

### Introdução

A operação e utilização corretas de equipamentos elétricos e dispositivos eletrônicos em um circuito dependem do conhecimento de algumas grandezas elétricas como a resistência do dispositivo, a corrente com que este dispositivo trabalha e a tensão a que deve ser ligado. Por exemplo, em se tratando de uma lâmpada, é preciso conhecer a tensão a que ela deve ser ligada de modo a funcionar corretamente. Se vamos ligar um equipamento a uma fonte de alimentação DC é preciso conhecer a corrente com que este equipamento trabalha e saber se a fonte é capaz de fornecer essa corrente sem sofrer aquecimento excessivo.

Todas essas grandezas podem ser medidas por um instrumento denominado multímetro, que pode reunir, entre muitas outras, as funções de voltímetro, amperímetro e ohmímetro, que medem, respectivamente, a tensão elétrica entre dois pontos de um circuito, a corrente elétrica que circula por um dispositivo de um circuito e a resistência elétrica oferecida por esse dispositivo.

Como o multímetro reúne um grande número de funções ele possui diversas escalas de modo a torna-lo bastante versátil para medições das grandezas acima em uma ampla faixa de valores. Isso implica que para a realização de uma determinada medida é fundamental saber escolher a configuração adequada da escala e da função do multímetro.

Nesta prática você irá realizar medidas de tensão, corrente e resistência elétrica de alguns dispositivos, tanto isolados, quanto inseridos em um circuito elétrico simples, utilizando um multímetro. Contudo, antes de partir para a realização das medidas é necessário, primeiro, que você aprenda a reconhecer os aparelhos com os quais irá lidar ao longo deste curso de física elétrica prática. Nas páginas seguintes vamos discorrer um pouco sobre esses aparelhos. O texto é um tanto longo, mas é importante que você o leia por inteiro, pois a correta operação dos aparelhos depende do conhecimento de suas propriedades e limitações.

## Fonte de alimentação

Quando lidamos com aparelhos elétricos há sempre algum tipo de energia elétrica sendo transformada em outro tipo de energia não-elétrica, como por exemplo a luz emitida por lâmpada ou o aquecimento da resistência de um chuveiro. Portanto, é necessário que haja uma fonte de energia para alimentar o elemento que transforma a energia no circuito. Nos circuitos que constam nessa apostila de atividades práticas serão utilizadas fontes de energia de baixa tensão, parecida com um carregador de celular. Teoricamente, essa fonte fornece até 6V.

A letra  $V$ , que acompanha uma medida de tensão, como apareceu anteriormente no texto - e também aparece no display do voltímetro da fonte - é um símbolo usado para denotar a grandeza volt - unidade de medida de tensão elétrica. Em pilhas o valor da tensão é fixo e vale 1,5 V, quando a pilha está em boas condições.

Uma fonte de energia elétrica é chamada de fonte de tensão porque sua função é estabelecer uma polaridade entre dois pontos extremos de um circuito elétrico. Um desses pontos deve apresentar excesso de carga negativa em relação ao outro. Estabelece-se, assim, um polo negativo e outro positivo provocarão a circulação de corrente elétrica no circuito.

Em uma representação de um circuito elétrico são utilizados símbolos. A figura 1 mostra os símbolos utilizados para representar de três tipos de fontes de tensão em um circuito: fonte de tensão contínua fixa, em que o valor da tensão de saída possui um único valor, como as pilhas de 1,5 V ou as baterias de 9 V ou 12 V; fonte de tensão contínua variável, em que a tensão de saída da fonte pode variar entre 0 e um valor máximo, fonte de tensão alternada, cujo valor da tensão varia continuamente e ciclicamente entre um valor máximo positivo e um valor máximo negativo.

