

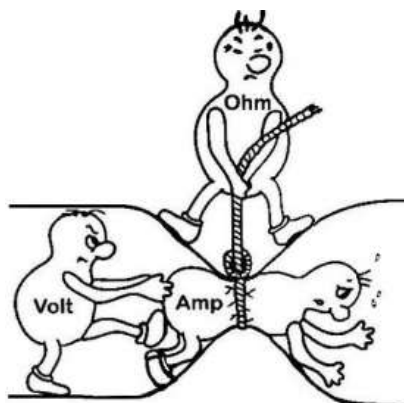
Lei de Ohm, resistores e potência elétrica

Quer ver esse material pelo Dex? clique [aqui](#)

Resumo

Luminárias, sistemas de som, aparelhos de micro-ondas, computadores e celulares são alguns dos dispositivos importantes do nosso dia a dia. Eles são conectados por fios ou por circuito interno a uma bateria ou a uma rede elétrica. O que acontece dentro do fio que faz com que a luz acenda? E por que isso ocorre? Dizemos que “a eletricidade flui através do fio”, mas o que tal afirmação significa exatamente? E, igualmente importante, como nós sabemos o que ocorre? Simplesmente olhar para um fio ligado entre uma bateria e uma lâmpada de filamento não nos diz se alguma coisa se move ou flui. Tanto quanto podemos observar visualmente, o fio tem a mesma aparência esteja ele “conduzindo eletricidade” ou não. Nosso objetivo é recordar acerca da corrente elétrica. Queremos entender o que é que se move através de um fio portador de corrente, e por quê.

Mas, antes, para poder solucionar problemas de circuito é necessário conhecer as definições essenciais, as grandezas envolvidas e suas unidades.



Corrente elétrica

Uma corrente elétrica é um movimento ordenado de cargas elétricas. Um circuito condutor isolado, como na Fig. 1a, está todo a um mesmo potencial e $E = 0$ no seu interior. Nenhuma força elétrica resultante atua sobre os elétrons de condução disponíveis, logo não há nenhuma corrente elétrica. A inserção de uma bateria no circuito (Fig. 1b) gera um campo elétrico dentro do condutor. Este campo faz com que as cargas elétricas se movam ordenadamente, constituindo assim uma **corrente elétrica**.

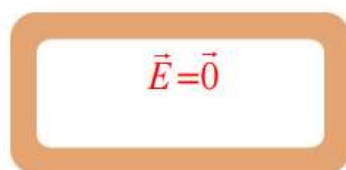


Fig. 1a

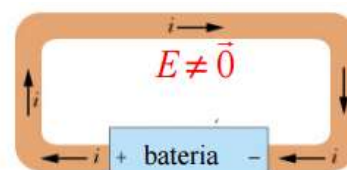
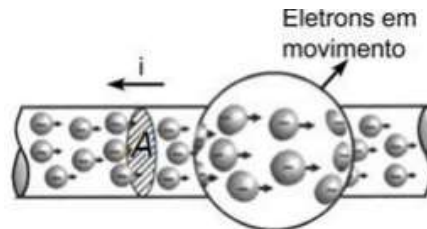


Fig. 1b

Definição: a intensidade de corrente é a quantidade de carga Δq que atravessa um plano em um intervalo de tempo Δt :

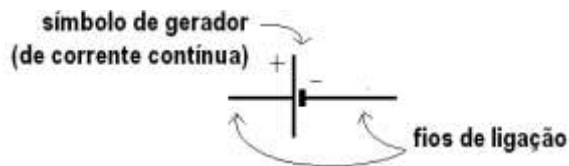
$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

Unidade: C/s = A (ampère).



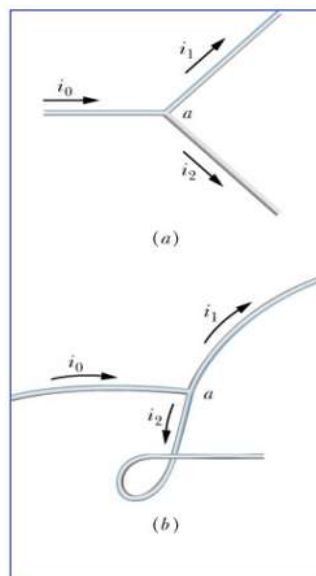
Um fluxo de elétrons (cargas negativas) indo para direita equivale a um fluxo de cargas positivas indo para a esquerda.

