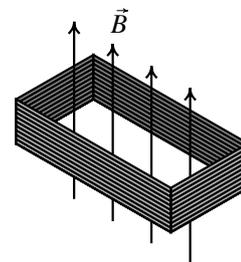


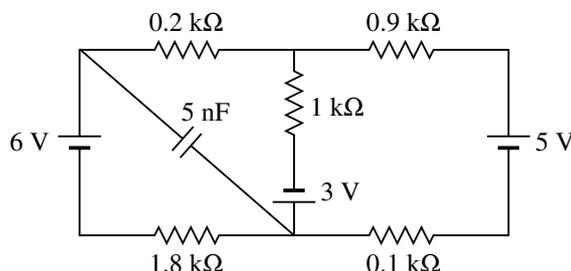
Nome: \_\_\_\_\_

**Duração 2 horas. Prova com consulta de formulário e uso de computador.** O formulário pode ocupar apenas uma folha A4 (frente e verso) e o computador pode ser usado unicamente para realizar cálculos e não para consultar apontamentos ou comunicar com outros!

1. (4 valores) Uma bobina retangular com 400 espiras, todas com arestas de 1.5 cm e 3 cm, é atravessada por um campo magnético externo  $\vec{B}$  de módulo 0.2 T, perpendicular aos planos das espiras. A resistência total da bobina é 42  $\Omega$ . Ligam-se entre si os dois extremos, inicial e final, da bobina e o campo externo é reduzido até 0, durante um intervalo de 4 segundos. Determine a carga total transferida através da bobina durante esse intervalo.

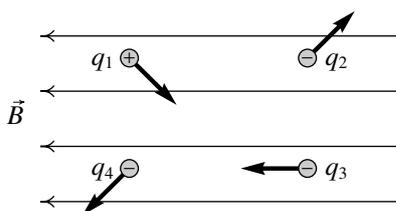


2. (4 valores) No circuito representado no diagrama, determine a carga no condensador, no estado estacionário ( $t \rightarrow \infty$ ).



**PERGUNTAS.** Avalia-se unicamente a **letra** que apareça na caixa de “Resposta”. **Cotação:** certas, 0.8 valores, erradas, -0.2, em branco ou ilegível, 0.

3. A figura mostra as linhas de um campo magnético uniforme, no plano da folha, e quatro cargas pontuais com velocidades no mesmo plano, nos sentidos indicados na figura. Sobre quais das cargas atua uma força magnética no sentido para lá da folha?



- (A) Unicamente  $q_4$                       (D) Unicamente  $q_1$   
(B)  $q_1$  e  $q_2$                         (E)  $q_2, q_3$  e  $q_4$   
(C)  $q_1$  e  $q_4$

Resposta:

4. Um indutor de 0.4 H e uma resistência de 4.7 k $\Omega$  ligam-se em série a uma fonte ideal com f.e.m. de 3 V. Em unidades SI, a expressão da corrente no circuito, em função do tempo, é:  $0.64 \times 10^{-3} (1 - e^{-11765t})$ . Calcule a diferença de potencial no indutor no instante  $t = 0.085$  ms.

- (A) 4.75 V                      (C) 1.9 V                      (E) 1.1 V  
(B) 8.15 V                      (D) 0.67 V

Resposta:

5. Se o tempo for dado em ms e a indutância em  $\mu\text{H}$ , em que unidades deverão ser dadas as resistências para manter as unidades consistentes?

- (A)  $\Omega$                               (C) k $\Omega$                               (E) M $\Omega$   
(B) m $\Omega$                             (D)  $\mu\Omega$

Resposta:

6. Determine a corrente eficaz num indutor de 16 mH ligado a uma fonte ideal de tensão alternada, com tensão máxima 70 V e frequência de 30 Hz.

- (A) 65.6 A                        (C) 5.5 A                              (E) 147.7 A  
(B) 82.1 A                        (D) 16.4 A

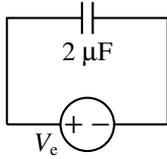
Resposta:

7. Uma esfera condutora isolada, com raio de 1 cm e carga total de 2 nC, tem centro no ponto  $(x, y, z) = (20 \text{ cm}, 0, 0)$  e uma segunda esfera condutora isolada, com raio de 2 cm e carga total de 3 nC, tem centro no ponto  $(x, y, z) = (0, 12 \text{ cm}, 0)$ . Determine o valor do potencial na origem, arbitrando potencial nulo no infinito.

