

Multímetros

J.R. Kaschny

(2022)

Introdução

De uma forma geral, um multímetro, ou multiteste, é um instrumento capaz de atuar na caracterização quantitativa de diversas grandezas elétricas e físicas de interesse, sendo o instrumento de maior popularidade em uma bancada.

Particularmente, um multímetro digital oferece a facilidade de mostrar diretamente em seu visor (display) o valor numérico da grandeza medida, sem necessitarmos fazer multiplicações, conversões ou leituras em escalas complicadas, tal como ocorre com multímetros analógicos.

Um multímetro digital pode ser utilizado para diversos tipos de medidas, as mais comuns são:

- Diferença de potencial elétrico (contínuo/alternada), ou simplesmente tensão,
- Magnitude de corrente elétrica contínua, ou simplesmente corrente , e
- Resistência elétrica, ou simplesmente resistência.

Além dessas grandezas um multímetro, dependendo do modelo e do fabricante, pode ter funcionalidades mais diversificadas que possibilitem a medida de outras grandezas de interesse, tal como: corrente alternada, temperatura, frequência, testes de semicondutores, capacitância, indutância, continuidade (tipicamente através de um sinal sonoro), etc.

Para melhor ilustrarmos tais funcionalidades, vamos adotar como base o modelo ET-1400 fabricado pela empresa Minipa (<https://www.minipa.com.br/>), que constitui a fonte das ilustrações que seguem.

Em uma inspeção preliminar, identificamos os seguintes modos de operação, ou escalas:

-  Instrumento desligado
-  e  Termômetro
-  Voltímetro (corrente continua)
-  Voltímetro (corrente alternada)
-  Teste de continuidade/diodo
-  Amperímetro (corrente continua)
-  Ohmímetro



Adicionalmente, identificamos duas teclas (interruptores ou botões) com as seguintes funcionalidades:



Quando ativado congela o visor com o ultimo valor medido, e



Liga a iluminação do visor.

Cabe salientar que esse instrumento executa automaticamente cerca de 3 leituras (ou medidas) por segundo, algo chamado taxa de amostragem.

Além disso, nessa inspeção identifica-se também os bornes de conexão dos cabos e a chave seletora de “escalas”.



Para um processo de medida bem sucedido, devemos seguir as seguintes recomendações básicas:

- Conheça bem o instrumento que está sendo usado (estude o manual do instrumento) e certifique-se que ele está em condições de funcionamento correto.
- Use cabos de teste adequados, em boas condições, com a configuração adequada para a situação em particular.
- Adquira conhecimento prévio sobre o que está sendo medido e o circuito sob análise.
- Use o procedimento adequado para a grandeza que está sendo medida.
- Utilize EPIs (equipamento de proteção individual) adequado, caso necessário.



Ponteiras



Cabo Jacaré



Cabo Banana

ATENÇÃO

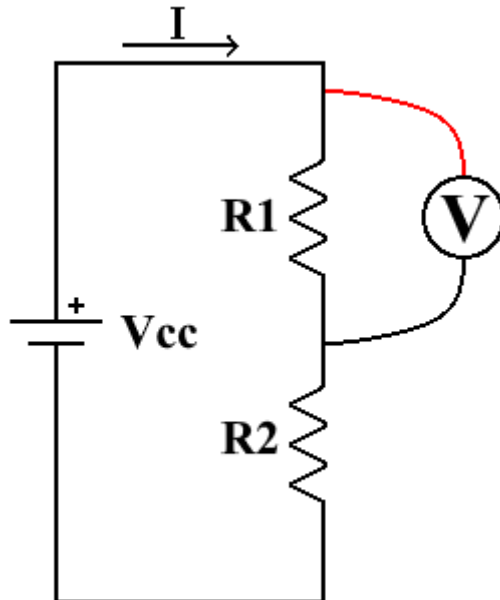
NUNCA, JAMAIS, troque de modo de operação com o multímetro conectado a um circuito. Em outras palavras, nunca manipule a chave seletora com o multímetro conectado a um circuito, pois isso pode causar danos irreversíveis ao equipamento. Se o multímetro estiver operando como um voltímetro, você pode no máximo mudar de escala dentro desse modo de operação. Se o multímetro estiver operando como um amperímetro, você pode no máximo mudar de escala dentro desse modo de operação. Se o multímetro estiver operando como um ohmímetro, você pode no máximo mudar de escala dentro desse modo de operação. CONTUDO, NUNCA, JAMAIS, mova a chave seletora entre esses modos de operação com o multímetro conectado a um circuito. Isso evidentemente se aplica também ao caso onde o multímetro estiver desligado (chave seletora na posição off). Mesmo na troca de escala dentro de um mesmo modo de operação, devemos ficar sempre muito atentos. TENHA SEMPRE CUIDADO !!!!!

