

## El ABC de la seguridad en las mediciones eléctricas

### Nota de aplicación

#### No descuide la seguridad; su vida puede depender de ello

Cuando la seguridad constituye una preocupación, elegir un comprobador eléctrico es como seleccionar un casco de motocicleta: si usted tiene una cabeza "barata", elija un casco "barato". Si en cambio valora su cabeza, procure un casco seguro. Los riesgos de andar en motocicleta son obvios, ¿pero cómo son las cosas con los comprobadores eléctricos? Si se asegura de seleccionar un comprobador con una tensión nominal suficientemente alta, ¿no es suficiente? Después de todo la tensión es sólo la tensión, ¿no es así?

No exactamente. Los ingenieros que analizan la seguridad de los comprobadores a menudo descubren que los equipos que fallaron fueron sometidos a una tensión mucho mayor que la que el usuario pensó que estaba midiendo. Existen accidentes ocasionales cuando el comprobador, especificado para baja tensión (1000 V o menos), es utilizado para medir media tensión, tal como 4160 V. Igual de común, la "patada" eléctrica que voltea a un operario no tiene nada que ver con el uso indebido: fue un *pico o transitorio de alto voltaje* momentáneo que impactó sobre la entrada del comprobador sin advertencia previa.

#### Picos de tensión, un riesgo inevitable

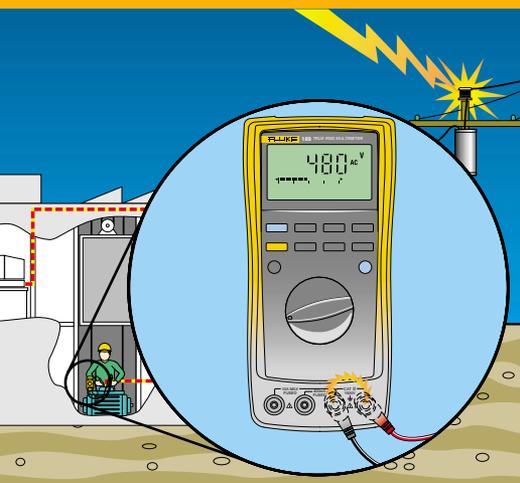
A medida que los sistemas de distribución y las cargas se hacen más complejos, aumentan las posibilidades de sobretensiones transitorias. Los motores, condensadores y equipos de conversión de energía tales como los variadores de velocidad pueden ser generadores importantes de picos de tensión. La caída de rayos sobre líneas de transmisión a la intemperie puede también ser causa de transitorios de gran energía extremadamente peligrosos. Si se están efectuando mediciones en sistemas eléctricos, estos transitorios constituyen peligros "invisibles" y en general inevitables. Los mismos tienen lugar generalmente en circuitos de alimentación de energía de baja tensión, y pueden alcanzar valores de pico del orden de los varios miles de voltios. En estos casos, la protección depende del margen de seguridad ya previsto en su comprobador. *La tensión nominal por sí sola no le indicará en qué medida ese comprobador fue diseñado para resistir grandes pulsos transitorios.*

Las primeras claves sobre el riesgo para la seguridad impuesto por los picos transitorios provino de las aplicaciones relacionadas con las mediciones en el bus de suministro de energía eléctrica de los ferrocarriles urbanos. La tensión nominal del bus era de sólo 600 V, pero los multimetros de 1000 V nominales duraban sólo unos pocos minutos cuando se efectuaban mediciones mientras el tren estaba operando. Un examen detenido reveló que cada vez que el tren se detenía o arrancaba se generaban picos de 10.000 voltios. Estos transitorios no se apiadaban de los circuitos de entrada de los multimetros de aquella época. Las lecciones aprendidas a través de esa investigación condujeron a significativas mejoras en los circuitos de protección de las entradas de los multimetros.

#### Nuevas normas de seguridad

Para proteger al operador contra los transitorios, se debe incorporar seguridad en los equipos de prueba. ¿Qué especificación de desempeño se debería buscar, especialmente si uno sabe que podría estar trabajando con circuitos de gran energía? La tarea de definir nuevas normas de seguridad para los equipos de comprobación fue recientemente abordada por la IEC (International Electro-technical Commission o Comisión Electrotécnica Internacional). Esta organización desarrolla normas internacionales de seguridad para equipos de comprobación eléctrica.

Durante varios años la industria utilizó para el diseño de sus equipos la norma IEC 348. Esa norma fue reemplazada por la IEC 1010, que a su vez fue recientemente actualizada a la IEC 61010. Aunque los comprobadores bien diseñados de acuerdo con la norma IEC 348 han sido utilizados durante años por técnicos y electricistas, el hecho es que los multimetros diseñados según la nueva norma IEC 61010 ofrecen un nivel de seguridad significativamente mayor. Veamos cómo se logra esto.



