

# ABC de Segurança dos Multímetros

## Segurança de multímetros e você

### Nota de Aplicação

#### Não dispense a *segurança* - sua vida pode depender disso

Quando o assunto é segurança, escolher um multímetro é como escolher um capacete para motocicleta - se você tem uma cabeça de "dez dólares", escolha um capacete de "dez dólares". Se você valoriza sua cabeça, obtenha um capacete seguro. Os acidentes com motocicletas são óbvios, mas e quanto aos multímetros? A partir do momento que você escolhe um multímetro com classificação de tensão alta o suficiente, você não está seguro? Tensão é tensão, correto?

Não exatamente. Técnicos que analisam a segurança de multímetros descobrem com frequência que unidades danificadas foram submetidas a uma tensão muito mais alta do que o usuário imaginava estar medindo. Ocorrem acidentes ocasionais quando o medidor, limitado a baixas tensões (1000V ou menos), é utilizado para medir tensão média, como 4160V. Como sempre, a queima não teve nada a ver com mau uso - era um pico de alta tensão ou transiente momentâneo que atingiu a entrada do multímetro sem prévio aviso.

#### Picos de tensão ou transiente - um risco inevitável

À medida que os sistemas de distribuição e cargas tornam-se mais complexos, as possibilidades de sobrecarga de transientes e súbitas mudanças temporárias na tensão ou corrente aumentam. Motores, capacitores e equipamentos conversores de energia, como inversores de frequência, podem ser um primeiro gerador desses transientes, junto com raios que ocorrem em linhas de transmissão. Se você está medindo sistemas elétricos, esses transientes são invisíveis e riscos completamente inevitáveis. Eles ocorrem regularmente em circuitos de energia de baixa tensão e podem atingir *valores de pico* em milhares de volts. Nestes casos, o usuário depende da margem de segurança já construída dentro do multímetro para proteção. A escala de tensão e a faixa de tensão não revelarão sozinhas a capacidade de um multímetro para suportar impulsos de alto transiente.

Indícios importantes sobre o risco de segurança causado por picos vieram de aplicações envolvendo medições na barra de fonte de ferrovias de comutador elétrico. A tensão nominal da barra era apenas 600V, mas multímetros classificados para 1000V duraram apenas poucos minutos medindo enquanto o trem estava em operação. Um olhar apurado revelou que a parada e a saída do trem gerava picos de 10.000 V. Estes transientes não pouparam os circuitos de entrada do multímetro. As lições tomadas a partir desta investigação levaram a significativas melhoras nos circuitos de proteção de entrada dos multímetros.

#### Novos padrões de segurança

Para lhe proteger contra transientes, a segurança deve fazer parte do projeto interno do equipamento de teste. Qual especificação de performance você deve procurar, especialmente se você sabe que poderá trabalhar em circuitos de alta energia? O objetivo de definir novas especificações para equipamentos de teste foi dirigido recentemente pela IEC (International Electrotechnical Commission/ Comissão Internacional de Eletrotécnica), uma organização que desenvolve padrões internacionais de segurança para equipamentos de teste.

Por alguns anos, a indústria usou o padrão IEC 348 na projeto de equipamentos. Este padrão foi substituído pelo IEC 1010. Embora medidores IEC 348 de qualidade tenham sido usados durante anos por técnicos e eletricitas, o fato é que os medidores criados para o novo padrão IEC 1010 oferecem um nível significativamente maior de segurança. Vejamos como isso é realizado.



## Compreendendo categorias: localização,

### Proteção de transiente

A verdadeira questão para a proteção de circuito de multímetros não é somente a faixa de tensão máxima estipulada, mas uma combinação *tanto do estado fixo como da capacidade de tensão máxima de transiente*. Proteção de transiente é vital. Quando transientes se ligam a circuitos de alta energia, eles tendem a ser mais perigosos porque estes circuitos podem apresentar correntes intensas. Se um transiente causa um arco, a corrente pode sustentá-lo, produzindo uma avaria ou explosão, que ocorre quando o ar ao redor torna-se ionizado e condutivo. O resultado é um choque de arco, um evento que causa mais ferimentos e lesões todo ano do que o já conhecido risco de choque elétrico.