Voltímetro de Corrente Contínua

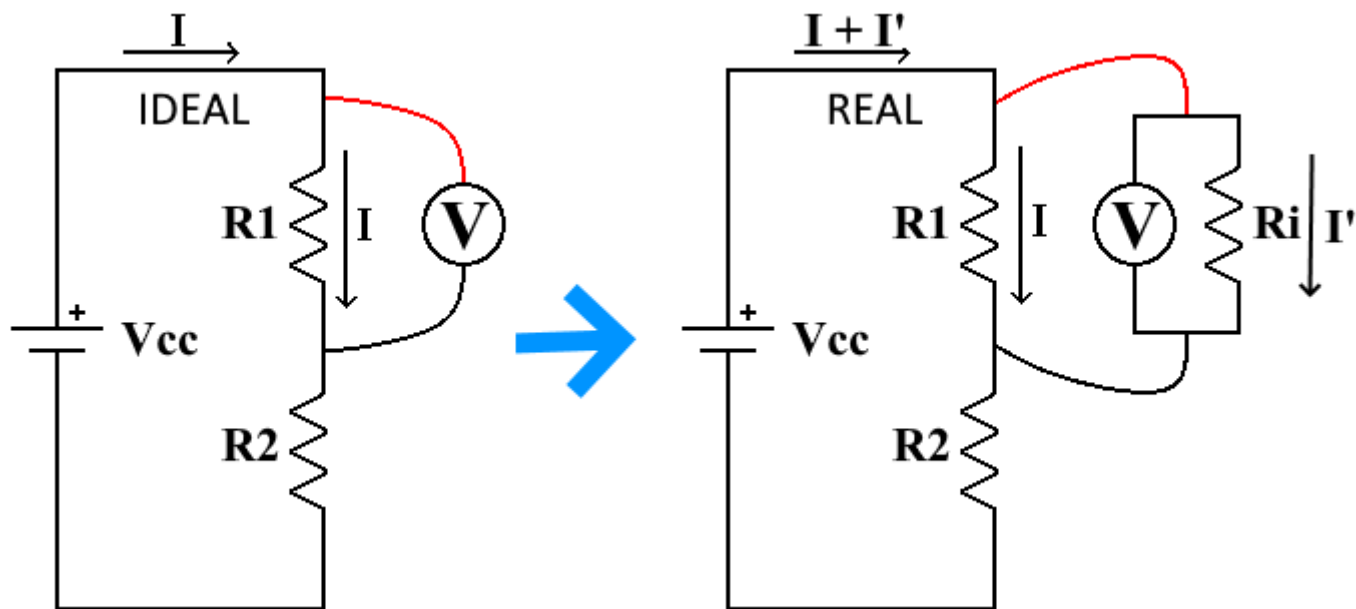


Um voltímetro de corrente contínua é um instrumento dedicado para medidas de diferença de potencial (tensão elétrica contínua ou simplesmente tensão) em regimes de corrente contínua (V_{cc}), ou seja, em regimes onde a tensão presente no circuito sob análise é constante, e portanto, não varia com o tempo.

Tipicamente, um multímetro, nesse modo de operação, mede a diferença de potencial presente entre a entrada “positiva” do instrumento (ponteira vermelha) com relação sua entrada “negativa” (ponteira preta), tal como ilustrado no circuito abaixo.



