



## **Vórtex Equipamentos Ltda**

Rua Líbano, 66 – Sl 102 – Itapoã

Belo Horizonte – MG – Cep: 31710-030

Fone: **(31)427-7700** Fax **(31)427-7792**

E-mail: [vortex@vortexltda.com.br](mailto:vortex@vortexltda.com.br)

# **O ABC dos Multímetros Digitais**

## **Explicação de características e funções dos DMMs**

### **Introdução**

O que é exatamente um multímetro digital (DMM) e o que ele pode fazer? Como as medições devem ser feitas? De que características eu preciso? Qual é a maneira mais segura e mais fácil de tirar proveito máximo de um DMM? Que aparelho se adapta melhor ao ambiente onde o DMM será usado? Essas são as questões que iremos responder para você.

A tecnologia está mudando rapidamente o modo como as coisas funcionam. Carros possuem computadores de bordo, e circuitos eletrônicos são usados em todas as coisas, de cafeteiras a naves espaciais. A instalação, a manutenção e o reparo desses complexos equipamentos requer ferramentas de diagnóstico que irão fornecer-lhe informações precisas.

Vamos começar explicando o que é um DMM. Um DMM é simplesmente uma régua eletrônica para fazer medições. Ele pode ter várias funções especiais, mas principalmente, um DMM mede volts, ohms e ampères.

Utilizaremos os DMMs Fluke como exemplo. Outros DMMs podem operar de modo distinto ou oferecer funções diferentes das mostradas aqui. Entretanto, explicaremos aqui funções comuns e daremos dicas para a utilização da maioria dos DMMs. Nas próximas linhas, você verá como usar um DMM para fazer medições, e como os DMMs diferem entre si.

### **Escolhendo o seu DMM**

A compra de um DMM não requer apenas a verificação das especificações básicas, mas também uma boa olhada em suas características, funções e valor global, representado pelo design do aparelho e pelo cuidado tomado em sua produção.

Confiabilidade, especialmente sob condições duras, é mais importante do que nunca. Por isso, quando um DMM Fluke passa a fazer parte de sua caixa de ferramentas, ele já foi submetido a rigorosos testes e passou por nosso programa de avaliação.

A segurança do usuário é condição primordial durante a projeção de um DMM Fluke. Todos os DMMs Fluke são independentemente testados por um laboratório certificado e então são testados por laboratórios independentes como UL, CSA, VDE, etc.

A Fluke oferece muitos DMMs com diferentes combinações de características como Touch Hold®, barras gráficas analógicas e alta resolução. Acessórios para medições de corrente elevada e temperatura são disponíveis para estender as capacidades de seu DMM.

## **FUNDAMENTOS BÁSICOS**

### **Resolução, dígitos e contagens**

A resolução refere-se em quão bem o equipamento pode realizar uma medição. Conhecendo a resolução de seu equipamento, você pode determinar se é possível visualizar uma pequena variação no sinal

medido. Por exemplo, se o DMM possui resolução de 1mV no range de 4V, é possível visualizar uma mudança de 1mV (1/1.000 volt) num sinal de 1V.

Você não compraria uma régua dividida em segmentos de 1cm, se tivesse que medir 1mm. Um termômetro que realiza medições apenas em graus inteiros, não é de muita utilidade quando sua temperatura normal é de 36,5°C. Nesse caso, você necessita de um termômetro com resolução de 0,1°.

Os termos *dígitos* e *contagens* são utilizados para descrever a resolução de um equipamento. Os DMMs são agrupados pela quantidade de contagens ou dígitos que exibem.

Um multímetro de 3<sup>1/2</sup> dígitos pode exibir três dígitos inteiros entre 0 e 9, e um "meio" dígito que exibe 1 ou é deixado em branco. Um multímetro de 3<sup>1/2</sup> dígitos irá exibir até 1.999 contagens de resolução. Um multímetro de 4<sup>1/2</sup> dígitos pode exibir até 19.999 contagens.

