

Civilização Elétrica

Fascículo 5

Unidade 13

Civilização Elétrica

Para início de conversa ...

A maior parte dos aparelhos eletrodomésticos que utilizamos em nossas casas funciona a partir da circulação de correntes elétricas em seus circuitos internos. Embora sejam invisíveis aos olhos, as correntes elétricas que circulam em um aparelho elétrico podem provocar efeitos diversos, dependendo da função do aparelho. Em uma lâmpada, por exemplo, ocorre o aquecimento e a emissão de luz, em um chuveiro, ou em um ferro elétrico, ocorre também o aquecimento. Um aparelho de ar condicionado refrigera o ambiente a partir da passagem de correntes elétricas em seus circuitos internos, enquanto o motor de um ventilador, quando percorrido por corrente, produz movimento de rotação. Até mesmo o corpo humano, quando submetido à passagem de corrente elétrica, percebe o efeito fisiológico provocado pela mesma, conhecido popularmente como choque elétrico.

Toda essa diversidade de situações em que encontramos a presença de correntes elétricas faz com que este conceito seja visto como um dos mais importantes da Física e merece a nossa atenção.



Na última unidade, você viu como a corrente elétrica ocorre. Nesta unidade, você vai entender como acontece o fenômeno da resistividade elétrica e entender como funcionam aparelhos simples como o ferro de passar e o chuveiro elétrico.

Objetivos de aprendizagem

- Conceituar a resistividade elétrica;
- Conceituar Efeito Joule;
- Calcular a potência elétrica de aparelhos;
- Calcular o consumo de energia elétrica de um aparelho.

Seção 1

Relembrando a resistência elétrica

Em geral, a corrente elétrica que se estabelece ao longo da rede cristalina do condutor depende das propriedades elétricas do material. Materiais com maior quantidade de elétrons livres como os metais (condutores) oferecem as melhores condições para a ocorrência de correntes elétricas. Além disso, o estado de maior ou menor vibração dos átomos da rede, associado à temperatura em que o material encontra-se, pode dificultar (mais ou menos) a passagem dos elétrons. Assim, a deficiência de elétrons livres e/ou as temperaturas elevadas são fatores determinantes para o aumento da resistência à passagem da corrente elétrica, efeito denominado resistência elétrica (R).

O parâmetro físico que traduz essa relação entre a resistência elétrica e a natureza do material, e sua temperatura, chama-se **resistividade elétrica**, e indica-se pela letra grega ρ (lê-se rô). Ela influencia diretamente o valor da resistência elétrica.

Apesar do seu efeito aparentemente indesejado nos circuitos elétricos, já que a resistência elétrica “atrapalha” a passagem da corrente, em certas situações do cotidiano esse efeito resistivo é aproveitado, dependendo da função do circuito ou do aparelho elétrico.

Em muitos casos, são introduzidos nos circuitos, os chamados resistores elétricos – elementos de circuito especialmente desenvolvidos para provocar efeitos resistivos.

Um resistor pode ser introduzido, por exemplo, em situações onde se pretende provocar uma limitação ou controle do valor da corrente no circuito, como no caso dos controles de luminosidade de lâmpadas (dimmers) onde a inserção da resistência no circuito pode ocorrer de forma gradual, permitindo um controle da corrente que passa pela lâmpada. A esses resistores variáveis denominamos **reostatos** ou **potenciômetros**.



Figura 1: O dimmer é um equipamento que, uma vez instalado, possibilita a inserção controlada de uma resistência no circuito e, consequentemente, o controle da corrente que passa pela lâmpada.

Outra característica importante dos resistores (a principal), é que nesses elementos ocorre a transformação de energia elétrica em calor. Assim, é comum a utilização de resistores especialmente desenvolvidos para provocar essa “produção de calor” em determinados eletrodomésticos. São exemplos: o ferro elétrico, o ferro de solda, o chuveiro elétrico, a torradeira, o grill e a própria lâmpada incandescente, cujo filamento é um resistor.

Seção 2

Resistividade elétrica

Embora os materiais condutores sejam utilizados na fabricação de fios elétricos, mesmo nesses fios condutores, o efeito resistivo é verificado. Como já foi dito anteriormente, esse efeito está relacionado diretamente à natureza do material e sua capacidade de fornecer elétrons livres e a temperatura em que se encontra o material.

Ohm descobriu que, dados dois fios cilíndricos do mesmo material, a resistência cresce proporcionalmente ao comprimento do fio (ℓ) e é inversamente proporcional à área da seção transversal do fio (A); além disso, depende do material de que o fio é feito. As descobertas de Ohm podem ser resumidas na seguinte fórmula:

$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$

onde ρ representa uma propriedade característica de cada material.

Cálculo da resistência elétrica de um fio condutor

A figura a seguir mostra um pedaço de um fio condutor cilíndrico de comprimento ℓ e área de seção transversal igual a A .

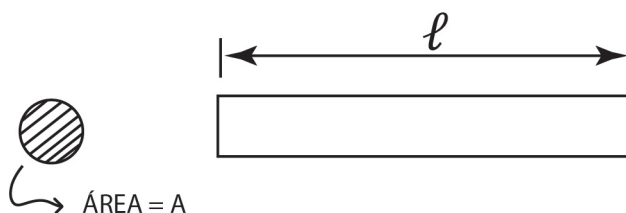


Figura 2: Fio condutor cilíndrico.