Idealmente, um voltímetro apresentaria uma resistência interna (resistência interna do instrumento) infinita. Isso significaria que nenhuma corrente elétrica fluiria pelo voltímetro. Contudo, isso está muito longe da situação real. Todos os voltímetros apresentam, tipicamente, uma resistência interna alta (ex. $R_i = 10\text{ M}\Omega$ para o ET-1400), mas finita, tal como mostrado a seguir.



Portanto, sempre tenha em mente que a realização de qualquer medida elétrica implicará na inserção de um instrumento no circuito sob teste, algo que certamente alterará tal circuito, perturbando sua operação. A única coisa que podemos fazer é assegurar que tal perturbação seja pequena.

No ET-1400 temos 5 “escalas” disponíveis para medida de tensão contínua (Vcc). Cada uma delas corresponde ao valor máximo de tensão (fundo de escala) que o instrumento admite. Portanto, temos:

200m → admite medidas de tensão contínua de até 200 mV (0,2 V), sendo o valor mostrado no visor dado em mV.

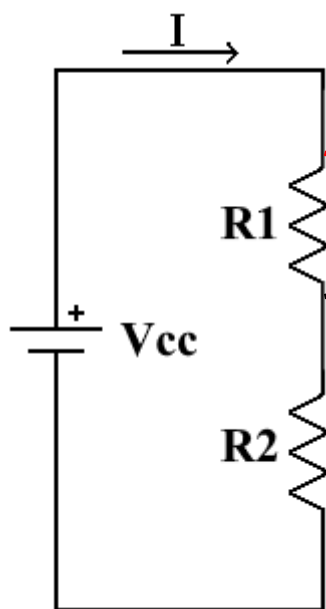
2000m → admite medidas de tensão contínua de até 2000 mV (2 V), sendo o valor mostrado no visor dado em mV.

20 → admite medidas de tensão contínua de até 20 V, sendo o valor mostrado no visor dado em V.

200 → admite medidas de tensão contínua de até 200 V, sendo o valor mostrado no visor dado em V.

500 → admite medidas de tensão contínua de até 500 V, sendo o valor mostrado no visor dado em V.





Observando as ilustrações, podemos ver que um voltímetro (ou um multímetro operando no modo voltímetro) é sempre “inserido” em **paralelo** ao elemento sobre o qual desejamos medir a diferença de potencial.

Adicionalmente, devemos salientar alguns pontos importantes relativos a operação do multímetro. São eles:

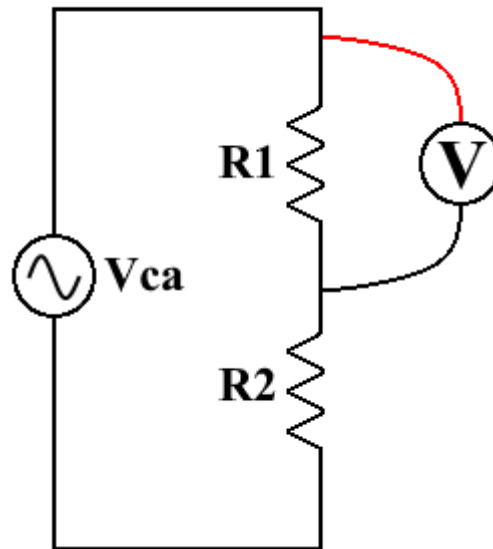
- Devemos sempre observar com atenção a unidade de medida correspondente a escala em uso, bem como o posicionamento do ponto decimal no visor.
- Devemos sempre evitar medidas de tensão cujo valor exceda o fundo de escala. Apesar dos multímetros incorporarem algum tipo de proteção interna, muitas vezes tais “proteções” não são eficientes para proteger o circuito interno do instrumento, causando danos irreversíveis no mesmo. Isso é especialmente aplicável para fundos de escala mais baixos. A pior situação ocorre, tipicamente, para a escala de 200 mV, onde praticamente não há proteção alguma. **Se existe alguma limitação no conhecimento da tensão presente em um circuito, inicie as leituras usando a escala mais alta e vá baixando caso for viável/desejado.**
- Devemos ter uma cautela adicional para medidas de tensão superiores a 60 Vcc, devido ao risco de choques elétricos. Uma atenção adicional deve ser dada para medidas que envolvam tensões mais altas, incluindo a escolha correta dos cabos e o eventual uso de EPIs.