É mais preciso descrever um multímetro por contagens de resolução do que por dígitos. Hoje em dia, os multímetros de 3<sup>1/2</sup> dígitos podem apresentar alta resolução de 3.200 ou 4.000 contagens.

Multímetros de 3.200 contagens oferecem melhor resolução para certas medições. Por exemplo, um multímetro de 1.999 contagens poderá medir um décimo de volt se você estiver medindo 200 volts ou mais.

Entretanto, um multímetro de 3.200 contagens exibirá um décimo de volt até 320 volts. Essa é a mesma resolução de um multímetro mais caro de 20.000 contagens até você exceder 320 volts.

### **Precisão**

Precisão é o maior erro permissível que irá ocorrer sob condições de operação específicas. Em outras palavras, é uma indicação da proximidade entre a medição exibida pelo DMM e o valor real do sinal medido.

A precisão de um DMM é normalmente expressa como uma *percentagem da leitura*. Uma precisão de 1% da leitura significa que para o valor exibido de 100,0V, o valor real da tensão pode estar em qualquer lugar entre 99,0V e 101,0V.

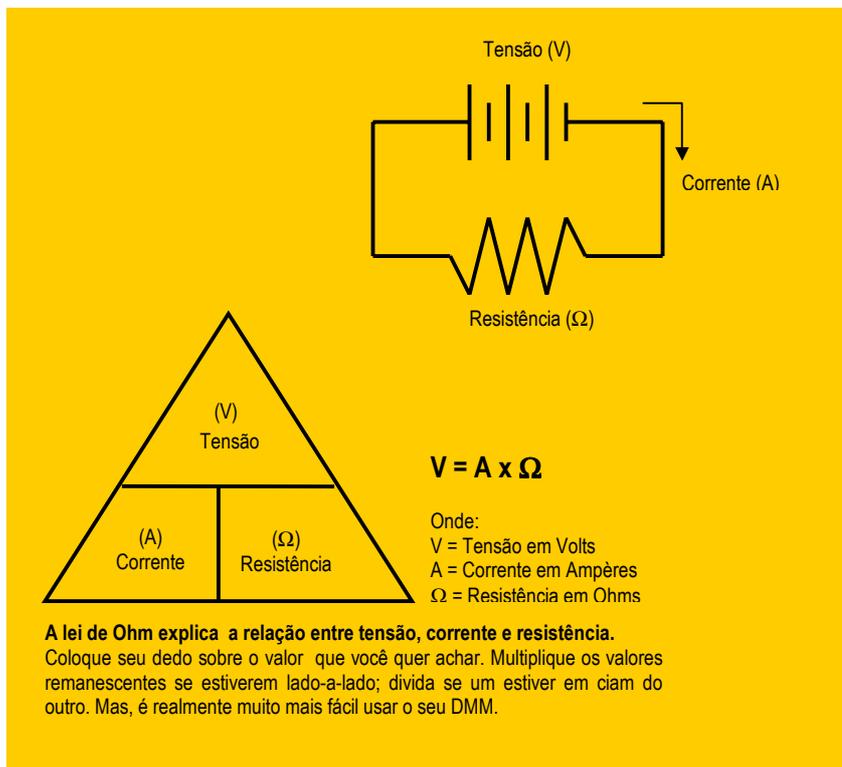
Especificações podem incluir também um range de dígitos adicionado às especificações básicas de precisão. Isso indica em quantas unidades o dígito da extremidade direita pode variar. Desse modo, a precisão do exemplo anterior poderia ser indicada como  $\pm(1\%+2)$ . Então, para a exibição de uma leitura de 100,0V, a tensão real estaria entre 98,8V e 101,2V.

As especificações de um multímetro analógico são determinadas pelo erro da escala total, não pela leitura exibida. A precisão típica de um multímetro analógico é de  $\pm 2\%$  ou  $\pm 3\%$  da escala total. A precisão típica de um DMM está entre  $\pm(0,7\%+1)$  e  $\pm(0,1\%+1)$  da leitura.

### **Lei de Ohm**

Tensão, corrente e resistência em qualquer circuito elétrico podem ser calculadas utilizando-se a Lei de Ohm que afirma que tensão = corrente x resistência. Assim, se quaisquer dois valores da fórmula forem conhecidos, o terceiro pode ser determinado.