# Comprensión de las categorías: Ubicación, ubicación, ubicación...

## Protección de transitorios

La verdadera cuestión para un circuito de protección de un multimetro no es sólo el máximo rango de tensiones en estado estacionario sino una combinación de *capacidades para soportar tanto la tensión de estado estacionario como las sobretensiones debidas a transitorios*. La protección contra transitorios es vital. Cuando aparecen transitorios en circuitos de gran energía, los mismos tienden a ser más peligrosos porque estos circuitos pueden entregar grandes corrientes. Si un transitorio genera un arco, la alta corriente puede mantenerlo, produciendo una ruptura de plasma o explosión, la que tiene lugar cuando el aire circundante se ioniza y se hace conductor. El resultado es una detonación de arco, un suceso catastrófico que causa más daños de tipo eléctrico cada año que el mejor riesgo conocido de descarga eléctrica. (Ver "Transitorios: el peligro oculto" en la página 4).

## Categorías de mediciones

El concepto individual más importante a comprender sobre las nuevas normas es la categoría de medición. La nueva norma define las Categorías I a IV, a menudo abreviada CAT I, CAT II, etc. (Ver la Figura 1.) La división de un sistema de distribución de energía en categorías está basada en el hecho de que un transitorio peligroso de gran energía tal como la caída de un rayo será atenuado o amortiguado a medida que recorre la impedancia (resistencia de CA) del sistema. Un número más alto de CAT se refiere a un entorno eléctrico de mayor energía disponible y transitorios de más energía. Por lo tanto un multimetro diseñado para una norma CAT III resiste transitorios de mucha más energía que uno diseñado para una norma CAT II.

Dentro de una categoría, una mayor tensión nominal indica una mayor calificación para soportar transitorios; por ejemplo, un multimetro CAT III de 1000 V tiene una protección superior comparado con un multimetro clasificado CAT III de 600 V. El verdadero malentendido tiene lugar si alguien selecciona un multimetro CAT II de 1000 V nominales pensando que es superior a un multimetro CAT III de 600 V. (Consulte "¿Cuándo es 600 V más que 1000 V?" en la página 7).

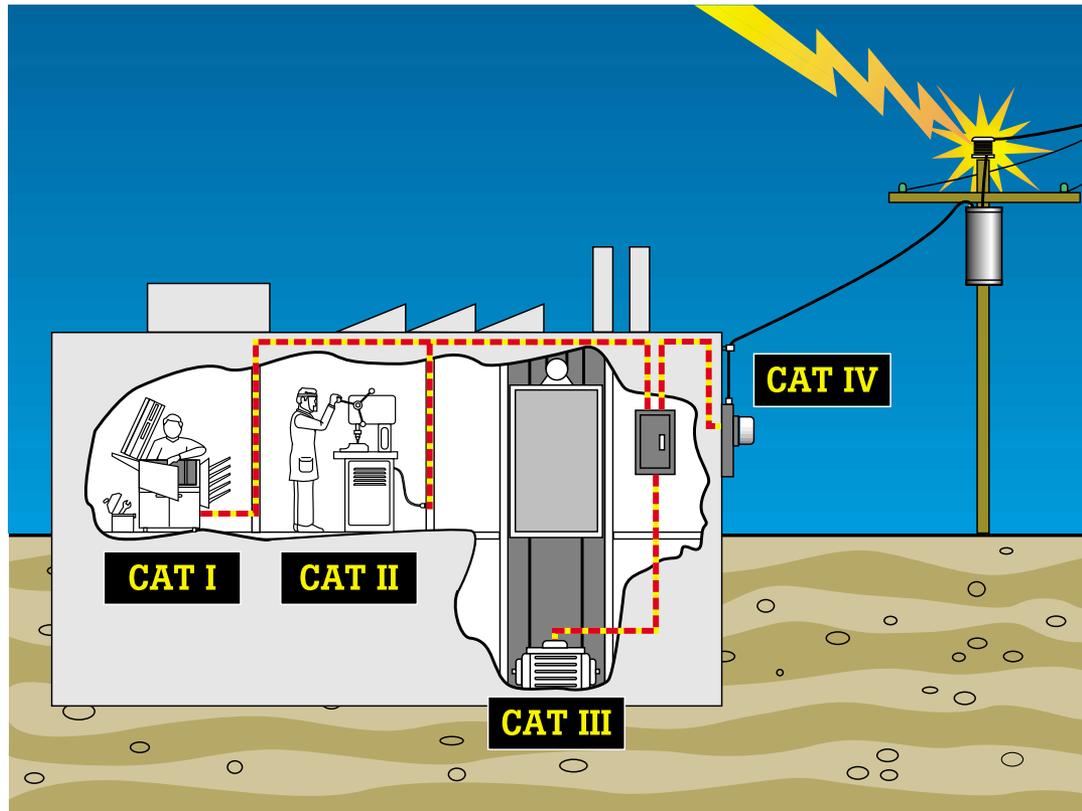


Figura 1. Ubicación, ubicación, ubicación.