A corrente elétrica corresponde ao fluxo de elétrons. Os elétrons vão para o polo positivo de um gerador (pilha ou bateria).



Corrente elétrica e conservação de carga

a) Correntes, apesar de serem representadas por setas, são escalares.



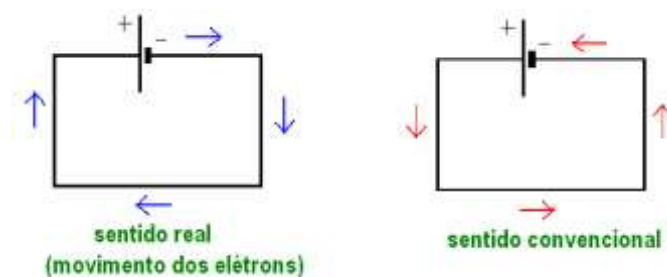
b) Em consequência da conservação da carga, temos:

$$i_0 = i_1 + i_2$$

Essa relação básica de conservação – de que a soma das correntes que entram em um nó deve ser igual à soma das correntes que saem do mesmo nó – é chamada de **lei de Kirchhoff dos nós**.

c) O sentido convencional da corrente é o sentido no qual se moveriam os portadores de carga positiva, mesmo que os verdadeiros portadores de carga sejam negativos.

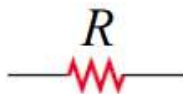
Observe como fica isso num circuito fechado:



Obs.: Corrente contínua: os elétrons vão em um único sentido. Corrente alternada: corresponde a uma corrente que oscila, mudando de sentido com um dado período.

Resistividade e resistência

Os fios elétricos fornecem o “caminho” para o movimento dos elétrons. O fio ideal não possui resistência, não influencia o circuito. Um fio real oferece resistência à passagem da corrente, já que há colisões constantes entre os elétrons e os átomos que compõem o material do fio, gerando calor. Esse processo em que a corrente elétrica gera calor é chamado de **efeito Joule** (energia elétrica se transformando em energia térmica). Na prática, um material cuja função é oferecer uma resistência específica em um circuito é chamado de resistor (veja figura abaixo) e seu símbolo em circuitos é:



Em um condutor cilíndrico como num fio, a resistência depende da área A da seção transversal, do comprimento L e de um parâmetro ρ (resistividade) característico de cada material:

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

Unidades

| Grandeza | Unidade (S.I.) |
|---------------|----------------|
| Resistência | Ω (ohm) |
| Área | m^2 |
| Comprimento | m |
| Resistividade | $\Omega.m$ |

A resistência de um fio ou de um condutor aumenta à medida que seu comprimento aumenta. Isto parece plausível, pois deve ser mais difícil empurrar elétrons através de um fio longo do que através de um fio mais curto. Diminuir a área da seção transversal também aumenta a resistência. De novo, isso parece plausível porque o mesmo campo elétrico pode empurrar mais elétrons em um fio largo do que em um fio fino.

Nota: É importante saber distinguir entre resistividade e resistência. A resistividade descreve apenas o material, e não, qualquer pedaço particular do mesmo. A resistência caracteriza um pedaço específico do condutor, dotada de uma geometria específica. A relação entre a resistividade e a resistência é análoga àquela entre a densidade e a massa.

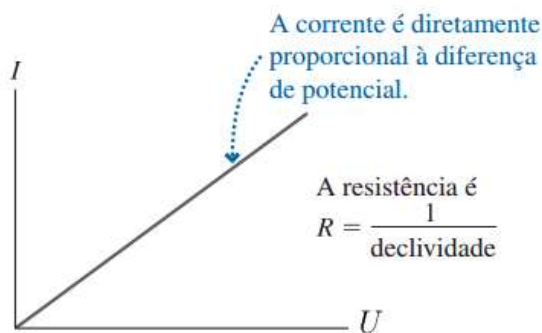
A tensão elétrica ou voltagem (U) é a energia fornecida por unidade de carga. Esta voltagem, chamada de diferença de potencial (ddp) elétrico, é que fornece energia a cada elétron, obedecendo a seguinte relação, conhecida como Lei de Ohm:

$$U = Ri$$

A despeito do seu nome, a lei de Ohm não é uma lei da natureza. Sua validade é limitada aos materiais cuja resistência R permanece constante – ou muito próximo disso – durante o uso. Materiais para os quais a lei de Ohm é válida são chamados de ôhmicos.

