

# Conceitos de Eletricidade

## Aula 11 - Multímetros

# Apresentação

---

Nesta aula, você terá um breve aprendizado sobre o que é um multímetro, identificará seus modelos, aprenderá sobre suas aplicações mais comuns e aprenderá também a manusear um multímetro de bancada.

## Objetivos

- Classificar os multímetros quanto a sua tecnologia e portabilidade.
- Compreender o funcionamento do ohmímetro.
- Compreender o funcionamento do amperímetro.
- Compreender o funcionamento do voltímetro.
- Identificar os principais elementos de um multímetro de bancada disponível em laboratório.

# O multímetro

---

O próximo instrumento a ser apresentado neste curso será o multímetro, um dos instrumentos mais utilizados por profissionais que trabalham com circuitos elétricos e eletrônicos, o qual é utilizado no teste e verificação de componentes e na verificação do funcionamento dos circuitos.

Nesta aula, veremos que, para medir o valor da tensão, deve-se utilizar um **voltímetro**; para medir o valor da corrente, um **amperímetro**; para medir valores de resistências, um **ohmímetro**. Esses três instrumentos medem as grandezas elétricas mais comuns.

Agora, imagine se você necessitar realizar outra medida, como, por exemplo, a frequência do sinal. Para isso, outro instrumento poderia ser necessário, como por exemplo, um frequencímetro ou, embora seja razão de um estudo futuro, um osciloscópio. Resumindo, manipular quatro ou cinco instrumentos diferentes não é nada bom, concorda?

Mas isso pode ser ainda mais inconveniente, por exemplo, se você necessitar realizar essas medidas em uma máquina instalada em um chão de fábrica. Além de manipular quatro ou cinco instrumentos diferentes, com vários cabos para cada um deles, você ainda tem de transportá-los até o local de instalação do equipamento a ser monitorado. E isso, realmente, não é nada agradável. Pensando na dificuldade de manipulação e transporte quando ia realizar a manutenção dos sistemas de telecomunicação, por volta de 1920, Donald Macadie, um engenheiro do serviço postal Inglês (*British Post Office*), desenvolveu um instrumento que podia medir tensão e corrente, o qual foi chamado de **Avometer** e é considerado o primeiro multímetro desenvolvido.

Nos dias atuais, o multímetro é um dos instrumentos de medida de grandezas elétricas mais utilizados entre os profissionais da área. Um multímetro deve incorporar, por padrão, um voltímetro, um amperímetro e um ohmímetro, mas, adicionalmente, pode incorporar outros instrumentos como o capacitímetro, o frequencímetro, o termômetro, entre outros.

Agora você deve estar pensando: se o primeiro multímetro foi desenvolvido quase há um século, devem existir inúmeros modelos de multímetros. E agora?

Para facilitar o entendimento, dividiremos os multímetros em duas classes, os analógicos e os digitais. Na Figura 1, são apresentados um modelo digital e outro analógico. Quanto aos multímetros analógicos, funcionam com base no galvanômetro, como pode ser visto na Figura 2, um instrumento que move um ponteiro preso a uma mola, cujo erro de medição é provocado principalmente pela sua fadiga, que se contrai ou se estende de acordo com a intensidade do campo magnético, que é proporcional à corrente que a circula. Já os multímetros digitais utilizam circuitos integrados de conversão analógico/digital. Com o passar do tempo, tanto os multímetros analógicos quanto os digitais podem apresentar erros em suas medições, por isso, necessitam, periodicamente, serem recalibrados.

