



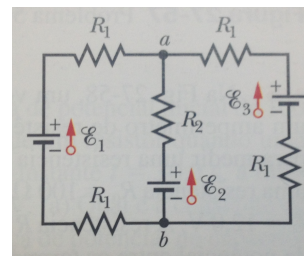
Q1	
Q2	
Q3	
Q4	
Nota	

Não é permitido o uso de calculadoras. Indicar apenas uma resposta nos testes, na própria folha de enunciados. Para as questões só serão aceitas as respostas que mostrem claramente como foram obtidas.

Nome:

CPF:

**Questão 1 (3 pontos):** Na figura as resistências são  $R_1 = 1,0\Omega$  e  $R_2 = 2,0\Omega$  e as forças eletromotrizes são  $\mathcal{E}_1 = 2,0\text{ V}$ ,  $\mathcal{E}_2 = 4,0\text{ V}$  e  $\mathcal{E}_3 = 4,0\text{ V}$ . Determine (a) o valor absoluto e (b) o sentido (para cima ou para baixo) da corrente na fonte 1; (c) O valor absoluto e (d) o sentido da corrente (para cima ou para baixo) da corrente na fonte 2; (e) o valor absoluto e (f) o sentido (para cima ou para baixo) da corrente na fonte 3; (g) a diferença de potencial  $V_a - V_b$ .



Pela lei de Kirchof, assumindo que as correntes  $i_2$  e  $i_3$  são para cima e  $i_1$  é para baixo, temos:

$$\mathcal{E}_2 - R_2 i_2 - 2R_1 i_1 - \mathcal{E}_1 = 0$$

$$\mathcal{E}_3 - 2R_1 i_3 - 2R_1 i_1 - \mathcal{E}_1 = 0$$

$$i_2 + i_3 = i_1$$

$$4 - 2i_2 - 2i_1 - 2 = 0 \Rightarrow 1 - i_2 = i_1$$

$$4 - 2i_3 - 2i_1 - 2 = 0 \Rightarrow 1 - i_3 = i_1$$

$$i_2 + i_3 = i_1$$

$$i_2 = i_3$$

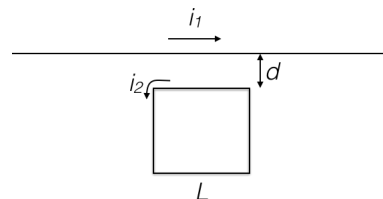
$$1 - i_2 = 2i_2$$

$$i_2 = i_3 = 1/3\text{ A.}$$

$$i_1 = 2/3\text{ A.}$$

Como os valores das correntes são todos positivos, confirmamos nossa suposição inicial de sentidos das correntes.

**Questão 2 (3 pontos):** Considere o sistema mostrado na figura, onde temos um fio muito longo que passa perto de uma espira quadrada. A espira está a uma distância  $d = 10\text{ cm}$  do fio e tem arestas de tamanho  $L = 40\text{ cm}$ . As correntes  $i_1 = 0,20\text{ A}$  e  $i_2 = 0,10\text{ A}$ .



(A) Calcule a força exercida pelo fio em CADA ARESTA.

(B) Calcule o módulo e sentido da força resultante exercida pelo fio na espira.

$$\vec{F} = i\vec{L}_j \times \vec{B}$$

$$B = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi r}$$

Temos 4 arestas, de cima, de baixo, esquerda e direita.

$$\text{Na de cima temos repulsão } F = \frac{\mu_0 L i_1 i_2}{2\pi d}$$

$$\text{Na de baixo temos atração } F = \frac{\mu_0 L i_1 i_2}{2\pi(d+L)}$$

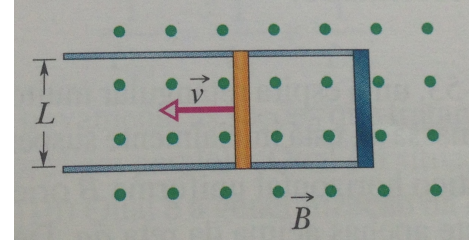
Na da esquerda teremos força para direita e na da direita teremos força para a esquerda. Note que ambas tem o

mesmo valor não sendo necessárias para o cálculo do item (B) pois acabam se anulando. Seu módulo será:

$$F = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi} \int_d^{d+L} \frac{dr}{r} = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi} \ln \left( \frac{d+L}{d} \right)$$

Apenas montar a integral sem resolver já valia o item completo.

**Questão 3 (3 pontos):** Na figura, uma barra de metal é forçada a se mover com velocidade constante  $\vec{v}$  ao longo de dois trilhos paralelos ligados em uma das extremidades por uma fita de metal. Um campo magnético de módulo  $B = 0,350$  T aponta para fora do papel. (a) Se a distância entre os trilhos é 25,0 cm e a velocidade escalar da barra é 55,0 cm/s, qual é o valor absoluto da força eletromotriz gerada. (b) Se a barra tem uma resistência de 18,0  $\Omega$  e a resistência dos trilhos e da fita de ligação é desprezível, qual é a módulo e o sentido da corrente na barra? ARGUMENTE! (c) Qual é a taxa com a qual a energia é transformada em energia térmica?



$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -0,35 \text{ T} \times 0,25 \text{ m} \times 0,55 \text{ m/s} = -0,048 \text{ V}.$$

O fluxo está aumentando saindo do papel. Portanto a força eletromotriz gerada gerará uma corrente no sentido horário, para gerar um campo em oposição ao aumento do fluxo.

$$P = V^2/R = 1,2 \times 10^{-4} \text{ W}.$$

**Questão 4 (3 pontos):** Considere um circuito LC em série que tem uma capacitância  $C = 10 \mu\text{F}$  e uma indutância  $L = 2,5$  H. No momento inicial,  $t = 0$ , temos o capacitor descarregado e uma corrente  $i_0 = 20$  mA.

- (A) Supondo uma solução do tipo  $q(t) = Q \cos(\omega t + \phi)$ , encontre  $\omega$ ,  $Q$  e  $\phi$ .
- (B) Qual é o período de oscilação deste sistema.
- (C) Obtenha e faça um gráfico das funções das energias elétrica ( $E_C$ , no capacitor) e magnética ( $E_B$  no indutor), indicando claramente os seus valores máximos e escala de tempo.
- (D) Se colocarmos uma fonte de corrente alternada forçando este sistema, com a função  $\mathcal{E} = \mathcal{E}_m \sin(\omega_d t)$ , para qual valor de  $\omega_d$  teríamos uma corrente máxima. EXPLIQUE/ARGUMENTE!

$$\omega = 1/\sqrt{LC} = 1/5 \times 10^3 = 200 \text{ Rad/s}.$$

$$i = dq/dt = -Q\omega \sin(\omega t + \phi) = -I \sin(\omega t + \phi)$$

$I = i_0 = Q\omega \Rightarrow Q = (2,0 \times 10^{-2})/(2,0 \times 10^2) = 1,0 \times 10^{-4} \text{ C}$ . Como em  $t = 0$ ,  $Q = 0$ , e a constante de fase  $\phi = \pm\pi/2$ , não sendo pelo enunciado possível distinguir se positiva ou negativa.

$$T = 1/f = 2\pi/\omega \approx 6,2/200 = 3,1/100 = 31 \text{ ms}.$$

Ao colocarmos uma fonte de corrente alternada, a amplitude de corrente será máxima quando a frequência angular de forçamento  $\omega_d$  for igual à frequência angular natural de oscilação do sistema  $\omega = 1/\sqrt{LC}$ . Esta é a condição de ressonância.