Considerando que o fio é constituído por um material cuja resistividade elétrica é dada por ρ , o valor da resistência elétrica desse trecho do fio é calculado a partir das características elétricas do material constituinte e de alguns parâmetros geométricos, como a área da seção (A) e o comprimento (l). Assim, vejamos, a partir de uma análise qualitativa, de que forma a resistência elétrica depende de cada um desses parâmetros.

Em relação à resistividade do material (ρ), é esperado que a dependência seja direta, ou seja, fios fabricados com material de alta resistividade devem exibir maiores efeitos resistivos. Em relação ao comprimento, também se espera uma dependência direta, já que, fios mais extensos (l grande) representam caminhos mais longos para os elétrons que se movem ao longo da rede cristalina. Já em relação à área da seção reta (A), é esperada uma relação de dependência inversa, ou seja, fios mais largos (A maior) apresentam menor dificuldade à passagem dos elétrons e, consequentemente, menor resistência. Esse efeito pode ser melhor compreendido a partir de uma analogia entre o fluxo de elétrons e um fluxo de pessoas que se deve escoar através de uma porta. Se a abertura do local é grande o fluxo se dá mais facilmente do que no caso da abertura ser estreita.

Do ponto de vista matemático, a expressão que traduz a dependência da resistência elétrica (R) em relação aos parâmetros anteriormente citados é:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Unidade de resistividade elétrica

Uma simples manipulação algébrica da expressão apresentada anteriormente, acompanhada da análise dimensional adequada, permite a definição da unidade de resistividade elétrica. Vejamos:

$$\rho = \frac{RA}{l}$$

Logo, as unidades (U) ficam:

$$V[\rho] = \frac{V[R] \cdot V[A]}{V[l]}$$

Na prática, é comum que a resistividade apareça expressa de duas maneiras. Quando se deseja indicar a área em mm^2 temos:

$$U[\rho] = \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

A outra forma é realizando a transformação de área para m^2 e fazendo as simplificações pertinentes. Nesse caso, a unidade utilizada será:

$$U[\rho] = \Omega \cdot \text{m}$$

Saiba Mais

Note que a unidade SI de resistividade é $\Omega \cdot \text{m}$ (ohm vezes metro). Como você poderá observar na tabela a seguir, a resistividade varia enormemente entre os diversos materiais: é baixíssima para metais, que são excelentes condutores de eletricidade, e altíssima para maus condutores ou isolantes. Um isolante não tem resistividade infinita, mas sua resistividade é astronomicamente maior do que a de um condutor metálico por um fator 10^{20} ou perto disto.

Condutores		Semicondutores	
Material	Resistividade	Material	Resistividade
Prata	$1,59 \times 10^{-8}$	Água salgada (saturada)	$4,4 \times 10^{-2}$
Cobre	$1,69 \times 10^{-8}$	Germânio	$4,6 \times 10^{-1}$
Ouro	$2,21 \times 10^{-8}$	Diamante	2,7
Tungstênio	$5,60 \times 10^{-8}$	Silício	$2,5 \times 10^3$
Ferro	$9,61 \times 10^{-8}$	Isolantes	
Platina	11×10^{-8}	Água pura	$2,5 \times 10^5$
Chumbo	22×10^{-8}	Madeira	$10^8 \text{ a } 10^{11}$
Manganês	$1,44 \times 10^{-6}$	Vidro	$10^{10} \text{ a } 10^{14}$
Grafite	$1,4 \times 10^{-5}$	Quartzo fundido	10^{16}

Tabela 1: Resistividades de alguns materiais em $\Omega \cdot \text{m}$ (para pressão de 1 atm e temperatura de 200 C).

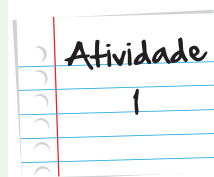
Exemplo: Um fio de cobre rígido, usado em instalações elétricas residenciais, tem seção reta de área $A = 4,0 \text{ mm}^2 = 4 \times 10^{-6} \text{ m}^2$. Qual é a resistência de dois metros desse fio? Usando a resistividade do cobre na Tabela 1, temos

$$R = \rho L / A = 1,68 \times 10^{-8} \times 2 / 4 \times 10^{-6} = 0,0084 \Omega,$$

que é uma resistência muito pequena.

De quanto é a resistência?

Utilizando os dados da tabela 1, que mostra a resistividade elétrica de diversos materiais, determine a resistência elétrica de um fio condutor de cobre, de comprimento igual a 100 m, cuja área da seção transversal é de 2 mm^2 .



Anote suas
respostas em
seu caderno

Seção 3

A Lei de Ohm

A figura a seguir exibe um diagrama de um circuito elétrico simples, onde o consumidor de energia é um resistor cujo valor da resistência elétrica é R . Os **resistores** são feitos de materiais de alta resistividade (baixa condutividade) e são usados para regular a corrente em circuitos elétricos. Na representação esquemática de um circuito elétrico, os resistores são representados por uma linha em zigue-zague; os fios de ligação entre resistores têm resistência desprezível e são representados por linhas contínuas.