Os DMMs utilizam-se desse princípio para medir e exibir diretamente ohms, ampères ou volts. A seguir você verá como é fácil utilizar um DMM para conseguir as respostas que você precisa (Figura 1).



## Displays analógicos e digitais

Para alta precisão e resolução, o display digital é muito melhor, exibindo três ou mais dígitos para cada medição.

A agulha da escala analógica é menos precisa e possui menor resolução efetiva porque você precisa estimar valores entre as linhas.

Uma barra gráfica mostra mudanças e tendências do sinal do mesmo modo que a agulha analógica, porém com melhor visualização e menor tempo de resposta.

## TENSÕES AC E DC

### Medidas de tensão

Uma das tarefas básicas de um DMM é medir tensão. Uma bateria, como a usada em seu carro, é uma fonte típica de tensão DC. A tensão AC é normalmente criada por um gerador. As tomadas de sua casa são uma fonte comum de tensão AC. Alguns dispositivos convertem a tensão AC em tensão DC. Por exemplo, equipamentos eletrônicos como televisores, rádios, vídeos cassete e computadores que você liga em uma tomada AC utilizam-se de dispositivos chamados retificadores para converter a tensão AC em DC. É essa tensão DC que faz com que os circuitos elétricos desses dispositivos funcionem.

Para se localizar problemas num determinado circuito, a primeira coisa a fazer é medir sua fonte de tensão. Se não existe tensão, ou se ela é muito alta ou muito baixa, o problema deve ser corrigido antes de se prosseguir a verificação.

As formas gráficas associadas com as tensões AC podem ser senoidais (ondas puras) ou não senoidais (quadradas, onduladas, etc). DMMs de qualidade exibem o valor RMS dessas formas gráficas de tensão. O valor RMS é o valor DC equivalente ou relativo da tensão AC.

A maioria dos multímetros, fornece o que chamamos de "resposta média", ou seja, leituras precisas de RMS se o sinal de tensão AC for uma onda senoidal pura. Multímetros que fornecem resposta média não são capazes de medir sinais não senoidais precisamente. Sinais não senoidais são precisamente medidos utilizando-se multímetros projetados para True RMS até o fator de crista especificado. O fator de crista é a proporção entre um pico de sinal para o valor rms.

A capacidade de um DMM medir tensão AC pode ser limitada pela frequência do sinal. A maioria dos DMMs pode medir precisamente tensão AC com frequências de 50Hz a 500Hz. As especificações do DMM para tensão e corrente AC devem declarar o range de frequência juntamente com sua precisão.

### Como realizar medições de tensão

1. Selecione tensão AC ( $V_{\sim}$ ) ou tensão DC ( $V_{\square}$ ) ou 300mV $\square$ , conforme desejado.
2. Conecte a ponta de prova preta na entrada COM. Conecte a ponta de prova vermelha na entrada V.
3. Encoste as pontas de prova no circuito, do lado oposto da carga ou da fonte de alimentação(paralelamente ao circuito).
4. Veja a leitura do multímetro, prestando atenção na unidade de medida.\*\*

**Nota:** Para leituras DC com a correta polaridade ( $\pm$ ), encoste a ponta de teste vermelha no lado positivo do circuito, e a ponta de prova preta no lado negativo (ou terra). Se você reverter as conexões, um DMM sem auto-polaridade irá exibir um sinal negativo ( $-$ ), indicando polaridade negativa. Com um multímetro analógico, você corre o risco de danificar seu equipamento.

Nota: 1/1.000V = 1mV

1.000V = 1kV

\*\* Pontas de alta tensão estão disponíveis para reparos em televisores, onde as tensões podem alcançar 40kV.

**Cuidado:** Essas pontas não são feitas para aplicações de utilidade elétrica onde altas tensões são também acompanhadas por altas energias. Essa pontas são projetadas para aplicações de baixa energia.

