

## ABC da segurança de medições elétricas

### Nota de aplicação

#### Não dispense a segurança – sua vida pode depender disso

Quando o assunto é segurança, escolher um instrumento de teste de eletricidade é como escolher um capacete para motocicleta - se você tem uma cabeça que vale "trinta reais", escolha um capacete de "trinta reais". Se a sua cabeça é importante para você, adquira um capacete seguro. Os riscos de se dirigir uma motocicleta são óbvios, mas que risco existe com instrumentos de teste elétrico? Ao usar um instrumento com tensão nominal suficientemente alta, ainda se corre algum risco? Tensão é tensão, não é?

Não exatamente. Os técnicos que analisam a segurança de instrumentos de testes descobrem com frequência que as unidades que apresentam falhas foram submetidas a uma tensão muito mais alta do que o usuário achava que estava medindo. Acidentes podem ocorrer quando um instrumento de teste classificado para baixa tensão (1000 V ou menos) é utilizado para medir tensão média, como 4160 V. Como acontece em geral, nesse caso também o dano resultante não tem nada a ver com o uso inadequado do instrumento – foi provocado por um *transiente ou pico de tensão momentâneo* que atingiu a entrada do instrumento inesperadamente.

#### Picos de tensão – um risco inevitável

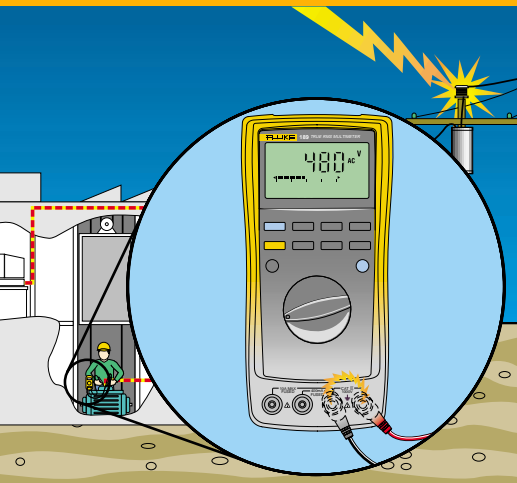
À medida que os sistemas de distribuição elétrica e as cargas vêm se tornando cada vez mais complexos, o risco de transientes de sobretensão também vem se tornando cada vez maior. Motores, capacitores e equipamentos de conversão de energia, como, por exemplo, transmissões de velocidade variável, são os principais geradores de picos de energia. Relâmpagos que atingem linhas de transmissão externas também podem causar transientes perigosos, de tensão extremamente alta. Ao efetuar medições em sistemas elétricos, esses transientes são "invisíveis" e, na maior parte, constituem um risco inevitável durante o trabalho. Ocorrem regularmente em circuitos elétricos de baixa tensão, e podem alcançar valores máximos de vários milhares de volts. Nesses casos, a proteção do usuário depende da margem de segurança incorporada no instrumento. *A classificação de tensão por si só não é indicação suficiente da capacidade do instrumento de teste tolerar impulsos de transientes altos.*

Inicialmente, os indícios do perigo causado por picos de tensão surgiram em aplicações que envolviam medições no barramento da fonte de energia de ferrovias de comutação elétrica. A tensão nominal do barramento era de apenas 600 V, mas multímetros classificados para 1000 V duraram apenas alguns minutos ao efetuarem medições com o trem em funcionamento. Uma análise mais apurada revelou que a partida e a parada do trem geravam pontas de tensão de 10.000 V. Os antigos circuitos de entrada de multímetros não apresentavam nenhuma tolerância a esses transientes. O que aprendemos com esta investigação produziu melhorias significativas nos circuitos de proteção de entrada de multímetros.

#### Novos padrões de segurança

Para proteger o usuário contra os transientes, é necessário que a segurança seja incorporada no projeto do equipamento de teste. Que especificação de desempenho deve-se procurar, especialmente quando se sabe que se vai trabalhar com circuitos de alta energia? A tarefa de estabelecer novos padrões de segurança para equipamentos de teste foi uma questão tratada recentemente pela IEC (International Electrotechnical Commission – Comissão Internacional de Eletrotécnica). Essa organização desenvolve padrões internacionais de segurança para equipamentos de teste elétrico.

Durante muitos anos, o setor usou o padrão IEC 348 no projeto de equipamentos. Esse padrão foi substituído pelo IEC 1010, que recentemente foi atualizado pelo padrão IEC 61010 (EN61010). Embora instrumentos de teste IEC 348 com boa concepção de desenho tenham sido usados durante anos por técnicos e eletricitistas, o fato é que os medidores criados de acordo com o novo padrão EN61010 oferecem um nível substancialmente mais alto de segurança. Vamos ver como isso foi conseguido.



