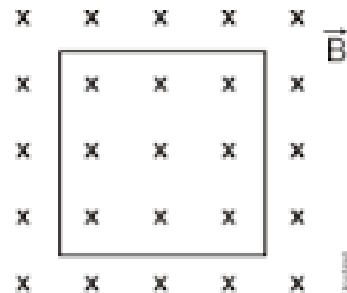


01) Na Figura, uma espira quadrada, com 1,0m por 1,0m está imersa perpendicularmente em um campo magnético variável $B(t)=(t-2)^2$ mT, apontando para dentro do plano da espira. Podemos afirmar que nos tempos $t=1s$ e $t=3s$, os sentidos das correntes na espira tem as respectivas orientações:



- a) A corrente é nula nos dois casos.
- b) Nos dois casos o sentido é horário,
- c) Nos dois casos o sentido é anti-horário,
- d) Anti-horário e horário,
- e) Horário e anti-horário,**

$\Phi_B = BA$, já que o campo é homogêneo, a espira está toda inserida no campo e o vetor $\vec{B}$ é paralelo ao vetor $\vec{A}$. Pela lei de Faraday:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt} = -2(t-2) \times 10^{-3} \times 1 \times 1 = -2(t-2) \text{ mV},$$

$$\varepsilon(1) = 2 \text{ mV} \text{ Fluxo diminuindo corrente em sentido horário}$$

$$\varepsilon(3) = -2 \text{ mV} \text{ Fluxo aumentando corrente em sentido anti-horário}$$

02) Um estudante possui um capacitor de 25 nF e deseja construir um circuito oscilador para sintonizar numa rádio que possui frequência de 100,0 MHz. Qual o valor do indutor que ele precisaria usar.
(Use $\pi \approx 3$ e $\text{nF}=10^{-9}\text{F}$)

- a) $1,1 \cdot 10^{-3}\text{H}$,
- b) $2,0 \cdot 10^{-6}\text{H}$
- c) $4,2 \cdot 10^{-9}\text{H}$
- d) $1,1 \cdot 10^{-10}\text{H}$**
- e) $25 \cdot 10^{-12}\text{H}$

Para sintonizar a rádio o circuito precisa estar em ressonância, assim $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$,
então $L = \frac{1}{\omega^2 C} = \frac{1}{(2\pi \times 100 \times 10^6)^2 \times 25 \times 10^{-9}} = \frac{10^{-7}}{36 \times 25} = \frac{10^{-9}}{9} = 1,1 \times 10^{-10} \text{ H}$

03) Sabendo-se que o periodo de oscilação de um circuito LC é T, podemos afirmar que o intervalo de tempo necessário para que a corrente elétrica se anule duas vezes é:

- a) T
- b) T/2**
- c) T/4
- d) 2T/3
- e) 3T/4

Já que a variação no tempo no circuito oscilador LC é um seno (ou cosseno), quando a corrente se anula ela irá se anular novamente na metade do tempo do ciclo, isto é T/2.

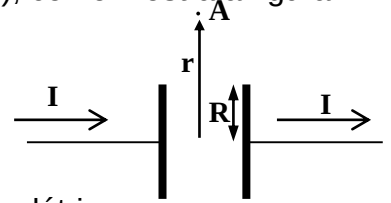
04) Em um circuito RLC quando as reatâncias capacitiva e indutiva são iguais,

- a) A resistência é igual a zero,
- b) O ângulo de fase é igual a zero,**
- c) A corrente elétrica se anula
- d) A fase é igual a $\pi/2$ rad
- e) A tensão se anula

Quando $X_L = X_C$, $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$, isto é, ele está em ressonância, então a diferença de fase entre a fem da fonte e a corrente será zero.

05) Considere um capacitor ideal (com efeitos de borda desprezíveis) com placas circulares de raio R colocado num circuito RC num processo de carga. O que podemos afirmar sobre os campos elétrico e magnético no ponto A na região fora do capacitor ($r > R$), como mostra a figura:

- a) Há um campo magnético, porém o campo elétrico é nulo
- b) Há um campo elétrico, porém o campo magnético é nulo
- c) Tanto o campo elétrico quanto o magnético se anulam
- d) Há um campo magnético e um campo elétrico não nulos
- e) Há um campo magnético cuja intensidade é igual a metade do campo elétrico.