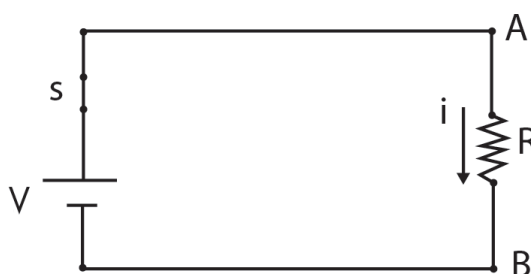


Figura 3: Circuito simples com um resistor.

Na configuração apresentada na figura, com o interruptor S fechado, a fonte de energia (E) encontra-se ligada diretamente aos terminais A e B do resistor R , impondo a ele uma diferença de potencial V . Além disso, como o circuito encontra-se fechado, haverá circulação de uma corrente elétrica i através do resistor.

Em suas investigações, Georg Ohm descobriu que para muitos materiais, notadamente os metais, a resistência não depende da voltagem aplicada, isto é, qualquer que seja V a corrente i é tal que o quociente V/i é sempre o mesmo. Em outras palavras, para os condutores estudados por Ohm **tem-se que R é constante**, logo:

$$R = V/i \text{ ou } V = R \cdot i$$

Este resultado tornou-se conhecido como *lei de Ohm*. Os condutores que obedecem à lei de Ohm são conhecidos como condutores ôhmicos. Apesar do nome, a lei de Ohm não é uma lei física fundamental como, por exemplo, a lei da conservação da energia. Há condutores e dispositivos eletrônicos que não obedecem à lei de Ohm. Para um condutor ôhmico, se traçarmos um gráfico da voltagem em função da corrente obteremos uma linha reta passando pela origem, pois $V = Ri$ com R constante; se o condutor não for ôhmico, o gráfico não será uma linha reta.

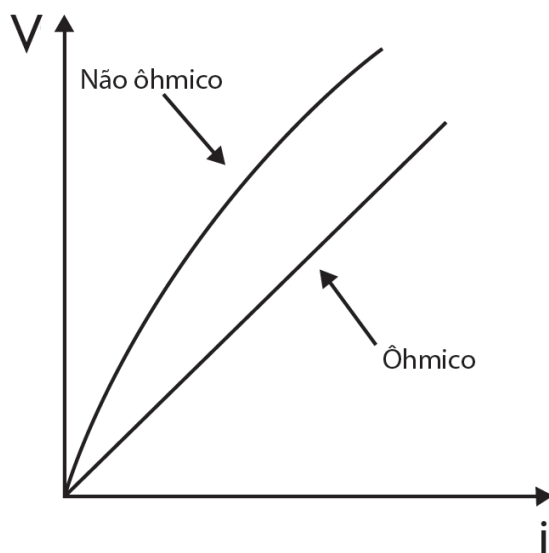


Figura 4. Gráficos da voltagem em função da corrente para um condutor ôhmico e um não ôhmico.

Seção 4

Efeito Joule

Assim como os sistemas mecânicos, um sistema elétrico, por mais simples que seja, funciona a partir do consumo de energia. Apesar de a energia ser um conceito universal para as ciências, no contexto dos sistemas elétricos costumamos especificá-la como energia elétrica.

Quando o elemento do circuito é um resistor, a energia elétrica perdida pelas cargas ao atravessarem o resistor é transformada em energia térmica, isto é, o resistor se aquece. Isto deve-se às frequentes colisões dos elétrons de condução com os átomos do condutor, elevando o grau de agitação térmica destes, ou seja, provocando aumento da temperatura do resistor e transferência de calor para o Meio Ambiente.

James Prescott Joule (1818-1889) foi um físico inglês que contribuiu significativamente para os estudos sobre o calor e, por isso, recebe o nome de Efeito Joule, o processo de transformação de energia elétrica em calor que ocorre nos resistores quando estes são percorridos por correntes elétricas.

Todos os aparelhos de aquecimento, tais como ferro elétrico, chuveiro elétrico e forno elétrico funcionam com base no efeito Joule: consistem essencialmente numa resistência elétrica que é aquecida pela passagem de uma corrente.



Figura 5: Quando uma corrente elétrica passa por um resistor, os elétrons colidem com os átomos do condutor. Esse atrito gera calor.

Seção 5

Potência elétrica

Assim como no caso da energia, no contexto dos sistemas elétricos o conceito de potência, apesar do seu caráter universal dentro da física, recebe a denominação específica de potência elétrica e a expressão matemática que permite o seu cálculo envolve o produto entre a diferença de potencial aplicada sobre o consumidor (V), e a corrente elétrica que percorre esse consumidor (i). Logo:

$$P = V \cdot i$$

No caso específico de um resistor como consumidor de energia, a expressão da potência pode assumir outras formas, substituindo-se os parâmetros U e i na expressão da potência a partir de manipulações algébricas na expressão da Lei de Ohm. Substituindo-se a variável V , por exemplo, teremos:

$$P = (R \cdot i) \cdot i$$
$$P = R \cdot i^2$$

Isolando-se a variável i e substituindo na expressão de P , teremos:

$$i = \frac{V}{R}$$

$$P = V \cdot \left(\frac{V}{R} \right)$$

ou

$$P = \frac{V^2}{R}$$

A unidade de potência no sistema SI é o watt (pronuncia-se uót), simbolizado por W maiúsculo: 1 watt = 1 joule por segundo. Usando V medido em volts e i em ampères, a potência calculada pela fórmula $P=Vi$ será dada em watts.

Exemplo. Quando a chave de um automóvel é virada, sua bateria de 12V faz passar uma corrente de 50A pelo motor de arranque. Qual é a potência desenvolvida por esse motor elétrico?