### Categorias de sobretensão

O mais importante conceito para a compreensão dos novos padrões é a Categoria de Sobretensão das instalações de I a IV, geralmente abreviadas como CAT I, CAT II, CAT III etc. (Ver figura 1). A divisão de um sistema de distribuição de energia em categorias é baseada no fato de que um transiente perigoso de alta energia como um raio será atenuado ou amortecido à medida que viaja ao longo da impedância (resistência ac) do sistema. Um número de CAT maior indica um ambiente elétrico de maior potência disponível e transientes de maior energia. Portanto, um multímetro projetado para um padrão de CAT III está apto a suportar um transiente de maior energia do que um multímetro de padrão CAT II.

Dentro de cada categoria, um limite de maior tensão identifica um transiente de maior capacidade de sobretensão: um multímetro CAT III - 1000V possui maior proteção comparado a um CAT III - 600V. O grande problema ocorre quando alguém escolhe um multímetro de capacidade CAT II - 1000V pensando que é superior a um multímetro CAT III - 600V.

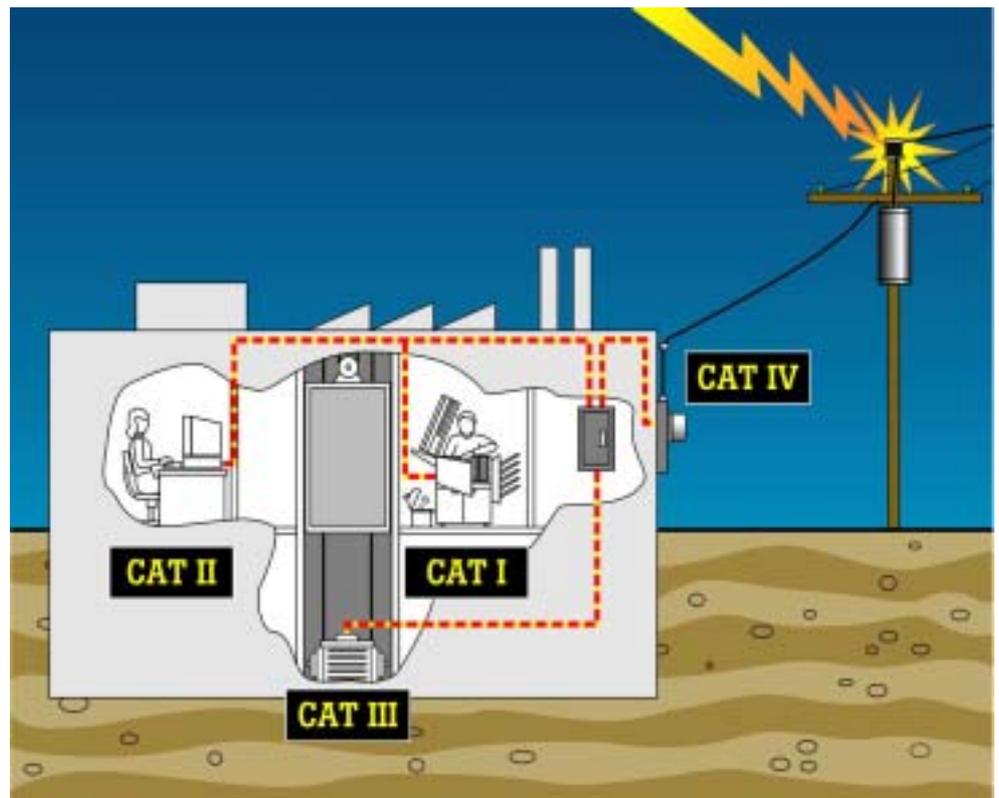


Figura 1. Localização, localização, localização.

Categoria de Sobretensão	Resumo	Exemplos
CAT IV	Três fases na conexão de utilidades, quaisquer condutores ao ar livre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Refere-se à "origem da instalação", por exemplo, onde a conexão de baixa tensão é feita para a energia utilitária</li> <li>Medidores de eletricidade, equipamentos primários de proteção de sobrecorrente</li> <li>Entradas externas e de serviços, serviços entre poste e prédio, percurso entre medidor e painel</li> </ul>
CAT III	Distribuição trifásica, incluindo iluminação comercial monofásica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipamentos em instalações fixas, como mecanismos de distribuição e motores polifásicos</li> <li>Baras e alimentadores em fábricas</li> <li>Alimentadores e circuitos de curta ramificação, dispositivos de painel de distribuição</li> <li>Sistemas de iluminação em prédios maiores</li> <li>Tomadas de dispositivo com conexões curtas à entrada de serviço</li> </ul>
CAT II	Cargas conectadas e receptáculos monofásicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elerodomésticos, ferramentas portáteis e outras cargas domésticas e similares</li> <li>Tomadas e circuitos de longa ramificação</li> <li>Tomadas a mais de 10 metros da fonte CAT III</li> </ul>
CAT I	Eletrônicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipamentos eletrônicos protegidos</li> <li>Equipamentos conectados a (fonte) circuitos nos quais são feitas medições para limitar sobretensões de transientes a um nível apropriadamente baixo</li> <li>Qualquer fonte de baixa energia e alta tensão derivada de um transformador de resistência de alto enrolamento, como a seção de alta tensão de uma</li> </ul>