A figura (a) mostra que a corrente através de um material ôhmico é diretamente proporcional à diferença de potencial aplicada. Dobrar a diferença de potencial dobrará a corrente. Metais e outros condutores são materiais ôhmicos.

(a) Material ôhmico.



(b) Materiais não-ôhmicos



Alguns materiais e dispositivos são não-ôhmicos, o que significa que a corrente através do mesmo não é diretamente proporcional à diferença de potencial aplicada. Por exemplo, a figura (b) mostra o gráfico I versus U para um dispositivo semiconductor comumente usado chamado de *diodo*. Os diodos não possuem uma resistência constante.

Energia Elétrica

O gasto da energia elétrica está associada à potência dos aparelhos e ao tempo em que estes ficam ligados. A potência é a razão entre a energia e o intervalo de tempo.

$$Pot = \frac{Energia}{\Delta t}$$

$$Energia = Pot \cdot \Delta t$$

A conta de luz é medida em kWh (quilowatt-hora) e representa a potência (kW) e o tempo de funcionamento do aparelho (hora).

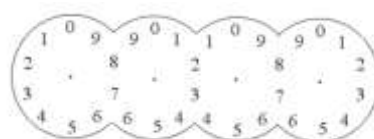
$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ Wh} = 1000 \text{ (J/s)} \times 3600 \text{ s} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$$

Um kWh é equivalente a $3,6 \times 10^6 \text{ J}$

Um relógio de luz residencial é o responsável pela cobrança de sua conta de luz. Ele registra a utilização da energia elétrica de uma casa.

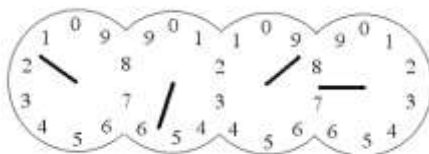
Você pode facilmente medir o valor indicado pelo relógio.

O relógio de luz possui esta configuração.



Este desenho pode ser encontrado nas contas residenciais. Relógios mais modernos possuem contadores/mostradores com números sequenciais e apresentam leituras maiores do que 5 dígitos. Relógios mais antigos possuem apenas 4 mostradores e precisam de um fator multiplicativo de 10.

Os valores devem ser lidos sempre pelo menor número onde está situado o ponteiro.



No exemplo acima o relógio marca: 1587.

Potência

A potência resulta do produto da diferença de potencial (U) pela corrente elétrica (i).

Assim, $Pot = Ui$.

Pela Lei de Ohm, $U = Ri$. Temos então que

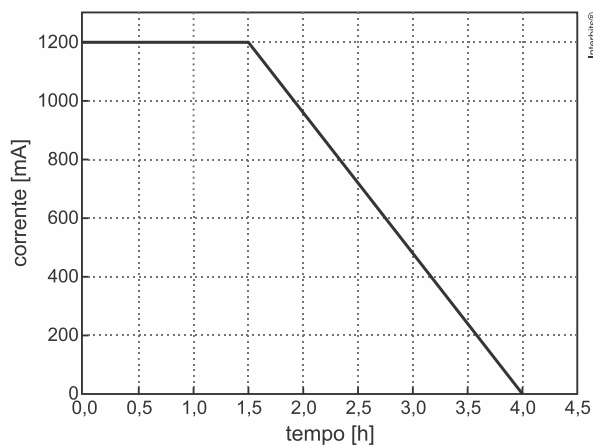
$$Pot = Ui = Ri^2 = \frac{U^2}{R}$$

Quer assistir um QGD sobre o tema e ainda baixar mapa mental? clique [aqui](#)