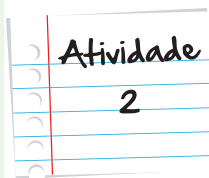
Solução. A potência do motor de arranque é $P = 12 \times 50 = 600 \text{ W}$. Assim, desprezando perdas por aquecimento do motor, a cada segundo 600 J de energia elétrica são convertidos em energia mecânica de rotação do motor.

Chuveiro elétrico

Nas especificações de um chuveiro elétrico lê-se 1900/3900/5800W e 220V.

- Qual é resistência do chuveiro ao operar com a potência mínima de 1900W?
- Qual é resistência do chuveiro ao operar com a potência máxima de 5800W?
- Quando, no inverno, ajustamos o chuveiro para o máximo aquecimento, selecionamos sua maior ou menor resistência?

Anote suas
respostas em
seu caderno



Relação entre potência e energia

Também no caso dos sistemas elétricos, a expressão geral que relaciona energia e potência continua válida – e nem poderia ser diferente já que estamos tratando de conceitos universais. A única diferença é que nos sistemas elétricos a potência pode ser calculada a partir de parâmetros elétricos. Assim:

$$E = P\Delta t$$

Onde E é a energia elétrica utilizada pelo consumidor e Δt é o tempo que a corrente levou percorrendo este consumidor.

Unidades de potência e energia

Sendo os conceitos de potência e energia dois conceitos centrais e universais na física, não haveria motivo algum para mudanças em relação às suas unidades. Logo, as unidades utilizadas pelo Sistema Internacional são o watt (W) e o joule (J), respectivamente, para essas duas grandezas. Além disso, é comum o uso da caloria (cal) como unidade em situações onde a energia está associada a processos que envolvem trocas de calor.

Entretanto, para fins práticos, é comum o uso da unidade quilowatt-hora (kWh) para quantificar a energia consumida em sistemas residenciais ou industriais. Essa unidade é utilizada, principalmente, pelas concessionárias de energia elétrica visando simplificar cálculos.

Relações de transformação importantes

Dos estudos da termodinâmica, já sabemos que 1 J equivale a 0,24 cal. Assim sendo 1 joule equivalente ao produto de 1 Watt x 1 segundo, teremos:

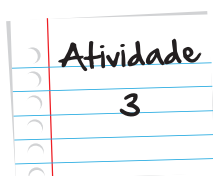
$$1J = 0,24cal \text{ e } 1J = 1W \cdot 1s$$

Sendo, $1w = 10^{-3}kW$ e $1s = \frac{1}{3600}h$ teremos:

$$1J = 10^{-3} \cdot \frac{1}{3600} kWh$$
$$1J = 2,78 \cdot 10^{-7} kWh$$

Logo:

$$1J = 0,24cal = 2,78 \cdot 10^{-7} kWh$$



Uma luz no seu estudo

Uma lâmpada encontra-se ligada a uma tensão de 60V e o seu filamento interno apresenta uma resistência elétrica de 120Ω . Determine:

- A intensidade da corrente que circula na lâmpada;
- A potência da lâmpada;
- A quantidade de energia consumida pela lâmpada em joules (J) e em quilowatt-hora (kWh) se ela ficar ligada durante duas horas.

Anote suas
respostas em
seu caderno

Veja Ainda

Conta de Eletricidade Residencial

Nosso consumo de eletricidade doméstico, como aparece nas contas enviadas pela empresa fornecedora, costuma ser medido em kWh (quilowatt hora). O prefixo k significa simplesmente “mil”, de modo que $1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$. Como watt é energia por unidade de tempo, multiplicando pelo tempo de 1 hora o resultado é uma certa quantidade de energia. Assim, a conta que pagamos depende da quantidade de energia elétrica que consumimos num mês. Note que

$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}.$$

Exemplo: A potência de operação de uma geladeira é 73 W na rede elétrica de 127 V. Qual é o consumo de energia mensal dessa geladeira em quilowatts hora?

Solução. Como em um mês há $30 \times 24 = 720$ horas, o consumo de energia (E) num mês é dado por

$$E = 73 \text{ W} \times 720 \text{ h} = (73 \times 10^{-3} \text{ kW}) \times 720 \text{ h} = 53 \text{ kWh}.$$

Nos filmes

- <http://www.youtube.com/watch?v=SZvSwpdbi-g>

e

- <http://www.youtube.com/watch?v=vqveZmeDeXw>

você poderá ver bons exemplos de transferência de energia em circuitos elétricos.

Referências

Imagens



- André Guimarães



- <http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=view&id=1013917> • Roi Pihlaja



- <http://www.sxc.hu/photo/136590> • Matthew Bowden



- <http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=view&id=587125> • Nihan Aydin



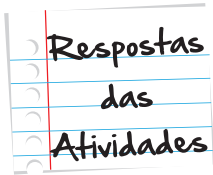
• <http://www.sxc.hu/photo/720129> • Fiona Schweers



• <http://www.sxc.hu/photo/720129> • Fiona Schweers



• <http://www.sxc.hu/photo/517386> • David Hartman



Atividade 1

A expressão a seguir permite o cálculo da resistência elétrica de um trecho de um

fio: $R = \rho \frac{\ell}{A}$.

Consultando a tabela contida no texto, observamos que o valor da resistividade do cobre é $\rho = 1,69 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$.

