

## Objetivos

- Familiarizar-se com o multímetro, realizando medidas de corrente, tensão e resistência.

## Introdução

### Corrente elétrica

Quando uma lâmpada incandescente é conectada a uma pilha comum através de fios, como mostrado na figura 1, a lâmpada acende. Por quê?

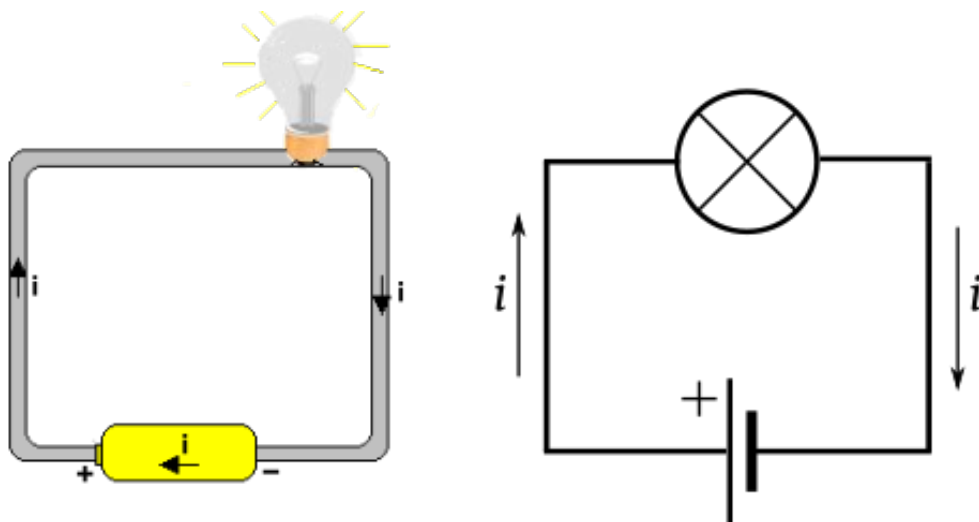


Figura 1: Lâmpada incandescente ligada a uma pilha e esquema elétrico equivalente

Os fios metálicos que unem a lâmpada à bateria e o filamento da lâmpada possuem cargas elétricas que podem ser colocadas em movimento quando submetidas a um campo elétrico. A bateria gera um campo elétrico externo entre os seus dois polos. Quando existe um caminho completo de meios que permitem o movimento de cargas elétricas entre os polos, as cargas dos fios e do filamento da lâmpada são aceleradas. Estabelece-se uma *corrente elétrica*.

Para a maioria dos fenômenos e efeitos práticos não existe diferença se as cargas que se movimentam são positivas ou negativas<sup>1</sup>. O sentido da corrente elétrica é o sentido em que cargas positivas se movimentariam. Como nos metais as cargas que se movem são elétrons, que possuem carga elétrica negativa, seu movimento real é no sentido oposto ao da corrente elétrica. Os elétrons são acelerados do polo negativo para o positivo, mas a direção da corrente elétrica é do polo positivo para o negativo.

O caminho fechado percorrido pela corrente elétrica — fios, filamento da lâmpada e bateria, na figura 1 — constitui um *circuito elétrico*. No interior de baterias e geradores, as cargas são forçadas a se movimentar no sentido oposto ao sugerido pela polaridade externa, de modo que o sentido da corrente é o mesmo em todo o circuito.

<sup>1</sup>Uma exceção é o *efeito Hall*, que pode ser usado para determinar se as cargas que se movimentam em um condutor são positivas ou negativas.