**Figura 01** - Multímetro portátil digital (à esquerda) e multímetro portátil analógico (à direita).

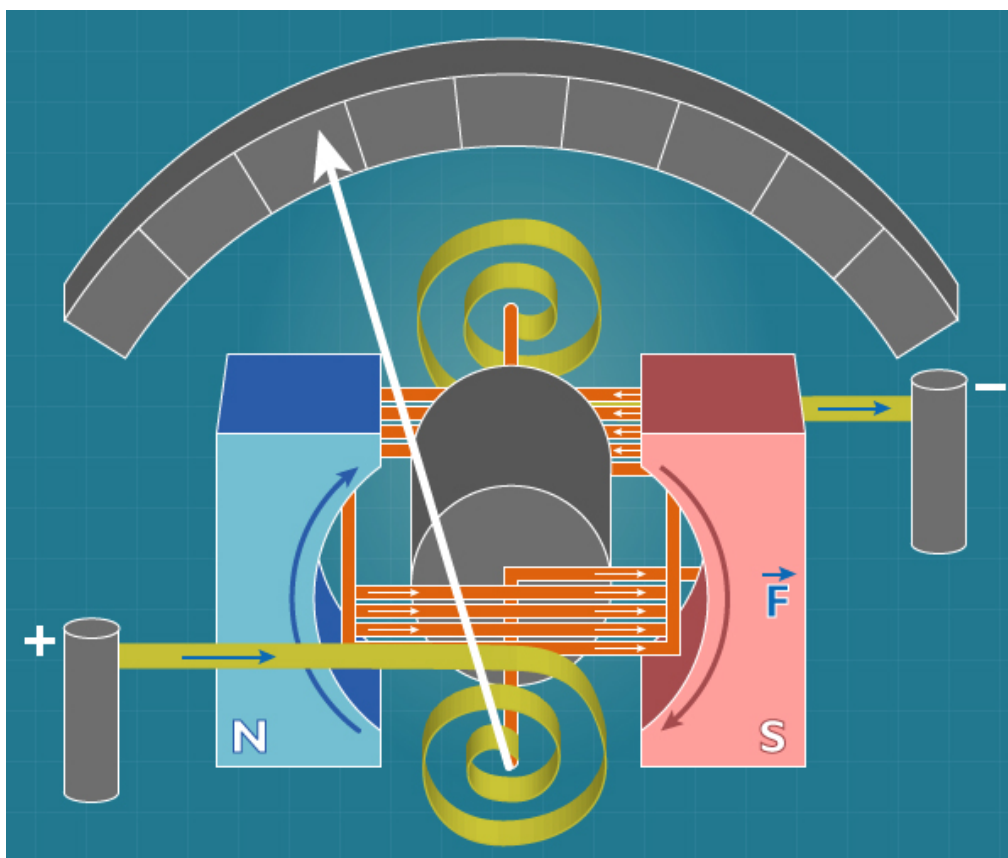


**Fonte:** <[https://encrypted-tbn0.gstatic.com/fYHFqDgXd\\_nKfEUdgFkw8g009A\\_dLK88W](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/fYHFqDgXd_nKfEUdgFkw8g009A_dLK88W)>  
<[http://www.solucoesindustriais.com.br/p\\_multimetro-analogico-grandejpg](http://www.solucoesindustriais.com.br/p_multimetro-analogico-grandejpg)> Acesso em: 16 jul.  
2014.

## Você Sabia?

Os instrumentos analógicos, apesar de parecerem obsoletos, ainda são bastante utilizados na indústria e, devido à sua construção, alguns modelos são capazes até de indicar mais rapidamente a presença de variações no sinal medido que um instrumento digital mais moderno.

**Figura 02** - Ideia básica do galvanômetro.



**Fonte:** <<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/Galvanometerscheme.svg>> Acesso em: 13 abr. 2012.

Ainda está com dificuldade, não é? Que tal subdividirmos essas classes em dois grupos? Assim, podemos dizer que há um grupo chamado de multímetros portáteis (como os mostrados na Figura 1), os quais não necessitam de alimentação da rede elétrica, utilizam-se apenas de baterias internas e outro, formado por multímetros de bancada (como o apresentado na Figura 3), que necessitam de alimentação da rede elétrica.

**Figura 03** - Multímetro de bancada.



Fonte: <<http://cp.home.agilent.com/agilent7/is/image/Agilent/PROD-1650614-04?MAIN>>  
Acesso em: 13 abr. 2012.

Acredito que agora ficou mais fácil. Se o multímetro utiliza um galvanômetro, ele é analógico; do contrário, ele é digital. Se o multímetro necessita de alimentação da rede elétrica, ele é de bancada; do contrário, ele é portátil.

Então, só lhe restou uma dúvida, estou certo? Esta sua dúvida seria: por que existem multímetros de bancada se o mais interessante é poder conduzi-lo para qualquer lugar? Neste momento, é importante informar que os multímetros de bancada são destinados a uso em laboratórios e possuem um número maior de opções de ajustes e de medidas. Já os multímetros portáteis são mais úteis para realizar medições em campo.

## Atividade 01

1. Você aprendeu que um multímetro deve incorporar, por padrão, um voltímetro, um amperímetro e um ohmímetro, porém, ele pode possuir outras funções. Pesquise, na internet, sobre quais funções adicionais podem existir em um multímetro e o que elas fazem.