Como o capacitor é ideal e desprezamos o efeito de borda só há campo elétrico entre as placas, assim o campo elétrico fora das placas é nulo. Se o capacitor está num processo de carga, a carga acumulada está aumentando fazendo o campo elétrico variar no tempo, teremos então corrente de deslocamento gerando campo magnético em todo o espaço, inclusive fora das placas.

06) Um indutor de $12,0\text{H}$ é instalado em série com uma bateria, um resistor de $3,0\Omega$ e uma chave. Quanto tempo será necessário para que a corrente no circuito atinja 50% do seu valor máximo após a chave ter sido fechada.

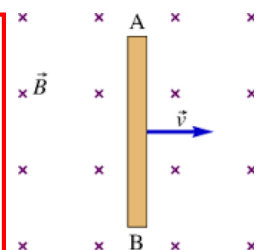
- a) 0,69 s
- b) 1,38 s
- c) 2,07 s
- d) 2,76 s
- e) 3,45 s

No processo de subida da corrente no circuito LR, $i(t) = \frac{\varepsilon}{R}(1 - e^{-Rt/L})$. Para atingir metade do valor máximo $e^{-Rt/L} = \frac{1}{2} \rightarrow t = \frac{L}{R} \ln(2) = \frac{12}{3} \ln(2) = 2,76\text{s}$

07) Uma barra retangular de comprimento $L=1,0\text{m}$ se move perpendicularmente a um campo magnético $B=0,1\text{T}$ com velocidade $v=2,0\text{m/s}$. A fem induzida nas extremidades da barra é

- a) 0,1V
- b) 2,0V
- c) 0,4V
- d) 1,0 V
- e) 0,2V

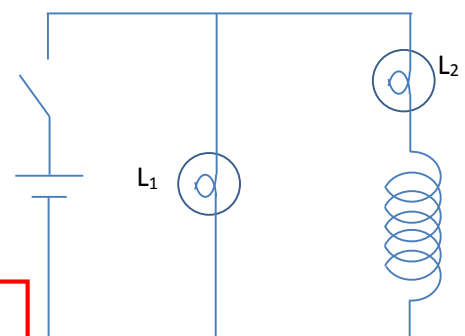
Quando a barra se move as cargas acumulam em suas extremidades por causa da força magnética sobre as cargas livres até que o campo elétrico gerado por este acúmulo atue com uma força igual à do campo magnético, mas, em média, $E = \Delta V/L$, assim $qE = q \Delta V/L = qvB$, desta forma, $\Delta V = LvB = 1 \times 2 \times 0,1 = 0,2\text{V}$



08) Duas lâmpadas L_1 e L_2 , de resistências $R_1=6,0\Omega$ e $R_2=3,0\Omega$ respectivamente são conectadas a um indutor e a uma bateria de $12,0\text{V}$ conforme a figura abaixo.

08a) Imediatamente após a chave ter sido ligada a potência de saída de cada lâmpada vale respectivamente:

- a) Nula nas duas lâmpadas
- b) nula em L_1 e 48W em L_2
- c) 10W e 20W
- d) 24W e nula em L_2
- e) $5,0\text{W}$ e $10,0\text{W}$



Como $\text{fem} = L \, di/dt$, não há variação instantânea da corrente, senão a fem seria infinita. O indutor gera uma fem necessária para manter a corrente, assim o indutor “não deixa” passar corrente por L_2 no instante em que fecha a chave, já L_1 está diretamente ligada à fonte então independe do indutor. Assim a corrente sobre L_1 é $i_1 = \text{fem} / R_1 = 12/6 = 2\text{A}$. A potência dissipada será $P_1 = \text{fem} \times i_1 = 12 \times 2 = 24\text{W}$.

08b) Descreva o comportamento da intensidade luminosa das lâmpadas ao longo do tempo:

- a) L_1 irá diminuir e L_2 não vai variar.
- b) L_1 não vai variar e L_2 irá diminuir.
- c) L_1 não vai variar e L_2 irá aumentar.**
- d) L_1 irá aumentar e L_2 não vai variar.
- e) L_1 irá diminuir e L_2 irá aumentar.

A fem sobre L_1 não varia no tempo, já que ela está ligada diretamente à fonte. Na lâmpada L_2 , quando a chave fecha a corrente é zero, mas a corrente aumenta por causa do indutor, assim a intensidade luminosa sobre ela irá aumentar.