Intensidade da corrente elétrica ( $i$ ) é definida como a quantidade de carga ( $\Delta Q$ ) que passa por uma seção transversal do fio por unidade de tempo ( $\Delta t$ ), ou seja,

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

A unidade de corrente elétrica foi denominada *ampère* em homenagem ao físico André-Marie Ampère (1775–1836), um dos fundadores do eletromagnetismo. No sistema internacional (SI) o ampère ( $A$ ), definido como:

$$1 \text{ ampère (1A)} = 1 \text{ coulomb / 1 segundo}$$

## Diferença de potencial ou tensão elétrica

O campo elétrico realiza trabalho ao transportar carga entre dois pontos  $A$  e  $B$  do circuito. Se a carga  $Q$  for transportada entre os pontos  $A$  e  $B$  e receber a energia  $E$ , dizemos que entre os pontos  $A$  e  $B$  existe uma *diferença de potencial* (DDP), ou *tensão*,  $U_{AB}$ , dada por

$$U_{AB} = \frac{E}{Q}$$

No SI a unidade de tensão elétrica é o volt ( $V$ ), definido por:

$$1 \text{ volt (1V)} = 1 \text{ joule / 1 coulomb}$$

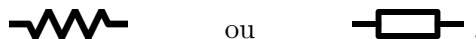
Esta unidade foi denominada *volt* em homenagem a Alexandro Volta, um dos pioneiros no estudo da eletricidade e inventor da bateria elétrica (pilha de Volta).

O que significa uma pilha fornecer uma tensão de  $1,5V$ ? Significa que a força elétrica realiza um trabalho de  $1,5J$  para transportar uma carga de  $1C$  entre os dois polos.

Os geradores podem ser de corrente contínua ( $CC$ ) ou de corrente alternada ( $CA$ ). Os geradores de  $CC$  mantêm uma tensão constante entre seus polos, já nos geradores de  $CA$  a tensão entre os polos varia de intensidade e polaridade com o tempo. Pilhas e baterias geram corrente contínua enquanto a energia fornecida pelas companhias de distribuição e que chega nas nossas casa é alternada.

## Resistência elétrica

A *resistência elétrica* ( $R$ ) decorre de colisões dos elétrons com outros elétrons e com os átomos do material pelo qual a corrente elétrica circula. Em um bom condutor, como é o caso do cobre, há pouca resistência à passagem da corrente elétrica, e em um mau condutor, caso do concreto, há bastante resistência à passagem da corrente. O dispositivo que em um circuito elétrico tem apenas a função de oferecer resistência à passagem da corrente elétrica é chamado de *resistor* e é representado nos esquemas elétricos por



A resistência elétrica é uma propriedade importante de muitos dispositivos. O filamento de uma lâmpada incandescente, por exemplo, nada mais é que um resistor que atinge uma alta temperatura com a passagem da corrente elétrica. Quando o que nos interessa é principalmente a resistência elétrica da lâmpada podemos representá-la como um resistor (figura 2). Este é um exemplo de como o diagrama serve para representar o fenômeno em que estamos interessados e não a forma física da montagem.

A unidade de resistência elétrica no SI é o ohm ( $\Omega$ ), definido por:

$$1 \text{ ohm (1}\Omega\text{)} = 1 \text{ ampère / 1 volt}$$

Esta unidade foi denominada *ohm* em homenagem a George Simon Ohm (1784–1854), físico que estabeleceu a lei sobre resistência elétrica, conhecida como “Lei de Ohm”.

## Material

- Fonte de corrente contínua
- Multímetro

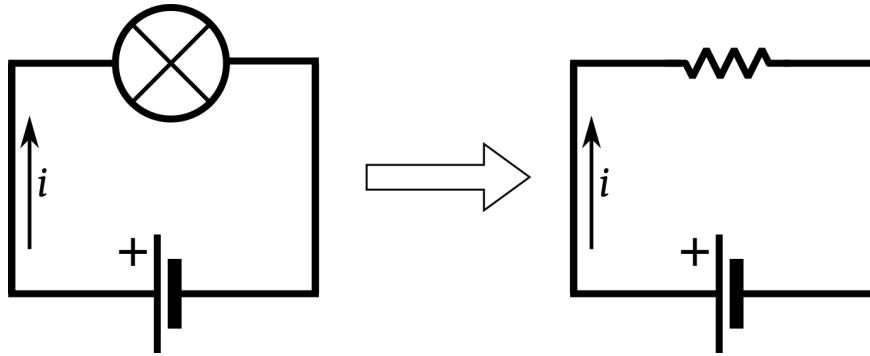
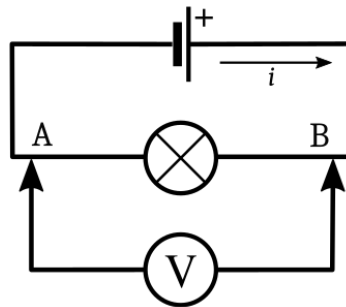