Categoría de medición	Descripción breve	Ejemplos
CAT IV	Tres fases en la conexión del servicio de energía eléctrica, cualquier conductor externo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se refiere a "origen de la instalación"; es decir, en dónde se efectúa la conexión de baja tensión a la alimentación del servicio de energía eléctrica.</li> <li>Medidores de consumo de electricidad, equipos de protección contra sobrecorrientes.</li> <li>Exterior y entrada del servicio, acometida del servicio desde el poste al edificio, recorrido entre el medidor y el panel.</li> <li>Línea en altura a edificio separado, línea subterránea a bomba de pozo.</li> </ul>
CAT III	Distribución trifásica, incluyendo iluminación comercial monofásica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipos en instalaciones fijas, tales como equipos de conmutación y distribución y motores polifásicos.</li> <li>Bus y alimentador en plantas industriales.</li> <li>Alimentadores y circuitos de derivación corta, dispositivos de paneles de distribución.</li> <li>Sistemas de iluminación en edificios grandes.</li> <li>Salidas para aparatos con conexiones cortas a la entrada del servicio.</li> </ul>
CAT II	Cargas conectadas a tomacorrientes monofásicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Artefactos, herramientas portátiles y otras cargas domiciliarias y similares.</li> <li>Tomacorrientes y circuitos de derivación larga.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Salidas a más de 10 metros (30 pies) de fuente CAT III.</li> <li>Salidas a más de 20 metros (60 pies) de fuente CAT IV.</li> </ul> </li> </ul>
CAT I	Electrónica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipos electrónicos protegidos.</li> <li>Equipos conectados a circuitos (fuente) en los cuales se toman mediciones para limitar las sobretensiones transitorias a un nivel adecuadamente bajo.</li> <li>Cualquier fuente de voltaje alto y baja energía derivada de un transformador de gran resistencia de bobinado, tal como la sección de voltaje alto de una fotocopiadora.</li> </ul>

Tabla 1. Categorías de mediciones. La norma IEC 61010 rige para equipos de comprobación de baja tensión (< 1000 V).

## ubicación...

### No se trata sólo del nivel de tensión

En la Figura 1, un técnico que trabaje con equipos de oficina en una ubicación CAT I podría de hecho encontrar tensiones CD mucho *más altas* que las tensiones de la línea alimentación de CA medidas por el electricista de motores en la ubicación CAT III. Sin embargo los transitorios en los circuitos electrónicos CAT I, sin importar el voltaje, son claramente una amenaza menor, porque la energía disponible para un arco es relativamente limitada. Esto *no* significa que no haya riesgos eléctricos presentes en los equipos CAT I o CAT II. El principal peligro es el de descarga eléctrica, no el de los transitorios y el arco. Las descargas eléctricas, que serán analizadas más adelante, pueden ser igual de letales que un arco.

Para citar otro ejemplo, una línea en altura que corra desde una casa a un cobertizo separado puede ser de sólo 120 V o 240 V, pero sin embargo sigue siendo técnicamente CAT IV. ¿Por qué? Cualquier conductor situado a la intemperie está sujeto a transitorios de muy alta energía debidos a rayos. Aún conductores enterrados bajo tierra son CAT IV, porque aunque los mismos no van a recibir directamente un rayo, el impacto de un rayo en las cercanías puede *inducir* un transitorio debido a la presencia de grandes campos electromagnéticos.

Cuando se trata de las categorías para mediciones, rigen las reglas de los bienes raíces: ubicación, ubicación, ubicación...

(Para un análisis adicional sobre las categorías de instalación, consulte la página 6, "Aplicación de categorías a su trabajo").

## Comprobación independiente

### La clave del cumplimiento con las normas de seguridad es la comprobación independiente

*Busque un símbolo y un número de lista de un laboratorio independiente de comprobación tal como UL, CSA, TÜV u otra organización reconocida de comprobación. No se fie de frases tales como "Diseñado para satisfacer la especificación..." Los planes de los diseñadores no son nunca un sustituto para una verdadera comprobación independiente.*

¿Cómo se puede saber si se está obteniendo un genuino comprobador CAT III o CAT II? Lamentablemente eso no siempre resulta tan sencillo. Es posible que un fabricante certifique por sí mismo que su comprobador es CAT II o CAT III *sin ninguna verificación independiente*. La IEC (International Electrotechnical Commission) desarrolla y propone normas, pero no es responsable por su *cumplimiento*.