Exercícios

1. Dependendo da intensidade da corrente elétrica que atravessa o corpo humano, é possível sentir vários efeitos, como dores, contrações musculares, parada respiratória, entre outros, que podem ser fatais. Suponha que uma corrente de $0,1\text{ A}$ atravessa o corpo de uma pessoa durante $2,0$ minutos. Qual o número de elétrons que atravessa esse corpo, sabendo que o valor da carga elementar do elétron é $1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$.
- a) $1,2 \cdot 10^{18}$
 - b) $1,9 \cdot 10^{20}$
 - c) $7,5 \cdot 10^{19}$
 - d) $3,7 \cdot 10^{19}$
 - e) $3,2 \cdot 10^{19}$
2. (G1 cps 2016) O conhecimento científico tem auxiliado a agricultura em sua busca por melhor produtividade, e por esse motivo, são pesquisadas muitas características físicas do solo úmido, como sua capacidade de conduzir eletricidade, uma característica física que está associada
- a) a resistência elétrica do solo.
 - b) a potência elétrica do solo.
 - c) a energia elétrica do solo.
 - d) a tensão elétrica do solo.
 - e) ao magnetismo do solo.

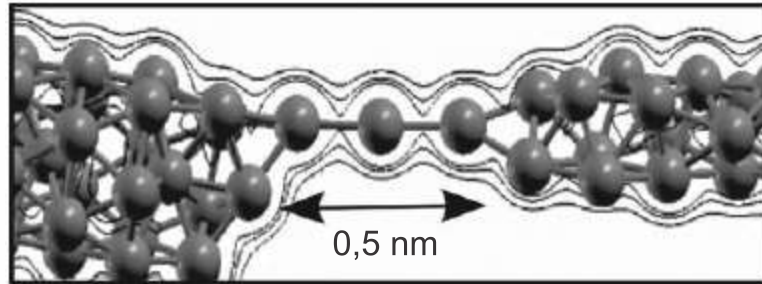
3. Tecnologias móveis como celulares e tablets têm tempo de autonomia limitado pela carga armazenada em suas baterias. O gráfico abaixo apresenta, de forma simplificada, a corrente de recarga de uma célula de bateria de íon de lítio, em função do tempo.



Considere uma célula de bateria inicialmente descarregada e que é carregada seguindo essa curva de corrente. A sua carga no final da recarga é de

- a) 3,3 C.
- b) 11.880 C.
- c) 1.200 C.
- d) 3.300 C.
- e) 4000 C.

4. Recentemente foram obtidos os fios de cobre mais finos possíveis, contendo apenas um átomo de espessura, que podem, futuramente, ser utilizados em microprocessadores. O chamado nanofio, representado na figura, pode ser aproximado por um pequeno cilindro de comprimento $0,5\text{ nm}$ ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$). A seção reta de um átomo de cobre é $0,05\text{ nm}^2$ e a resistividade do cobre é $17\Omega \cdot \text{nm}$. Um engenheiro precisa estimar se seria possível introduzir esses nanofios nos microprocessadores atuais.

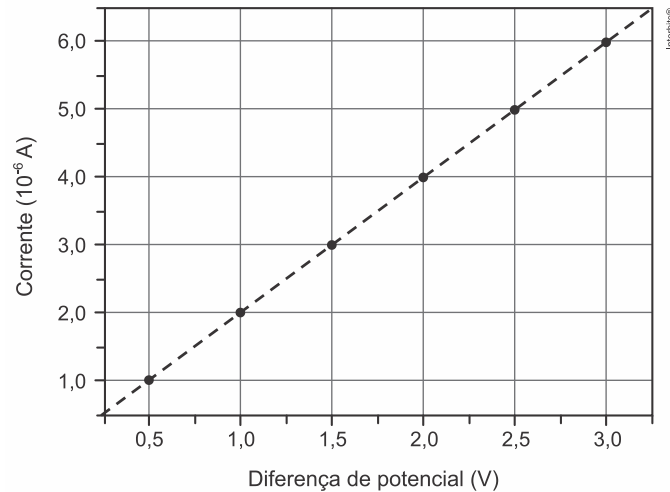


AMORIM, E. P. M.; SILVA, E. Z. Ab initio study of linear atomic chains in copper nanowires.
Physical Review B, v. 81, 2010 (adaptado).