Voltímetro de Corrente Alternada



Um voltímetro de corrente alternada é um instrumento dedicado para medidas de diferença de potencial eficaz (tensão RMS) em regimes de corrente alternada (V_{ca} ou V_{ac}), ou seja, em regimes onde a tensão/corrente presente no circuito sob análise é alternada senoidal com frequências da ordem de 50 ou 60 Hz.

Tipicamente, um multímetro, nesse modo de operação, mede a diferença de potencial média quadrática presente entre a entrada “positiva” do instrumento (ponteira vermelha) com relação sua entrada “negativa” (ponteira preta), tal como ilustrado no circuito abaixo.



Idealmente, um voltímetro apresentaria uma resistência interna (resistência interna do instrumento) infinita. Isso significaria que nenhuma corrente elétrica fluiria pelo instrumento. Contudo, isso está muito longe da situação real. Todos os voltímetros de corrente alternada apresentam uma resistência interna alta (ex. $R_i = 5\text{ M}\Omega$ para o ET-1400), mas finita.

No ET-1400 temos 2 “escalas” disponíveis para medida de tensão alternada (Vca). Cada uma delas corresponde ao valor máximo de tensão (fundo de escala) que o instrumento admite. Portanto, temos:

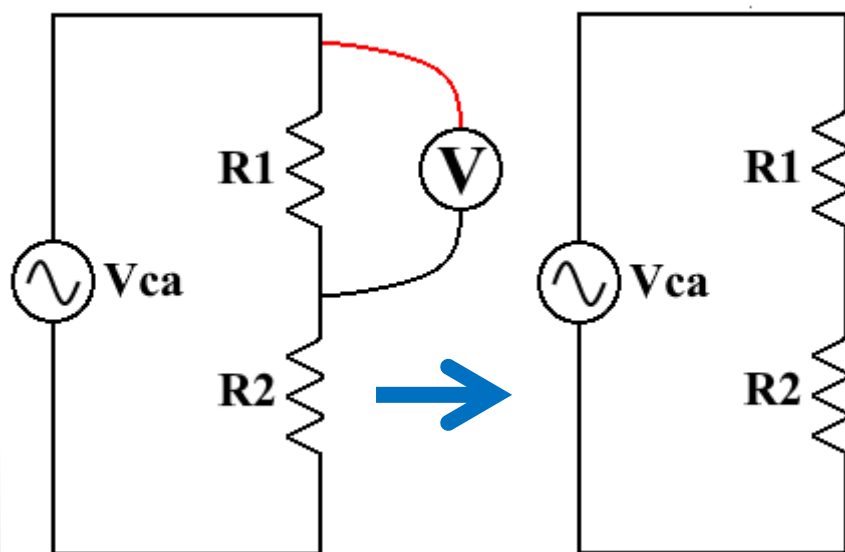
200 → admite medidas de tensão continua de até 200 V, sendo o valor mostrado no visor dado em V (RMS).

500 → admite medidas de tensão continua de até 500 V, sendo o valor mostrado no visor dado em V (RMS).

É interessante salientar que, tipicamente, os multímetros são calibrados para operar em frequências que se aproximam da frequência da rede elétrica residencial, ou seja, 50/60 Hz.



Os cabos devem ser conectados ao ET-1400 tal como indicado na ilustração que segue. Assim temos que o instrumento irá apresentar no visor o valor da diferença de potencial medida da entrada **V Ω mA $^{\circ}$ C $^{\circ}$ F** com relação a entrada **COM**. Qualquer inversão nesse posicionamento (ex. inverter o posicionamento das ponteiros no circuito) não terá importância alguma, pois o visor só apresenta o valor da tensão eficaz (V_{RMS}).