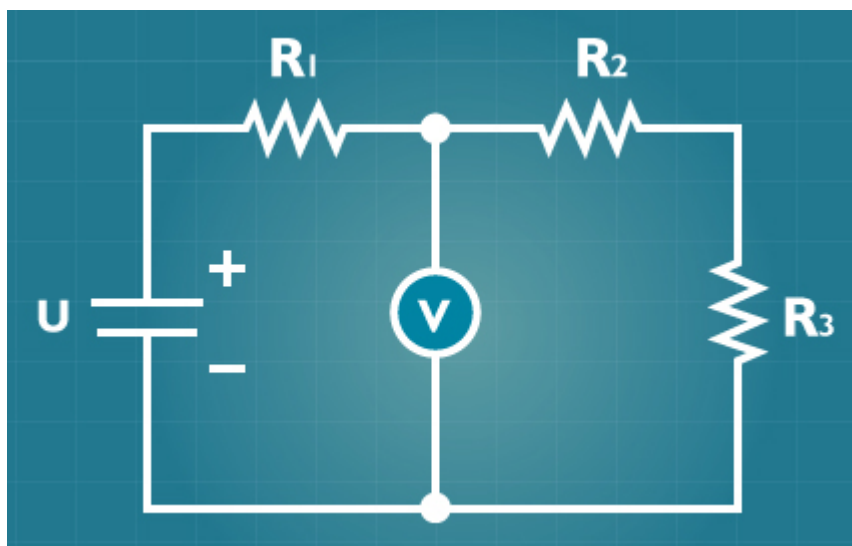
# Introdução ao voltímetro

---

Como podemos medir a tensão de um circuito? Se você se lembrou da lei de Ohm, parabéns. Mas como a lei de Ohm pode nos auxiliar? Essa lei diz que a tensão pode ser obtida por meio de uma relação entre uma corrente e uma resistência. Dessa forma, se introduzirmos uma resistência com valor conhecido entre os pontos que desejamos medir a tensão, existirá uma corrente elétrica proporcional à tensão entre aqueles pontos que passará pela referida resistência. Nesse sentido, se eu medir essa corrente e conhecer o valor da resistência, eu posso calcular o valor da tensão.

Quanto ao instrumento utilizado para medir a diferença do potencial elétrico (contínuo ou alternado) entre dois pontos de um circuito elétrico, ou seja, o valor da tensão entre esses pontos é o voltímetro. Ele deve ser ligado de forma paralela, como no esquema mostrado na Figura 4 e, por isso, deve possuir uma resistência interna muito elevada para não influenciar na medida a ser realizada.

**Figura 04** - Voltímetro ligado ao circuito.



**Fonte:** Adaptado de <[http://backuppessoal.blogspot.com.br/2013\\_11\\_01\\_archive.html](http://backuppessoal.blogspot.com.br/2013_11_01_archive.html)>. Acesso em: 29 ago. 2014.

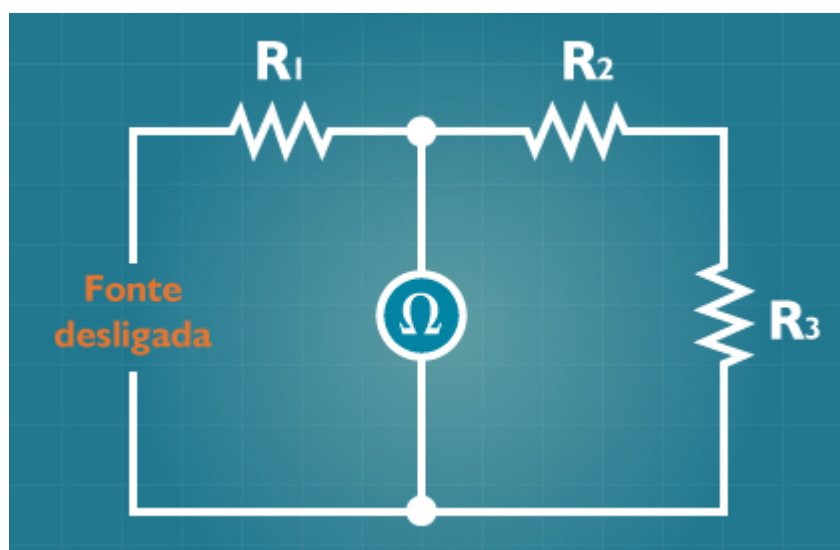
# Introdução ao ohmímetro

---

Como podemos medir a resistência de um circuito? Mais uma vez, se você se lembrou da lei de Ohm, parabéns. Para medirmos a resistência entre dois pontos de um circuito, devemos aplicar a ele um valor de tensão conhecido e medir a corrente que passa por essa fonte de tensão inserida entre os dois pontos desse circuito. Dessa forma, se conhecemos o valor da tensão e da corrente, podemos calcular o valor da resistência. Aparece então a necessidade de se ter uma fonte de tensão interna (bateria), que seja precisa e conhecida para se conseguir realizar a medida do valor de uma resistência ou de uma resistência presente em um circuito.

Esse é o procedimento utilizado pelo ohmímetro, que é o instrumento utilizado para medir a resistência elétrica entre dois pontos, isto é, a oposição à passagem de corrente elétrica entre esses pontos. Para medir a resistência elétrica correta de um circuito, as suas fontes, tanto as de tensão como as de corrente devem estar desligadas e o ohmímetro deve ser conectado de forma paralela à parte do circuito que se deseja medir (esquema que pode ser observado na Figura 5). Desse modo, surge um inconveniente para o profissional conseguir a correta medição, que é o de localizar e de desligar todas as fontes de alimentação do circuito, sejam elas só de tensão, sejam só de corrente, sejam de ambas.

**Figura 05** - Ohmímetro ligado ao circuito para medir a soma das resistências  $R_2$  e  $R_3$ .



**Fonte:** Adaptado de <[http://backuppessoal.blogspot.com.br/2013\\_11\\_01\\_archive.html](http://backuppessoal.blogspot.com.br/2013_11_01_archive.html)>. Acesso em: 29 ago. 2014.