# Explicação sobre as categorias: localização, localização,

## Proteção contra transiente

A questão mais importante relacionada à proteção de circuitos de multímetros não é apenas a faixa de tensão máxima em regime estável, mas uma combinação da *capacidade em regime estável e da tolerância à sobretensão de transientes*. A proteção contra transientes é um fator vital. Quando há transientes em circuitos de alta energia, eles tendem a ser mais perigosos porque esses circuitos podem transmitir correntes intensas. Se um transiente causar um arco, a alta corrente tem condições de mantê-lo, e produz uma avaria ou explosão que ocorre quando o ar circundante se torna ionizado e condutivo. O resultado é uma explosão de arco, um evento que causa mais lesões a cada ano do que o risco de choque elétrico, tão conhecido. (Veja "Transientes – o perigo oculto" na página 4.)

## Categoria de medição

O conceito mais importante de se entender com relação aos novos padrões é a categoria de medição. O novo padrão define as Categorias de I a IV, geralmente abreviadas da forma CAT I, CAT II, etc. (Veja a 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 passa pela impedância (resistência CA) do sistema. Uma CAT de número mais alto refere-se a um ambiente elétrico com potência mais alta disponível e transientes de energia mais alta. Assim, um multímetro projetado para o padrão CAT III apresenta resistência a energia muito mais alta do que um multímetro projetado de acordo com o padrão CAT II.

Dentro de cada categoria, uma tensão nominal mais alta indica tolerância nominal a transiente mais alto. Ex.: um multímetro CAT III para 1000 V oferece maior proteção comparado a um CAT III para 600 V. O problema ocorre quando alguém escolhe um