Observando as ilustrações, podemos ver que um voltímetro (ou um multímetro operando no modo voltímetro) é sempre “inserido” em **paralelo** ao elemento sobre o qual desejamos medir a diferença de potencial. Adicionalmente, devemos salientar alguns pontos importantes relativos a operação do multímetro. São eles:

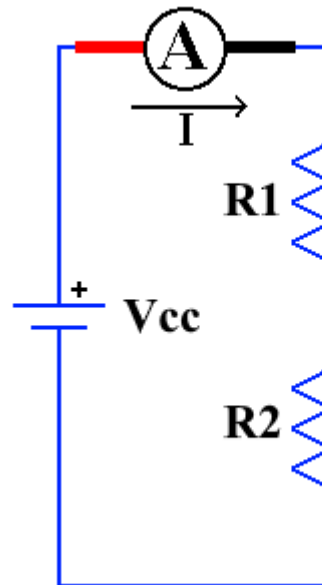
- Devemos sempre observar com atenção a unidade de medida correspondente a escala em uso, bem como o posicionamento do ponto decimal no visor.
- Devemos sempre evitar medidas de tensão cujo valor exceda o fundo de escala. Apesar dos multímetros incorporarem algum tipo de proteção interna, muitas vezes tais “proteções” não são eficientes para proteger o circuito interno do instrumento, causando danos irreversíveis no mesmo. **Se existe alguma limitação no conhecimento da tensão presente em um circuito, inicie as leituras usando a escala mais alta e vá baixando caso for viável/desejado.**
- Devemos ter uma cautela adicional para medidas de tensão superiores a 30 Vca, devido ao risco de choques elétricos. Uma atenção adicional deve ser dada para medidas que envolvam tensões mais altas, incluindo a escolha correta dos cabos e o eventual uso de EPIs.
- Devemos terminantemente evitar o uso do modo voltímetro de corrente alternada para efetuar medidas de tensões contínuas. Como o circuito interno do multímetro varia muito de modelo para modelo, tal uso equivocado pode causar danos ao circuito interno do instrumento.

Amperímetro de Corrente Contínua

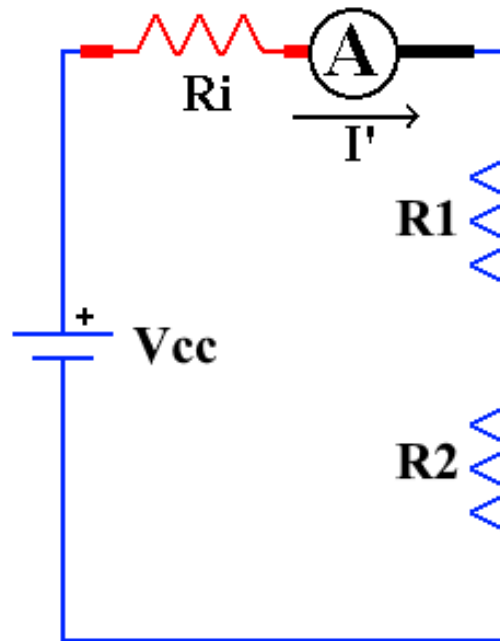


Um amperímetro de corrente contínua é um instrumento dedicado para medidas de corrente elétrica em regimes de corrente contínua, ou seja, em regimes onde o sentido da corrente presente no circuito sob análise é constante, e portanto, não varia com o tempo.

Tipicamente, um multímetro, nesse modo de operação, mede a corrente que flui da entrada “positiva” do instrumento (ponteira vermelha) para a entrada “negativa” (ponteira preta), tal como ilustrado no circuito abaixo.



Idealmente, um amperímetro apresentaria uma resistência interna nula. Isso significaria que nenhuma resistência adicional seria adicionada ao circuito durante uma medida. Contudo, isso está muito longe da situação real. Todos os amperímetros apresentam uma resistência interna baixa (tipicamente $R_i < 0,2 \, \Omega$), mas não nula. Em termos gerais, um amperímetro representa idealmente um curto circuito, e na prática algo muito próximo disso.