Um nanofio utilizando as aproximações propostas possui resistência elétrica de

- a) $170\text{ n}\Omega$
- b) $0,17\text{ n}\Omega$
- c) $1,7\text{ n}\Omega$
- d) $17\text{ n}\Omega$
- e) 170Ω

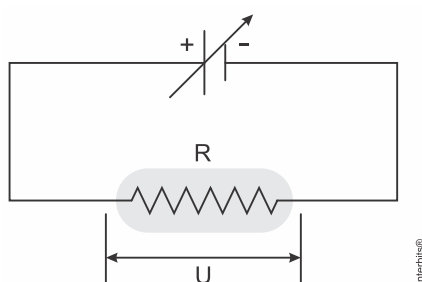
5. Dispositivos eletrônicos que utilizam materiais de baixo custo, como polímeros semicondutores, têm sido desenvolvidos para monitorar a concentração de amônia (gás tóxico e incolor) em granjas avícolas. A polianilina é um polímero semicondutor que tem o valor de sua resistência elétrica nominal quadruplicado quando exposta a altas concentrações de amônia. Na ausência de amônia, a polianilina se comporta como um resistor ôhmico e a sua resposta elétrica é mostrada no gráfico.



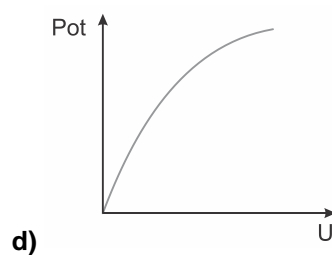
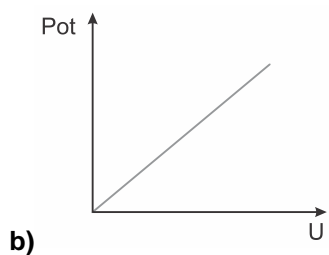
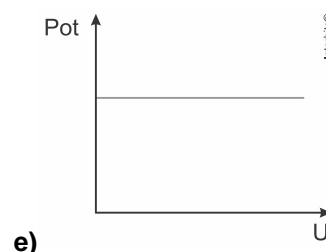
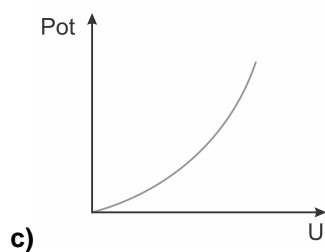
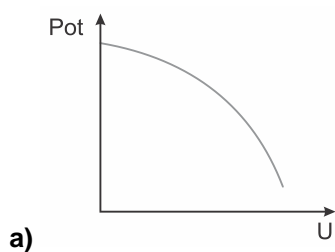
O valor da resistência elétrica da polianilina na presença de altas concentrações de amônia, em ohm, é igual a

- a) $0,5 \times 10^0$.
- b) $0,2 \times 10^0$.
- c) $2,5 \times 10^5$.
- d) $5,0 \times 10^5$.
- e) $2,0 \times 10^6$.

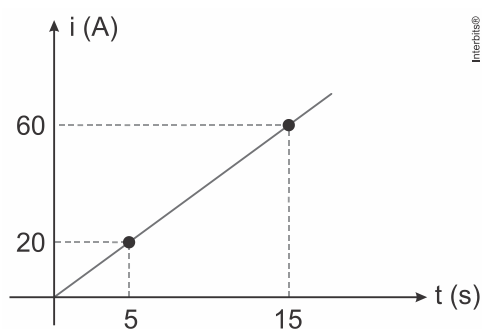
6. Um resistor ôhmico foi ligado a uma fonte de tensão variável, como mostra a figura.