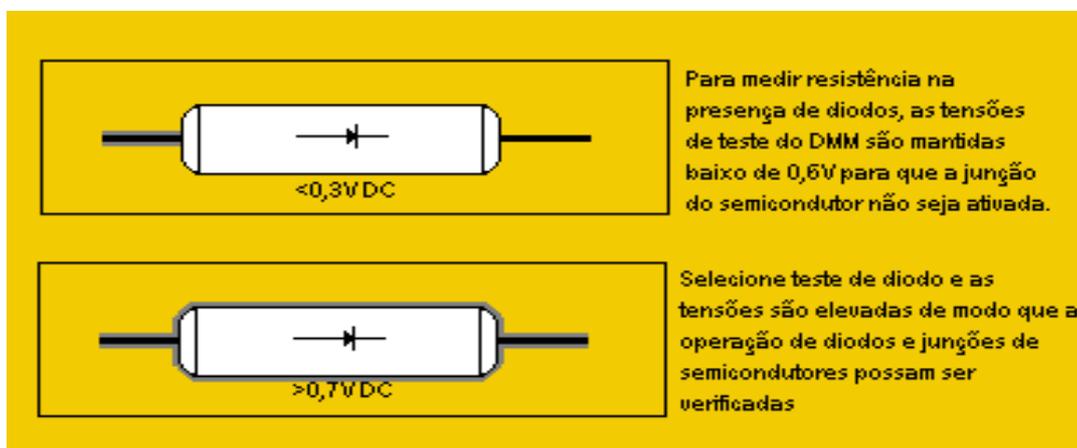
## RESISTÊNCIA, CONTINUIDADE E DIODOS

### Resistência

A resistência é medida em ohms ( $\Omega$ ). Os valores da resistência podem variar de alguns miliohms ( $m\Omega$ ) para resistência de contato até bilhões de ohms para isoladores. A maioria dos DMMs mede a partir de 0,1 $\Omega$ , e alguns medem até 300M $\Omega$  (300.000.000 ohms). Resistência infinita é lida como "OL" no display do multímetro Fluke, e significa que a resistência é maior do que o equipamento pode medir. Em medições de circuito aberto o display também mostrará "OL".

Medidas de resistência devem ser feitas com o circuito desligado - de outro modo, o circuito ou o equipamento podem ser danificados. Alguns DMMs fornecem proteção no modo de ohms para o caso de contato acidental com tensões. O nível de proteção pode variar enormemente de acordo com os modelos de DMM.

Para medições precisas de baixa resistência, a resistência nas pontas de prova devem ser subtraídas da resistência total medida. A resistência típica das pontas de prova estão entre 0,2 $\Omega$  e 0,5 $\Omega$ . Se a resistência nas pontas de prova for maior que 1 $\Omega$ , essas pontas de prova devem ser substituídas.



## Continuidade

A continuidade é uma prova rápida de medida de resistência que faz distinção entre circuito aberto e circuito fechado.

Um DMM com beep de continuidade permite que você complete muitos testes de continuidade de modo rápido e fácil. O multímetro emite um sinal sonoro quando detecta um circuito fechado, de modo que você não precisa olhar para o DMM enquanto realiza o teste. O nível de resistência requerido para acionar o beep varia de acordo com o modelo do DMM.

## Teste de diodo

Um diodo é como um interruptor eletrônico. Ele pode ser acionado se a tensão encontrar-se acima de um certo nível, normalmente 0,6V para um diodo de silício, e permite que a corrente corra numa única direção.

Alguns DMMs possuem um modo de teste de diodo. Esse modo mede e exibe a queda da tensão real através de uma conexão. Uma conexão de silício deve ter uma queda de tensão menor que 0,7 volts quando aplicada na direção dianteira e um circuito aberto quando aplicada na direção reversa.

Como fazer medições de resistência:

1. Desligue o circuito.\*\*
2. Selecione resistência ( $\Omega$ ).
3. Conecte a ponta de prova preta na entrada COM. Conecte a ponta de prova vermelha na entrada  $\Omega$ .
4. Conecte as pontas de prova no componente ou porção do circuito em que você quer determinar a resistência.
5. Veja a leitura do display, prestando atenção na unidade de medida - ohms ( $\Omega$ ), kilohms ( $k\Omega$ ) ou megaohms ( $M\Omega$ ).