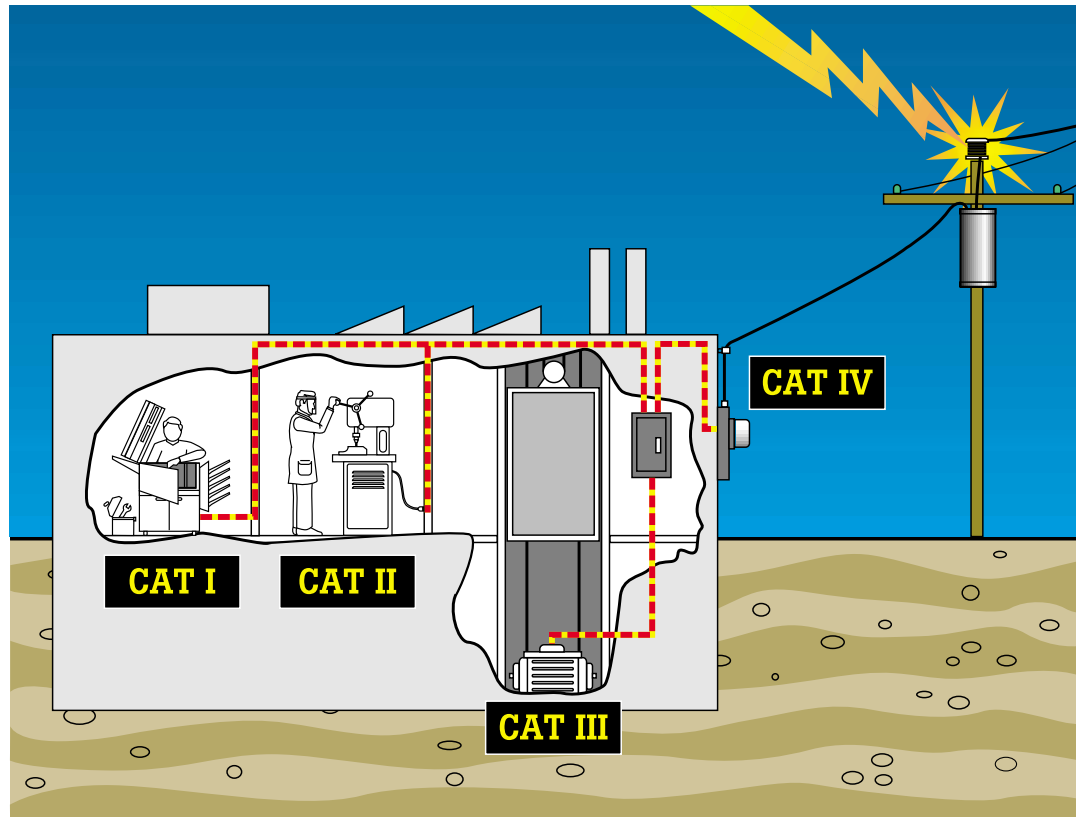


Figura 1. Localização, localização e localização

Categoria de medição	Resumindo...	Exemplos
CAT IV	Trifásico na conexão da rede elétrica pública; qualquer condutor ao ar livre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Refere-se à "origem da instalação"; ex.: ponto no qual é feita a conexão de baixa tensão ao suprimento de energia da rede pública.</li> <li>Relógios de eletricidade, equipamento com proteção primária a excesso de corrente.</li> <li>Ambiente externo e entrada da rede elétrica, derivação de eletricidade do poste ao prédio, extensão entre o relógio e o quadro de distribuição.</li> <li>Linha elétrica aérea até o prédio isolado, linha elétrica subterrânea até a bomba do poço.</li> </ul>
CAT III	Distribuição trifásica, inclusive iluminação comercial monofásica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipamento em instalações fixas, como, por exemplo, mecanismo de distribuição ou motores polifásicos.</li> <li>Barramento e alimentador em instalações industriais.</li> <li>Alimentadores e derivações curtas, dispositivos de painel de distribuição.</li> <li>Sistemas de iluminação em prédios grandes.</li> <li>Tomadas de eletrodoméstico com conexões curtas à entrada da rede elétrica pública.</li> </ul>
CAT II	Cargas conectadas a tomadas monofásicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eletrodomésticos, ferramentas portáteis e cargas domésticas e outras cargas semelhantes.</li> <li>Tomadas e derivações longas.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Tomadas a mais de 10 metros de distância da fonte CAT III.</li> <li>Tomadas a mais de 20 metros de distância da fonte CAT IV.</li> </ul> </li> </ul>
CAT I	Aparelhos eletrônicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipamento eletrônico com proteção.</li> <li>Equipamento conectado a circuitos (fonte) em que as medidas são feitas de modo a limitar as sobretensões de transientes a um nível mais baixo adequado.</li> <li>Qualquer fonte de baixa energia e alta tensão derivada de transformador de resistência com alto grau de enrolamento, como, por exemplo, a seção de alta tensão de uma copiadora.</li> </ul>

Tabela 1. Categorias de medição. EN61010 aplica-se a equipamento de teste de *baixa tensão* (< 1000 V).

## localização...

multímetro CAT II - 1000 V por achar que ele é superior a um multímetro CAT III - 600 V. (Veja "Em que situações 600 V é mais que 1000 V?" na página 7.)

### Não se trata somente do nível de tensão

Na Figura 1, um técnico trabalhando em equipamentos de escritório em instalações CAT I pode encontrar tensões muito mais altas do que as da linha de energia CA medidas pelo electricista nas instalações CAT III. Contudo, os transientes em circuitos eletrônicos CAT I, independente da tensão, sem dúvida representam um risco menor, porque a energia disponível para arco é bastante limitada. Isso *não* significa que não há risco elétrico em equipamentos CAT I ou CAT II. O risco principal é de choque elétrico, não de transientes ou explosão de arco. Os choques elétricos, que serão discutidos mais adiante, podem ser tão letais quanto as explosões de arco.

Para citar outro exemplo, uma linha elétrica aérea que vai de uma casa a uma oficina isolada pode ter apenas 120 V ou 240 V, mas tecnicamente é CAT IV. Por quê? Qualquer condutor externo está sujeito a transientes de altíssima energia associados a raios. Até mesmo condutores subterrâneos são CAT IV, porque embora não corram o risco de serem diretamente atingidos por raios, um raio nas redondezas pode *induzir* um transiente, devido à presença de altos campos eletromagnéticos.

Em se tratando de categorias de medição, a regra das imobiliárias é a regra aplicável: o importante é a localização, a localização e a localização. (Veja na página 6 mais explicações sobre Categorias de Instalação, na seção "Aplicação das categorias no seu trabalho").

## Testes independentes

### Testes independentes constituem a chave para a conformidade de segurança

*Procure o símbolo e o número de lista de um laboratório de teste independente, tal como UL, VDE, TÜV ou outra organização de teste reconhecida. Cuidado com expressões do tipo "Designed to meet specification..." (Projetado para cumprir as especificações...). Os planos de projetistas não são substitutos viáveis para testes reais independentes.*

Como se pode saber se o instrumento de teste que se está adquirindo é genuinamente CAT III ou CAT II? Infelizmente nem sempre é fácil saber. O fabricante pode se auto-certificar afirmando que o instrumento de teste é CAT II ou CAT III *sem ter sido efetuada nenhuma verificação independente*. A IEC (International Electrotechnical Commission) desenvolve e propõe padrões, mas não é responsável pelo cumprimento dos padrões que estabelece.