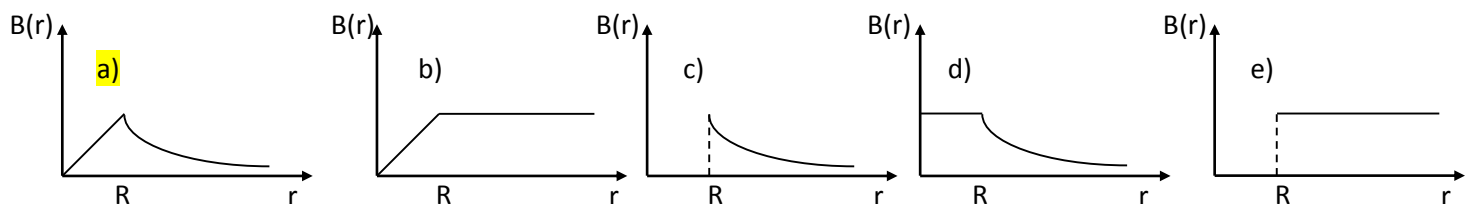
09) Uma fonte de corrente alternada de amplitude 30V e frequência 1250 rad/s é ligada a um resistor de 30Ω e um capacitor de $20\mu\text{F}$ em série. Calcule a corrente de deslocamento do capacitor quando a corrente do circuito estiver no seu valor máximo. (Use $\pi \approx 3$)

- a) 0,8A
- b) 2,5A
- c) 0,6A**
- d) 3,0A
- e) 4,0A

A corrente de deslocamento total na região entre as placas do capacitor é numericamente igual à corrente real do circuito. A corrente de deslocamento máxima acontecerá quando a corrente do circuito for máxima. $X_L = \omega L = 0$, $X_C = 1/(\omega C) = 1/(1250 \times 20 \times 10^{-6}) = 40\Omega$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50\Omega \quad i_M = \mathcal{E}/Z = 30/50 = 0,6A$$

10) Considere um capacitor com placas circulares de raio R conectado a uma bateria durante o seu processo de carga. O gráfico que melhor representa a variação do campo magnético no interior do capacitor em função da distancia perpendicular ao eixo do capacitor (raio) e dado por:



Usando a lei de ampère entre as placas do capacitor $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = B2\pi r$, já que como as placas são circulares e o campo possui simetria cilíndrica. A corrente de deslocamento é homogênea e se traçamos um círculo de raio r a corrente que atravessa a área será $i_{\text{Área}} = i \pi r^2 / \pi R^2$, pela lei de Ampère $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 i_{\text{Área}}$, $B2\pi r = \mu_0 i \pi r^2 / \pi R^2 \quad B = \mu_0 i r / 2\pi R^2$. Até $r=R$ o campo aumenta linearmente. Para $r>R$ a corrente de deslocamento que atravessa a área é constante igual à i, assim $B2\pi r = \mu_0 i$ então $B = \mu_0 i / 2\pi r$, o campo cai com a distância.

11) Indique em ordem, se a frase é falsa (F) ou verdadeira (V).

- 1 - Existe uma fem induzida em um fio, que se desloca paralelamente a um campo magnético, se o fio está avançando na direção oposta à do campo magnético.
- 2 - Um campo magnético constante pode ser usado para produzir uma corrente eléctrica.
- 3 - A fem em uma barra condutora de comprimento L que se move perpendicularmente a um campo magnético é inversamente proporcional à velocidade da haste.
- 4 - Um fluxo magnético constante através de uma espira condutora induz uma fem.
- 5 - De acordo com a lei de Lenz, o sentido da corrente induzida numa espira condutora sempre gerará um campo magnético na direção oposta ao campo externo aplicado.

- a) F V F F F**
- b) V F F V F
- c) F V F V V
- d) V F V F F
- e) F V V F V

- 1-Se um fio se desloca paralelo ao campo as cargas se moverão paralelas ao campo e não haverá força magnética assim não haverá fem (FALSO)
- 2-Se girarmos um fio num campo magnético constante ou movermos perpendicular à ele, isto gerará uma fem (VERDADEIRO)
- 3-A fem é diretamente proporcional à velocidade (FALSO)
- 4-Para induzir uma fem o fluxo tem que variar no tempo (FALSO)
- 5-Se o fluxo diminuir gerará um campo a favor (FALSO)