Figura 2: Representação do filamento de uma lâmpada como um resistor

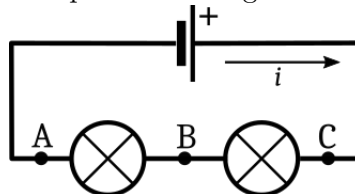
- Placa para montagem
- 2 lâmpadas incandescentes
- 10 ligações simples
- 3 resistores com valores variados
- 5 cabos banana-banana

## Medindo a Tensão ou Diferença de Potencial (DDP)

- Ajuste a fonte para 6 V.
- Com a fonte desligada, monte o circuito da figura abaixo, sem o voltímetro.



- Identifique no circuito que você montou os pontos A e B.
- Posicione o multímetro para medir tensões de até 20 V CC, girando a chave seletora, e conecte os cabos nos bornes do multímetro. Se você não sabe como fazer consulte o professor. Não tente realizar a medida enquanto não tiver certeza do que está fazendo!
- Ligue a fonte.
- Meça a tensão entre os pontos A e B ( $U_{AB}$ ) e anote.
- Desligue a fonte e o multímetro, e modifique seu circuito para incluir mais uma lâmpada como indicado a seguir. As duas lâmpadas estão ligadas em *série*.



- Identifique no circuito que você montou os pontos A, B e C.
- Posicione novamente o multímetro para medir tensões de até 20 V CC.
- Ligue a fonte.
- Meça as tensões  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$  e  $U_{AC}$  e anote.

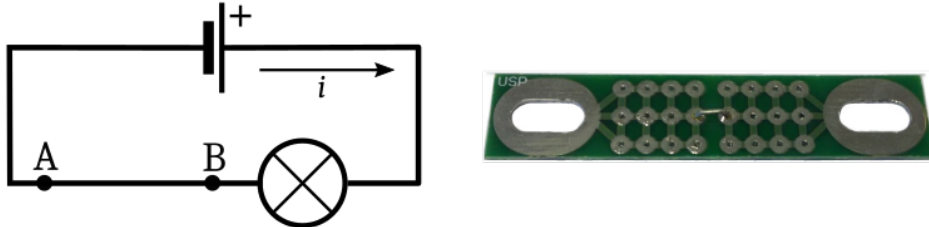
## Questões

1. O brilho das lâmpadas é igual nos dois circuitos?
2. Nos dois circuitos houve mudança na tensão da bateria? Quais medidas que você fez mostram isso?

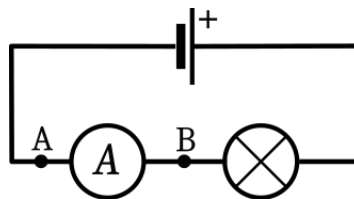
- No circuito com as duas lâmpadas ligadas em série,  $U_{AB}$  e  $U_{BC}$  são iguais ou diferentes?
- No circuito com duas lâmpadas em série, quanto vale a soma das tensões em cada lâmpada ( $U_{AB} + U_{BC}$ )?

## Medindo a Corrente Elétrica

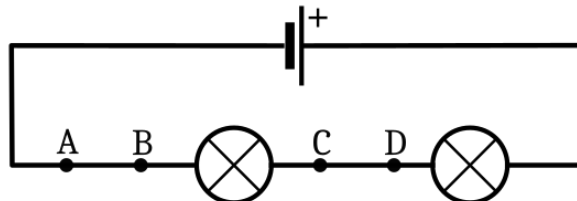
- Monte o circuito abaixo. Observe que os pontos A e B devem estar ligados por um conector simples, como o que está à direita.