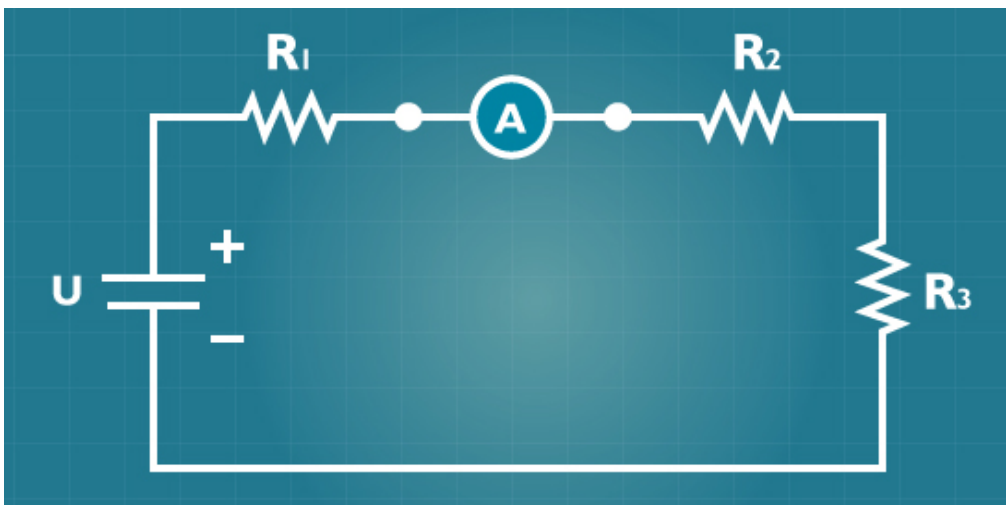
# Introdução ao amperímetro

---

Como podemos medir a corrente de um circuito? Lembremos, agora, do funcionamento do galvanômetro, o qual, por meio de um campo magnético, move um ponteiro de forma proporcional à corrente elétrica que passa por ele. Porém, existem outras formas de se medir corrente elétrica utilizando circuitos mais avançados.

Assim, chamaremos de amperímetro o instrumento utilizado para medir corrente elétrica (contínua ou alternada) em um circuito elétrico. Ele deve ser ligado ao circuito de forma serial (esquema que pode ser observado na Figura 6) e, por isso, deve possuir uma resistência interna muito pequena para não influenciar na medida a ser realizada. A sua grande inconveniência é a de se necessitar abrir o circuito para sua inclusão!

**Figura 06** - Amperímetro ligado ao circuito.

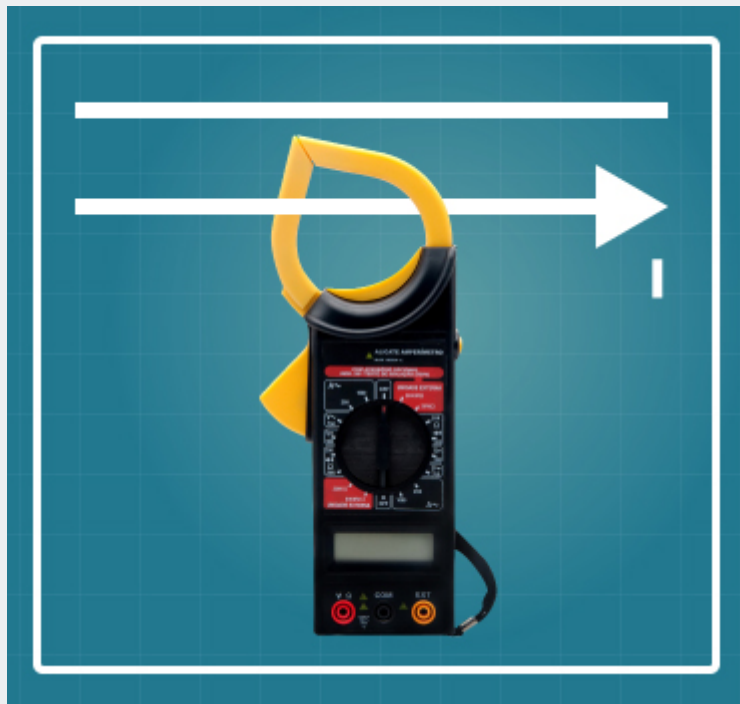


**Fonte:** Adaptado de <[http://backuppessoal.blogspot.com.br/2013\\_11\\_01\\_archive.html](http://backuppessoal.blogspot.com.br/2013_11_01_archive.html)>. Acesso em: 29 ago. 2014.

## Você Sabia?

Existe um instrumento chamado alicate amperímetro, o qual mede a corrente de um circuito a partir do campo elétrico produzido pela corrente elétrica e, assim, não necessita de ser inserido de forma serial no circuito, pois nem sempre é possível “abrir” a malha do circuito, por exemplo, cortar uma trilha da placa de circuito impresso. No entanto, sua maior restrição diz respeito a como ele é utilizado, visto que, em geral, serve apenas para medir correntes elétricas de maior amplitude e que circule por um dos fios condutores de alimentação, como o da Figura 7.