Realizando a necessária transformação de unidade da área informada pelo problema teremos:

$$A = 2 \text{ mm}^2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Substituindo os valores na expressão da resistência, teremos:

$$R = 1,69 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{100}{2 \cdot 10^{-6}}$$

Assim:

$$R = \frac{1,69}{2}$$

$$R = 0,84 \text{ m}$$

Atividade 2

- d. De $P=V^2/R$ deduzimos $R=V^2/P$. Com $V=220V$ e $P=1900W$ resulta $R_1=25,5\Omega$ (b) Com $V=220V$ e $P=5800W$ obtém-se $R_3=8,3\Omega$. (c) Para máximo aquecimento devemos selecionar a menor resistência a fim de obter a potência máxima.

Atividade 3

É possível o cálculo direto da corrente realizando manipulações algébricas na expressão da Lei de Ohm e substituindo os valores fornecidos pelo problema:

$V = Ri$, logo:

$$i = \frac{V}{R}$$
$$i = \frac{60}{120}$$
$$i = 0,5A$$

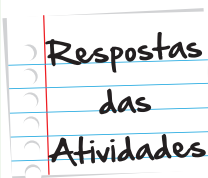
A potência pode ser obtida a partir da expressão que envolve a tensão (U) e a corrente (i):

$$P = Vi, P = 60 \cdot 0,5$$
$$P = 30W$$

A energia é dada pelo produto da potência pelo intervalo de tempo que a lâmpada esteve ligada. Para obtermos o valor da energia em joules (J), basta transformarmos o tempo para segundos e depois efetuarmos a operação. Assim: $\Delta t = 2 h = 2 \cdot 3600s = 7200s$

Substituindo os valores:

$$E = P\Delta t$$
$$E = 30 \cdot 7200$$
$$E = 216000J$$



Respostas
das
Atividades

Para obtermos o valor da energia em quilowatt-hora (Kwh), podemos transformar o valor obtido para a potência (P) em quilowatt e, em seguida, efetuar a operação utilizando o tempo dado em horas. Assim:

$$P = 30 \text{ W} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ KW}$$

Substituindo os valores, teremos:

$$E = P \Delta t$$

$$E = 30 \cdot 10^{-2} \cdot 2$$

$$E = 6 \cdot 10^{-2} \text{ KWh}$$

OBSERVAÇÃO: Preste atenção na diferença entre os valores obtidos para a energia em cada um dos casos.

O que perguntam por aí

Atividade 1 (Enem 2010)

Observe a tabela seguinte. Ela traz especificações técnicas constantes no manual de instruções fornecido pelo fabricante de uma torneira elétrica.

Especificações Técnicas						
Modelo		Torneira Suprema				
Tensão Nominal	(Volts~)	127		220		
Potência Nominal	(Watts)	(Frio)	Desligado			
		(Morno)	2.800	3.200	2.800	3.200
		(Quente)	4.500	5.500	4.500	5.500
Corrente Nominal	(Ampères)	35,4	43,3	20,4	25,0	
Fiação Mínima	(Até 30m)	6 mm ²	10 mm ²	4 mm ²	4 mm ²	
Fiação Mínima	(Acima de 30m)	10 mm ²	16 mm ²	6 mm ²	6 mm ²	
Disjuntor	(Ampères)	40	50	25	30	

Fonte: http://www.cardal.com.br/manualprod/Manuais/Torneira%20Suprema/Manual_Torneira_Suprema_R00.pdf

Considerando que o modelo de maior potência da versão 220 V da torneira suprema foi inadvertidamente conectada a uma rede com tensão nominal de 127 V, e que o aparelho está configurado para trabalhar em sua máxima potência. Qual o valor aproximado da potência ao ligar a torneira?

- a. 1.830 W
- b. 2.800 W
- c. 3.200 W

d. 4.030 W

e. 5.500 W

Resposta: letra A

Comentário: Observando as informações contidas na tabela, podemos verificar que, caso a torneira tivesse sido ligada corretamente, esta desenvolveria uma potência $P_1 = 5500 \text{ W}$ ligada em $V_1 = 220 \text{ V}$, já que foi configurada para trabalhar com a sua potência máxima. Entretanto, na situação em que ela verdadeiramente operou, a tensão de trabalho foi $V_2 = 127 \text{ V}$.

O fato de o erro de instalação ter ocorrido inadvertidamente nos faz concluir que a configuração foi mantida e, portanto, não há nenhum motivo para se pensar que foram modificadas ligações nos circuitos da torneira, o que garante que a resistência interna do seu circuito é a mesma das duas situações.

