

## Lista de Exercícios – 2

### Circuitos RC, RL e LC

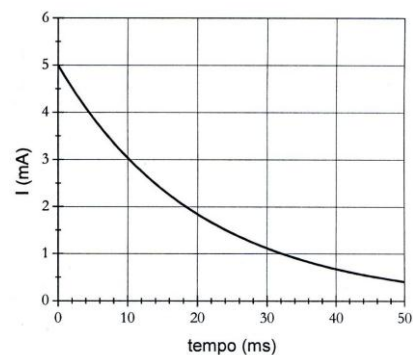
1. Uma bateria é conectada a uma combinação em série de uma chave, um resistor e um capacitor inicialmente descarregado. A chave é fechada no instante  $t = 0$ . Descreva, qualitativamente, o que acontece com

- a) a carga no capacitor;
- b) a corrente no circuito;
- c) a energia no circuito.

Justifique seus argumentos.

2. O gráfico ao lado representa a corrente  $I$ , em função do tempo  $t$ , em um circuito RC, nas condições discutidas no exercício 1. A tensão fornecida pela bateria é 50 V. A partir do gráfico determine

- a) o tempo característico do circuito;
- b) os valores da resistência do resistor e da capacitância do capacitor;
- c) a carga máxima acumulada no capacitor;
- d) o instante em que a energia armazenada no capacitor é igual à metade de seu valor máximo.



3. A corrente  $I$ , em função do tempo  $t$ , em um circuito formado por um capacitor de capacitância  $C$ , inicialmente carregado com carga  $Q_0$ , ligado a um resistor de resistência  $R$ , durante o processo de descarga do capacitor, é dada por  $I(t) = I_0 e^{-t/RC}$ .

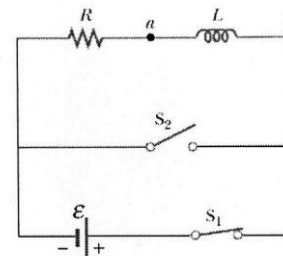
- a) Determine a relação entre  $I_0$  e  $Q_0$ .
- b) Escreva a expressão para a potência dissipada no resistor,  $P(t) = R I^2$ .
- c) Integre a expressão de  $P(t)$ , obtenha a energia total dissipada pelo resistor e mostre que ela é igual à energia inicialmente armazenada no capacitor.

4. Um circuito é formado por um indutor de indutância  $L$  ligado em série a um resistor de resistência  $R$  e conectado, por meio de uma chave, a uma bateria que fornece uma diferença de potencial  $V_0$ . No instante  $t = 0$ , a chave é fechada e a corrente começa a fluir pelo circuito.

- a) Descreva qualitativamente o comportamento da corrente que percorre o circuito.
- b) Faça uma análise qualitativa das energias fornecida pela bateria, armazenada no indutor e dissipada no resistor.
- c) Obtenha a equação diferencial para a corrente  $I(t)$  no circuito.
- d) Apresente uma solução para a equação diferencial compatível com as condições iniciais do circuito.
- e) Represente graficamente o comportamento da corrente  $I(t)$  no circuito em função do tempo  $t$ .
- f) Obtenha expressões para as tensões  $V_R(t)$  no resistor e  $V_L(t)$  no indutor.
- g) Calcule a potência  $P_V(t)$  fornecida pela bateria, a potência  $P_R(t)$  dissipada no resistor e a grandeza  $dU_L/dt$  onde  $U_L$  é a energia armazenada no indutor.
- h) Mostre que a energia se conserva.
- i) Qual é o tempo característico desse circuito?

5. Considere o circuito RL apresentado na figura ao lado com as duas chaves,  $S_1$  e  $S_2$  abertas. No instante  $t = 0$ , a chave  $S_1$  é fechada. A expressão da corrente  $I(t)$  no circuito é dada por

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} \left( 1 - e^{-\left(\frac{Rt}{L}\right)} \right)$$



- Explique os resultados obtidos para a corrente em  $t = 0$  e  $t \rightarrow \infty$ .
- Determine a energia fornecida pela fonte ao circuito entre  $t = 0$  e  $t = T \gg R/L$ .
- Determine a energia dissipada pelo resistor entre  $t = 0$  e  $t = T \gg R/L$ .
- Determine a energia armazenada no indutor entre  $t = 0$  e  $t = T \gg R/L$ .