Tabela 1. Categorias de sobretensão. IEC 1010 aplica-se a equipamentos de teste de baixa tensão (<1000V)

## localização...

### Não se trata somente de nível de tensão

Na Figura 1, um técnico trabalhando em equipamentos de escritório num ambiente CAT I poderia de fato encontrar tensões muito *maiores* do que aquelas de linha de energia ac medidas pelo electricista de motor num local CAT III. Ainda que transientes em circuitos eletrônicos CAT I, independente da tensão, são claramente uma menor ameaça, porque a energia disponível para um arco é bem limitada.

Isto *não* significa que não há risco elétrico em equipamentos CAT I ou CAT II. O risco primário é de choque elétrico, não de transientes ou explosão de arco. Os choques, que serão discutidos adiante, podem ser tão letais quanto explosões de arco. Para citar outro exemplo, uma linha aérea de uma casa para uma unidade comercial isolada poderia ser somente 120V ou 240V, mas ainda é tecnicamente CAT IV. Por quê? Qualquer condutor externo está sujeito a transientes de altíssima energia associados a raios. Mesmo condutores subterrâneos são CAT IV, porque embora não sejam diretamente atingidos por raios, um relâmpago nas redondezas pode *induzir* um transiente devido à presença de altos campos eletromagnéticos. Em se tratando de Categorias de Instalação de Sobretensão, a regra número um é: localização, localização, localização... (Para mais discussões sobre Categorias de Instalação, vide página 6, "Aplicando categorias ao seu trabalho.")

## Teste Independente

Teste independente é a chave para a conformidade de segurança. Procure por um símbolo e um nome de laboratório de teste independente como UL, CSA, TÜV ou outra organização de teste reconhecida.

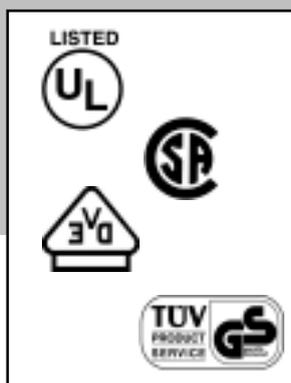
*Cuidado com expressões do tipo "Designed to meet specification...". Os planos dos projetistas nunca são um substituto para um real teste independente.*

Como você pode afirmar que está obtendo um medidor genuíno CAT III ou CAT II. Infelizmente nem sempre é tão fácil. Para um fabricante, é possível auto-certificar que seu multímetro é CAT II ou CAT III *sem qualquer verificação independente*. A IEC (International Electrotechnical Commission) desenvolve e propõe padrões, mas não é responsável pela *obediência* aos padrões. Procure por um símbolo e um nome de laboratório de teste independente como UL, CSA, TÜV ou outra organização de teste reconhecida. Este símbolo somente pode ser usado se o produto completou com sucesso o teste junto ao padrão da agência, que é baseado nos padrões nacionais/internacionais. UL 3111, por exemplo, é baseado no IEC 1010. Num mundo imperfeito, este é o mais próximo que você pode chegar da garantia de que o multímetro que você escolheu foi realmente *testado* para segurança.



### O que o símbolo CE indica?

Um produto possui marca CE (Conformité Européenne) para indicar sua conformidade a certas exigências essenciais relativas a saúde, segurança, ambiente e proteção do consumidor estabelecidas pela Comissão Européia e exigida através do uso de "diretrizes". Há diretrizes que afetam diversos tipos de produtos. Produtos externos à União Européia não podem ser importados e lá vendidos se não estiverem de acordo com diretrizes aplicáveis. A conformidade com as diretrizes pode ser obtida fornecendo-se conformidade a um padrão técnico relevante, como IEC 1010 para produtos de baixa tensão. Os fabricantes são autorizados a *auto-certificar* que atenderam os padrões, alegar suas próprias Declarações de Conformidade e marcar o produto com "CE". *A marca "CE", no entanto, não é uma garantia de teste independente.*



## Proteção contra os dois principais riscos elétricos:

### Transientes - o perigo escondido

Agora, vamos considerar um cenário de pior hipótese no qual um técnico está executando medições num circuito ativo de controle de motor trifásico, usando um medidor sem as precauções de segurança necessárias.