Assim, podemos escrever as expressões para as potências desenvolvidas nas duas situações da seguinte maneira:

$$P_1 = \frac{(V_1)^2}{R}; P_2 = \frac{(V_2)^2}{R}$$

O valor que procuramos é o valor de P_2 . Logo, dividindo P_2 por P_1 , teremos:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{(V_2)^2}{R}}{\frac{(V_1)^2}{R}}$$

Ou

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{(V_2)^2}{R} \cdot \frac{R}{(V_1)^2}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{(V_2)^2}{(V_1)^2}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2$$

$$P_2 = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2 \cdot P_1$$

Substituindo os dados fornecidos, teremos:

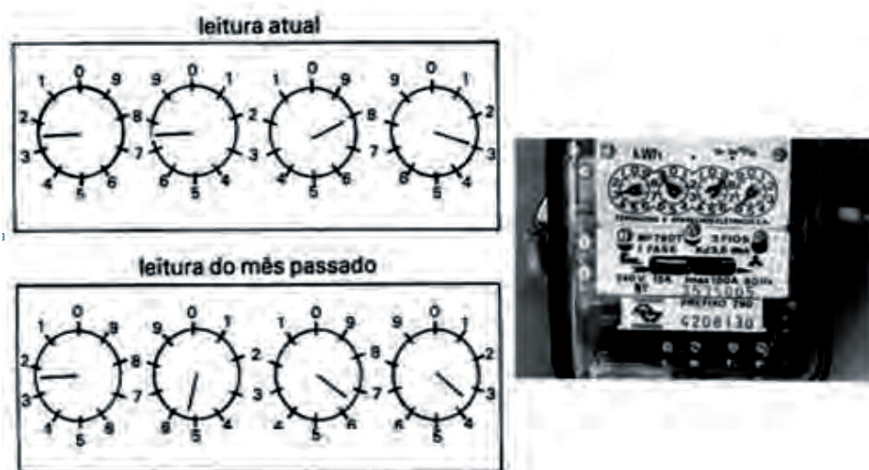
$$P_2 = \left(\frac{127}{220} \right)^2 \cdot 5500$$

$$P_2 = (0,577)^2 \cdot 5500$$

$$P_2 = 1832,8 \text{ W}$$

Atividade 2 (Enem 2010)

A energia elétrica consumida nas residências é medida, em quilowatt-hora, por meio de um relógio medidor de consumo. Nesse relógio, da direita para esquerda, tem-se o ponteiro da unidade, da dezena, da centena e do milhar. Se um ponteiro estiver entre dois números, considera-se o último número ultrapassado pelo ponteiro. Suponha que as medidas indicadas nos esquemas seguintes tenham sido feitas em uma cidade em que o preço do quilowatt-hora fosse de R\$ 0,20.



O valor a ser pago pelo consumo de energia elétrica registrada seria de

- a. R\$ 41,80.
- b. R\$ 42,00.
- c. R\$ 43,00.

d. R\$ 43,80.

e. R\$ 44,00.

Resposta: letra E

Comentário: Seguindo as instruções fornecidas pelo texto do problema, podemos observar que as situações mostradas indicam as seguintes leituras:

$$E_{\text{mês passado}} = 2563 \text{ KWh}$$

$$E_{\text{mês atual}} = 2783 \text{ KWh}$$

Efetuada a subtração entre os valores encontrados é possível determinar a quantidade de energia consumida em um mês (E):

$$E = E_{\text{mês atual}} - E_{\text{mês passado}}$$

$$E = 2783 - 2563$$

$$E = 220 \text{ KWh}$$

Multiplicando pelo valor do KWh (R\$ 0,20), teremos:

$$\text{Valor pago} = 220 \cdot 0,20$$

$$\text{Valor pago} = \text{R\$ } 44,00.$$

Atividade 3 (Enem 2011)

Em um manual de um chuveiro elétrico são encontradas informações sobre algumas características técnicas, ilustradas no quadro, como a tensão de alimentação, a potência dissipada, o dimensionamento do disjuntor ou fusível, e a área da seção transversal dos condutores utilizados.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
Especificação				
Modelo			A	B
Tensão (V ~)			127	220
Potência (Watt)	Seletor de Temperatura Multitemperaturas	○	0	0
		●	2 440	2 540
		●●	4 400	4 400
		●●●	5 500	6 000
Disjuntor ou Fusível (Ampère)			50	30
Seção dos condutores (mm²)			10	4

Uma pessoa adquiriu um chuveiro do modelo A e, ao ler o manual, verificou que precisava ligá-lo a um disjuntor de 50 amperes. No entanto, intrigou-se com o fato de que o disjuntor a ser utilizado para uma correta instalação de um chuveiro do modelo B devia possuir amperagem 40% menor.

Considerando-se os chuveiros de modelos A e B, funcionando à mesma potência de 4400 W, a razão entre as suas respectivas resistências elétricas, R_A e R_B , que justifica a diferença de dimensionamento dos disjuntores, é mais próxima de:

- a. 0,3.
- b. 0,6.
- c. 0,8.
- d. 1,7.
- e. 3,0.

Resposta: letra A

Comentário: Consultando o quadro fornecido pelo problema, na primeira situação, temos uma tensão $U_A = 127\text{ V}$ e na segunda situação a tensão $U_B = 220\text{ V}$. O problema informa ainda, que nas duas situações a potência desenvolvida é a mesma $P_A = P_B = 4400\text{ W}$.