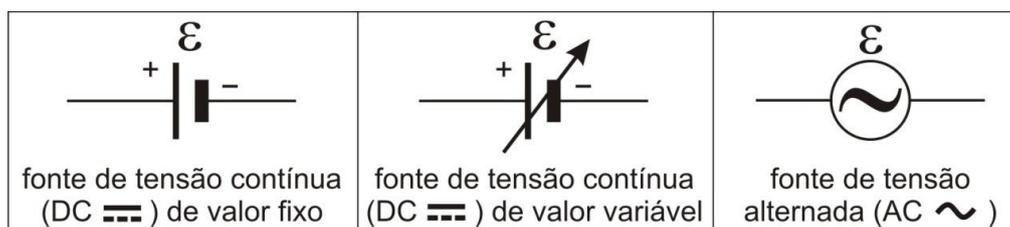


Figura 1: Símbolos para diferentes fontes

Note, na figura 1, que a fonte de tensão é geralmente designada pela letra grega  $\varepsilon$  (lê-se épsilon) e que o risco maior representa o polo positivo da fonte e o risco menor representa o polo negativo da fonte quando se trata de fontes de tensão contínua (DC), como a fonte variável descrita acima, as pilhas e baterias.

### **Fonte de tensão variável utilizando o potenciômetro da placa**

Em vários experimentos desse laboratório, será necessário variar a tensão. Como no laboratório temos uma fonte fixa, utilizaremos o potenciômetro que existe na placa para montarmos uma fonte de tensão variável.

Ao girar esse potenciômetro no sentido horário você diminui a tensão disponível nos bornes de saída da fonte. Girando no sentido horário, há um aumento da tensão de saída. Dessa forma essa fonte deixa de ser fixa no valor de 6V e torna-se variável, com valores entre 0 e 6V.

### **Multímetro digital**

O multímetro digital é um dos dispositivos mais versáteis de que se dispõe para a realização de medidas elétricas em circuitos. A designação multímetro se deve ao fato de um mesmo aparelho reunir pelo menos três medidores diferentes: voltímetro, para a medida de tensões elétricas; amperímetro, para a medida de correntes elétricas; e, ohmímetro, para a medida de resistências elétricas. Atualmente os multímetros estão cada vez mais sofisticados e incluem, em alguns casos, frequencímetros (medidores de frequência), capacitímetros (medidores de capacitância), termômetros (medidores de temperatura), etc. Nas práticas a serem realizadas durante o curso você irá lidar apenas com as funções voltímetro, ohmímetro e amperímetro do multímetro. Em seguida, falaremos mais sobre essas funções.

A figura 3 mostra um multímetro digital e seus principais componentes identificados (pode ser que você esteja lidando com um multímetro diferente do mostrado na fotografia, mas note que existem, basicamente, os mesmos elementos e as mesmas funções nele). Mostraremos a seguir como identificar as funções de um multímetro e como utilizá-lo para efetuar medidas.



e 9 na figura 4), conforme a medida que se queira efetuar. A seguir trataremos com mais detalhes destes últimos elementos, uma vez que é fundamental que você compreenda bem como utilizá-los.

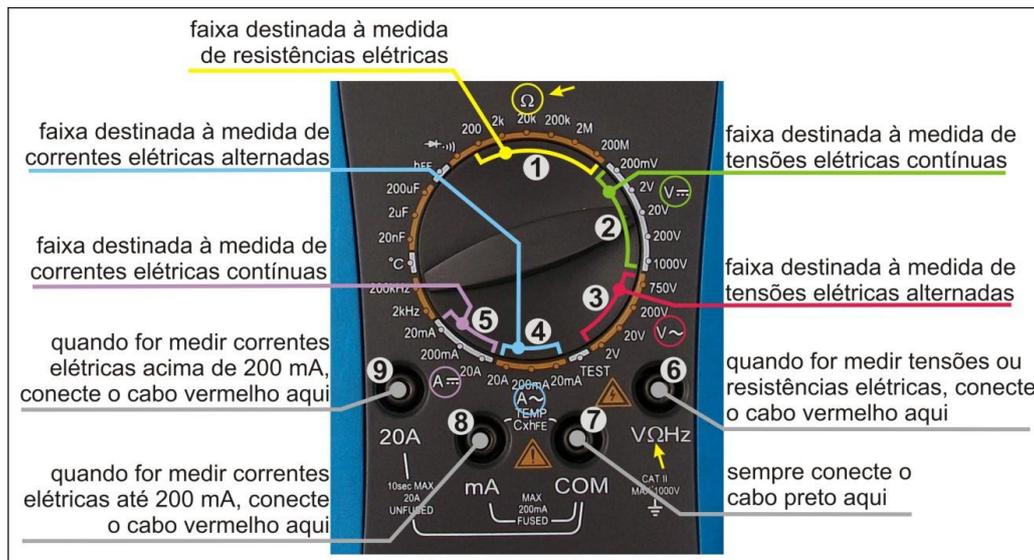


Figura 4 – Chave seletora de função/escala e terminais do multímetro.