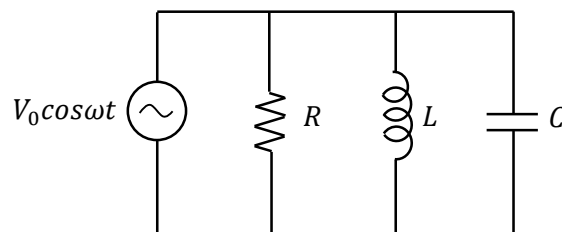
12) Um gerador de corrente alternada consiste de uma bobina 50 espiras de fio, cada um com uma área de $0,02 \text{ m}^2$. A bobina gira num campo magnético uniforme $B = 0,4 \text{ T}$ a uma frequência constante de 60 Hz . Qual é a resistência que podemos acoplar a esta fonte para que a potência média fornecida por ela seja de 50 W ? (Use $\pi \approx 3$)

- a) 150Ω
- b) 35Ω
- c) $0,08 \Omega$
- d) $5,8 \Omega$
- e) 207Ω

Se o gerador gira com uma velocidade angular de 60 Hz , $\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 60 = 360 \text{ rad/s}$. $\Phi_B = BA \cos \omega t$, então $\varepsilon = -N d\Phi_B / dt = NBA \omega \sin \omega t$. $I = \varepsilon / R = NBA \omega \sin \omega t / R$, assim $I_M = NBA \omega / R$. A potência média é a potência RMS. Então $I_{\text{RMS}} = I_M / \sqrt{2}$. $P_{\text{RMS}} = R I_{\text{RMS}}^2 = R I_M^2 / 2 = (NBA \omega)^2 / 2R = (50 \times 0,4 \times 360)^2 / 2R = 50 \text{ W}$. Desta forma $R = 144^2 / (2 \times 50) = 207 \Omega$

13) Uma fonte aplica ao circuito abaixo uma diferença de potencial $V(t) = V_0 \cos(\omega t)$. A corrente que passa através do indutor será:

- a) $V_0 \cos(\omega t + \pi/2)$
- b) $V_0 \sin(\omega t - \pi/2)$
- c) $\frac{V_0}{Z} \cos(\omega t - \pi/2)$
- d) $\frac{V_0}{\omega L} \cos(\omega t - \pi/2)$
- e) $\frac{V_0}{R} \cos(\omega t)$



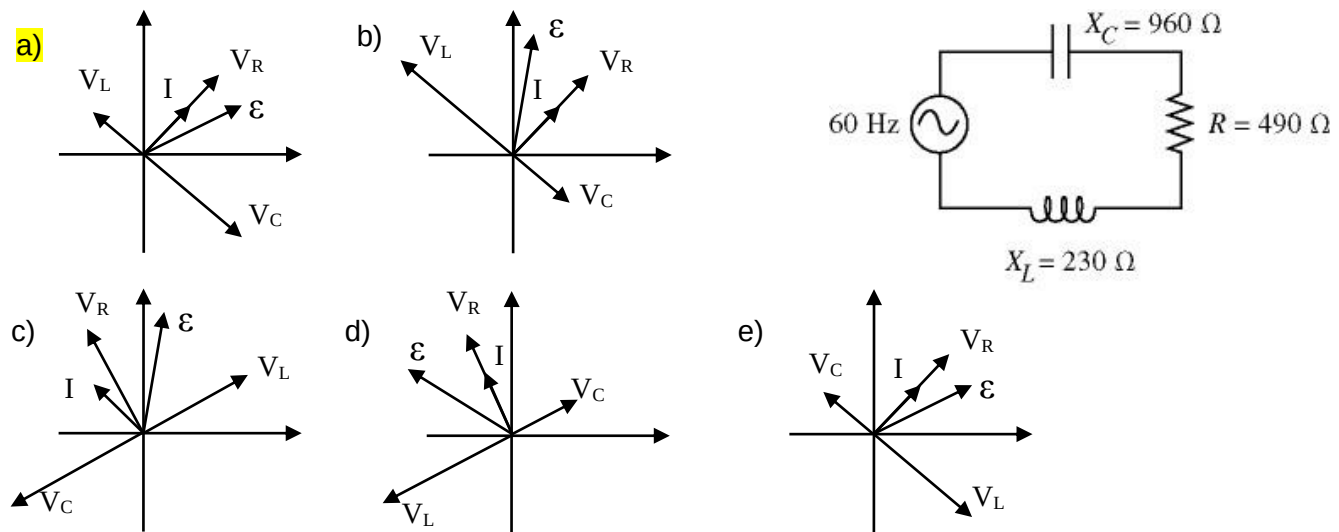
A fonte é ligada a cada elemento do circuito de forma independente por estarem em paralelo. A corrente de cada elemento só depende do próprio elemento. No caso do indutor é como se tivesse somente a fonte e o indutor, então o indutor atrasa a corrente em $\pi/2$ e quem limita a amplitude da corrente é a reatância indutiva $X_L = \omega L$.