Eis o que pode acontecer:

1. Um relâmpago causa um transiente na linha de energia, que, por sua vez, gera um arco entre os terminais de entrada *dentro do multímetro*. Os circuitos e componentes preventivos falharam ou estavam faltando. Talvez não fosse um multímetro classificado para CAT III. O resultado é um *curto direto* entre os dois terminais de medição através do multímetro e das pontas de teste.

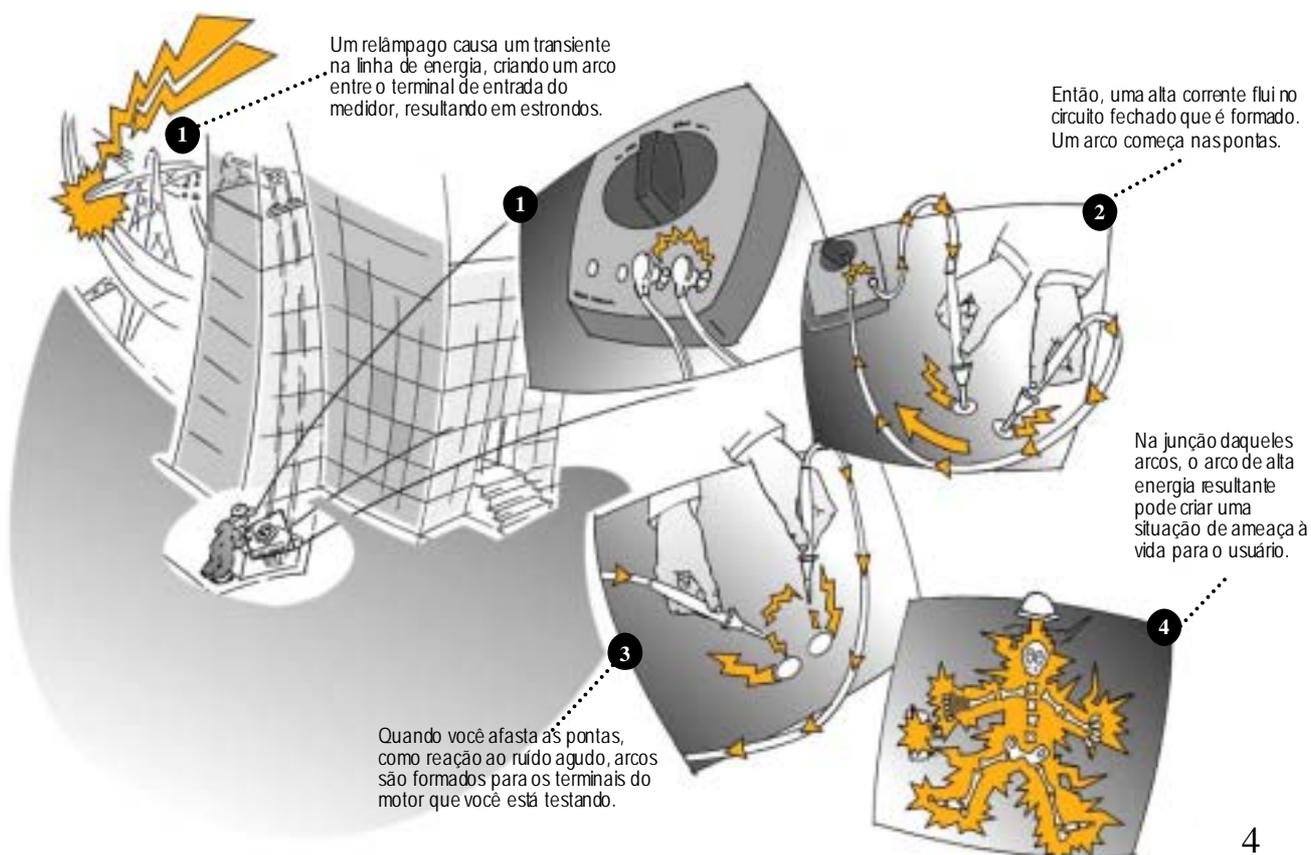
2. Uma corrente de falta elevada - possivelmente de milhares de ampères - flui no curto circuito recém-criado. Isto ocorre em milésimos de segundo.