**Nota:**  $1.000\Omega = 1k\Omega$

$1.000.000\Omega = 1M\Omega$

\*\* Certifique-se de que a força está desligada antes de fazer medições de resistência.

## CORRENTE AC E CORRENTE DC

### Medidas de corrente

As medidas de corrente são diferentes das outras medidas realizadas com um DMM. Medições diretas de corrente são realizadas conectando-se o multímetro em série com o circuito a ser medido, permitindo assim que a corrente do circuito corra pelo circuito do multímetro. Um método de medição indireta também pode ser utilizado, e não requer que o circuito esteja aberto ou que o multímetro seja conectado em série. Esse método indireto requer a utilização de uma ponta de corrente.

### Como realizar medições diretas de corrente

1. Desligue o circuito.\*\*
2. Corte o circuito criando um espaço onde as pontas do multímetro possam ser inseridas.
3. Selecione Amp AC (A~) ou Amp DC (A|) conforme desejado.
4. Conecte a ponta de prova preta na entrada COM. Conecte a ponta de prova vermelha na entrada de 10 ampères (10A) ou de 300 miliampères (300mA), dependendo do valor de leitura esperado.
5. Conecte as pontas de prova na interrupção de circuito de modo que toda a corrente corra pelo multímetro (uma conexão em série).
6. Ligue novamente o circuito.
7. Veja a leitura, prestando atenção na unidade de medida.

**Nota:** Se as pontas de teste estiverem revertidas para uma medição DC, o display do multímetro exibirá "-".

### Proteção de entrada

Um erro comum é deixar as pontas de prova conectadas nas entradas de corrente e então tentar uma medição de tensão. Isso causa um curto circuito direto na fonte de tensão através de um resistor de baixo valor dentro do DMM, causando um desvio de corrente. Uma alta corrente flui pelo DMM e, se o multímetro não for adequadamente protegido, pode causar um grande estrago no equipamento, no circuito e no usuário.

Portanto, um DMM deve possuir um fusível de proteção de entrada de corrente com capacidade suficientemente alta para o circuito sendo medido. Multímetros sem proteção de fusível nas entradas de corrente não devem ser usados em circuitos elétricos de alta energia (>240V AC). Aqueles DMM que utilizam fusíveis devem possuir um fusível com capacidade suficiente para aguentar altas energias. A tensão suportada pelo fusível deve ser maior que a tensão máxima que você pretende medir. Por exemplo, um fusível de 20A, 250V pode não suportar a tensão de um circuito de 480V. Para realizar medições nesse circuito, seria necessário um fusível de 20A, 600V.

### Alicates de corrente

Às vezes você pode ter que realizar uma medição de corrente que exceda a capacidade máxima de seu DMM, ou então onde a situação não permita que você abra o circuito para efetuar a medição. Nessas aplicações de corrente elevada (normalmente superior a 2A), onde não precisão elevada não é requerida, um alicate de corrente é muito útil. O alicate de corrente "abraça" o condutor por onde a corrente está circulando e converte o valor medido a um nível que o multímetro pode suportar.

Existem dois tipos básicos de alicates de corrente: transformadores de corrente que são utilizados apenas para medir corrente AC, e alicates de corrente Hall-Effect que são utilizados para correntes AC e DC.

A saída de um transformador de corrente é normalmente 1 miliampère. Um valor de 100 ampères é reduzido à 100 miliampères, que pode ser seguramente medido pela maioria dos DMMs. As pontas de prova são conectadas nas entradas "mA" e "COMMON", e a função do multímetro é alterada para mA AC.

A saída de um alicate Hall-Effect é de 1 milivolt por ampère, AC ou DC. Por exemplo, 100A AC são convertidos para 100mV AC. As pontas de prova são conectadas nas entradas "V" e "COMMON". Coloque a função do multímetro na escala de "V" ou "mV", selecionando Vac para medições de corrente AC ou Vdc para medições de corrente DC. O multímetro exibe 1 milivolt para cada ampère medido.