Procure o símbolo e o número de lista de um laboratório de teste independente, tal como UL, VDE, TÜV ou outra agência ou órgão competente de aprovação. Este símbolo só pode ser usado se o produto tiver sido satisfatoriamente submetido a testes de acordo com o padrão da agência ou órgão

competente, que são baseados em padrões nacionais/internacionais. O UL 3111, por exemplo, é baseado no padrão EN61010. Em um mundo imperfeito, este é o nível mais próximo que se pode chegar em termos de ter uma garantia de que o multímetro escolhido realmente foi *testado* quanto à segurança.



### O que significa o símbolo CE?

Produtos com a marca CE (Conformité Européenne) apresentam conformidade com certos requisitos essenciais estabelecidos pela Comissão Europeia relativos a saúde, segurança, meio ambiente e proteção ao consumidor, que são obrigatórios através do uso de "normas". Algumas normas afetam diversos tipos de produtos. Produtos fabricados fora da União Europeia não podem ser importados e vendidos internamente se não estiverem de acordo com as normas pertinentes. A conformidade com as normas pode ser conseguida comprovando-se a conformidade com determinado padrão técnico relevante, como, por exemplo, o padrão EN61010 para produtos de baixa tensão. Os fabricantes podem apresentar a própria certificação afirmando que cumpriram os padrões, podem emitir sua própria Declaração de Conformidade, e marcar o produto com "CE". Logo, a marca "CE" não é garantia de que foram efetuados testes independentes.



## Transientes – o perigo oculto

Vamos ver, agora, um cenário de pior hipótese no qual um técnico efetua medições num circuito ativo de controle de motor trifásico usando um multímetro sem as precauções de segurança necessárias.

Eis o que pode acontecer:

1. Um raio produz um transiente na linha elétrica, que, por sua vez, gera um arco entre os terminais de entrada *dentro do multímetro*. Os circuitos e componentes que deveriam impedir essa ocorrência falharam ou estavam faltando. Talvez não fosse um multímetro classificado para CAT III. O resultado foi um *curto direto* entre os dois terminais de medição, passando pelo multímetro e pelas pontas de teste.
2. Uma corrente de falha elevada – possivelmente de milhares de ampères – corre no curto-circuito que acaba de ser produzido. Isso ocorre em milésimos de segundo. Quando

o arco se forma dentro do multímetro, uma onda de choque de altíssima pressão pode causar um ruído alto, semelhante a um tiro ou escapamento de carro. No mesmo instante, o técnico vê lampejos de luz azul de arco nas pontas de prova - as correntes de falha aqueceram excessivamente as pontas, que começam a se queimar formando um arco do ponto de contato até a ponta de prova.

3. A reação natural seria se afastar, a fim de interromper o contato com o circuito energizado. Mas à medida que o técnico afasta as mãos, forma-se um arco do terminal do motor até cada ponta de prova. Se esses dois arcos se unirem e formarem um único arco, haverá *outro curto direto de fase a fase, desta vez diretamente entre os terminais do motor*.
4. Este arco pode ter uma temperatura próxima a

6.000 °C, superior à temperatura de uma tocha de oxí-acetileno! A medida que o arco aumenta, alimentado pela corrente de curto-circuito disponível, ele aquece o ar à sua volta. São criadas uma explosão de choque e uma bola de fogo de plasma. Se o técnico tiver sorte, a explosão o jogará para longe, afastando-o do arco; embora possa ocorrer lesão física, ele está a salvo. Na situação pior, a vítima sofrerá queimaduras fatais devidas ao intenso aquecimento do arco ou da explosão de plasma.

Além de usar um multímetro classificado para a categoria de medição adequada, quem trabalha com circuitos ativos deve se proteger usando roupas resistentes a chamas, óculos de segurança ou, melhor ainda, máscara de proteção facial e luvas isoladas.