Podemos iniciar a construção da solução do problema escrevendo as expressões das potências para as situações A e B:

$$P_A = \frac{(V_A)^2}{R_A} \text{ e } P_B = \frac{(V_B)^2}{R_B}$$

Efetuada a divisão de P_B por P_A , teremos:

$$\frac{P_B}{P_A} = \frac{\frac{(V_B)^2}{R_B}}{\frac{(V_A)^2}{R_A}}$$

$$\frac{P_B}{P_A} = \frac{(V_B)^2}{R_B} \cdot \frac{R_A}{(V_A)^2}$$

Como os valores de P_A e P_B são iguais, teremos:

$$1 = \frac{(V_B)^2}{R_B} \cdot \frac{R_A}{(V_A)^2}$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{(V_A)^2}{(V_B)^2} \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{V_A}{V_B} \right)^2$$

Substituindo os valores fornecidos pelo problema:

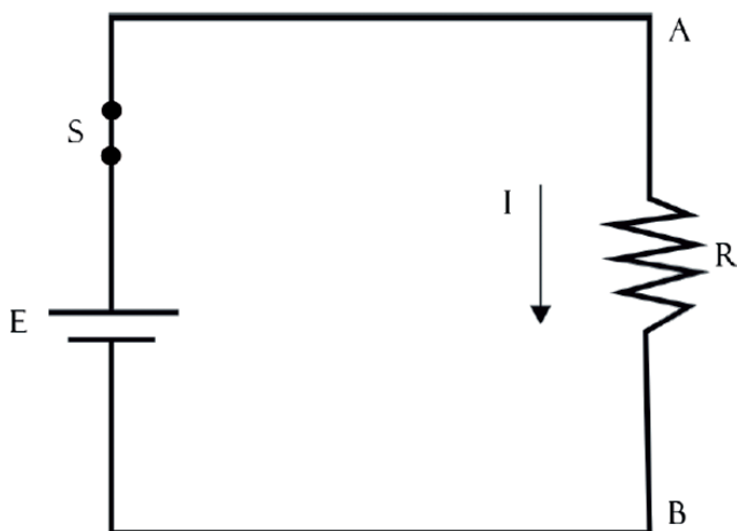
$$\frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{127}{220} \right)^2 \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = 0,33$$

Atividade extra

Civilização Elétrica

Exercício 1 – Adaptado de UFAC - 2002

Um circuito tem uma bateria de 12 V, cuja resistência elétrica interna é desprezível. A bateria alimenta uma resistência, conforme mostra a figura. Essa resistência vale $R = 2 \, \Omega$.



O valor da corrente elétrica, em ampères, que passa pelo ponto A é de

- a. 1,5.
- b. 3,0.
- c. 6,0.
- d. 12.

Exercício 2 – Cecierj - 2013

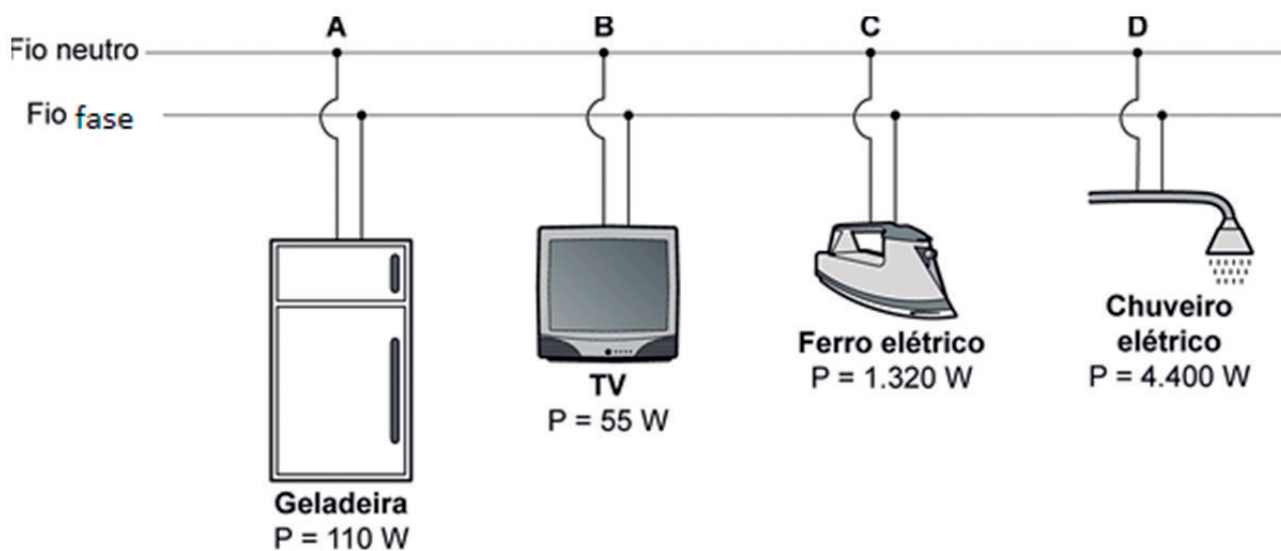
Quando um condutor é aquecido ao ser percorrido por uma corrente elétrica, ocorre o fenômeno conhecido como Efeito Joule, em homenagem ao Físico Britânico James Prescott Joule (1818-1889). São vários os aparelhos que possuem resistores e trabalham por Efeito Joule.

Dentre os eletrodomésticos citados a seguir, o que tem seu funcionamento baseado no efeito Joule é a

- a. batedeira.
- b. geladeira.
- c. torradeira.
- d. televisão.