Depois de um tempo muito longo, a chave  $S_1$  é aberta e a chave  $S_2$ , fechada. Neste instante, novamente se começa a contar o tempo a partir de  $t = 0$ . Nessa nova situação, a expressão da corrente  $I(t)$  é dada por

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} e^{-\left(\frac{Rt}{L}\right)}$$

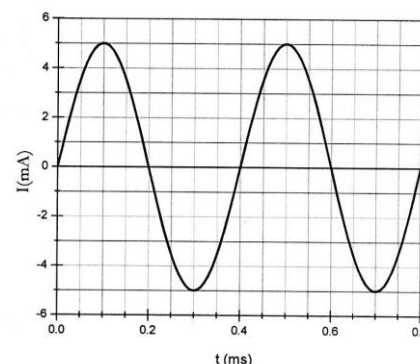
- Explique os resultados obtidos para a corrente  $t = 0$  e  $t \rightarrow \infty$ .
- Determine a energia dissipada no resistor entre  $t = 0$  e  $t = T \gg R/L$ .
- Faça uma análise do balanço de energia considerando as duas configurações do circuito.

6. Um capacitor de  $1\mu\text{F}$  é carregado por uma bateria que fornece 40 V. Em seguida, o capacitor é descarregado através de um indutor de indutância igual a 10 mH e resistência desprezível.

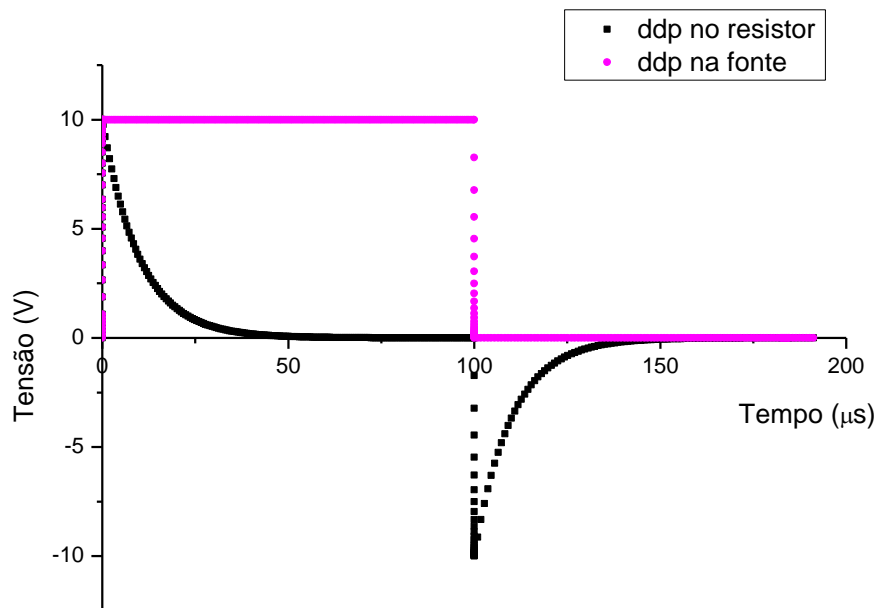
- Obtenha a equação diferencial para  $q(t)$ , onde  $q$  é a carga do capacitor e  $t$ , o tempo.
- Obtenha uma expressão para a carga  $q(t)$ .
- Obtenha uma expressão para a corrente  $I(t)$  no circuito e faça um gráfico representando o comportamento da corrente  $I$  em função do tempo  $t$ .
- Determine a frequência, o período de oscilação e a amplitude da corrente.
- Obtenha uma expressão para a tensão no capacitor  $V_C(t)$  e representa-a graficamente.
- No mesmo gráfico represente também o comportamento da tensão no indutor  $V_L(t)$ .
- Qual a diferença de fase entre as tensões no capacitor e no indutor?
- Determine as expressões para as energias  $U_C(t)$  armazenada no capacitor e  $U_L(t)$ , no indutor. Represente-as graficamente.
- Mostre que a energia total se conserva e determine o seu valor.

7. Um capacitor é carregado por uma bateria de 12 V. Em seguida, no instante  $t = 0$ , é ligado a um indutor. A figura ao lado mostra o comportamento da corrente  $I$  no circuito LC. A partir do gráfico, determine:

- a frequência de oscilação da corrente;
- os valores da capacitância e da indutância;
- a carga máxima do capacitor.
- Faça um gráfico das tensões no indutor e no capacitor em função do tempo para o intervalo de tempo  $0 < t < 0,8$  ms.



8. A figura a seguir foi obtida a partir de um software desenvolvido para fazer simulação de circuitos elétricos. O circuito utilizado é composto por uma fonte de tensão contínua de 10 V, um resistor e um capacitor. No gráfico abaixo estão representadas as diferenças de potencial da fonte de tensão contínua e do resistor em função do tempo.



- Por que a tensão no resistor é máxima em  $t=0$  e decresce com o tempo enquanto a fonte permanece ligada ( $0 \mu\text{s} < t < 100 \mu\text{s}$ )?
- Quando a fonte desliga em  $t = 100 \mu\text{s}$  observamos que a tensão no resistor inverte a polaridade. Qual a explicação para esse efeito?
- Esboce o gráfico para a tensão no capacitor de  $0 \mu\text{s} < t < 150 \mu\text{s}$ .