**Figura 07** - Alicate Amperímetro em um fio condutor.



**Fonte:** Adaptado de <[http://www.saopedroeletrica.com.br/sao\\_pedro/item64.jpg](http://www.saopedroeletrica.com.br/sao_pedro/item64.jpg)>. Acesso em: 29 ago. 2014.

Após essa introdução sobre voltímetros, amperímetros e ohmímetros, vamos lhe apresentar um modelo de multímetro de bancada existente no laboratório de eletrônica da UFRN, mostrado na Figura 8, e que poderá ser utilizado por você em suas práticas: o modelo U3401A, fabricado pela Agilent. Se não esse modelo, mas, provavelmente, você irá trabalhar com algum que contenha as mesmas características, as quais procuraremos lhe apresentar.

Esse multímetro é alimentado por meio da tensão elétrica disponível nas tomadas (220 Vca) e permite ao usuário realizar dez tipos de medidas diferentes (tensão contínua, tensão alternada, corrente contínua, corrente alternada, entre outras), além disso, possui seis operações matemáticas.

**Figura 08** - Multímetro de bancada.



Fonte: <<http://cp.home.agilent.com/agilent7/is/image/Agilent/PROD-1650614-01?MAIN>>  
Acesso em: 13 abr. 2012.

As características do multímetro U3401A são:

- Display de medição duplo com quatro dígitos e meio (o quinto dígito só sinaliza o número um).
- Dez tipos de medidas diferentes:
  - tensão alternada
  - tensão contínua
  - corrente alternada
  - corrente contínua
  - tensão alternada + contínua
  - corrente alternada + contínua
  - resistência
  - frequência
  - teste de continuidade

- teste de diodo
- Seis operações matemáticas:
  - dBm
  - mínimo e máximo
  - congelar uma medida
  - relação
  - comparação
  - porcentagem
- Medição de corrente contínua ou alternada de  $\mu\text{A}$  até 10 A.
- Medição de resistência de  $\Omega$  até 50  $\text{M}\Omega$ .
- Medição de frequência de Hz até 500 kHz.

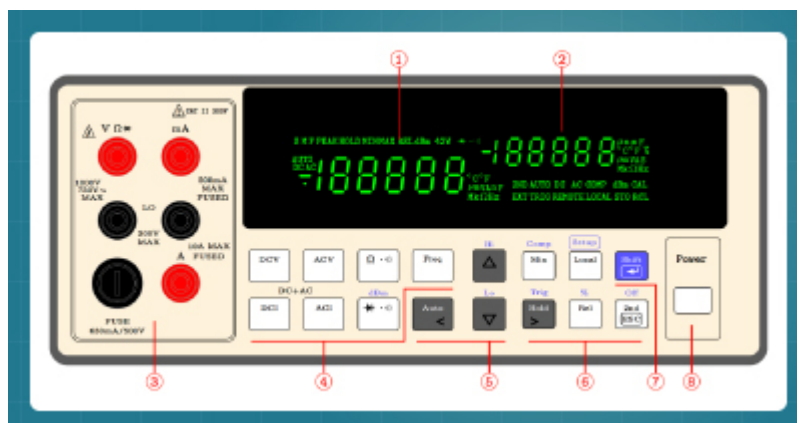
Para você manipular o multímetro U3401A, ou multímetros de bancada similares, serão necessárias a identificação e a descrição dos elementos de interação (teclas, conectores etc.) entre o usuário (você) e o multímetro.

## Identificação dos elementos do multímetro

---

Para facilitar o entendimento da operação do multímetro, foi feito um desenho (Figura 9) representativo do multímetro em análise. Esse desenho contém marcadores com um número associado (círculo vermelho), os quais serão descritos a seguir.

**Figura 09** - Desenho representativo do multímetro U3401A.



**Fonte:** Adaptado de <[http://backuppessoal.blogspot.com.br/2013\\_11\\_01\\_archive.html](http://backuppessoal.blogspot.com.br/2013_11_01_archive.html)>. Acesso em: 29 ago. 2014.

O que cada marcador representa é especificado a seguir:

1. display primário
2. display secundário
3. terminais de entrada e fusível
4. teclas de seleção de funções
5. teclas de ajuste de escala e operação de comparação
6. teclas de operações matemática
7. tecla (*Shift*) para seleção das funções em azul no painel
8. botão de liga/desliga da fonte

## Conhecendo o teclado do multímetro

Para utilizarmos o multímetro, devemos interagir com ele. Mas como isso é possível? Por meio de um painel chamado IHM (Interface Homem-Máquina), a partir do qual é possível dar ordens ao instrumento. Nesse caso específico, você utiliza as teclas e os botões; e para confirmar a execução das ordens dadas, você utiliza o display.