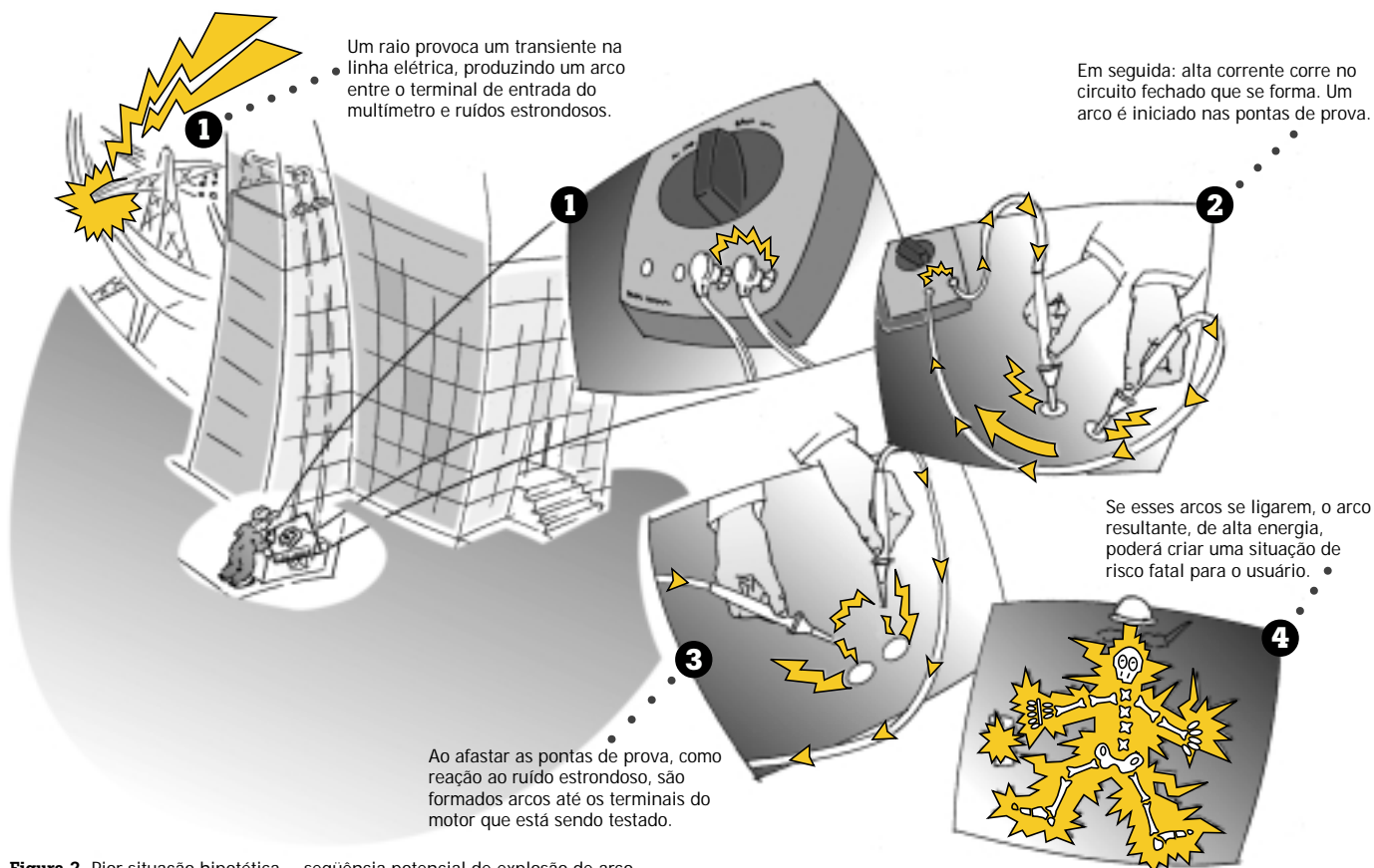


Figura 2. Pior situação hipotética – seqüência potencial de explosão de arco.

## Explosão de arco e choque elétrico

### Use os fusíveis corretos de alta energia

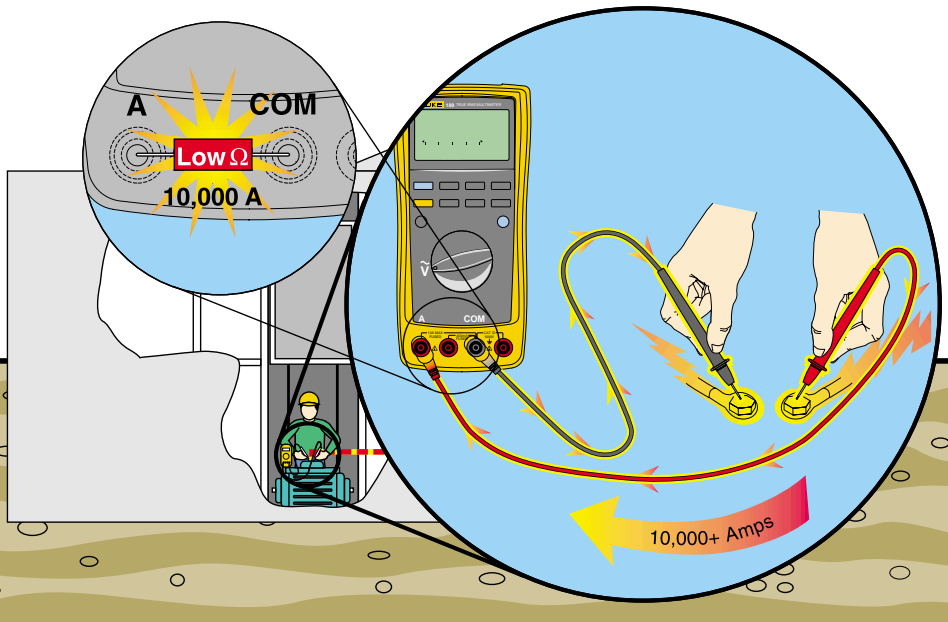


Figura 3. Uso incorreto do multímetro digital no modo Ammeter.