Busque el símbolo y número de registro de un laboratorio independiente de comprobación tal como UL, CSA, TÜV u otra entidad reconocida de aprobación. Ese símbolo puede solamente ser utilizado si el producto completó satisfactoriamente su comprobación según la norma de la entidad de control, la que está basada en normas nacionales/internacionales. La UL 3111, por ejemplo, está basada en la IEC 61010. En un mundo imperfecto, eso es lo más que se puede hacer para asegurar que el multímetro seleccionado fue verdaderamente *comprobado* en cuanto a su seguridad.



### ¿Qué indica el símbolo CE?

Un producto se marca CE (Conformité Européenne) para indicar su conformidad con ciertos requisitos esenciales relativos a salud, seguridad, ambiente y protección al consumidor establecidos por la Comisión Europea e impuestos por medio del empleo de "directivas". Existen directivas que afectan muchos tipos de producto, y los productos de fuera de la Unión Europea no pueden ser importados y vendidos allí si los mismos no satisfacen las directivas pertinentes. El cumplimiento con una directiva puede ser satisfecho probando estar en conformidad con una norma técnica de aplicación, tal como la IEC 61010 correspondiente a productos para baja tensión. Los fabricantes cuentan con autorización para *autocertificar* que sus productos satisfacen las normas, emitir sus propia Declaraciones de Conformidad y marcar sus productos como "CE". *La marca CE no constituye, por lo tanto, una garantía de comprobación independiente.*



## Transitorios: el peligro oculto

Echemos una mirada a una situación con las peores condiciones posibles en la cual un técnico está llevando a cabo mediciones sobre un circuito con tensión de un control de motor trifásico, empleando un multímetro sin las necesarias precauciones de seguridad.

He aquí lo que podría suceder:

1. La caída de un rayo genera un transitorio en la línea de alimentación, el que a su vez ocasiona un arco entre los terminales de entrada *dentro del multímetro*. Los circuitos y componentes necesarios para prevenir este suceso sencillamente fallaron o faltaban. Tal vez no se trataba de un multímetro clasificado como CAT III. El resultado es un *cortocircuito directo* entre las dos terminales de medición a través del multímetro y las puntas de prueba.
2. Por el cortocircuito recién creado fluye una alta corriente de falla, posiblemente de varios miles de amperios. Esto sucede en milésimas de segundo. Cuando se forma el arco dentro del multímetro, una onda de choque de muy alta presión puede

generar un fuerte *ipum!*, muy parecido al del disparo de un arma de fuego o la explosión en el tubo de escape de un automóvil. En el mismo momento, el técnico ve destellos de arco de color azul brillante en las puntas de prueba; las corrientes de falla sobrecalientan las puntas de la sonda, que comienzan a quemarse, produciendo un arco desde el punto de contacto hasta la sonda.

3. La reacción natural es retroceder, para alejarse del circuito. Pero a medida que las manos del técnico retroceden, aparece un arco desde la terminal del motor a cada punta de prueba. Si estos dos arcos se unen para formar un arco único, hay ahora *otro cortocircuito directo fase con fase, esta vez directamente entre las terminales del motor*.

4. Este arco puede tener una temperatura que se aproxima a los 6.000 °C (10.000 °F), que es mayor que la temperatura de un soplete de oxiacetileno. A medida que el arco crece, alimentado por la corriente disponible del cortocircuito, el mismo sobrecalienta el aire circundante. Se crean tanto una explosión como una bola de fuego de plasma. Si el técnico tiene suerte, la explosión lo arroja hacia atrás y lo retira de la vecindad del arco; aunque golpeado, salva su vida. En el peor caso, la víctima experimenta quemaduras fatales resultantes del fuerte calor del arco o de la ráfaga de plasma.

Además de utilizar un multímetro clasificado para la categoría adecuada de medición, cualquiera que trabaje con circuitos de alimentación que contengan tensión deberá estar protegido con indumentaria retardante al fuego, deberá utilizar anteojos de seguridad o, mejor aún, una máscara facial de seguridad, y deberá emplear guantes de material aislante.