Girando a chave seletora você pode mudar a configuração do multímetro, podendo usá-lo como ohmímetro, voltímetro, amperímetro, freqüencímetro, isto é, permite que você modifique a função do aparelho. Há alguns segmentos de arco que indicam a função para uma determinada posição da chave seletora. Por exemplo, se a chave seletora estiver orientada na direção do segmento de arco sublinhado em amarelo (nº 1 na figura 4), o aparelho estará configurado como ohmímetro e você poderá utilizá-lo para medir resistências elétricas. Note que o símbolo  $\Omega$  (lê-se ohm - unidade de medida de resistência elétrica) aparece acima dos números escritos sobre aquele segmento de arco. Veja que o mesmo símbolo aparece também no terminal em que se deve ligar o cabo vermelho para executar a medida de resistência elétrica (terminal nº 7 na figura 4).

Acima do segmento de arco que permite a seleção da função ohmímetro do multímetro aparecem vários números: 200, 2k, 20k, 200k, 2M, 200M. Estes números são chamados de fundo de escala. Ao girar a chave seletora é possível selecionar diferentes fundos de escala para se realizar uma medição. Esta escala permite que uma ampla faixa de resistências possa ser medida pelo ohmímetro do multímetro. Suponha que você queira medir uma resistência de apenas 150  $\Omega$ . A melhor leitura será fornecida se você

colocar a chave seletora no fundo de escala de 200 (que significa 200  $\Omega$ ). Já se você quiser medir uma resistência de 150.000  $\Omega$  (150 k $\Omega$ ) é necessário selecionar o fundo de escala de 200 k (que significa 200 k $\Omega$  ou 200.000  $\Omega$ ). Se você selecionar um fundo de escala menor que a resistência que você deseja medir, então o número 1 aparecerá no display.

**ATENÇÃO:** quando você for realizar uma medida de resistência, corrente ou tensão e não possuir ideia acerca da magnitude da grandeza a ser medida, comece pelo maior fundo de escala da função e vá diminuindo até obter uma boa leitura. Isto é muito importante no caso de medidas de tensão e corrente.

Assim como para a fonte de tensão, é mais comum e cômodo utilizar um símbolo para representar um ohmímetro em um circuito elétrico. O símbolo utilizado está mostrado na figura 5.

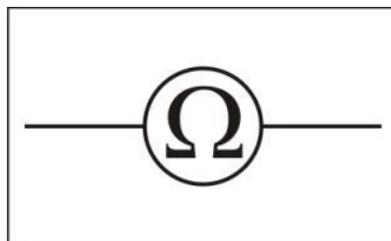


Figura 5 – Símbolo utilizado para representar um ohmímetro em um circuito elétrico.

Além de permitir a medida de resistências, o multímetro permite a medida de tensões elétricas, funcionando como um voltímetro. Para configurá-lo como voltímetro é preciso girar a chave seletora para as posições indicadas por verde e vermelho na figura 4. Se a chave seletora estiver orientada para a direção da faixa verde (n<sup>o</sup> 2 na figura 4) o voltímetro estará configurado para medir tensões contínuas (DC) de 200 mV a 1000V. Já se a chave estiver orientada para o segmento marcado em vermelho (n<sup>o</sup> 3) o voltímetro estará configurado para medir tensões alternadas de 2V a 750 V. Note que o símbolo V acompanha os dois segmentos de arco que indicam a função voltímetro do multímetro. Perceba também que o símbolo V aparece ao lado do terminal em que se deve conectar o cabo vermelho do multímetro (terminal 6 na figura 4). A maneira de identificar se a função é adequada para a medida de tensões contínuas ou alternadas é olhando para o símbolo que acompanha a letra V. A figura 6 mostra os símbolos utilizados para

representar uma tensão (ou corrente) contínua e uma tensão (ou corrente) alternada. Veja na figura 4 que estes símbolos aparecem ao lado da letra V, que aparece nas posições adequadas para se medir tensões elétricas. A figura 7 mostra o símbolo utilizado para representar um voltímetro em um circuito elétrico.