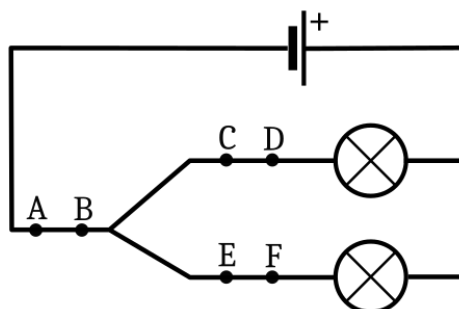
- Ajuste a fonte para 6V e ligue para verificar se o circuito funciona.
- Desligue a fonte, retire o conector simples, e substitua pelo multímetro. Coloque a chave seletora do multímetro na posição para medir corrente contínua de até 200 mA. **Cuidado!** O multímetro poderá queimar se estiver ajustado para uma corrente mais baixa do que 200 mA. Se você estiver em dúvida, consulte seu professor. Agora o seu circuito seria representado por



- Ligue a fonte e meça a corrente ( $i_{AB}$ ).
- Desligue a fonte e monte o circuito esquematizado abaixo, colocando conectores simples em A–B e C–D. Neste circuito as duas lâmpadas estão *em série*.



- Ligue a fonte — ajustada para 6 V — e verifique se o circuito está funcionando.
- Desligue a fonte, substitua o conector em A–B pelo multímetro ajustado para medir correntes de até 200 mA, ligue a fonte e meça a corrente  $i_{AB}$ .
- Recoloque o conector em A–B e repita o procedimento anterior para medir a corrente  $i_{CD}$  entre os pontos C e D.
- Desligue a fonte e o multímetro, desmonte o circuito anterior e monte o a seguir usando conectores simples entre os pontos A–B, C–D e E–F. Agora, as duas lâmpadas estão *em paralelo*.



- Com a fonte ajustada para 6 V, verifique se o circuito funciona corretamente, isto é, se as duas lâmpadas se acendem.

- Prepare o multímetro para realizar medidas de corrente de até 10 A. É necessário colocar o cabo que liga o positivo ao multímetro para o borne marcado com 10 ADC ou 10 A<sup>+</sup>, além de posicionar a chave seletora corretamente.
- Repetindo o procedimento usado para medir a corrente anteriormente, meça  $i_{AB}$ ,  $i_{CD}$  e  $i_{EF}$ . Lembre-se, sempre, de desligar a fonte enquanto estiver mexendo no circuito, ou mudando a escala do multímetro. Em todas as medidas as duas lâmpadas devem estar acesas!

### Questões

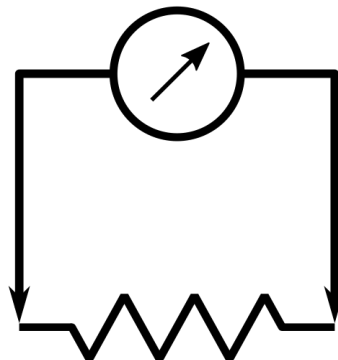
1. Em que situação as lâmpadas brilham mais: quando estão ligadas em série ou em paralelo?
2. Você sabe dizer, nos dois circuitos, qual é a corrente que passa pela fonte? Quando ela é maior, no circuito em série ou no circuito em paralelo?
3. Compare a corrente que é fornecida pela fonte, isto é a corrente que passa por ela, nos três casos: uma lâmpada, duas lâmpadas em série e duas lâmpadas em paralelo.

## Medindo Resistência Elétrica

Para medir a resistência elétrica de um componente, só é necessário o componente e o multímetro. Não deve haver nenhuma fonte de tensão ligada ao componente sob pena de danificar o multímetro! O componente não deve estar ligado a outros componentes, o que pode alterar o resultado da medida.

