(t_p) = 0,5 \times 1,163 = 0,582$$

4) $s^3 + 2s^2 + 3s + \kappa$

$$\begin{array}{c|cc} 3 & 1 & 3 \end{array}$$

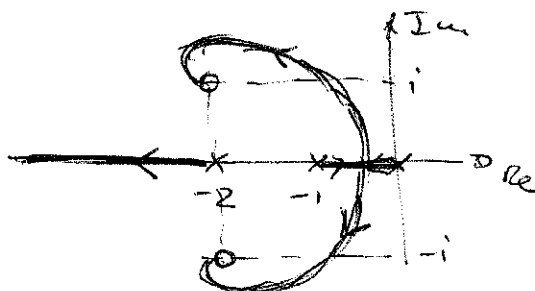
$$\begin{array}{c|cc} 2 & 2 & \kappa \end{array}$$

$$\begin{array}{c|cc} 1 & \frac{6-\kappa}{6} & \end{array}$$

$$\begin{array}{c|cc} 0 & \kappa & \end{array}$$

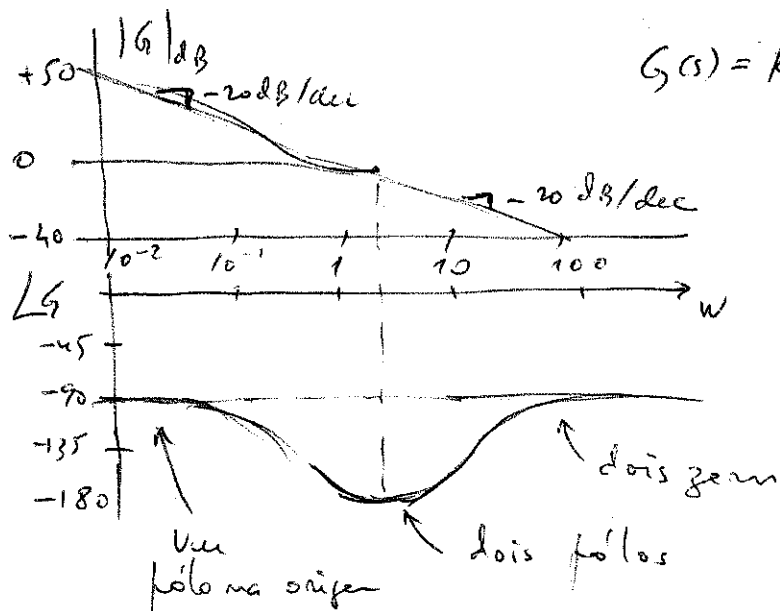
$$\left. \begin{array}{l} \longrightarrow 6 - \kappa > 0 \\ \longrightarrow \kappa > 0 \end{array} \right\} 0 < \kappa < 6$$

5) $G(s) = \frac{s^2 + 4s + 5}{s(s+1)(s+2)}$ \longrightarrow zeros = $-2 \pm i$



lugar de raízes

6) Diagramme Bode



$$G(s) = K \frac{s^2 + 4s + 5}{s(s+1)(s+2)}$$

$$7) G(s) = \frac{16}{s^2 + 4s + 16} \quad \left\{ \begin{array}{l} \omega_n = 4 \\ \xi = 0,5 \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \omega_n = 2,828 \text{ rad/s} \\ \xi = 1,155 \end{array} \right.$$

$$8) G(s) = 10 \frac{e^{-5s}}{3s+1} \quad \text{PID - Cohen-Grön}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} K = 0,108 \\ T_n = 8,333 \\ T_d = 1,388 \end{array} \right.$$