

Nome: _____

Matrícula: _____

Instruções:

- Tempo máximo de duração: 2 horas.
- Explique o desenvolvimento das questões. Resultados sem explicações e sem desenvolvimentos não serão aceitos;
- Não use aproximações, exceto quando explicitamente indicado;
- É permitido o uso de máquina calculadora;
- Quando forem solicitados resultados analíticos (*i.e.*, fórmulas literais), estes devem ser desenvolvidos envolvendo as variáveis de interesse e os parâmetros do modelo. Outras variáveis dependentes não devem estar presentes nas fórmulas.

Principais fórmulas:

- Considere $x \sim N(x_0, \sigma_x^2)$ e $y \sim N(y_0, \sigma_y^2)$ variáveis aleatórias de distribuição Gaussiana. A variável z obtida pela função

$$z = f(x, y)$$

é aproximadamente Gaussiana com média e variância dadas respectivamente por

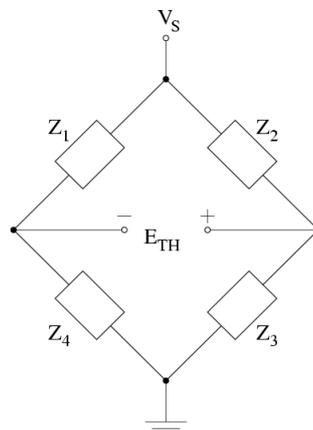
$$E\{z\} = z_0 \approx f(x_0, y_0),$$

$$E\{(z - z_0)^2\} = \sigma_z^2 \approx \sigma_x^2 \left(\left. \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \right|_{x=x_0, y=y_0} \right)^2 + \sigma_y^2 \left(\left. \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} \right|_{x=x_0, y=y_0} \right)^2.$$

- Característica estática de um elemento de sistema de medição:

$$O(I) = KI + a + K_M I_M I + K_I I_I + N(I),$$

- Ponte de deflexão: $E_{TH} = V_S \left(\frac{1}{1+Z_4/Z_1} - \frac{1}{1+Z_3/Z_2} \right)$



Questões:

1. A resistência R_T de um termistor varia de acordo com a temperatura T em Kelvin de acordo com o modelo

$$R_T = R_0 \cdot \exp\left(\beta \left[\frac{1}{T} - \frac{1}{273}\right]\right)$$

com $R_0 = 5000\Omega$. Para calibrar este sensor, dispõe-se de uma única medição: $R_{T_1} = 1000\Omega$ obtida a $T_1 = 323K$, com desvios-padrões associados $\sigma_{R_{T_1}} = 10\Omega$ e $\sigma_{T_1} = 1K$. Neste caso, supõe-se que a incerteza de medição é Gaussiana. Pede-se:

- Determinar o parâmetro β a partir da única medição feita com o sensor, assim como seu desvio-padrão. **(pontos: 1,5)**.
 - Determinar o modelo linear para a faixa de operação $273K \leq T \leq 373K$. **(pontos: 1,0)**.
 - Considerando a faixa de operação $273K \leq T \leq 373K$, determinar a não-linearidade percentual para $T = 323K$. **(pontos: 1,5)**.
2. Considere um sensor capacitivo para medição de nível de líquidos não-condutivos em que sua capacitância relaciona-se com o nível do líquido h por

$$C = \frac{\varepsilon_o w}{d} (l + (\varepsilon - 1)h)$$

com $l > h$ sendo o comprimento total das placas do sensor, w é a largura das placas, d é a distância que as separa, ε é permissividade relativa do líquido e ε_o é a permissividade do ar. São dados $\varepsilon_o = 8,85 \text{ pF}\cdot\text{m}^{-1}$, $\varepsilon = 35$, $l = 55\text{cm}$, $w = 3\text{cm}$ e $d = 1\text{cm}$. Usando uma ponte reativa com $Z_2 = R_2$ e $Z_3 = R_3$ sendo resistências, $Z_1 = 1/sC_1$ sendo um capacitor, $Z_4 = 1/sC$ o sensor, e $V_S = 1 \sin(\omega t)$ Volts, responda:

- Sendo $R_3/R_2 \gg 1$, determine C_1 de modo a ter $E_{TH}(t) = 0$ para $h = 0\text{cm}$. **(pontos: 1,0)**.
 - Partindo do resultado do item anterior, para h de 0 a 50cm , qual a faixa de amplitudes da tensão de saída E_{TH} ? **(pontos: 1,5)**.
 - Para extrair de E_{TH} o nível do líquido, seria necessário usar um demodulador sensível a fase? Por quê? **(pontos: 1,0)**.
3. Na Figura 1 é mostrado um circuito de amplificador isolado usando o opto-acoplador linear IL300. $+V_{ref1}$, $+V_{ref2}$, $+V_{cc}$ e $-V_{cc}$ são tensões constantes cujos valores não interessam para esta resolução, mas garantem que, em malha fechada, os amplificadores operacionais operem na região linear. No IL300, as seguintes relações são satisfeitas: $I_{p1} = K_1 \cdot I_s$ e $I_{p2} = K_2 \cdot I_s$. Sendo v_e uma tensão constante, determine a relação existente entre v_s e v_e supondo que os AMPOPs estejam operando na região linear. **(pontos: 2,5)**

BOA PROVA!

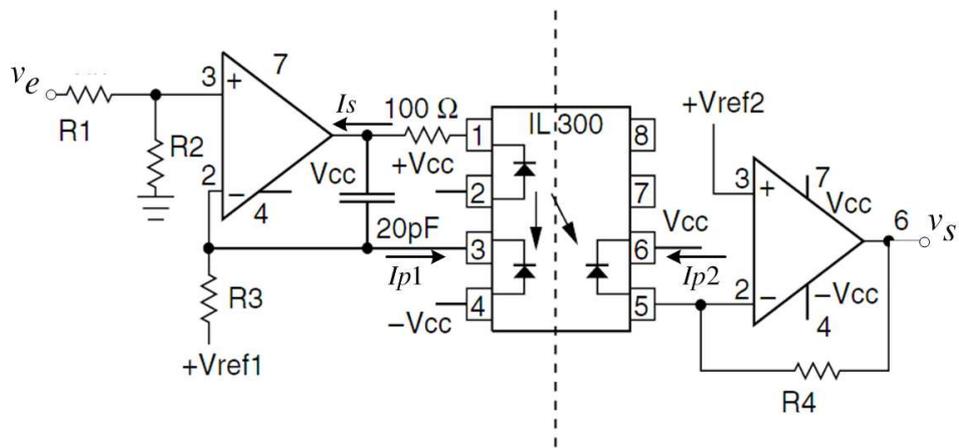


Figura 1: Circuito de amplificador opto-isolado com o IL300.