Quando o arco se forma dentro do multímetro, uma onda de choque de altíssima pressão pode causar um estrondoso barulho! Exatamente como um tiro ou explosão de um carro. No mesmo instante, o técnico vê um *flash* de arco azul brilhante nas pontas de prova - as correntes de falta superaqueceram as pontas, que começam a queimar, formando um arco a partir do ponto de contato para a ponta.

3. A reação natural é puxar de volta, a fim de quebrar o contato com o circuito quente. Mas, assim que as mãos do técnico se afastam, um arco é formado do terminal do motor para cada sonda. Se estes dois arcos juntam-se para formar um só arco, há agora *outro curto direb fase-a-fase, desta vez diretamente entre os terminais do motor*.

4. Este arco pode ter uma temperatura chegando a 6.000°C, que é maior do que a temperatura de uma tocha de oxí-acetileno! A medida que o arco cresce, alimentado pela corrente de curto circuito disponível, aquece o ar em volta. São criadas uma explosão de choque e uma bola de fogo. Se o técnico tiver sorte, a explosão o jogará para longe e o removerá das proximidades do arco; embora ferido, sua vida está salva. No pior caso, a vítima estará sujeita a queimaduras fatais a partir do aquecimento do arco ou explosão.

Além de usar um multímetro classificado para a apropriada Categoria de Sobre-tensão, quem trabalha com circuitos ativos deve estar protegido com roupa resistente ao fogo, óculos de segurança ou, melhor ainda, protetor facial e luvas isolantes.



## Explosão de arco e choque elétrico

Use o fusível de alta energia correto

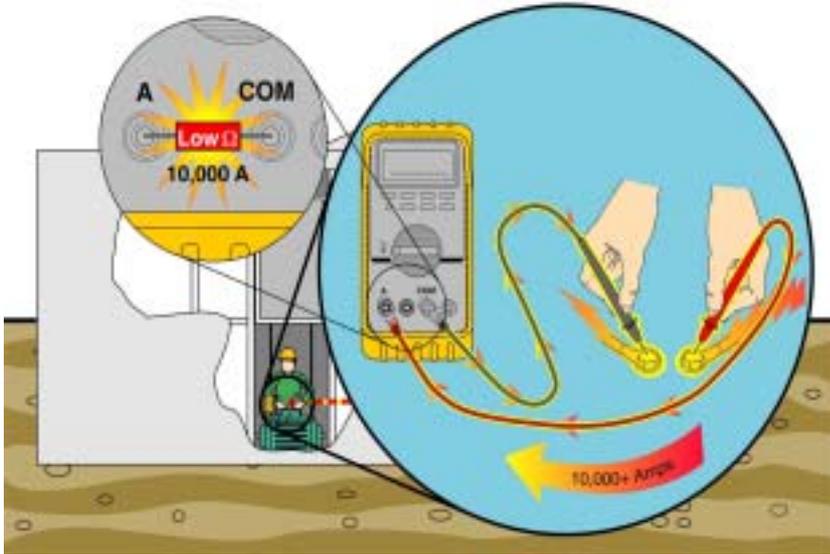


Figura 3. Mau uso de DMM para medição de corrente .

Transientes não são somente a fonte de possíveis curto-circuitos e risco de explosão. Um dos mais comuns maus usos de multímetros portáteis pode causar uma similar cadeia de eventos.

Digamos que um usuário esteja fazendo medições de corrente em circuitos de sinal. O procedimento é selecionar a função corrente, inserir as pontas nos terminais de entrada "mA" ou "A", abrir o circuito e tomar as medições. Num circuito em série, a corrente é sempre a mesma. A impedância de entrada do circuito de corrente deve estar baixa o suficiente para não afetar a corrente do circuito em série. A impedância de entrada no terminal de 10A de um medidor Fluke é .01Ω. Compare isto à impedância de entrada nos terminais de tensão: 10MΩ (10.000.000 ohms).

Se as pontas de teste estão à esquerda nos terminais de corrente e, acidentalmente, são conectadas numa fonte de tensão, a baixa impedância torna-se um curto circuito! Não existe problema se a chave seletora estiver na posição volts; as pontas estão ainda conectadas a um circuito de baixa impedância\*. Por essa razão os terminais de corrente devem estar protegidos por fusíveis. Esses fusíveis são a única proteção contra danos para o multímetro e seu usuário.

Utilize somente um multímetro com entradas de corrente protegidas por fusíveis de alta energia. Nunca substitua um fusível queimado com um fusível errado. *Utilize somente os fusíveis de alta energia especificados pelo fabricante.* Estes fusíveis funcionam em certa faixa de tensão e com interrupção de curto circuito projetadas para sua segurança.