14) Um motor ligado a uma linha de força de $120 \text{ V}/60 \text{ Hz}$ precisa de uma corrente de $8,0 \text{ A}$ para se mover. A Energia media dissipada por ele é de 800 W . O fator de potência do motor vale:

- a) $1,03$
- b) $0,93$
- c) $0,83$
- d) $0,73$
- e) $0,63$

A potência média é a potência RMS. Então $P_{\text{RMS}} = \varepsilon_{\text{RMS}} i_{\text{RMS}} \cos \phi$, então $\cos \phi = P_{\text{RMS}} / (\varepsilon_{\text{RMS}} i_{\text{RMS}})$, então $\cos \phi = 800 / (120 \times 8) = 0,83$

15) Uma fonte de corrente alternada, que tem a sua fem variando no tempo da forma $\varepsilon(t) = \varepsilon_0 \cos(\omega t)$, é ligada a um circuito, como mostra a figura abaixo. Qual é o diagrama de fasor que representa corretamente as diferenças de fase entre a fem da fonte, V_L , V_C , V_R e a corrente do circuito?



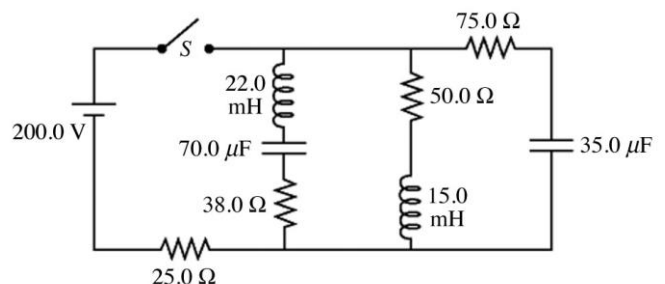
No circuito $X_C > X_L$ então $V_C = X_C i_M > V_L = X_L i_M$. A corrente está sempre em fase com V_R , V_L está sempre adiantado em $\pi/2$ com relação à corrente e V_C está sempre atrasado em $\pi/2$ com relação à corrente. Como $X_C > X_L$ o circuito é capacitivo e a corrente está adiantada com relação à fem da fonte.

16) Para o circuito mostrado na figura, o interruptor está aberto por um tempo muito longo.

(A) Qual é a diferença de potencial através do indutor de 15,0 mH no instante em que fechar o interruptor?

(B) Qual é a diferença de potencial através do capacitor 70,0 μF após o interruptor estar fechado há muito tempo?

- a) 0 e 50V.
- b) 150V e 33V
- c) 200V e 200V
- d) 200V e 133V
- e) 150V e 133V**