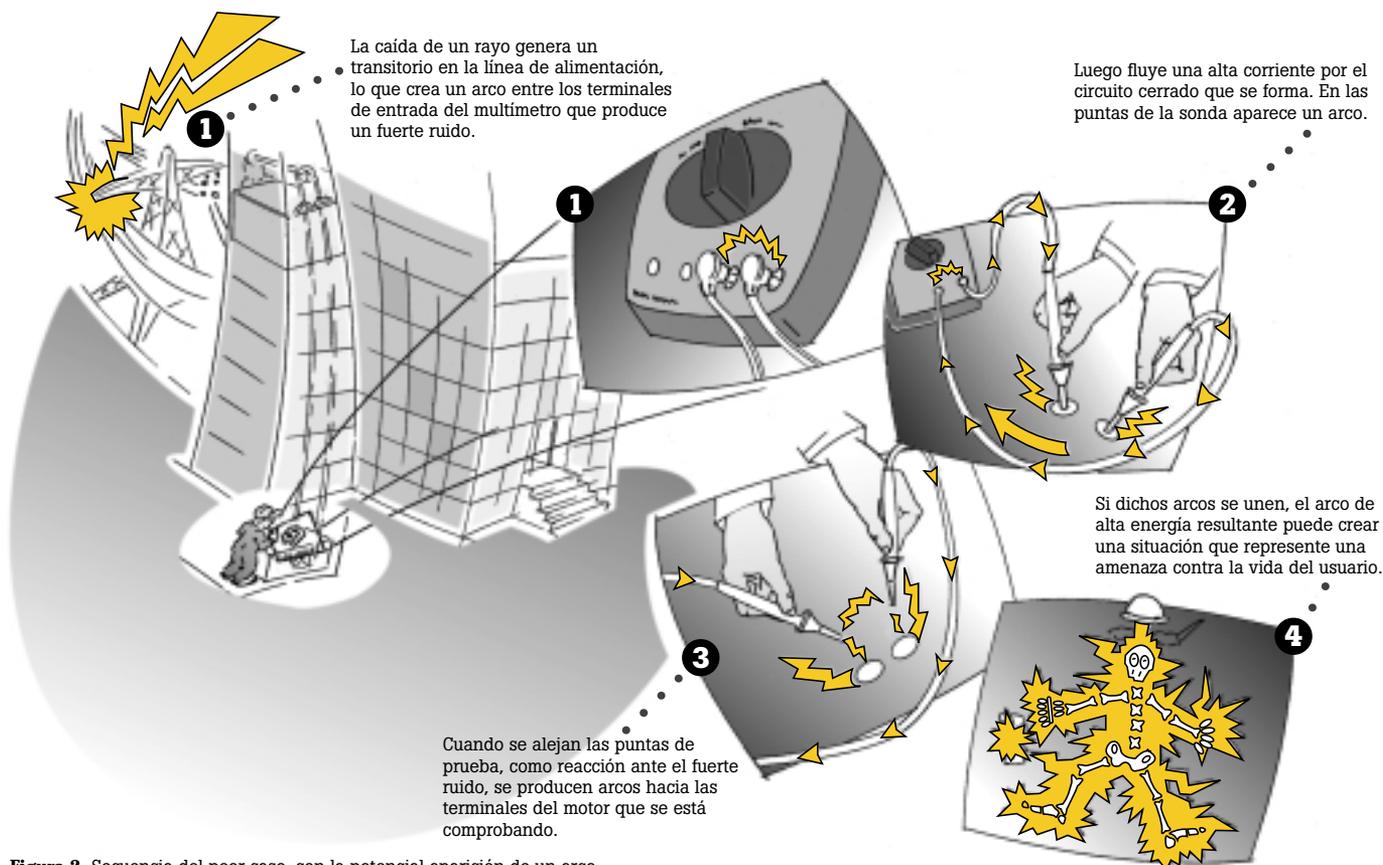


Figura 2. Secuencia del peor caso, con la potencial aparición de un arco.

## Formación de un arco y descarga eléctrica

Utilice los fusibles de alta energía adecuados

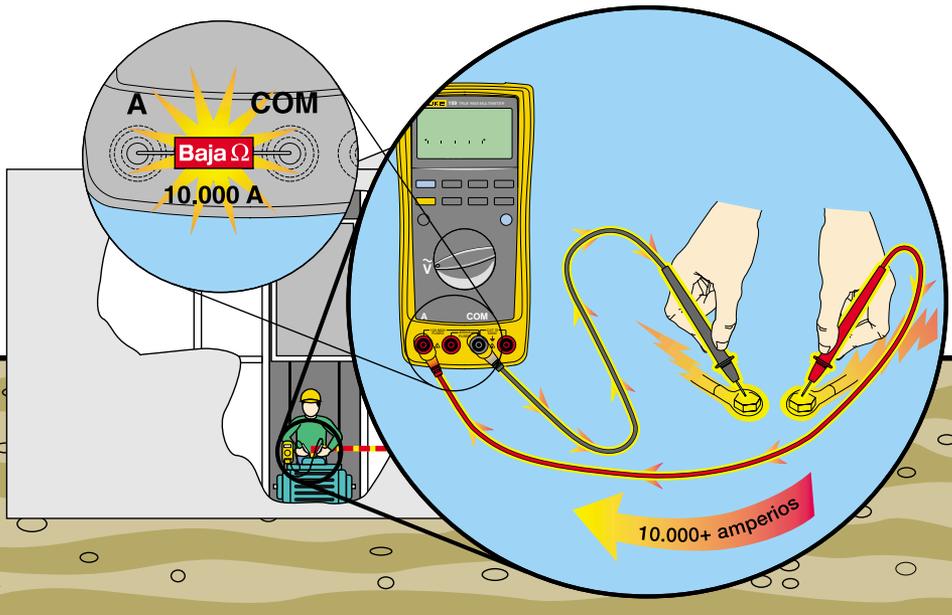


Figura 3. Uso indebido del DMM en modo amperímetro.