Suponha que a temperatura do resistor não se altere significativamente com a potência dissipada, de modo que sua resistência não varie. Ao se construir o gráfico da potência dissipada pelo resistor em função da diferença de potencial U aplicada a seus terminais, obteve-se a curva representada em:



7. O gráfico abaixo indica o comportamento da corrente elétrica em função do tempo em um condutor.

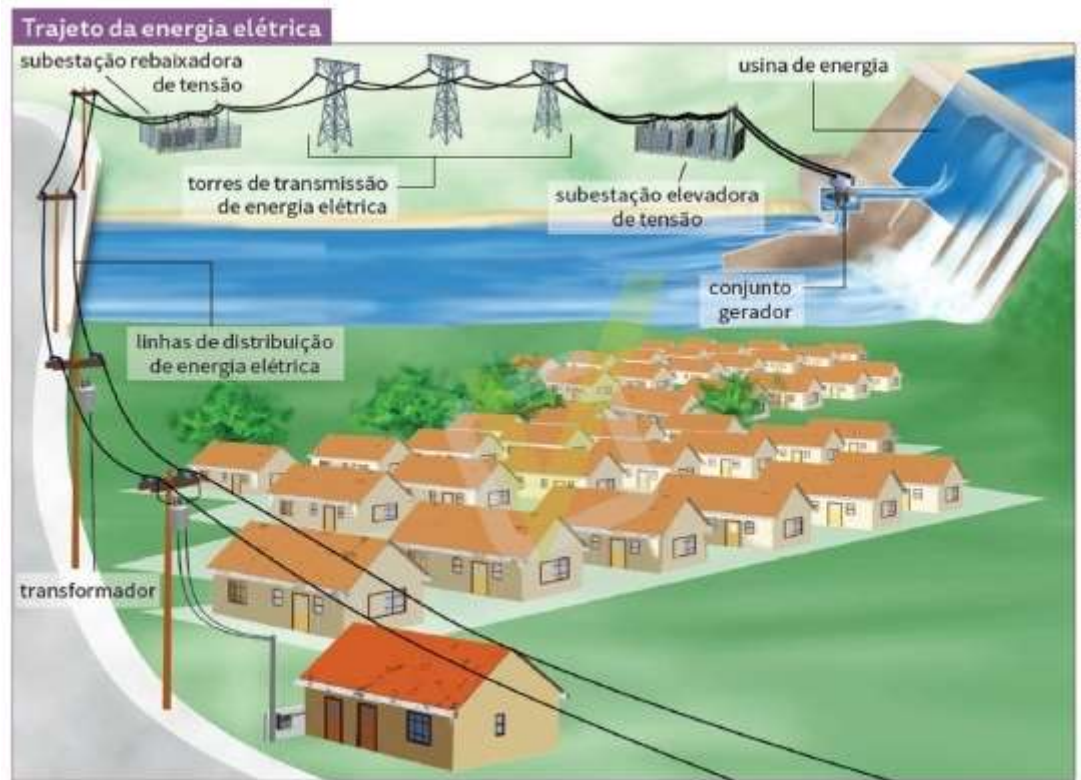


A carga elétrica, em coulombs, que passa por uma seção transversal desse condutor em 15 s é igual a:

- a) 450
- b) 600
- c) 750
- d) 900
- e) 1500

8. Leia as informações a seguir.

A grande diversidade nos regimes de oferta de energia em cada região confere ao sistema elétrico brasileiro uma característica muito peculiar: a demanda de energia pode ser atendida por uma grande variedade de gerações ao longo do território nacional. [...] O esquema a seguir mostra as etapas da transmissão da energia elétrica.

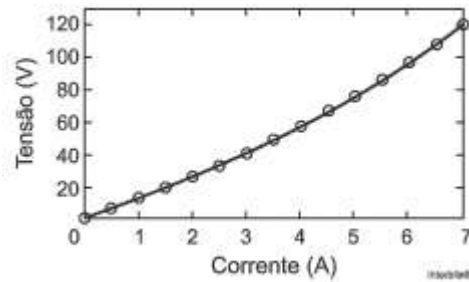


ARTUSO, Alysson R., SOARES, Marlon V. **Vivá Física**. Curitiba: Ed. Positivo, Vol. 3, 2016, p. 210.