### Proteção de sobrecarga

Fusíveis protegem contra sobrecorrente. A alta impedância de entrada dos terminais de volts/ohms garante que uma condição de sobrecorrente é improvável, então os fusíveis não são necessários. Proteção de sobrecarga, por outro lado, é necessária. Ela é fornecida por um circuito de proteção que suprime altas tensões a um nível aceitável. Além disso, um circuito térmico de proteção detecta uma condição de sobretensão, protege o medidor até que a condição seja removida e depois retorna automaticamente à operação normal. O benefício mais comum é proteger o multímetro de sobrecargas quando estiver em modo ohms. Assim, proteção de sobrecarga com recuperação automática é fornecida para todas as funções de medição durante o tempo em que as pontas estiverem nos terminais de entrada de tensão.

## Choque elétrico

Enquanto a maioria das pessoas está consciente do perigo do choque elétrico, poucas imaginam quão pouca corrente e quão baixa tensão são necessárias para um choque fatal. Fluxos de corrente tão baixos quanto 30 mA podem ser fatais (1mA = 1/1000A). Vejamos os efeitos de um fluxo de corrente ao longo de um homem de 65 kg:

- A cerca de 10 mA, ocorre paralisia muscular nos braços, de forma que ele não pode relaxar o punho.
- A cerca de 30 mA, ocorre paralisia respiratória. Sua respiração para e os resultados geralmente são fatais.
- A cerca de 75-250 mA, para exposição acima de 5 segundos, ocorre fibrilação ventricular, causando descoordenação dos músculos do coração; o coração não pode mais funcionar. Correntes maiores causam fibrilação em menos de 5 seg. Os resultados geralmente são fatais.

Agora vamos calcular o limiar para uma tensão de risco. A resistência aproximada do corpo *abaixo da pele* de uma mão a outra, através do corpo, é 1000Ω. Uma tensão de somente 30V ao longo de 1000Ω causará um fluxo de corrente de 30 mA. Felizmente, a resistência da pele é muito maior. É a resistência da pele, especialmente a camada externa de células mortas, que protege o corpo. Sob condições úmidas, ou se houver um corte, a resistência da pele cai radicalmente. A aproximadamente 600V, a resistência da pele cessa de existir. Ela é "furada" pela alta tensão.

Para fabricantes e usuários de multímetros, o objetivo é prevenir contato acidental com circuitos ativos a todo custo. Procure:

- Medidores e pontas de teste com isolamento duplo.
- Medidores com entradas recuadas e pontas de teste com conectores de entrada revestidos
- Pontas de teste com proteção para os dedos e superfície anti-deslizante.
- Medidores e pontas de teste feitas com materiais duráveis, não condutores e de alta qualidade.

\* Alguns multímetros, como os da Série Fluke 180, possuem função Input Alert, que emite um beep de aviso se o multímetro estiver nesta configuração.

## Trabalhe com segurança

*Segurança é uma responsabilidade de todos. No entanto, hoje em dia, ela está em suas mãos.*

Nenhuma ferramenta por si só pode garantir a segurança. É a combinação dos aparelhos adequados e práticas seguras de trabalho que fornece a máxima proteção. A seguir algumas dicas para lhe ajudar em seu trabalho:

- Trabalhe em circuitos desenergizados sempre que possível. Utilize procedimentos adequados de trava. Se estes procedimentos não estiverem em prática, *considere que o circuito está energizado.*
- Em circuitos energizados, use equipamento de proteção:
  - Ferramentas isoladas;
  - Óculos ou proteção facial;
  - Luvas isoladas; retire relógios e outras jóias
  - De pé sobre material isolado;
  - Roupas resistentes ao fogo
- Ao fazer medições em circuitos energizados:
  - Primeiro enganche o prendedor terra, depois entre em contato com a ponta "quente". Retire primeiro a ponta "quente", depois a ponta terra.
  - Pendure o medidor se possível. Tente evitar segurá-lo em suas mãos, para minimizar a exposição pessoal aos efeitos de transientes.
  - Use o método de teste de três pontos, especialmente ao checar se um circuito está morto. Primeiro, teste um circuito sabidamente *ativo*. Segundo, teste o circuito alvo. Terceiro, teste o circuito *ativo novamente*. Isto verifica se seu medidor trabalhou bem antes e depois da medição.
  - Use o antigo truque dos eletricitistas de manter uma mão em seu bolso. Isto diminui a chance de um circuito fechado através de seu tórax e ao longo de seu coração.



Utilize equipamentos de proteção como óculos de segurança e luvas isoladas.