Los transitorios no son la única fuente de riesgo de posibles cortocircuitos y formación de arcos. Uno de los *empleos indebidos* más comunes de los multímetros portátiles puede generar una cadena similar de sucesos.

Digamos que un usuario está efectuando mediciones de corriente en circuitos de señales. El procedimiento es seleccionar la función de amperímetro, insertar las puntas de prueba en los terminales de entrada mA o A, abrir el circuito y realizar una serie de mediciones. En un circuito serie, la corriente es siempre la misma. La impedancia de entrada del circuito de corriente debe ser lo suficientemente baja como para que la misma no afecte la corriente del circuito serie. La impedancia de entrada en el terminal de 10 A de un multímetro Fluke es de 0,01 ohmios. Compárese esto con la impedancia de entrada en los terminales de tensión de 10 MΩ (10.000.000 Ω).

Si las puntas de prueba son *dejadas en los terminales de corriente y luego accidentalmente conectadas a una fuente de tensión*, la baja impedancia de entrada se convierte en un cortocircuito. No importa si la perilla selectora es girada hacia tensión; las puntas de prueba están de todas maneras físicamente conectadas a un circuito de baja impedancia.\* Esa es la razón por la cual las terminales de corriente *deben estar protegidos por fusibles*. Esos fusibles son el único elemento que constituye la diferencia entre un mero inconveniente - fusibles

quemados - y un potencial desastre.

Utilice sólo un multímetro con entradas de corriente protegidas por fusibles para alta energía. Nunca reemplace un fusible quemado con un fusible incorrecto. *Utilice sólo los fusibles para alta energía especificados por el fabricante*. Estos fusibles están clasificados para una tensión y una capacidad de interrupción de cortocircuitos diseñada para su seguridad.

### Protección contra sobrecargas

Los fusibles protegen contra *sobrecorrientes*. La alta impedancia de entrada de los terminales de tensión/resistencia asegura que sea poco probable una condición de sobrecorriente, de modo que no se necesitan fusibles. En cambio, la protección contra *sobretensiones* es requerida. La misma es provista por un circuito de protección que limita las altas tensiones a un nivel aceptable. Además, un circuito de protección térmica detecta las condiciones de sobretensión, protege al multímetro hasta que dicha condición desaparezca y luego automáticamente retorna a la operación normal. El beneficio más común es proteger al multímetro contra sobrecargas cuando se encuentra en el modo de resistencia. De esta manera, se provee protección contra sobrecargas con recuperación automática para todas las funciones de medición siempre y cuando las puntas de prueba se encuentren en los terminales de entrada de tensión.

\*Algunos multímetros cuentan con una Alerta de entrada que provee un sonido de advertencia si el multímetro se encuentra en esta configuración.

## Descarga eléctrica

Aunque la mayoría de la gente tiene conciencia del peligro de las descargas eléctricas, pocos se dan cuenta de la pequeña cantidad de corriente y de lo bajo de la tensión necesarias para producir una descarga eléctrica fatal. Flujos de corriente tan bajos como 30 mA pueden ser fatales (1 mA=1/1000 A). Examinemos los efectos del flujo de corriente a través de un "típico" individuo de sexo masculino de 68 kilogramos (150 libras) de peso:

- A alrededor de 10 mA tiene lugar la parálisis muscular de los brazos, de modo que no se puede soltar el instrumento.
- A alrededor de 30 mA tiene lugar la parálisis respiratoria. La respiración se detiene y los resultados son a menudo fatales.
- A alrededor de 75 a 250 mA, para una exposición que supere los cinco segundos, tiene lugar una fibrilación ventricular, que ocasiona descoordinación de los músculos del corazón; el corazón ya no puede funcionar. Las corrientes más intensas ocasionan fibrilación en menos de cinco segundos. Los resultados son generalmente fatales.

Ahora calculemos el umbral para una tensión "peligrosa". La resistencia aproximada del cuerpo *bajo la piel* de una mano a la otra a través del cuerpo es de 1000 Ω. Una tensión de sólo 30 V a través de 1000 Ω generará un flujo de corriente de 30 mA. Por suerte, la resistencia de la piel es mucho más alta. Es la resistencia de la piel, especialmente la capa exterior de las células muertas, denominada la "capa córnea", la que protege al cuerpo. En condiciones de humedecimiento, o si existe un corte, la resistencia de la piel decrece radicalmente. A alrededor de 600 V, la resistencia de la piel deja de existir. Resulta perforada por la alta tensión.

Tanto para los fabricantes de multímetros como para los usuarios, el objetivo es evitar a toda costa contactos accidentales con circuitos que contengan tensión.

