



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;
- Não 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

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

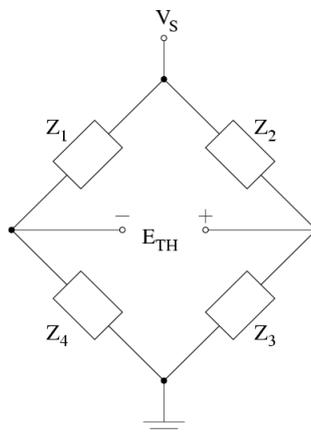
é aproximadamente Gaussiana com média e variância dadas respectivamente por

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

- 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. Considere um circuito de condicionamento de sinal para extensômetro usando ponte de Wheatstone em que o elemento sensor é colocado na impedância Z_3 . O elemento sensor possui resistência R_I que se relaciona com a deformação e segundo a fórmula $R_I - R_o = R_o G e$, em que G é uma constante de forma que $G e \ll 1$ para toda a faixa de operação do sensor. Com $e = 0$, deseja-se que a ponte esteja balanceada. Determine a relação que garante um projeto com sensibilidade máxima (**pontos: 2,0**) e, na condição de máxima sensibilidade determine relações para os componentes do circuito de condicionamento e a relação entre E_{TH} e e (**pontos: 1,5**).

2. Em uma ponte reativa, tem-se $Z_1 = 1/sC_1$ e $Z_4 = 1/sC_4$ dados por capacitores de um sensor diferencial de deslocamento, e $Z_2 = R_2$ e $Z_3 = R_3$ dados por resistores. Considera-se também $V_s = \hat{V}_s \cos(\omega t)$, com $\hat{V}_s, \omega > 0$, e

$$C_1 = \frac{\varepsilon \varepsilon_o A}{d+x} \quad C_4 = \frac{\varepsilon \varepsilon_o A}{d-x}$$

em que x é o deslocamento que se deseja medir, A é a área das placas dos capacitores do sensor diferencial, d é a distância entre as duas placas fixas e $\varepsilon, \varepsilon_o$ são parâmetros do dielétrico. Responda as questões seguintes:

- (a) Determine E_{TH} (**pontos: 1,5**)
 - (b) Sendo $-\frac{d}{2} < x < \frac{d}{2}$, poderia ser necessário um demodulador sensível a fase para se extrair de E_{TH} uma medida proporcional a x ? Justifique sua resposta. (**pontos: 1,5**)
3. No circuito da Figura 1, $s(t)$ é um sinal digital variando de 0 a α Volts, e a chave analógica é considerada ideal, ela fechando com $s(t)$ em nível lógico alto. Sendo $s(t)$ na forma mostrada nessa figura, esboce as formas de onda $v_e(t)$ e $v_s(t)$ além de determinar o valor de $v_e(t)$ imediatamente antes da transição negativa de $s(t)$ (**pontos: 1,5**). Sugira alterações no circuito no sentido de que $v_s(t)$ corresponda apenas ao último valor de $v_e(t)$ imediatamente antes da transição negativa de $s(t)$ (**pontos: 1,0**). Para que poderia servir esse circuito? (**pontos: 0,5**)

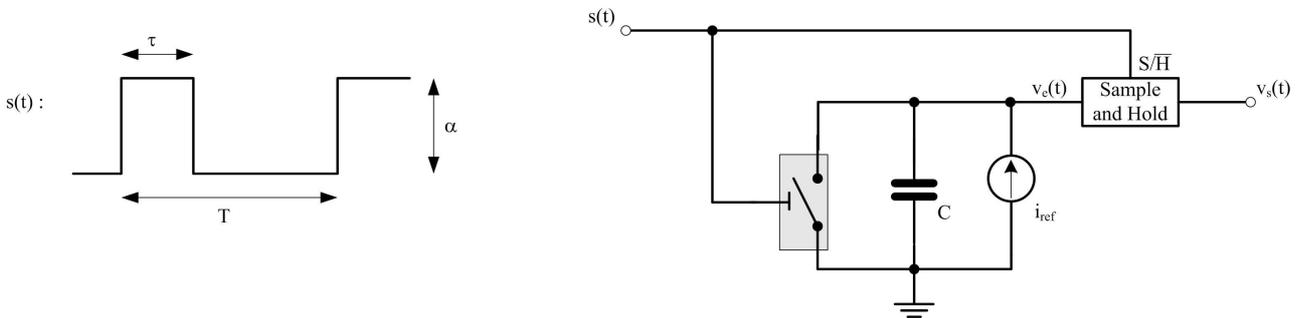


Figura 1: Circuito do quesito 3.

BOA PROVA!