Portanto, sempre tenha em mente que a realização de qualquer medida elétrica implicará na inserção de um instrumento no circuito sob teste, algo que certamente alterará tal circuito, perturbando sua operação. A única coisa que podemos fazer é assegurar que tal perturbação seja pequena.

No ET-1400 temos 4 “escalas” disponíveis para medida de corrente contínua. Cada uma delas corresponde ao valor máximo de corrente (fundo de escala) que o instrumento admite. Portanto, temos:

2000 μ → admite medidas de corrente de até 2000 μ A (2 mA ou 0.002 A), sendo o valor mostrado no visor dado em μ A.

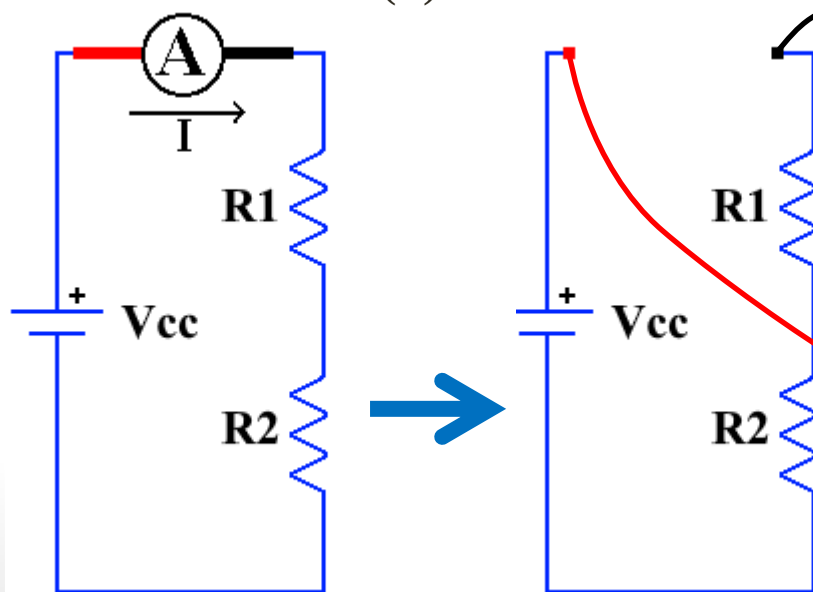
20m → admite medidas de corrente de até 20 mA (0,02 A), sendo o valor mostrado no visor dado em mA.

200m → admite medidas de corrente de até 200 mA (0,2 A), sendo o valor mostrado no visor dado em mA.

10 → admite medidas de corrente contínua de até 10 A, sendo o valor mostrado no visor dado em A. Essa é uma escala especial que será comentada mais adiante.



Para medidas de corrente usando as escala 2000 μ , 20m ou 200m, os cabos devem ser conectados ao ET-1400 tal como indicado na ilustração que segue. Assim temos que o instrumento irá apresentar no visor o valor da corrente medida da entrada **V Ω mA $^{\circ}$ C $^{\circ}$ F** para a entrada **COM**. Qualquer inversão nesse posicionamento (ex. inverter o posicionamento das ponteiros no circuito) implicará na apresentação de um valor negativo, que será indicado no visor com um sinal “menos” (-).





Observando as ilustrações, podemos ver que um amperímetro (ou um multímetro operando no modo amperímetro) é sempre “inserido” em **série** com o circuito por onde desejamos medir a corrente. Adicionalmente, devemos salientar alguns pontos importantes relativos a operação do multímetro. São eles:

- Devemos sempre observar com atenção a unidade de medida correspondente a escala em uso, bem como o posicionamento do ponto decimal no visor.
- Devemos sempre evitar medidas de corrente cujo valor exceda o fundo de escala. Apesar dos multímetros incorporarem algum tipo de proteção interna, muitas vezes tais “proteções” não são eficientes para proteger o circuito interno do instrumento, causando danos irreversíveis no mesmo. Se existe alguma limitação no conhecimento do valor de corrente fluindo em um circuito, inicie as leituras usando a escala mais alta e vá baixando caso for viável/desejado.
- Devemos ter uma cautela adicional para medidas de correntes elevadas (acima de 500 mA ou 0,5 A), pois isso pode provocar o aquecimento excessivo de alguns componentes do multímetro. Assim, nesses casos devemos fazer medidas breves/rápidas. Uma possível solução para isso é a incorporação de uma chave entre os terminais de teste tal que coloque em curto os terminais de enquanto não desejemos fazer uma leitura.