Trate de procurarse:

- Multímetros y puntas de prueba con doble aislamiento.
- Multímetros con conectores de entrada embutidos y puntas de prueba con conectores de entrada cubiertos.
- Puntas de prueba con protectores de dedos y superficie no deslizante.
- Multímetro y puntas de prueba construidos con materiales de buena calidad, durables y no conductivos.

## Operación segura

La seguridad es responsabilidad de todos pero en última instancia la misma está en sus manos.

Ninguna herramienta por sí misma puede garantizar su seguridad. Es la combinación de las herramientas correctas y las prácticas laborales seguras la que le brinda la máxima protección. He aquí algunos consejos que le pueden ayudar en su trabajo.

- Trabaje en circuitos desenergizados cada vez que le sea posible. Utilice procedimientos de interruptor quitado candado colocado. Si dichos procedimientos no se encuentran en vigencia o no están impuestos, *asuma que el circuito está energizado*.
- En circuitos energizados, utilice elementos de protección:
  - Utilice herramientas aisladas.
  - Lleve puestos anteojos de seguridad o una máscara facial.
  - Utilice guantes aislados; quítese relojes u otras joyas.
  - Párese sobre un tapete de material aislante.
  - Utilice indumentaria retardante al fuego, no indumentaria común de trabajo.
- Cuando efectúe mediciones en circuitos energizados:
  - Primero haga contacto con la conexión de tierra, y luego con el conductor con tensión. Retire primero la punta con tensión, y luego la de tierra.
  - De ser posible cuelgue o apoye el multímetro. Trate de evitar sostenerlo en sus manos, para minimizar la exposición personal a los efectos de los transitorios.
  - Utilice el método de comprobación de tres puntos, especialmente cuando verifique para determinar si un circuito no contiene tensión está energizado. Primero, compruebe un circuito con tensión *conocido*. Segundo, compruebe el circuito deseado. Tercero, compruebe *nuevamente* el circuito con tensión. Esto verifica que su multímetro funcionó correctamente antes y después de la medición.
  - Utilice el viejo truco de los electricistas de mantener una mano en su bolsillo. Esto disminuye la posibilidad de que se forme un circuito cerrado a través de su pecho pasando por su corazón.



## Aplicación de categorías a su trabajo

### Atajos para entender las categorías

Estas son algunas maneras rápidas de aplicar el concepto de categorías a su trabajo cotidiano:

- La regla general es que cuanto más cerca se encuentre usted de la fuente de energía, más alto debe ser el número de la categoría y mayor será el riesgo potencial de transitorios.
- También es que cuanto mayor sea la *corriente de cortocircuito* existente en un punto en particular, mayor debe ser el número de la CAT.
- Otra manera de decir la misma cosa es que cuanto mayor sea la *impedancia de la fuente*, menor mayor será el número de la CAT. La impedancia de la fuente es simplemente la impedancia total, incluyendo la impedancia del cableado, desde el punto donde se está efectuando la medición y la acometida de alimentación. Dicha impedancia es la que amortigua los transitorios.
- Finalmente, si usted tiene alguna experiencia con la aplicación de dispositivos TVSS (Transient Voltage Surge Suppression o Supresión de picos transitorios de tensión), comprenderá que un dispositivo TVSS instalado en un panel debe tener mayor capacidad de administración de energía que uno instalado directamente en la computadora. En la terminología CAT, el TVSS montado sobre un panel es una aplicación CAT III, mientras que la computadora es una carga conectada a un tomacorriente y es, por lo tanto, una instalación CAT II.

Tal como se puede ver, el concepto de categorías no es nuevo ni extravagante. Es simplemente una extensión de los mismos conceptos de sentido común que la gente que trabaja profesionalmente con electricidad aplica cada día.

### Múltiples categorías

Hay una situación que algunas veces confunde a la gente que trata de aplicar categorías a las aplicaciones del mundo real. En un único equipo, existe a menudo más de una categoría. Por ejemplo, en equipos de oficina, desde la fuente de alimentación de 120 V/240 V hasta el tomacorriente es CAT II. Los circuitos electrónicos, en cambio, son CAT I. En los sistemas de control de edificios, tales como los paneles de control de iluminación, o en equipos de control industrial tales como controladores programables, es común encontrar circuitos electrónicos (CAT I) y circuitos de alimentación (CAT III) coexistiendo próximos entre sí.

¿Qué se hace en esas situaciones? Como en todas las situaciones del mundo real, utilice el sentido común. En este caso, eso significa utilizar el multímetro que tenga la clasificación de categoría más alta. De hecho, no es realista esperar que la gente vaya a estudiar todo el tiempo el proceso de definición de categorías. Lo que sí es realista, y altamente recomendado, es *seleccionar un multímetro clasificado para la categoría más alta en la cual el mismo podría ser posiblemente utilizado*. En otras palabras, es preferible mantener un margen de seguridad.