- (A) 315 V                        (C) 405 V                              (E) 297 V  
(B) 585 V                        (D) 345 V

Resposta:

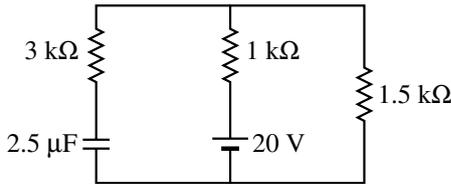
8. A expressão da voltagem da fonte no circuito do diagrama é  $V_e = 400t^2$  (unidades SI) em  $t > 0$  e 0 em  $t \leq 0$ . O condensador encontrava-se descarregado em  $t = 0$ . Determine a expressão da corrente no circuito em  $t > 0$  (unidades SI).



- (A)  $0.0032t^2$  (C)  $0.004t$  (E)  $0.0016t^2$   
 (B)  $0.0032t$  (D)  $0.0016t$

Resposta:

9. Uma fonte de tensão constante foi ligada a um condensador e 3 resistências, como mostra o diagrama. Calcule a intensidade da corrente fornecida pela fonte no instante inicial em que é ligada.



- (A) 5 mA (C) 0 mA (E) 2.5 mA  
 (B) 10 mA (D) 4 mA

Resposta:

10. Quando o sinal de entrada num circuito é  $2e^{-2t}$ , o sinal de saída é igual a  $2e^t + 4e^{-2t}$ . Encontre a função de transferência do circuito.

- (A)  $\frac{3s}{s-1}$  (C)  $\frac{5s}{2s-1}$  (E)  $\frac{3}{s-1}$   
 (B)  $\frac{s}{2s-1}$  (D)  $\frac{5}{2s-1}$

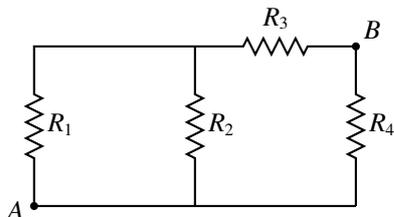
Resposta:

11. Uma bobina tem indutância de 37 mH e resistência de 80  $\Omega$ . Calcule o módulo da impedância da bobina, para uma tensão alternada com frequência de 150 Hz.

- (A) 87.3  $\Omega$  (C) 114.9  $\Omega$  (E) 229.7  $\Omega$   
 (B) 43.6  $\Omega$  (D) 101.1  $\Omega$

Resposta:

12. Determine o valor da resistência equivalente entre os pontos A e B no diagrama, sabendo que  $R_1 = 7 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 3 \text{ k}\Omega$  e  $R_4 = 2 \text{ k}\Omega$ .



- (A) 4.48 k $\Omega$  (C) 0.9 k $\Omega$  (E) 1.49 k $\Omega$   
 (B) 2.09 k $\Omega$  (D) 3.29 k $\Omega$

Resposta:

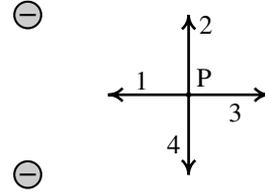
13. Duas pequenas esferas condutoras penduradas de dois fios verticais, isoladores, encontram-se inicialmente descarregadas e em contacto. A seguir aproxima-se da esfera 1 um objeto com carga positiva e observa-se que os fios deixam de estar na vertical e as

duas esferas separam-se. O que é que se pode concluir sobre os valores das cargas  $q_1$  e  $q_2$  induzidas nas esferas 1 e 2?

- (A)  $q_1 > 0, q_2 < 0$  (D)  $q_1 > 0, q_2 > 0$   
 (B)  $q_1 < 0, q_2 > 0$  (E)  $q_1 < 0, q_2 < 0$   
 (C)  $q_1 > 0, q_2 = 0$

Resposta:

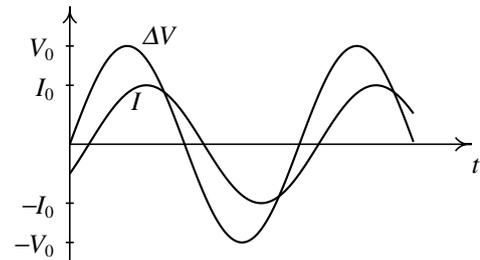
14. Qual das setas representa a direção e sentido do campo elétrico  $\vec{E}$  no ponto P, produzido pelas duas cargas pontuais na figura, com o mesmo valor absoluto e com os sinais indicados na figura?



- (A) 4 (D) Nenhuma, porque  $\vec{E} = 0$   
 (B) 3 (E) 1  
 (C) 2

Resposta:

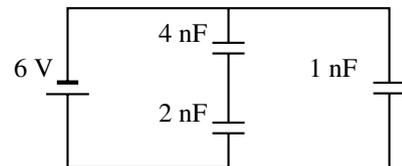
15. Uma resistência de 433  $\Omega$ , um condensador de 8  $\mu\text{F}$  e um indutor de indutância  $L$  são ligados em série a uma fonte de tensão alternada com frequência angular  $\omega = 250 \text{ Hz}$ . O gráfico mostra a tensão da fonte,  $\Delta V$ , e a corrente  $I$  no circuito, em função do tempo. Qual dos valores na lista poderá ser o valor da indutância  $L$ ?