Ohmímetro



Um ohmímetro é um instrumento dedicado para medidas de resistência elétrica de um dispositivo. É um modo de operação que é concebido somente para teste de dispositivos, em especial resistores.

Tipicamente, um multímetro aplica uma pequena diferença de potencial no dispositivo e mede a corrente que flui através dele, calculando a resistência correspondente e mostrando seu valor no visor. Entretanto, outros métodos também são usados, dependendo do modelo/fabricante.

IMPORTANTE

Para utilizar esse modo de operação e evitar a danificação permanente do multímetro, certifique-se que o circuito não apresenta correntes fluindo ou tensões aplicadas, ou mesmo tensões residuais, ou seja, o circuito sempre deverá estar desligado! Preferencialmente, remova o dispositivo do circuito para efetuar qualquer medida/teste.

No ET-1400 temos 5 “escalas” disponíveis para medida de resistência. Cada uma delas corresponde ao valor máximo de resistência (fundo de escala) que o instrumento consegue ler. Portanto, temos:

200 → mede até 200 Ω , com valor em Ω .

2000 → mede até 2000 Ω , com valor em Ω .

20k → mede até 20 k Ω , com valor em k Ω .

200k → mede até 200 k Ω , com valor em k Ω .

20M → mede até 20 M Ω , com valor em M Ω .

A conexão do instrumento ao dispositivo sob teste é mostrada ao lado, onde o visor apresentará o valor da resistência encontrada entre a entrada **V Ω mA $^{\circ}$ C $^{\circ}$ F** e a entrada **COM**. Conduto, cabe ressaltar, que o dispositivo em questão sempre será submetido a uma pequena diferença de potencial estabelecida entre a entrada **V Ω mA $^{\circ}$ C $^{\circ}$ F** (+) com relação a entrada **COM** (–) do multímetro.



Dispositivo/Resistor sob teste

Teste de Continuidade/Diodos (modo π)



Este modo de operação é similar ao modo ohmímetro, sendo dedicado ao teste de continuidade de cabos, chaves, etc, emitindo um sinal sonoro caso o dispositivo sob teste oferecer uma resistência muito baixa ou nula. Neste caso o valor apresentado no visor não terá significado algum. Contudo, se conectarmos um diodo, o valor apresentado corresponderá ao potencial de barreira de tal diodo.

Salienta-se que neste modo, o multímetro sempre aplica uma pequena diferença de potencial no dispositivo cuja polaridade corresponde ao modo ohmímetro.

IMPORTANTE

Para utilizar esse modo de operação e evitar a danificação permanente do multímetro, certifique-se que o circuito não apresenta correntes fluindo ou tensões aplicadas, ou mesmo tensões residuais, ou seja, o circuito sempre deverá estar desligado! Preferencialmente, remova o dispositivo do circuito para efetuar qualquer medida/teste.

Termômetro em graus Celsius $^{\circ}\text{C}$ / Fahrenheit $^{\circ}\text{F}$

Neste modo de operação devemos conectar um sensor (termopar) entre as entradas **V Ω mA $^{\circ}\text{C}^{\circ}\text{F}$** e **COM** observando as indicações dadas no manual. Assim, o visor apresentará a leitura de temperatura na qual o sensor se encontra em $^{\circ}\text{C}$ ou $^{\circ}\text{F}$

Observação: Outros modelos de multímetros oferecem recursos bem diversos e sua operação pode ter diferenças. Sempre leia o manual !

Exemplo: Minipa ET-1100 DMM