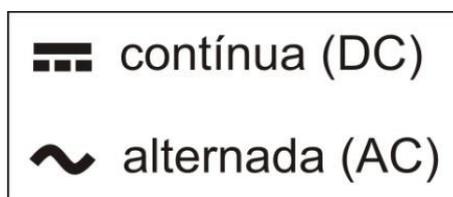


Figura 6 – Símbolos utilizados para representar tensões e correntes contínuas e alternadas.

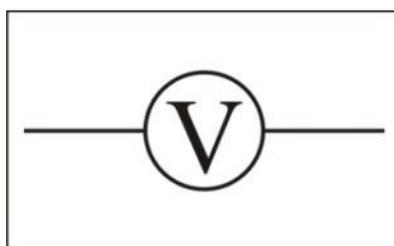


Figura 7 – Símbolo utilizado para representar um voltímetro em um circuito elétrico.

Para medir correntes elétricas é necessário configurar o multímetro como amperímetro. Isso pode ser obtido girando a chave seletora e posicionando-a na direção dos segmentos de arco acompanhados pelo símbolo A (de ampère – unidade de medida de corrente elétrica). Novamente, atente para o fato de que os símbolos mostrados na figura 6 aparecem ao lado da letra A (veja a figura 4), indicando que existem faixas adequadas à medição de correntes elétricas alternadas e faixas destinadas à medição de correntes elétricas contínuas. Na figura 4 estes segmentos de arco estão identificados em azul (nº4) e em roxo (nº5), respectivamente.

É necessário ter um cuidado especial ao utilizar o amperímetro de um multímetro digital. Este aparelho pode ser danificado permanentemente se não for utilizado da maneira correta. Para efetuar medidas com o amperímetro de um multímetro digital é necessário mudar o cabo vermelho de posição: ele deve ser conectado aos terminais identificados com os números 8 e 7 na figura 4. Se a corrente a ser medida possuir um valor máximo de 200 mA (0,2 A) você pode conectar o cabo vermelho ao terminal nº 8 (veja a figura 4). Este terminal é protegido por um fusível e não tolera correntes maiores que essa. Se for excedido este valor o fusível se rompe e o

aparelho deixa de funcionar. Se a corrente a ser medida estiver acima de 200 mA, deve-se conectar o cabo vermelho ao terminal nº 9 (veja a figura 4). Este terminal permite que se façam leituras de correntes até 20 A com o aparelho. Mas note que é necessário conjugar a posição do cabo vermelho no terminal correto e a posição da chave seletora. A chave seletora seleciona o fundo de escala do multímetro (que pode ser 20 mA, 200 mA ou 20 A, tanto alternada quanto contínua). Se a chave seletora estiver orientada para 20 mA ou 200 mA, então o cabo vermelho deve estar conectado ao terminal nº 8 da figura 4. Já se a chave estiver apontando para a escala de 20 A então o cabo vermelho deve ser conectado ao terminal nº 9 da figura 4.

Há multímetros em que um único terminal é utilizado para medidas de corrente, sejam baixas ou altas. Contudo, mesmo nesses aparelhos é necessário fazer a escolha adequada do fundo de escala com a chave seletora. A figura 8 mostra o símbolo utilizado para representar um amperímetro em um circuito elétrico.

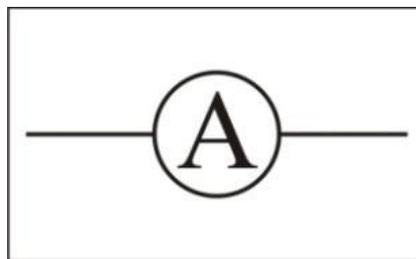


Figura 8 – Símbolo utilizado para representar um amperímetro em um circuito elétrico.