## Aplicando categorias ao seu trabalho

### Atalhos para compreender categorias

Algumas maneiras rápidas de aplicar o conceito de categorias ao seu trabalho diário:

- A regra número 1 é: quanto mais próximo você estiver da fonte de energia, maior o número da categoria e maior perigo potencial de transientes.
- Quanto maior a corrente de curto circuito disponível num determinado ponto, maior o número de CAT.
- Outro meio de dizer a mesma coisa é quanto maior a impedância de fonte menor o número CAT. Impedância de fonte é simplesmente a impedância total, incluindo a impedância dos cabos, entre o ponto no qual você está medindo e a fonte de energia. Esta impedância é o que enfraquece transientes.
- Finalmente, se você possui alguma experiência em aplicação de aparelhos de TVSS (*Transient Voltage Surge Suppression*), você entende que um aparelho TVSS instalado num painel deve ter capacidade de manipular mais altas energias do que um instalado no computador. Em terminologia CAT, o TVSS de painel é uma aplicação CAT III e o computador é uma carga receptáculo conectada e, portanto, uma instalação CAT II.

Como você pode ver, o conceito de categorias não é novo e exótico. É simplesmente uma extensão dos mesmos conceitos de senso-comum que as pessoas que trabalham com eletricidade profissionalmente aplicam todos os dias.

### Categorias Múltiplas

Há uma situação que às vezes confunde aqueles que tentam aplicar categorias ao mundo real. Numa certa parte de um equipamento, existe frequentemente mais de uma categoria. Por exemplo, em equipamentos de escritório, do lado de fornecimento de energia 120V/240V ao receptáculo é CAT II. O circuito eletrônico, por outro lado, é CAT I. Em construções de controle de sistemas, como painéis luminosos ou equipamentos de controle industrial, como controladores programáveis, é comum acharmos circuitos eletrônicos (CAT I) e circuitos de energia (CAT III) e locais bastante próximos.

O que fazer em tais situações? Como em todas situações reais, use o senso comum. Neste caso, isto significa utilizar o multímetro com a capacidade de alta categoria. De fato, não é realista esperar que as pessoas atravessem o processo de definição de categoria todo o tempo. O que é realista, e muito recomendado, é escolher um multímetro especificado para as maiores categorias, nas quais ele poderia ser usado.

## Como avaliar a classificação de segurança de um DMM

### Compreendendo classificações de tensão

Os procedimentos de teste IEC 1010 levam em conta três critérios principais: tensão de estado estável, tensão de transiente de impulso de pico e impedância de fonte. Estes três critérios juntos lhe dirão o *verdadeiro valor de tensão* de um multímetro.

### Quando 600V é mais do que 1000V?

A tabela 2 nos ajudará a entender a verdadeira classificação de tensão de um instrumento:

1. *Dentro* de uma categoria, uma maior "tensão de funcionamento" (tensão de estado estável) é associada a um maior transiente, como é de se esperar. Por exemplo, um medidor CAT III 600V é testado com transientes de 6000V enquanto um medidor CAT III 1000V é testado com transientes de 8000V.
2. O que não é tão óbvio é a diferença entre o transiente de 6000V para CAT III 600V e o transiente de 6000V para CAT II 1000V. Eles *não* são o mesmo. É aqui que entra a impedância de fonte. A Lei de Ohm (Amps=Volts/Ohms) nos diz que a fonte de teste de 2Ω para CAT III possui *seis vezes a corrente* da fonte de teste de 12Ω para CAT II.

O medidor CAT III 600V oferece claramente melhor proteção de transiente comparado ao medidor CAT II 1000V, mesmo que sua assim chamada "classificação de tensão" possa ser percebida como sendo menor.

Categoria de Instalação de Sobretensão	Tensão de funcionamento (dc ou ac-rms para terra)	Transiente de Impulso de Pico (20 repetições)	Fonte de Teste (Ω=V/A)
CAT I	600V	2500V	Fonte de 30 Ohm
CAT I	1000V	4000V	Fonte de 30 Ohm
CAT II	600V	4000V	Fonte de 12 Ohm
CAT II	1000V	6000V	Fonte de 12 Ohm
CAT III	600V	6000V	Fonte de 2 Ohm
CAT III	1000V	8000V	Fonte de 2 Ohm
CAT IV	600V	8000V	Fonte de 2 Ohm

Tabela 2: Valores de teste de transiente para categorias de instalação de sobretensão. (Valores de 50/150V/300V não inclusos).