Os transientes não são a única fonte de possíveis curto-circuitos e perigo de explosão. Um dos usos incorretos mais comuns de multímetros portáteis pode causar cadeia semelhante de eventos.

Suponha que um usuário esteja fazendo medições de corrente em circuitos de sinal. O procedimento correto é selecionar a função de ampères, inserir as pontas nos terminais de entrada mA ou ampères, abrir o circuito e efetuar uma série de medições. Num circuito em série, a corrente é sempre a mesma. A impedância de entrada do circuito de ampères deve ser suficientemente baixa para não afetar a corrente do circuito em série. A impedância de entrada no terminal de 10 A de um multímetro Fluke é 0,01 Ω. Compare isso à impedância de entrada nos terminais de tensão de 10 MΩ (10,000,000 Ω).

Se as pontas de teste *forem deixadas nos terminais de ampères e acidentalmente conectadas através de uma fonte de tensão*, a baixa impedância de entrada se transforma em um *curto-circuito*. Não faz diferença o fato de o botão seletor estar na posição *volts*; as pontas continuam fisicamente conectadas a um circuito de baixa impedância\*. Por isso, os terminais de ampères *precisam ser protegidos por fusíveis*. Esses fusíveis constituem a única diferença entre uma simples inconveniência – fusíveis queimados – e uma situação potencialmente desastrosa.

Utilize somente multímetros com entradas de ampères protegidas por fusíveis de alta energia. Nunca substitua um fusível queimado por um fusível errado. *Utilize apenas os fusíveis de alta energia especificados pelo fabricante*. Esses fusíveis funcionam em certa faixa de tensão e tem capacidade de interrupção de curto-circuito concebidas para a segurança do usuário.

### Proteção contra sobrecarga

Fusíveis protegem contra *sobrecorrentes*. A alta impedância de entrada dos terminais de volts/ohms garante que haja pouca probabilidade de ocorrer uma situação em que haja sobrecorrente, de modo que os fusíveis não são necessários. A proteção contra sobretensão, no entanto, é *necessária*. Ela é fornecida por um circuito de proteção que reduz as altas tensões até um nível aceitável. Além disso, um circuito de proteção térmica detecta estados de sobretensão, protege o multímetro até o estado ser eliminado, e, em seguida, volta automaticamente ao funcionamento normal. A vantagem mais comum é proteger o multímetro contra sobrecargas quando este está no modo ohms. Deste modo, a proteção contra sobrecarga com recuperação automática funciona para todas as funções de medição, enquanto as pontas estiverem nos terminais de entrada de tensão.

## Choque elétrico

Embora a maioria das pessoas esteja ciente do perigo do choque elétrico, poucas estão cientes da baixa intensidade de corrente necessária para a ocorrência de um choque fatal. Fluxos mínimos de corrente de 30 mA podem ser fatais (1 mA = 1/1000 A). Vejamos os efeitos de um fluxo de corrente em um homem de 65 kg:

- A 10 mA ocorre paralisia muscular, de forma que ele não consegue soltar a mão.
- Aproximadamente a 30 mA, ocorre paralisia respiratória. A respiração pára e a consequência geralmente é fatal.
- Entre 75 e 250 mA, em situação de exposição acima de 5 segundos, ocorre fibrilação ventricular, que causa descoordenação dos músculos cardíacos; o coração pára de funcionar. Correntes mais altas causam fibrilação em menos de 5 segundos. As consequências em geral são fatais.

Agora vamos calcular o limite correspondente a uma tensão "perigosa". A resistência corporal *subcutânea* aproximada, de uma mão até a outra, passando pelo corpo, é de 1000 Ω. Uma tensão de apenas 30 V ao longo de 1000 Ω produz um fluxo de corrente de 30 mA. Felizmente, a resistência da pele é muito mais alta. Ela consiste na resistência da pele, especialmente da camada externa de células mortas que protege o corpo. Sob condições úmidas, ou se houver algum corte, a resistência cutânea abaixo drasticamente. Aproximadamente a 600 V, a resistência da pele pára de existir. Ela é como que perfurada pela alta tensão.

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

- Os multímetros e os terminais de teste têm isolamento duplo.
- Os multímetros têm conectores de entrada embutidos e terminais de teste com conectores de entrada protegidos.
- Os terminais de teste têm anteparo de proteção para os dedos e superfície antiderrapante.
- Os multímetros e os terminais de teste são fabricados com materiais duráveis, não-condutores e de alta qualidade.