Além de colocar os cabos preto e vermelho nos terminais adequados para a medida que se deseja realizar e posicionar corretamente a chave seletora para escolher uma determinada função do aparelho, é preciso estar atento à forma como o aparelho deve ser ligado ao circuito. Como amperímetro, o aparelho deve sempre ser ligado em série com o circuito onde se deseja medir a corrente (veja a figura 9 A, a seguir). A resistência interna do amperímetro é muito baixa (zero se o considerarmos ideal) e, portanto, não afeta a leitura de corrente que passa por ele.

**ATENÇÃO:** Jamais ligue o amperímetro diretamente aos bornes da fonte. O amperímetro é um aparelho que possui resistência elétrica baixíssima. Ligá-lo

diretamente aos bornes da fonte configura um curto circuito. Isto pode danificar tanto a fonte quanto o amperímetro.

Como voltímetro, ao contrário, o aparelho deve ser ligado sempre em paralelo com o trecho do circuito cuja voltagem se queira medir (veja a figura 9 B). Um voltímetro possui resistência interna muito alta (infinita se o considerarmos ideal) e, portanto, se for ligado em série no circuito, não haverá passagem de corrente por ele. Finalmente, para medir a resistência elétrica oferecida por um condutor ou qualquer outro elemento de um circuito devemos retirar a fonte de energia do circuito e ligar o elemento diretamente aos cabos do ohmímetro (veja a figura 9 C).

Isso é fundamental evitar que o aparelho seja danificado. Jamais se deve usar o ohmímetro para medir a resistência de um elemento conectado a uma fonte de energia.

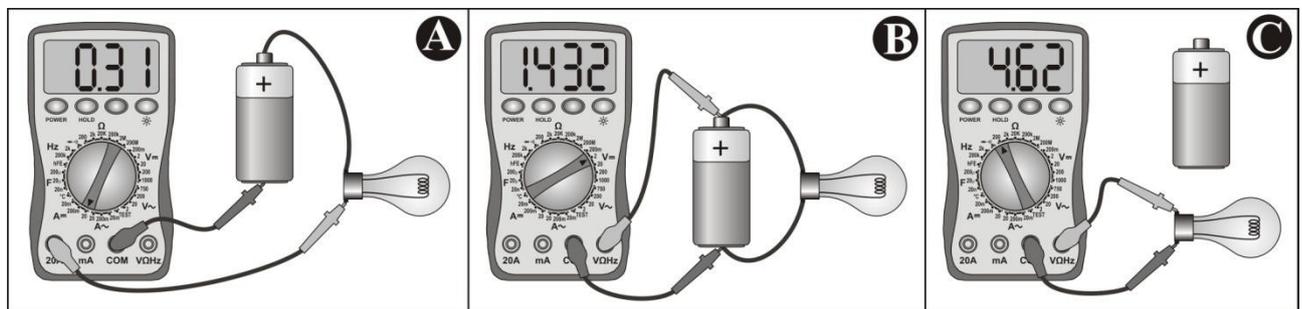


Figura 9 – Formas corretas de ligar um amperímetro (A), um voltímetro (B) e um ohmímetro (C) para medir a corrente, a tensão e a resistência de uma lâmpada.

Para finalizar esta seção vamos discorrer um pouco mais sobre o uso de um fundo de escala apropriado. Suponha que você queira medir a tensão de uma fonte DC, mas não tenha ideia alguma sobre o valor a ser medido. Você deverá então colocar a chave seletora na posição do maior fundo de escala possível: 1000 V. Ao conectar os cabos do multímetro à fonte você mede a tensão e vê que ela está na faixa de 32 V. Para a escala de 1000 V o multímetro não fornece precisão suficiente para a leitura a ser feita, isto é, se a tensão for de 31,5 ou 32,4 o multímetro irá mostrar 32 V apenas. Neste caso você deve mudar a chave seletora para a escala de 200 V. Ao fazê-lo uma vírgula aparecerá antes do último zero mostrado no display. Se você efetuar a medida novamente terá um valor mais preciso. Isto é válido para toda e qualquer medida. Ao utilizar uma escala maior você se resguarda de danificar o aparelho, mas se o valor a ser

medido estiver muito abaixo da escala escolhida será necessário mudar para uma escala menor e refazer a medida para obter um valor mais preciso.