**\*\* Antes de partir um circuito e inserir um DMM para realizar medições de corrente, certifique-se de que a mesma esteja desligada. Mesmo pequenas quantidades de corrente podem ser perigosas.  
\*\* Nunca tente realizar uma medição de tensão com as pontas de prova conectadas nas entradas de corrente. Existe um grande risco de se danificar o equipamento e ferir o usuário!**

## SEGURANÇA

### Segurança em multímetros

A realização de medições seguras começa com a escolha do multímetro adequado para a aplicação, assim como para o ambiente onde ele será usado. Uma vez que o multímetro apropriado foi escolhido, você deve utilizá-lo de acordo com os procedimentos adequados.

A Comissão Eletrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission) estabeleceu novos padrões de segurança para o trabalho em sistemas elétricos. Certifique-se de estar usando um multímetro que esteja de acordo com a categoria IEC e com o limite de tensão aprovados para o ambiente onde a medição está sendo realizada. Por exemplo, se uma medição de tensão precisa ser feita num painel elétrico de 480V, então deve-se utilizar um multímetro marcado para a Categoria III - 600V. Isso significa que o circuito de entrada do aparelho foi projetado para suportar transientes de tensão normalmente encontrados

nesse ambiente. Escolher um multímetro marcado para essa categoria e que ainda tenha certificações UL, CSA, VDE ou TUV significa que o aparelho não apenas foi projetado dentro dos padrões IEC, mas também foi independentemente testado.

### Testes independentes são a chave para a segurança

Procure pelo símbolo de um laboratório independente de teste como o UL, CSA, TUV ou outra reconhecida organização de testes. Tome cuidado com dizeres do tipo "Projetado de acordo com as especificações...".

Declarações com essa nunca substituem o teste de um laboratório independente.

Como você pode afirmar que está adquirindo um multímetro genuíno CAT III ou CAT II? Infelizmente, não é sempre tão simples. É possível que um fabricante auto-certifique seu multímetro como CAT II ou CAT III *sem que o mesmo tenha passado por nenhuma verificação independente*. O IEC desenvolve e propõe padrões, mas não é responsável por verificá-los.

Por isso é de extrema importância que você procure pelo símbolo de um laboratório independente. Esses símbolos só podem ser utilizados se o multímetro tiver passado com sucesso pelos testes do laboratório, que são baseados nos padrões nacionais/internacionais. O UL 3111, por exemplo, é baseado no IEC 1010. Num mundo imperfeito, isto é o mais próximo que você pode chegar da certeza de que seu multímetro foi realmente testado para segurança.

### Situações que costumam gerar erros:

1. Contato com a fonte de energia AC quando as pontas de provas estão conectadas nas entradas de corrente
2. Contato com a fonte de energia AC quando se está no modo de resistência
3. Exposição a transientes de alta voltagem
4. Exceder as limitações de entrada (tensão e corrente)

### Tipos de proteção de circuito:

1. *Proteção com recuperação automática.* Alguns multímetros possuem circuitos que detectam uma condição de sobre carga e o protegem até que essa condição desapareça. Depois que a sobre carga é removida, o DMM retorna automaticamente a sua operação normal. Normalmente utilizada para proteger a função ohms das sobre cargas de tensão.
2. *Proteção sem recuperação automática.* Alguns multímetros irão detectar uma condição de sobrecarga e se proteger, mas não retornarão à condição normal até que o usuário interfira.