- (A) 0 (C)  $\infty$  (E) 1 H  
 (B) 2 H (D) 3 H

Resposta:

16. No circuito da figura, determine o valor da carga armazenada no condensador de 4 nF.



- (A) 12.0 nC (D) 2 nC  
 (B) 24 nC (E) 4 nC  
 (C) 8 nC

Resposta:

17. Um dispositivo ligado a uma fonte de tensão contínua de 50 V tem potência elétrica de 75 W. Determine a carga total que passa através do dispositivo quando permanece ligado à fonte durante 1 minuto.

- (A) 96 C (C) 90 C (E) 108 C  
 (B) 144 C (D) 30 C

Resposta:

**Problema 1.** O fluxo magnético inicial, através da bobina, é igual a

$$\Psi_0 = NBA$$

onde  $N$  é o número de espiras,  $B$  o módulo do campo magnético e  $A$  a área de cada espira. O fluxo final  $\Psi_f$  é nulo e a f.e.m. induzida média é:

$$\bar{\epsilon}_i = -\frac{\Delta\Psi}{\Delta t} = \frac{NBA}{\Delta t}$$

A corrente média é:

$$\bar{I} = \frac{\bar{\epsilon}_i}{R} = \frac{NBA}{R\Delta t}$$

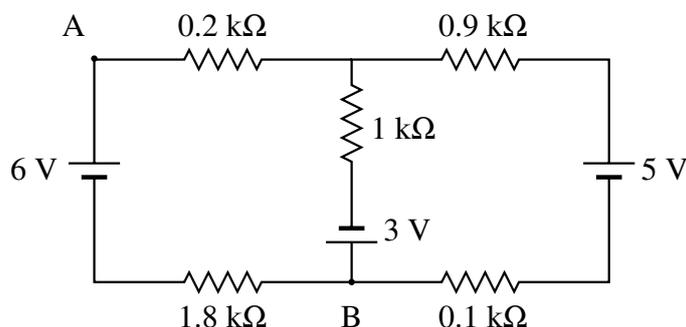
E a carga transferida é igual a:

$$\Delta Q = \int_0^{\Delta t} I dt = \bar{I}\Delta t = \frac{NBA}{R}$$

Substituindo os valores dados obtém-se

$$\Delta Q = \frac{400 \times 0.2 \times 0.015 \times 0.03}{42} = 8.57 \times 10^{-4} \text{ C} = 0.857 \text{ mC}$$

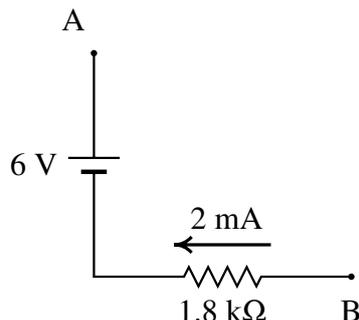
**Problema 2.** No estado estacionário, o circuito equivalente é:



Se  $i_1$  e  $i_2$  são as duas correntes de malha, no sentido dos ponteiros do relógio, em mA, o sistema de equações do circuito é então,

$$\begin{bmatrix} 3 & -1 \\ -1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9 \\ -8 \end{bmatrix}$$

A solução desse sistema é  $i_1 = 2$  e  $i_2 = -3$ . A voltagem no condensador é a diferença de potencial entre os pontos A e B, que pode ser calculada no ramo seguinte:



Passando do ponto B para A, observa-se uma diminuição do potencial  $1.8 \times 2$  volts na resistência e um aumento de 6 V na fonte. Como tal, a voltagem no condensador é:

$$\Delta V = 6 - 1.8 \times 2 = 2.4 \text{ V}$$

E a carga armazenada no condensador é

$$Q = C\Delta V = 5 \times 10^{-9} \times 2.4 = 12 \text{ nC}$$

## Perguntas

|      |      |       |       |       |
|------|------|-------|-------|-------|
| 3. B | 6. D | 9. B  | 12. E | 15. D |
| 4. E | 7. A | 10. A | 13. B | 16. C |
| 5. B | 8. D | 11. A | 14. E | 17. C |

## Critérios de avaliação

### Problema 1

- Cálculo do fluxo magnético inicial e final .....1
- Cálculo da f.e.m. induzida .....1
- Cálculo da corrente média .....1
- Cálculo da carga transferida .....1

### Problema 2

- Descrição do circuito equivalente no estado estacionário .....0.4
- Método das malhas para o circuito com 2 malhas .....1.2
- Obtenção das correntes de malha .....0.4
- Cálculo da diferença de potencial no condensador .....1.2
- Cálculo da carga no condensador .....0.8