Utilice equipos de protección tales como anteojos de seguridad y guantes de material aislante.

## Cómo evaluar la clasificación de seguridad de un comprobador

### Cómo interpretar la clasificación de resistencia a la tensión

Los procedimientos de comprobación de la norma IEC 61010 toman en cuenta tres criterios principales: tensión de estado estacionario, tensión de pico de pulsos transitorios e impedancia de fuente. Estos tres criterios en conjunto le informarán sobre el valor de la verdadera resistencia a la tensión de un multímetro.

### ¿Cuándo es 600 V más que 1000 V?

La Tabla 2 puede ayudarnos a entender la clasificación de verdadera resistencia a la tensión de un instrumento:

1. Dentro de una categoría, una mayor "tensión de operación" (tensión de estado estacionario) se asocia con un transitorio más alto, tal como sería de esperar. Por ejemplo, un multímetro CAT III de 600 V es comprobado con transitorios de 6000 V, mientras que un multímetro CAT III de 1000 V es comprobado con transitorios de 8000 V. Hasta aquí, todo bien.
2. Lo que no es tan obvio es la diferencia entre el transitorio de 6000 V para el instrumento CAT III de 600 V y el transitorio de 6000 V para el instrumento CAT II de 1000 V. Estos *no* son iguales. Aquí es cuando entra en juego la impedancia de la fuente. La ley de Ohm (Corriente = Tensión/Resistencia) nos dice que la fuente de comprobación de 2 Ω para CAT III tiene seis veces la corriente de la fuente de comprobación de 12 Ω para CAT II.

El multímetro CAT III de 600 V claramente ofrece mejor protección contra transitorios en comparación con el multímetro CAT II de 1000 V, aún cuando su así llamada "tensión nominal" podría ser percibida como menor. Es la combinación de la tensión de estado estacionario (denominada tensión de operación) y la categoría la que determina la clasificación de resistencia total a la tensión del instrumento de comprobación, incluyendo la sumamente importante clasificación de resistencia a las tensiones transitorias.

Una nota sobre CAT IV: los valores de ensayo y las normas de diseño para la comprobación de tensión de la Categoría IV se comentan en la segunda edición de la norma IEC 61010.

Categoría de medición	Tensión de operación (CD o CA-rms a tierra)	Pico del pulso transitorio (20 repeticiones)	Fuente de comprobación (Ω = V/A)
CAT I	600 V	2500 V	Fuente de 30 Ohm
CAT I	1000 V	4000 V	Fuente de 30 Ohm
CAT II	600 V	4000 V	Fuente de 12 Ohm
CAT II	1000 V	6000 V	Fuente de 12 Ohm
CAT III	600 V	6000 V	Fuente de 2 Ohm
CAT III	1000 V	8000 V	Fuente de 2 Ohm
CAT IV	600 V	8000 V	Fuente de 2 Ohm

Tabla 2: Valores de transitorios de comprobación para las categorías de medición. (valores de 50 V / 150 V / 300 V no incluidos).

### Separación y espacio libre

Además de establecer que sean comprobados con un valor de sobretensión transitoria, la norma IEC 61010 requiere que los multímetros tengan mínimas distancias de "separación" y "espacio libre" entre sus componentes internos y nodos de circuito. La separación mide la distancia a través de una superficie. El espacio libre mide distancias a través del aire. Cuanto más alta sea la categoría y el nivel de la tensión de operación, mayores son los requisitos de espaciado interno. Una de las principales diferencias entre la antigua norma IEC 348 y la IEC 61010 la constituye el aumento del espaciado requerido en la segunda.

### Conclusiones finales

Si usted se ve enfrentado con la tarea de reemplazar su multímetro, realice una simple tarea antes de comenzar su búsqueda: analice el peor caso que pueda presentarse en su trabajo y determine en qué categoría quedaría su uso o aplicación.

Primero seleccione un multímetro clasificado para la categoría más alta en la que podría tener que trabajar. Luego, busque un multímetro con una tensión nominal para la categoría que corresponda a sus necesidades. Mientras lo hace, no se olvide de las puntas de prueba. La norma IEC 61010 rige también para las puntas de prueba: las mismas deberán estar certificadas en una categoría y tensión tan alta o mayor que la del multímetro. Cuando se trata de su protección personal, no permita que las puntas de prueba sean el eslabón más débil.



Verifique la categoría y la tensión nominal de las puntas de prueba y los multímetros.

### Fluke Corporation

PO Box 9090, Everett, WA USA 98206

©2003 Fluke Corporation. FlukeView es una marca registrada de Fluke Corporation. Todos los derechos reservados. Impreso en los EE.UU. 6/2003 2113494 A-SPN-N Rev A

Acceso vía Internet: <http://www.fluke.com>