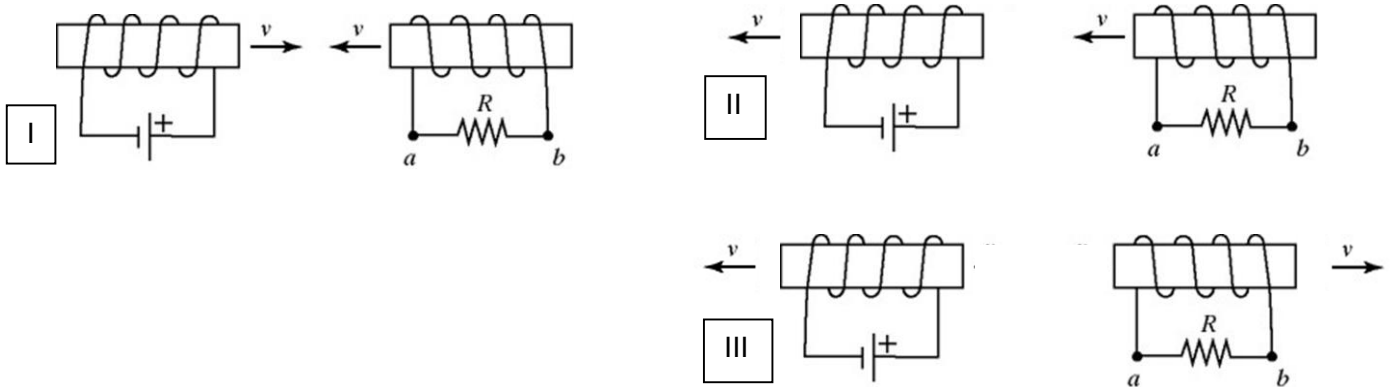


(A) Se o interruptor está aberto por um tempo longo não há correntes no circuito. Não há variações instantâneas de corrente no indutor, assim quando a chave se fecha as correntes sobre os indutores são zero. Só haverá uma corrente passando pela fonte, pelo resistor de 75 Ω pelo capacitor, que está descarregado, e pelo resistor de 25 Ω . A corrente será $i = 200/100 = 2\text{A}$. A diferença de potencial sobre o resistor de 50 Ω é zero, assim a diferença de potencial nos extremos do indutor de 15 mH é igual à do resistor de 75 Ω que é $V_{75} = 75 \times 2 = 150\text{V}$.

(B) Depois de um longo tempo os capacitores estarão totalmente carregados e não haverá corrente passando por eles, assim a corrente passará pela fonte, pelo resistor de 50 Ω pelo indutor de 75 mH e pelo resistor de 25 Ω e esta corrente será $i = 200/75 = 2,67\text{A}$. A diferença de potencial sobre o resistor de 38 Ω será zero e como as correntes estarão estabilizadas (não variarão) as diferenças de potencial sobre os indutores também serão zero. A diferença de potencial sobre o capacitor de 70 μF será a mesma do resistor de 50 Ω , isto é $V_{50} = 50 \times 2,67 = 133\text{V}$.

17) As figuras mostram dois solenoides em três movimentos diferentes, ambos com velocidade v . A corrente induzida através da resistência R está:

- a) I – de a para b, II – de b para a, III – de a para b
- b) I – de a para b, II – corrente nula, III – de b para a**
- c) I – de b para a, II – de b para a, III – de b para a
- d) I – de a para b, II – corrente nula, III – corrente nula
- e) I – corrente nula, II – de b para a, III – de b para a

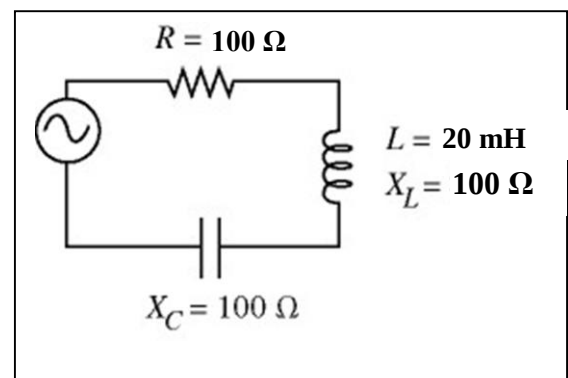


De acordo com a forma com que o fio está enrolado na bobina ligada à fonte, as linhas de campo magnético saem do lado direito e entram do lado esquerdo. O campo estará da esquerda para a direita dentro da outra bobina nos três casos. O efeito Faraday acontece quando o campo varia no interior da bobina com o resistor, e isto não acontecerá no caso do movimento II. No movimento I o campo estará aumentando e isto induzirá uma corrente que gerará um campo magnético induzido no sentido contrário ao externo, isto é, da direita para a esquerda (corrente de a para b). No caso do movimento III, o campo estará diminuindo, isto é, a corrente induzida estará no sentido contrário do caso I, de b para a.

18) Um circuito de corrente alternada é mostrado na Figura. A corrente eficaz (rms) medida vale 100 mA.

18a) Qual é a capacitância do capacitor?

- a) 200 mF
- b) 20 μ F
- c) 12,5 μ F
- d) 2 μ F**
- e) 17 μ F



18b) Qual é o valor da fem eficaz (rms) da fonte?

- a) 90 V
- b) 10 V**
- c) 2,0 V
- d) 44V
- e) 1V

a) $X_L = \omega L$ então $\omega = X_L / L = 100 / 20 \times 10^{-3} = 5 \times 10^3$ rad/s. $X_C = 1 / (\omega C)$, então $C = 1 / (X_C \omega) = 1 / (100 \times 5 \times 10^3) = 2 \times 10^{-6}$ F = 2 μ F

b) $\epsilon_{RMS} = Z i_{RMS}$, mas $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = R = 100 \Omega$, então $\epsilon_{RMS} = 100 \times 0,1 = 10V$