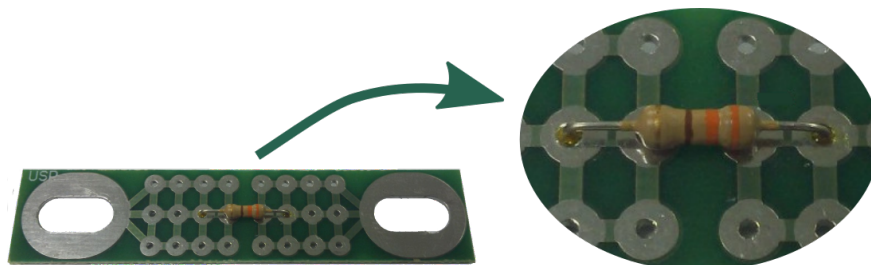
**Atenção:** quando estiver na função ohmímetro (para medir resistência elétrica) o multímetro **nunca** deve ser conectado a pilhas, baterias, fonte de corrente ou qualquer outra fonte de tensão. Isso pode danificá-lo!

- Coloque a chave do multímetro na posição 2000  $\Omega$ . Nessa posição ele é capaz de medir resistências de até 2000  $\Omega$ .
- Mantenha os dois terminais separados e veja o que aparece no visor. Lembre-se que nesse caso, a resistência elétrica entre os terminais é maior que 2000  $\Omega$ .
- Una os dois terminais do multímetro. Que valor aparece no visor?
- Agora una os terminais do multímetro aos terminais de uma lâmpada e meça a resistência da lâmpada. O circuito para esta medida é



### Usando a tabela de código de cores

Os resistores são componentes eletrônicos cuja principal característica é fornecer uma resistência à passagem de corrente. A resistência elétrica de resistores cerâmicos, como os que estão nos kits da Experimentoteca, é identificada por um código de cores, disposto como faixas coloridas.



A leitura deve começar pela faixa mais próxima de uma das bordas do resistor ou, se o resistor é muito pequeno, pela faixa que não nem dourada nem prateada. A primeira e a segunda faixa indicam o valor do resistor. A terceira, o número de zeros que devem ser acrescentado ao valor. Isso é o mesmo que dizer que a terceira faixa é o expoente do número dez que deve multiplicar o valor das duas primeiras faixas.

A quarta faixa, quando presente, indica a *tolerância* da resistência. Na produção industrial as resistências não são todas produzidas com o mesmo valor, pode haver uma variação. Esta faixa indica, em porcentagem, qual o valor máximo e mínimo da resistência.

TABELA DE CÓDIGO DE CORES					
CORES	1ª FAIXA	2ª FAIXA	3ª FAIXA	MULT.	TOLER.
PRETO	0	0	0	1	-
MARROM	1	1	1	10	-
VERMELHO	2	2	2	100	-
LARANJA	3	3	3	1000	-
AMARELO	4	4	4	10000	-
VERDE	5	5	5	100000	-
AZUL	6	6	6	1000000	-
VIOLETA	7	7	7	10000000	-
CINZA	8	8	8	-	-
BRANCO	9	9	9	-	-
OURO	-	-	-	-	5%
PRATA	-	-	-	-	10%

Exemplo

Valor da resistência

$$R = 15 \times 10^6 = 15\,000\,000 \text{ ohms}$$

1º algarismo  
2º algarismo  
expoente da potência de 10

Figura 3: Código de cores usado para identificar o valor da resistência elétrica em ohms de um resistor cerâmico.

- Usando a tabela de cores, identifique os resistores que você recebeu.
- Com o multímetro na função ohmímetro, meça a resistência dos resistores. Procure a escala mais adequada para fazer a medida.
- Calcule, em porcentagem, o desvio entre o valor indicado pelo código de cores e o valor medido. Organize os seus dados — valor lido, valor medido e desvio — em uma tabela.

## Questões

1. Por que é conveniente procurar a escala mais adequada para realizar as medidas? Que critério você usou?
2. Os desvios que você obteve estão dentro da faixa de tolerância marcada nos resistores?