### Fuga e afastamento

Além de serem testados para um valor real de transiente de sobretensão, os multímetros são obrigados pela IEC 1010 a terem distâncias mínimas de "fuga" e "afastamento" entre componentes internos e nós de circuito. "Fuga" mede a distância através de uma superfície. "Afastamento" mede distâncias pelo ar. Quanto mais alta a categoria e o nível de tensão de trabalho, maiores as exigências de espaçamento interno. Uma das principais diferenças entre o antigo IEC 348 e o IEC 1010 é a maior exigência de espaçamento no último.

### A linha de fundo

Se você está diante da tarefa de substituir seu multímetro, antes de começar sua compra, *faça uma análise da pior situação do seu trabalho e determine em qual categoria suas aplicações e usos encaixam-se.*

*Primeiro* escolha um multímetro classificado para a maior categoria na qual você possa estar trabalhando. Depois, procure um multímetro com uma faixa de tensão para esta categoria. Não se esqueça das pontas de teste. O padrão IEC 61010 também se aplica às pontas de teste: elas devem possuir categoria e tensão tão alta quanto ou maior do que a do multímetro. Quando se trata da sua segurança pessoal, não deixe as pontas de teste serem o "elo fraco".

Procure classificações de tensão e categoria de pontas de teste e multímetros.



**Utilize a ferramenta de teste correta para o trabalho**

**CAT IV**



- DMM Série VX180**
- CAT IV 600V, CAT III 1000V
  - .025% de exatidão básica dc
  - Resolução de 50.000 contagens
  - Largura de banda de 100 kHz ac
  - Documentação independente
  - Garantia Vitalícia



- DMM Série VX170**
- CAT IV 600V, CAT III 1000V
  - .09% de exatidão básica dc (177,179)
  - Resolução de 6.000 contagens
  - Entradas classificadas para 1000V
  - Temperatura (179)
  - Garantia Vitalícia



- DMM Série VX80 III**
- CAT IV 600V, CAT III 1000V
  - .DMM de alta performance
  - True-rms (Fluke 87)
  - Garantia Vitalícia

**CAT III**



- DMM Série VX110**
- CAT III 600V
  - .7% de exatidão básica dc
  - Resolução de 6.000 contagens
  - Retroiluminação (112)
  - True-rms
  - Garantia de três anos



- DMM Fluke 16**
- CAT III 600V
  - Temperatura
  - Escala de microA para medição de sensor de chama



- Testador Elétrico VX T5**
- Dois modelos: CAT III 600V e 1000V
  - Info de corrente Open Jaw até 100A ac
  - Mede volts ac ou dc com resolução digital precisa



- Alicates de Corrente Série VX330**
- CAT III 600V
  - Corrente até 1000A
  - Auto-desligamento maximiza a duração da bateria
  - Display grande e retroiluminado na maioria dos modelos
  - 3 anos de garantia

**CAT III**



- ScopeMeter Série VX190 e VX190C**
- CAT III 600V, CAT II 1000V
  - Display brilhante de alto contraste (colorido na versão VX190C)
  - Modelos de 200 MHz, 100 MHz, 60 MHz
  - Armazenagem de forma de onda



- ScopeMeter VX123**
- CAT III 600V
  - Características inovadoras de fácil uso
  - Osciloscópio, medidor e gravador num conjunto portátil
  - Connect-and-View para operação sem uso das mãos



- Analisador de Qualidade de Energia VX43B**
- CAT III 600V
  - Mantém e resolve problemas de sistemas de qualidade de energia
  - Harmônicos de tensão, corrente e energia até o 51°
  - Distorção Harmônica Total (THD)
  - Calcula energia trifásica em cargas balanceadas
  - Memória de 20 medições
  - Garantia de 3 anos para o aparelho, 1 ano para acessórios

Use um medidor classificado para a categoria e tensão onde você está trabalhando:

- Procure um medidor certificado por uma agência independente de teste.
- Use somente medidores com fusíveis de alta energia nos terminais de corrente. E sempre substitua os fusíveis com aqueles recomendados pelo fabricante.
- Use somente pontas de teste classificadas para uma categoria e uma tensão tão alta quanto ou maior do que a do multímetro.

*Fluke. Mantendo seu mundo funcionando.*

**Vórtex Equipamentos Ltda**

Rua São Miguel 1 183 Itapoã  
Belo Horizonte MG  
CEP 31710-350  
Fone: (31) 3427-7700  
Fax: (31) 3427-7792  
vortex@vortex.com.br

web page:  
<http://www.vortex.com.br>