

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

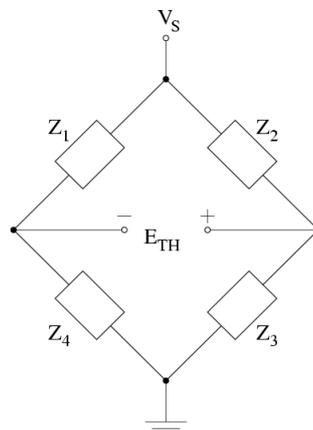
$$E\{z\} = z_0 \approx f(x_0, y_0),$$

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

- 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. Considere um sensor capacitivo real, que, além da capacitância C_s , possui uma resistência interna finita R_s . A medição da capacitância C_s pode ser feita de forma indireta usando um oscilador astável com o LM555, conforme a configuração da Figura 1. Neste circuito, o período do sinal V_s dependerá das resistências R_A , R_B , R_s e da capacitância C_s .
 - (a) Determine a condição que relaciona R_A , R_B e R_s de forma que o circuito apresente oscilação auto-sustentada **(pontos: 1,0)**
 - (b) Analise o circuito e determine a fórmula do período T da oscilação em V_s , supondo que a condição estabelecida no item anterior seja válida **(pontos: 2,0)**.

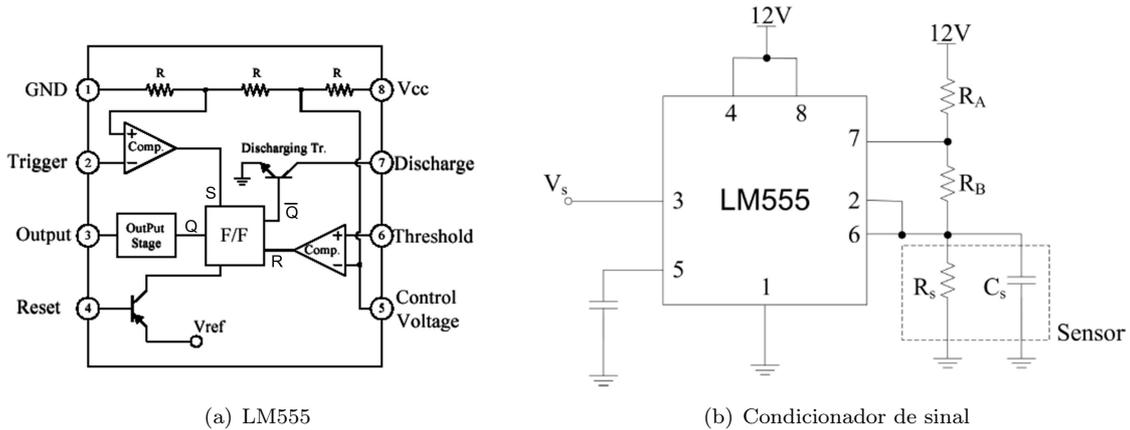


Figura 1: Circuito do quesito 1.

2. Considere um sensor capacitivo para medição de nível de líquidos não-condutivos em que sua capacitância relaciona-se com o nível h do líquido por

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

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 $\epsilon_o = 8,85 \text{ pF} \cdot \text{m}^{-1}$, $\epsilon = 35$, $l = 55 \text{ cm}$, $w = 3 \text{ cm}$ 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:

- (a) Sendo $R_3/R_2 \gg 1$, determine C_1 de modo a ter $E_{TH}(t) = 0 \text{ V}$ para $h = 0 \text{ cm}$. **(pontos: 1,0)**.
 - (b) Partindo do resultado do item anterior, para h de 0 a 50 cm, qual a faixa de amplitudes da tensão de saída E_{TH} ? **(pontos: 1,0)**.
 - (c) Para extrair de E_{TH} o nível do líquido, seria necessário usar um demodulador sensível a fase? Por quê? **(pontos: 1,0)**.
3. Escreva o que você sabe sobre os seguintes temas, procurando abordar o princípio de funcionamento, relações entrada-saída e requisitos de projeto:
 - (a) conversor frequência-tensão usando multibrador monoestável **(pontos: 2,0)**;
 - (b) ponte de Wheatstone auto-balanceada usando amplificador operacional **(pontos: 2,0)**.

BOA PROVA!