\*Alguns multímetros apresentam uma função de alerta de entrada que emite um aviso sonoro se o multímetro estiver configurado desta forma.

## Trabalhe com segurança

A segurança é responsabilidade de todos, mas está sobretudo nas **suas** mãos.

Nenhuma ferramenta por si só pode garantir a segurança. A segurança resulta da combinação das ferramentas certas e de práticas seguras de trabalho que oferecem a máxima proteção. A seguir apresentamos algumas dicas para ajudá-lo no seu trabalho:

- Sempre que possível, trabalhe com circuitos inativos. Use procedimentos adequados de marcação e trava. Se esses procedimentos não forem seguidos na prática, *pressuponha que o circuito esteja ativo*.
- Use equipamento de proteção ao trabalhar com circuitos ativos:
  - Ferramentas isoladas.
  - Óculos de proteção ou máscara facial.
  - Luvas isolantes; remova relógios e jóias..
  - Trabalhe sobre um tapete de material isolado.
  - Use roupas resistentes a chamas, e não roupas comum de trabalho.
- Ao fazer medições em circuitos ativos:
  - Primeiro faça a ligação à terra; em seguida, o contato com o terminal ativo. Retire primeiro o terminal energizado, depois o terra.
  - Se possível, pendure ou apoie o multímetro. Evite segurar o multímetro com as mãos, para minimizar a própria exposição aos efeitos de transientes.
  - Use o método de teste de três pontos, especialmente ao verificar se o circuito está inativo. Em primeiro lugar, teste o circuito que sabe que está *ativo*. Em segundo lugar, teste o circuito *ativo novamente*. Isso verifica se o multímetro estava funcionando corretamente antes e depois da medição.
  - Use o antigo truque dos eletricitistas de ficar com uma mão no bolso. Isto diminui a probabilidade de formação de um circuito fechado que atravesse o tórax e passe pelo coração.



## Aplicação das categorias no seu trabalho

### Explicações sucintas das categorias

A seguir apresentamos algumas maneiras rápidas de aplicar o conceito de categorias no seu trabalho diário:

- A regra geral é que quanto mais próximo se estiver da fonte de energia, mais alto é o número da categoria e maior o perigo potencial dos transientes.
- Da mesma forma, quanto mais alta for a *corrente de curto-circuito* disponível em determinado ponto, mais alto o número da CAT.
- Uma outra maneira de dizer a mesma coisa é que quanto mais alta for a *impedância da fonte, mais baixo* será o número da CAT. A impedância de fonte é simplesmente a impedância total, incluindo a impedância da fiação entre o ponto que se está medindo e a fonte de energia. Essa impedância amortece os transientes.
- Finalmente, quando se tem experiência na aplicação de aparelhos de TVSS (Transient Voltage Surge Suppression), sabe-se que um aparelho TVSS instalado em um painel precisa ter uma capacidade mais alta de aceitação de energia do que um aparelho instalado no computador. Em terminologia CAT, o TVSS de painel é uma aplicação CAT III e o computador é uma carga conectada a tomada, e, portanto, é uma instalação CAT II.

Como se pode notar, o conceito de categorias não é novo nem exótico. É simplesmente uma extensão dos mesmos conceitos de senso comum que quem trabalha com eletricidade profissionalmente aplica todos os dias.

### Várias categorias

Há uma situação que às vezes confunde quem tenta usar as categorias em aplicações concretas. Em um mesmo equipamento, freqüentemente pode haver mais de uma categoria. Por exemplo, em equipamentos de escritório, do lado da fonte de energia de 120 V/240 V até a tomada é CAT II. Circuitos eletrônicos, por outro lado, são CAT I. Em controle de sistemas de prédios, como, por exemplo, painéis de controle de iluminação ou equipamentos de controle industrial, como controladores programáveis, é comum haver circuitos eletrônicos (CAT I) e circuitos elétricos (CAT III) próximos uns dos outros.

O que se deve fazer nessas situações? Como em todas as situações reais, use o senso comum. Neste caso, isto significa usar o multímetro com a categoria de classificação mais alta. Na verdade, não é realista esperar que sempre se tenha que pensar em como definir as categorias. O que é realista, e muito recomendado, é *escolher um multímetro especificado na categoria mais alta de uso possível*. Ou seja, é melhor errar no aspecto que ofereça mais segurança.

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

## Como avaliar a classificação de segurança de um instrumento de teste

### Explicação sobre as classificações de tolerância a tensão

Os procedimentos de teste EN61010 levam em conta três critérios principais: tensão de regime estável, tensão de transiente de impulso de pico, e impedância na fonte. Esses três critérios juntos indicam o verdadeiro valor de tolerância a tensão do multímetro.