A tensão elétrica produzida pela usina é elevada antes da transmissão e depois rebaixada antes de ser distribuída para a área residencial. A razão para que seja adotado tal procedimento é

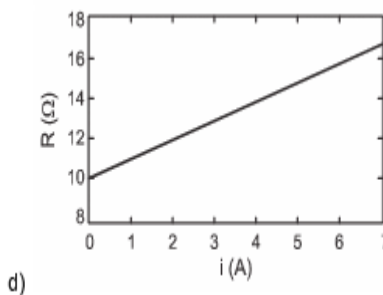
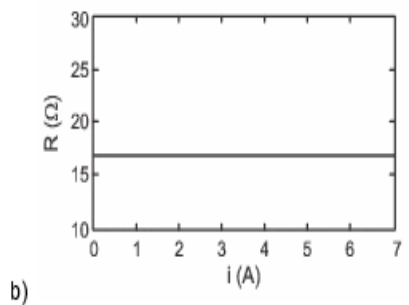
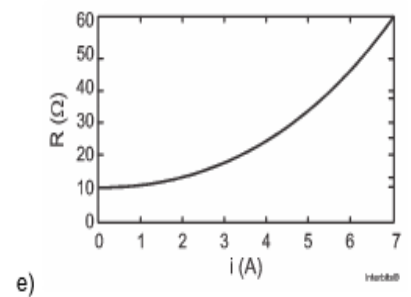
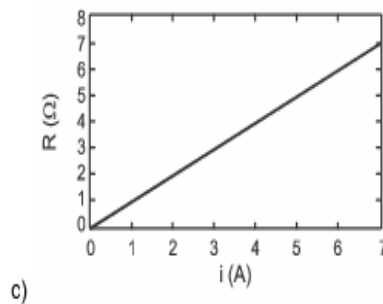
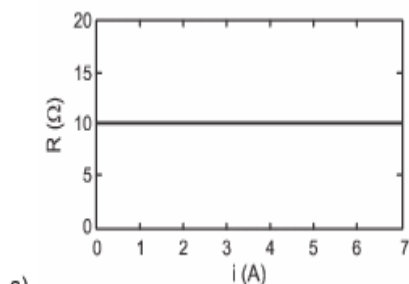
- a) a economia gerada pela possibilidade de usar fios mais finos nas linhas de transmissão.
- b) o aumento da potência elétrica transmitida para as residências ao final do processo.
- c) a redução dos efeitos gravitacionais sobre a corrente elétrica transmitida.
- d) o aumento da velocidade de transmissão da corrente elétrica.
- e) a criação de uma corrente elétrica variável na rede.

9. Ao pesquisar um resistor feito de um novo tipo de material, um cientista observou o comportamento mostrado no gráfico.



Após a análise do gráfico, ele concluiu que a tensão em função da corrente é dada pela equação $V = 10i + i^2$.

O gráfico da resistência elétrica (R) do resistor em função da corrente (i) é



10. Alguns peixes, como o poraquê, a enguia-elétrica da Amazônia, podem produzir uma corrente elétrica quando se encontram em perigo. Um poraquê de 1 metro de comprimento, em perigo, produz uma corrente em torno de 2 ampères e uma voltagem de 600 volts. O quadro apresenta a potência aproximada de equipamentos elétricos.

| Equipamento elétrico | Potência aproximada (watt) |
|------------------------|----------------------------|
| Exaustor | 150 |
| Computador | 300 |
| Aspirador de pó | 600 |
| Churrasqueira elétrica | 1.200 |
| Secadora de roupas | 3.600 |

O equipamento elétrico que tem potência similar àquela produzida por esse peixe em perigo é o(a)

- a) exaustor.
- b) computador.
- c) aspirador de pó.
- d) churrasqueira elétrica.
- e) secadora de roupas.

Gabarito

1. C

A carga elétrica é dada pelo produto da corrente elétrica pelo tempo, de acordo com a equação:

$$Q = i \cdot \Delta t$$

Mas também a carga elétrica pode ser calculada pelo total de elétrons que circulou multiplicado pela carga elementar $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, portanto:

$$Q = n \cdot e$$

Igualando as duas equações, podemos calcular o número de elétrons para uma determinada corrente e um dado tempo em segundos.

