



Nome: _____

Número USP: _____

31/03/2025

A duração da prova é de **1h40**.

O tempo mínimo de prova é de 45 minutos.

Celulares desligados durante a realização da prova.

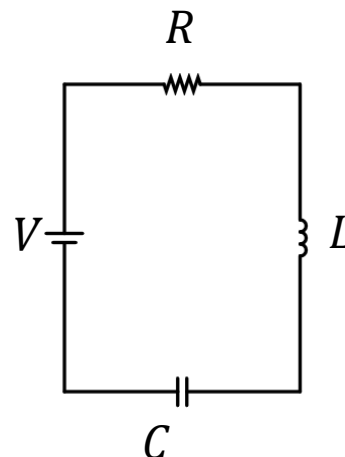
Desenhos podem ser feitos neste caderno de perguntas.

Destaque suas respostas circulando e/ou preenchendo à caneta.

Formulário:

$$P = Vi \quad V = Ri \quad Q = CV \quad E_C = \frac{Q^2}{2C} \quad E_L = \frac{Li^2}{2}$$

1) Obtenha a equação diferencial para a carga do circuito RLC em série a partir da equação da potência do circuito dada por $P_V = \frac{dE_C}{dt} + \frac{dE_L}{dt} + P_R$, onde P_V é a potência fornecida pela fonte de tensão, P_R é a potência dissipada pelo resistor, E_C e E_L são as energias elétricas e magnéticas acumuladas no capacitor e no indutor, respectivamente.



2) Um circuito é formado por um capacitor C e um resistor R ligados em série. Esse circuito é alimentado por uma fonte de tensão constante V e uma chave que pode interromper a corrente do circuito. Considerando que o capacitor está inicialmente descarregado, a chave é fechada no instante $t = 0$ permitindo a passagem de corrente elétrica.

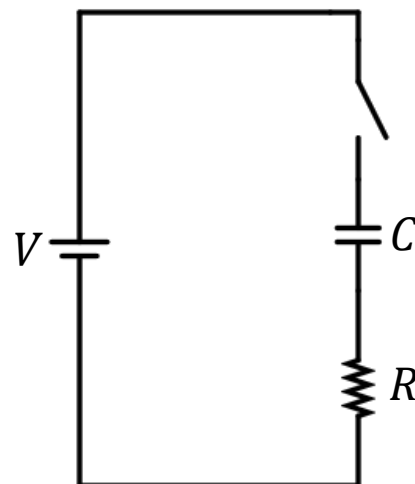
a) Escreva a equação diferencial para a carga $Q(t)$ do capacitor.

b) Mostre que a equação $Q(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau_C}})$ é uma solução para esta equação e determine os valores de A e de τ_C .

c) Mostre que a grandeza $\tau_C = RC$ tem dimensão de tempo.

d) Determine a energia armazenada no capacitor em $t = 0$ e $t \gg \tau_C$.

e) Esboce o gráfico da carga do capacitor em função no tempo, indicando a carga acumulada nos tempos $t = \tau_C$, $t = 2\tau_C$ e $t = 100\tau_C$.

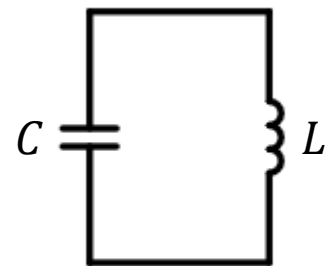


3) Idealmente, após carregar um capacitor a carga fica acumulada em suas placas indefinidamente. Porém, o tempo que um capacitor mantém a sua carga depende de vários fatores, como o tipo de capacitor, a capacitância, a resistência do circuito e a existência de fugas de corrente.

Um estudante utiliza uma fonte de tensão para carregar completamente um capacitor de $15\ \mu\text{F}$ com carga máxima $Q_{\max}$. Após a carga completa, o capacitor é desacoplado do circuito e guardado em uma gaveta. Após um intervalo de tempo $\delta t = 1\ \text{dia}$, o estudante pega novamente o capacitor e percebe que o capacitor descarregou para um valor igual a $0,63Q_{\max}$.

- Determine o valor da resistência associada a esta descarga do capacitor, considerando a hipótese que essa carga está sendo descarregada como se fosse um circuito RC em série.
- Analisando o valor encontrado para essa resistência, qual o valor teórico idealizado que faria com que o capacitor permaneça com a carga máxima sem nunca descarregar.
- Elabore uma hipótese sobre qual fenômeno físico pode estar causando esta descarga no capacitor mesmo ele estando desconectado de algum circuito.

4) Um capacitor C inicialmente carregado com carga Q_0 é acoplado a um indutor L como mostra o circuito ao lado. Vimos em aula e no laboratório que as tensões no capacitor e no indutor oscilam em função do tempo neste tipo de circuito. Considerando que neste circuito a tensão no capacitor é igual a $V_C = V_0 \cos(\omega_L t)$, onde $\omega_L = \frac{1}{\sqrt{LC}}$



- Determine a energia do capacitor em função do tempo.
- Determine a corrente que passa pelo circuito em função do tempo.
- Determine a energia do indutor em função do tempo.
- Demonstre que a energia total deste circuito é constante no tempo.
- Discuta qualitativamente o que é esperado com as oscilações caso exista uma pequena resistência no circuito.