### Quando 600 V é mais do que 1000 V?

A tabela 2 ajuda a entender a verdadeira classificação de tensão de um instrumento de teste:

1. Dentro de uma categoria, uma "tensão de trabalho" (tensão de estado estável) mais alta correlaciona-se a um transiente mais alto, como é de se esperar. Por exemplo, um multímetro CAT III – 600 V é testado com transientes de 6000 V, enquanto um multímetro CAT III 1000 V é testado com transientes de 8000 V. Até agora, está tudo claro.
2. O que não é tão clara é a diferença entre o transiente de 6000 V para CAT III - 600 V e o transiente de 6000 V para CAT II – 1000 V. É aqui que entra a impedância da fonte. A Lei de Ohm (ampères = volts/ohms) nos diz que a fonte de teste de 2 Ω para CAT III tem seis vezes a corrente da fonte de teste de 12 Ω para CAT II.

O multímetro CAT III – 600 V sem dúvida oferece melhor proteção de transiente, em comparação ao multímetro CAT II – 1000 V, apesar de sua "classificação de tensão" poder ser considerada como mais baixa. É essa combinação da tensão de regime estável (chamada de tensão de trabalho) e da categoria que determina a classificação de tolerância total a tensão do instrumento de teste, inclusive a tão importante classificação de tolerância a tensão de transiente.

Categoria de medição	Tensão de trabalho (RMS CC ou CA-ao terra)	Transiente de impulso de pico (20 repetições)	Fonte de teste ( $\Omega = V/A$ )
CAT I	600 V	2500 V	fonte de 30 ohm
CAT I	1000 V	4000 V	fonte de 30 ohm
CAT II	600 V	4000 V	fonte de 12 ohm
CAT II	1000 V	6000 V	fonte de 12 ohm
CAT III	600 V	6000 V	fonte de 2 ohm
CAT III	1000 V	8000 V	fonte de 2 ohm
CAT IV	600 V	8000 V	fonte de 2 ohm

Tabela 2: Valores de teste de transiente para categorias de medição (os valores de 50 V/150 V/300 V não estão incluídos).

Observação sobre a CAT IV: Os valores de teste e padrões de design dos testes de tensão da Categoria IV estão descritos na segunda edição do EN61010.

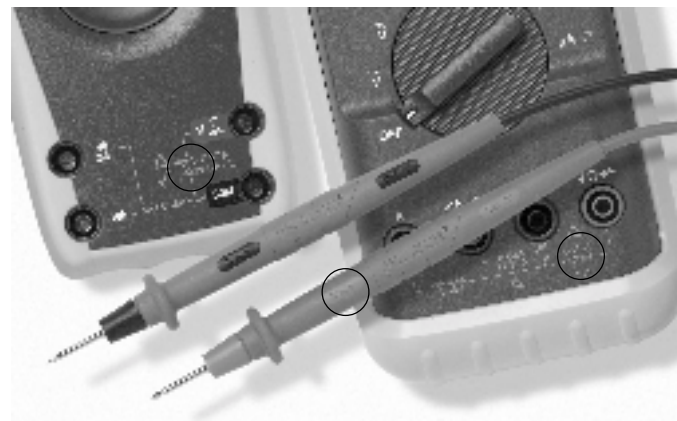
### Fuga e espaço livre

Além de serem testados com relação a um valor real de transiente de sobretensão, de acordo com o padrão EN61010 os multímetros precisam ter determinados valores mínimos de "fuga" e "espaço livre" entre os componentes internos e os nós do circuito. "Fuga" mede a distância em uma superfície. "Espaço livre" mede a distância 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 EN61010 é a maior exigência de espaçamento no novo padrão.

### Conclusão

Quando é necessário escolher um novo multímetro, recomendamos realizar uma tarefa muito simples antes de decidir qual comprar. *faça uma análise da pior situação possível em seu trabalho e determine em que categoria suas aplicações e usos se enquadram.*

Primeiro, escolha um multímetro classificado para a categoria mais alta exigida pelo seu trabalho. Ao fazer isso, não se esqueça dos terminais de teste. O padrão EN61010 também se aplica aos terminais



Verifique as classificações de tensão e de categoria dos terminais de teste e dos multímetros.

de teste: eles devem ser certificados para a categoria e tensão igual ou superior à do multímetro. Quando se trata da sua segurança pessoal, não deixe os terminais de teste serem o "elo fraco".

### Fluke Corporation

P.O. Box 9090, Everett, WA 98206. EUA.

©2003 Fluke Corporation. FlukeView é marca registrada da Fluke Corporation. Todos os direitos reservados. Impresso nos EUA. 6/2003 Pub-ID 10046-por Rev. 01

Site na Web: <http://www.fluke.com>