O teclado do multímetro U3401A possui dezesseis teclas e um botão (ver Figura 10).

**Figura 10** - Desenho representativo do painel de teclas do multímetro U3401A.



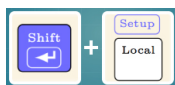
**Fonte:** Adaptado de <[http://backuppessoal.blogspot.com.br/2013\\_11\\_01\\_archive.html](http://backuppessoal.blogspot.com.br/2013_11_01_archive.html)>. Acesso em: 29 ago. 2014.

A função ou ação obtida em cada tecla é a descrita a seguir:

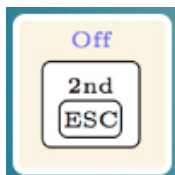
Ação	Descrição
	Pressione o botão <b>Power</b> para ligar ou desligar o multímetro.
	Pressione a tecla <b>Shift</b> para ativar a seleção das funções em azul no painel.
	Pressione a tecla <b>Local</b> para o multímetro retornar para o modo local, ou seja, retornar a responder ao comando das teclas do painel.

## Ação

## Descrição



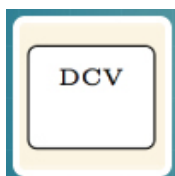
Pressione as teclas **Shift + Local** para navegar no menu de configurações do multímetro.



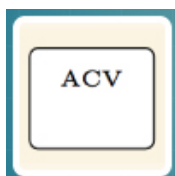
Pressione a tecla **2nd** para habilitar o funcionamento do display secundário.



Pressione as teclas **Shift + 2nd** para desabilitar o funcionamento do display secundário.



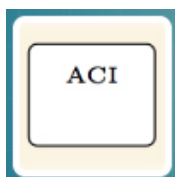
Pressione a tecla **DCV** para medir a tensão contínua.



Pressione a tecla **ACV** para medir a tensão alternada.



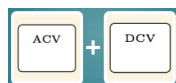
Pressione a tecla **DCI** para medir a corrente contínua.



Pressione a tecla **ACI** para medir a corrente alternada.

## Ação

## Descrição



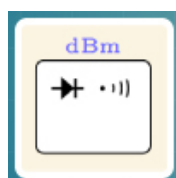
Pressione as teclas **ACV + DCV** para medir as tensões alternada e contínua, simultaneamente.



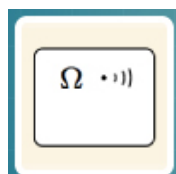
Pressione as teclas **ACI + DCI** para medir as correntes alternada e contínua, simultaneamente.



Pressione a tecla **Freq** para medir a frequência.



Pressione essa tecla para verificar o funcionamento do diodo ou a continuidade entre dois pontos.



Pressione essa tecla para medir a resistência ou verificar a continuidade entre dois pontos.



Pressione as teclas **Shift + dBm** para selecionar a medida em dBm.



Pressione a tecla **Auto** para habilitar ou desabilitar o ajuste automático.

## Ação

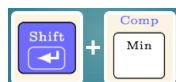
## Descrição



Pressione essa tecla para aumentar a escala e desabilitar o ajuste automático.



Pressione essa tecla para reduzir a escala e desabilitar o ajuste automático.



Pressione as teclas **Shift + Comp** para utilizar a operação matemática de comparação.



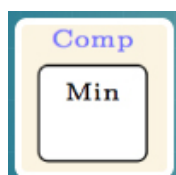
Pressione as teclas **Shift + Hi** para definir o limite máximo para a operação matemática de comparação



Pressione as teclas **Shift + Lo** para definir o limite mínimo para a operação matemática de comparação.





Pressione a tecla **Hold** para congelar uma medida



Pressione a tecla **Min** para habilitar a operação matemática para salvar os valores máximo e mínimo durante um período de medição.



Bem, você não deve ter compreendido todas as mensagens apresentadas no display da Figura 11, estou certo? Para que você compreenda melhor essas mensagens, é necessário um detalhamento do que cada símbolo representa. Iniciaremos com o display primário.

<b>Mensagem</b>	<b>Descrição</b>
HOLD	Fixa no display o valor de uma medida realizada.
MIN	Apresenta o valor da menor medida realizada.
MAX	Apresenta o valor da maior medida realizada.
REL	Valor relativo
dBm	O valor em decibéis relativo a 1mW.
	Teste de diodo.
	Teste sonoro para indicação de continuidade.
AUTO	Ajuste automático.
DC	Medida de tensão ou corrente contínua.
AC	Medida de tensão ou corrente alternada.
DCAC	Medida de tensão ou corrente contínua + alternada.
-1.8.8.8.8.8	Valor da medida realizada no display primário.

<b>Mensagem</b>	<b>Descrição</b>
mV	Unidade da medida de tensão: mV, V.
$\mu$ A	Unidade da medida de corrente: $\mu$ A, mA, A.
Mk $\Omega$	Unidade da medida de resistência: $\Omega$ , k $\Omega$ , M $\Omega$ .
MkHz	Unidade da medida de frequência: Hz, kHz, MHz.