### Procure por essas características de segurança em um DMM:

1. Entradas de corrente com fusível
2. Utilização de fusíveis de alta tensão (600V ou mais)
3. Proteção de alta tensão no modo de resistência (500V ou mais)
4. Proteção contra transientes de tensão (6kV ou mais)
5. Pontas de prova projetadas dentro dos padrões de segurança
6. Aprovação de laboratórios independentes (UL ou CSA por exemplo)

### Checklist de Segurança

- ✚ Use um multímetro que siga os padrões de segurança para o ambiente em que será utilizado.
- ✚ Use um multímetro com fusível nas entradas de corrente e certifique-se de verificar os fusíveis antes de realizar medições de corrente.
- ✚ Inspecione o estado físico das pontas de prova antes de realizar medições.
- ✚ Use o multímetro para verificar a continuidade das pontas de prova.
- ✚ Selecione a função e o range adequados para o seu trabalho.
- ✚ Certifique-se que o multímetro está em boas condições de operação.
- ✚ Siga todos os procedimentos de segurança do equipamento.
- ✚ Sempre desconecte a ponta de prova "quente" (vermelha) primeiro.
- ✚ Não trabalhe sozinho.

- ✚ Use um multímetro que possui proteção de sobre carga na função ohms.
- ✚ Quando estiver medindo corrente sem um alicate de corrente, desligue a energia antes de conectá-lo ao circuito.
- ✚ Esteja atento a condições de alta corrente e alta tensão, e utilize o equipamento adequado, como pontas de prova de alta tensão.

## ACESSÓRIOS E GLOSSÁRIO

### Acessórios de DMM

Uma importante exigência do DMM é que ele possa ser usado com uma grande variedade de acessórios. Muitos acessórios disponíveis podem aumentar o range de medidas e a utilidade de seu DMM, e ao mesmo tempo facilitar o seu trabalho.

Alicates de alta tensão e de corrente diminuem tensões elevadas e correntes a um nível que o DMM possa seguramente medir. Cabos de temperatura transformam seu multímetro em um termômetro digital portátil. Cabos de RF (radio frequência) podem ser utilizados para medir tensão em altas frequências.

Além disso, uma seleção de pontas de prova, alicates e cliques "jacaré" podem ajudá-lo a facilmente conectar seu DMM ao circuito. Estojos leves e resistentes protegem seu DMM e convenientemente armazenam seus acessórios.

### Glossário

*Precisão* - o quão perto o valor mostrado no display do DMM está do valor real do sinal sendo medido. Expressa como uma porcentagem da leitura ou como uma porcentagem da escala total.

*Multímetro analógico* - multímetro que utiliza uma agulha para mostrar o valor do sinal medido. O usuário identifica a leitura baseando-se na posição da agulha sobre a escala.

*Anunciador* - símbolo que identifica o range ou função selecionada.

*Contagem* - número utilizado para especificar a resolução de um DMM.

*DMM, Multímetro Digital* - multímetro que usa um display digital para mostrar o valor do sinal medido. DMMs apresentam alta durabilidade, resolução e muito mais precisão do que um multímetro analógico.

*Resolução* - grau para o qual pequenas alterações em uma medição podem ser mostradas.

*RMS* - valor DC equivalente a uma forma de onda AC.

*True-RMS DMM* - multímetro que pode medir precisamente ondas senoidais e não senoidais.

### Características especiais

As seguintes características e funções especiais podem facilitar o uso de seu DMM:

- ✚ Anunciador para mostrar o que está sendo medido (volts, ohms, etc).
- ✚ Touch Hold® congela o display em medidas estáveis de modo que você possa utilizar ambas as mãos para realizar medições e visualizar resultados posteriormente.
- ✚ Proteção contra sobrecargas previne estragos no multímetros, no circuito e protege o usuário.
- ✚ Fusíveis especiais de alta energia fornecem proteção extra para o usuário e para o equipamento durante medições de corrente e sobrecargas.
- ✚ Autorange automaticamente seleciona o range de medição adequado. Ranging manual permite que você trave o equipamento num determinado range para medições repetidas.
- ✚ Auto-polaridade indica leituras negativas com um sinal de menos, de modo que mesmo que as pontas de prova estejam conectadas de modo inverso, o equipamento não será danificado.
- ✚ Indicador de bateria fraca.

As informações aqui contidas cobrem funções básicas dos multímetros digitais, como aquelas encontradas no Fluke 77 e no Fluke 23. A Fluke também fabrica uma variedade de outros DMMs com características e funções especializadas para uma grande variedade de aplicações.