Exercício 3 – Adaptado de Encceja - 2005

A instalação elétrica de uma residência utiliza um circuito elétrico em paralelo, em que todos os equipamentos têm a mesma tensão. Quando o equipamento é ligado, ocorre variação na corrente elétrica do circuito, que é diretamente proporcional à potência (P) do aparelho. Observe a figura:

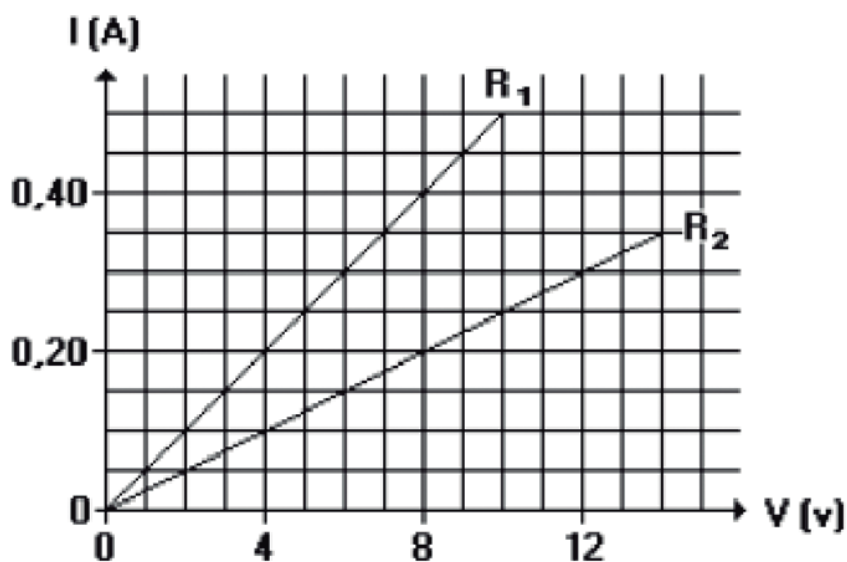


Indique, em ordem crescente, as variações nas correntes elétricas drenada por esses eletrodomésticos.

- a. A, B, C, D
- b. B, A, C, D
- c. D, C, A, B
- d. D, C, B, A

Exercício 4 – Adaptado de UNESP - 1997

Os gráficos na figura a seguir mostram o comportamento da corrente em dois resistores, R_1 e R_2 , em função da tensão aplicada.



Considerando os dados do gráfico, pode-se concluir que

- a. os dois resistores são ôhmicos.
- b. apenas o resistor R_1 é ôhmico.
- c. apenas o resistor R_2 é ôhmico.
- d. nenhum dos dois resistores é ôhmico.

Exercício 5 – Adaptado de UFMG - 1998

A conta de luz de uma residência indica o consumo em unidades de kWh (quilowatt-hora).

kWh é uma unidade de

- a. tempo.
- b. energia.
- c. potência.
- d. corrente elétrica.

Exercício 6 – Adaptado de Encceja - 2006

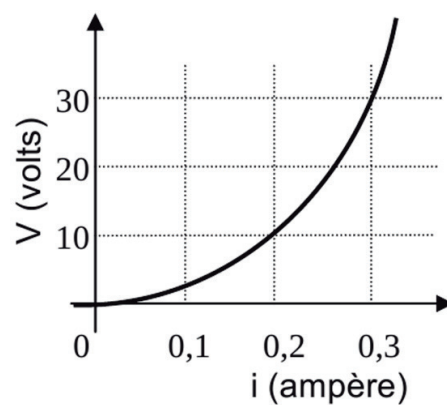
O dono de uma padaria resolveu ampliar os seus negócios e instalar três novos fornos elétricos iguais a um que já está instalado, cuja potência nominal é de 3 kW. Um eletricista, chamado para dimensionar a fiação para suportar a carga adicional, sugeriu trocar a bitola (diâmetro) dos fios que ligam o quadro de força específico dos fornos até o local onde fica o “relógio” marcador do consumo de energia.

Para uma instalação correta, a nova bitola de fio deve ser capaz de suportar uma corrente elétrica, no mínimo, igual à:

- a. da instalação atual.
- b. duas vezes a da instalação atual.
- c. três vezes a da instalação atual.
- d. quatro vezes a da instalação atual.

Exercício 7 – Adaptado de UFV - 2000

Medidas feitas à temperatura constante deram origem ao gráfico de diferença de potencial (V) versus corrente (i) para um determinado resistor:



Diga se o resistor é ôhmico. Justifique.

Exercício 8 – Adaptado de CEJA - Cantagalo

A primeira lei de Ohm foi fruto de trabalhos do físico alemão Georg Simon Ohm (1787-1854).

Calcule a resistência ôhmica de um chuveiro sabendo que ele se encontra submetido a uma tensão de 120 volts e atravessado por uma corrente de 8 A.

Gabarito

Exercício 1 – Adaptado de UFAC - 2002

A B C D
☐ ☐ ☒ ☐

Exercício 2 – Cecierj - 2013

A B C D
☐ ☐ ☒ ☐

Exercício 3 – Adaptado de Encceja - 2005

A B C D
☐ ☒ ☐ ☐

Exercício 4 – Adaptado de UNESP - 1997

A B C D
☒ ☐ ☐ ☐

Exercício 5 – Adaptado de UFMG - 1998

A B C D
☐ ☒ ☐ ☐

Exercício 6 – Adaptado de Encceja - 2006

A B C D
☐ ☐ ☐ ☒

Exercício 7 – Adaptado de UFV - 2000

Não, pois o gráfico não é uma reta. A resistência não é constante.

Exercício 8 – Adaptado de CEJA - Cantagalo

Pela lei de Ohm $V= Ri$

$$\Rightarrow R=V/i = 120/8 = 15 \, \Omega.$$