**Quadro 2:** Detalhamento dos símbolos do display primário do multímetro U3401A.

**Fonte:** Autoria Própria (2014).

As mensagens do display secundário são as seguintes:

<b>Mensagem</b>	<b>Descrição</b>
-1.8.8.8.8.8	Valor da medida realizada no display secundário.
%	Medida do <i>Duty Cycle</i> .
mV	Unidade de medida de tensão: mV, V.
$\mu$ A	Unidade de medida de corrente: $\mu$ A, mA, A.
S	Modo <i>Shift</i> ativo.
Mk $\Omega$	Unidade de medida de resistência: $\Omega$ , k $\Omega$ , M $\Omega$ .
AUTO	Ajuste automático.

<b>Mensagem</b>	<b>Descrição</b>
DC	Medida de tensão ou corrente contínua.
AC	Medida de tensão ou corrente alternada.
DCAC	Medida de tensão ou corrente contínua + alternada.
COMP	Operação de comparação.
dBm	O valor em decibéis relativo a 1 mW.
CAL	Modo de calibração ativo.
TRIG	Modo de gatilhamento ativo.
REMOTE	Operação em modo remoto (somente para calibração).
LOCAL	Modo local de operação.

**Quadro 3:** Detalhamento dos símbolos do display secundário do multímetro U3401A.

**Fonte:** Aatoria Própria (2014).

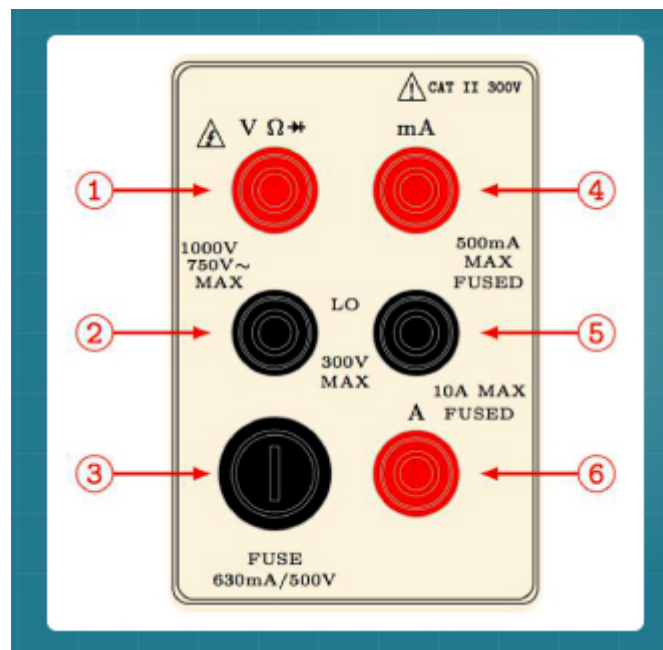
Já identificamos todas as mensagens dos displays que são utilizadas no multímetro U3401A. Porém, para utilizarmos o multímetro, devemos, ainda, apresentar os terminais de conexão do multímetro.

# Conhecendo os terminais do multímetro

Nós já sabemos como dar ordens ao multímetro (teclas do painel), como verificar se as ordens foram cumpridas (displays) e, agora, iremos aprender como conectar o multímetro ao circuito.

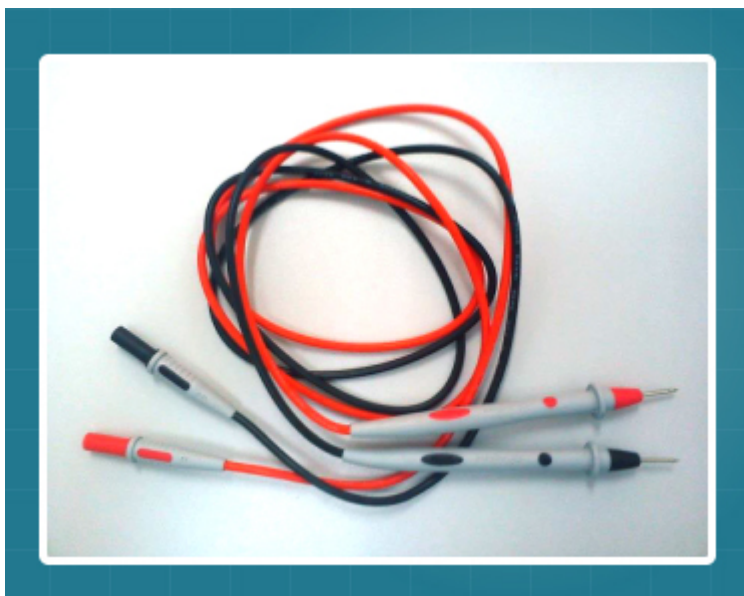
A Figura 12 apresenta os terminais de entrada do multímetro, os quais são conectados ao circuito por meio das ponteiros exibidas na Figura 13.