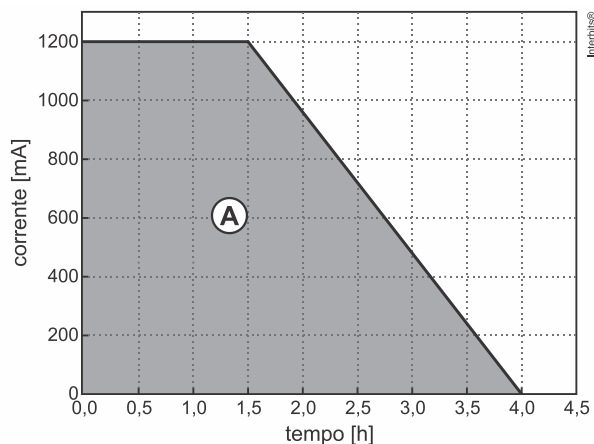
$$n \cdot e = i \cdot \Delta t \Rightarrow n = \frac{i \cdot \Delta t}{e} \Rightarrow n = \frac{0,1 \text{ A} \cdot 2 \text{ min} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} \therefore n = 7,5 \cdot 10^{19} \text{ elétrons}$$

2. A

A capacidade de conduzir eletricidade é tanto maior, quanto menor for sua **resistência elétrica**.

3. B

A carga final é numericamente igual a área do trapézio, destacada na figura.



$$Q = A = \frac{4 + 1,5}{2} \times 1200 = 3.300 \text{ mAh} = (3.300 \times 10^{-3} \text{ A}) \cdot (3,6 \times 10^3 \text{ s}) = 11.880 \text{ As} \Rightarrow$$

$$Q = 11.880 \text{ C.}$$

4. E

Aplicando a 2ª lei de Ohm:

$$R = \frac{\rho L}{A} = \frac{17 \times 0,5}{0,05} \Rightarrow R = 170 \Omega.$$

5. E

Escolhendo o ponto (1, 2) do gráfico, temos:

$$r = \frac{U}{i} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow r = 0,5 \cdot 10^6 \, \Omega$$

Como a resistência quadruplica nas condições dadas, obtemos:

$$R = 4r = 4 \cdot 0,5 \cdot 10^6$$

$$\therefore R = 2 \cdot 10^6 \, \Omega$$

6. C

Expressão que relaciona a potência elétrica dissipada pelo resistor de resistência constante com a d.d.p.

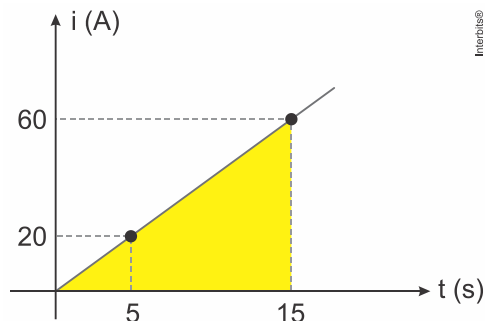
U:

$$P_{ot} = \frac{U^2}{R}$$

De acordo com a expressão acima, percebemos que a potência é diretamente proporcional ao quadrado da diferença de potencial, devendo seu gráfico (a partir do instante inicial) ser equivalente ao de uma parábola de concavidade positiva. Sendo assim, a alternativa [C] é a única que representa corretamente esta relação.

7. A

A carga elétrica em módulo que atravessa uma seção transversal do condutor é representada pela área sob a reta, isto é, a área entre o gráfico e o eixo do tempo no intervalo citado.



$$Q = \text{área} \Rightarrow Q = \frac{15 \cdot 60}{2} \therefore Q = 450 \, \text{C}$$

8. A

Se a transmissão fosse em alta amperagem, teríamos o efeito joule presente necessitando de cabos mais grossos acarretando em altos custos. A distribuição de energia em altas tensões, no entanto, reduz a necessidade de cabos grossos resultando em economia.

9. D

Substituindo a equação da tensão dada na equação da 1ª Lei de Ohm, temos:

$$R = \frac{V}{i} = \frac{10 + i^2}{i}$$
$$\therefore R = 10 + i$$

Portanto, o gráfico que representa a resistência elétrica do resistor deve ser uma reta inclinada positivamente e que intercepta o eixo vertical no valor de $10 \, \Omega$, sendo correta a alternativa [D].

10. D

Calculando a potência elétrica com os valores dados, temos:

$$P = i \cdot U$$

$$P = 2 \cdot 600$$

$$\therefore P = 1200 \, \text{W}$$

Logo, o equipamento que possui potência similar é a churrasqueira elétrica.