**Figura 12** - Desenho representativo dos terminais de entrada do multímetro U3401A.



**Fonte:** Adaptado de <[http://backuppessoal.blogspot.com.br/2013\\_11\\_01\\_archive.html](http://backuppessoal.blogspot.com.br/2013_11_01_archive.html)>. Acesso em: 29 ago. 2014.

**Figura 13** - Foto das ponteiros do multímetro U3401A



**Fonte:** Adaptado de <[http://backuppessoal.blogspot.com.br/2013\\_11\\_01\\_archive.html](http://backuppessoal.blogspot.com.br/2013_11_01_archive.html)>. Acesso em: 29 ago. 2014.

A Figura 12 apresenta um conjunto de marcadores, os quais representam:

1. terminal de entrada positivo para medida de tensão (contínua ou alternada);
2. terminal de entrada negativo para medida de tensão (contínua ou alternada);
3. terminal do fusível dos terminais de entrada do multímetro;
4. terminal de entrada positivo para medida de corrente (contínua ou alternada) de até 500 mA de amplitude;
5. terminal de entrada negativo para medida de corrente (contínua ou alternada);
6. terminal de entrada positivo para medida de corrente elevadas (contínua ou alternada) de até 10 A de amplitude.

As ponteiros (Figura 13) – que são responsáveis pela conexão entre o circuito e os terminais de entrada – são isoladas e recobertas por um material isolante para proteger o usuário.

## Atenção!

O multímetro possui limites de tensão e corrente que ele suporta. Por conseguinte, exceder esses valores pode resultar em danos ao equipamento e/ou ao usuário.

O multímetro suporta até 1000 V de tensão contínua e até 750 V RMS de tensão alternada entre os terminais 1 e 2. Ele tolera, no máximo, 500 mA de corrente contínua ou 500 mA RMS de corrente alternada entre os terminais 4 e 5. Já os terminais 5 e 6 são usados para medir correntes mais elevadas, de até 10 A de corrente contínua ou 10 A RMS de corrente alternada.

## Atividade 02

---

1. Pesquise sites que possuam informações sobre os procedimentos de segurança na manipulação de equipamentos em laboratório de eletrônica.

Uma leitura inicial sobre o tema pode ser encontrada no site:  
<<http://www.feis.unesp.br/normas-de-conduta-laboratorio-ensino.pdf>>  
Acesso em 04 nov. 2014.

Em seguida, descreva algum efeito físico de um choque elétrico.

# Resumo

---

Nesta aula, você aprendeu a classificar os multímetros em analógico ou digital, portátil ou de bancada. Teve informações de como se dá o funcionamento do ohmímetro, amperímetro e voltímetro e, por fim, teve a apresentação de um multímetro de bancada.

## Autoavaliação

---

1. Quais são os instrumentos que um multímetro deve incorporar por padrão?
2. Como um ohmímetro deve ser ligado ao circuito?
3. Que cuidado se deve ter ao ligar um ohmímetro ao circuito?
4. Como um amperímetro deve ser ligado ao circuito?
5. Como um voltímetro deve ser ligado ao circuito?
6. Cite 4 tipos diferentes de medidas realizadas pelo multímetro apresentado.
7. Eu posso utilizar os mesmos terminais de entrada para medir tensão e corrente? Por quê?
8. Qual é o valor máximo de tensão contínua que o multímetro apresentado suporta?
9. Qual o valor máximo de corrente contínua que o multímetro apresentado suporta?

## Referências

---

CAPUANO, F. G.; MARINO, M. A. M. **Laboratório de eletricidade e eletrônica**. 24. ed. São Paulo: Editora Érica Ltda, 2010.

DIAS, Samaherni M.; QUEIROZ, Kurius I. P.M. **Equipamentos eletrônicos, medidas e testes**. Disponível em: <[backuppessoal.blogspot.com.br/2013\\_11\\_01\\_archive.html](http://backuppessoal.blogspot.com.br/2013_11_01_archive.html)>. Acesso em: 20 mar. 2014.

OLIVEIRA, J. A. N. et al. **Conceitos de eletricidade**. Disponível em: <[backuppessoal.blogspot.com.br/2013\\_11\\_01\\_archive.html](http://backuppessoal.blogspot.com.br/2013_11_01_archive.html)>. Acesso em: 4 abr. 2012.

TOFFOLI, Leopoldo. Galvanômetro. **Infoescola**: navegando e aprendendo. [2013]. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/eletricidade/galvanometro/>>. Acesso em: 18 abr. 2012.

WIKIPÉDIA. Ohmmeter. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Ohmmeter>>. Acesso em: 18 abr. 2012a.

\_\_\_\_\_. **Voltmeter**. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Voltmeter>>. Acesso em: 18 abr. 2012b.

\_\_\_\_\_. **Multimeter**. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Multimeter>>. Acesso em: 18 abr. 2012c.

\_\_\_\_\_. **Ammeter**. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Ammeter>>. Acesso em: 18 abr. 2012d.