

## **Guía rápida de aplicaciones de pruebas de seguridad eléctrica en ambientes de manufactura y casos de estudio**

Las pruebas de seguridad eléctrica han existido durante casi un siglo. Las agencias de seguridad han estado probando y certificando productos durante casi el mismo tiempo. Los productos eléctricos y electrónicos han cambiado drásticamente a lo largo de los años, lo que requiere que los estándares de seguridad evolucionen para adaptarse a los cambios en la tecnología.

No todos los consumidores y fabricantes entienden completamente las razones y la importancia de las pruebas de seguridad eléctrica adecuadas. Los riesgos de descarga eléctrica varían en gravedad y van desde una sensación de hormigueo hasta una descarga letal. Identificar, corregir y eliminar los peligros de descarga eléctrica son las razones principales para las pruebas de seguridad eléctrica. El equipo utilizado para certificar y verificar la seguridad eléctrica de un producto también ha cambiado con el tiempo. La tecnología ha mejorado el rendimiento, la precisión, la confiabilidad, la protección del operador y la captura de datos de los resultados de las pruebas y la información crítica del producto. Las mejoras en el equipo de prueba hacen que las pruebas de seguridad sean más simples y eficientes para el fabricante.

### **Alcance de esta guía**

En esta guía se mostrará un listado de las mejores prácticas que se utilizan para las pruebas de seguridad eléctrica en diversos productos eléctricos y electrónicos, sus normas, equipos utilizados para sus pruebas y recomendaciones para la automatización en ambientes de manufactura.

### **¿Cuándo se requieren pruebas de seguridad a los productos en su manufactura?**

A lo largo del proceso de fabricación, desde semi-ensamble hasta el producto terminado, antes de que el producto esté disponible para el usuario final. Los fabricantes de productos eléctricos y electrónicos deben asegurarse de que su producto cuenta con un aislamiento dieléctrico que proteja al usuario de voltajes o corrientes peligrosas. Por lo tanto, es necesario probar sus productos para determinar si cumplen con los niveles mínimos de seguridad. Para hacer esto, deben probar contra una referencia o estándar.

Las agencias de seguridad y los organismos de defensa a los consumidores y fabricantes han desarrollado estándares de seguridad eléctrica para abordar este problema. Estas normas aseguran que los productos correctamente diseñados y construidos serán eléctricamente seguros. Estas normas identifican los tipos de equipos y los posibles riesgos de descarga eléctrica de cada uno, los requisitos mínimos para proteger al consumidor / operador de corrientes de alto voltaje y fugas que podrían ser perjudiciales para su bienestar, y los métodos de prueba que determinan si el sistema de aislamiento del producto cumple con los requisitos mínimos.

Algunas de las agencias que regulan, prueban y certifican que los equipos eléctricos y electrónicos son seguros para el usuario final son:

- Underwriters Laboratories (UL)
- Canadian Safety Association (CSA)
- Technischer Überwachungsverein (TUV)
- Norma Oficial Mexicana (NOM)
- International Electrotechnical Commission (IEC)
- Association of German Electrical Engineers (VDE)
- British Standards Institute (BSI)
- Japanese Standards Association (JIS)
- International Standards Association (ISO)

Una vez que estos productos se prueban y se demuestra que cumplen con el estándar apropiado, la agencia permitirá que el fabricante coloque una etiqueta en la unidad para validar el cumplimiento o la certificación. Estas etiquetas dan a los consumidores confianza en sus equipos y confirman que el fabricante ha certificado y verificado el producto para la seguridad eléctrica.

## Moving Electrical Test Forward

Estas agencias no solo prueban y certifican el producto en función de unas pocas unidades de muestra. También inspeccionan rutinariamente el producto en las instalaciones del fabricante para asegurarse de que el producto continúe cumpliendo con los requisitos, ya sea que estén construyendo una unidad o millones de unidades.

La responsabilidad del fabricante se basa en la conformidad. El fabricante debe asegurar la conformidad probando el 100% de los productos que producen. Se requiere prueba de cumplimiento, incluidos los registros de las pruebas realizadas, para cumplir con los estándares de la agencia de seguridad.

Así mismo, se requiere que el fabricante mantenga registros precisos para asegurarse de que construye productos con los mismos materiales y procesos de forma continua. El fabricante debe notificar a la agencia de seguridad de cualquier cambio en el material, diseño o proceso utilizado en la fabricación de su producto. Si el fabricante realiza un cambio, las agencias de seguridad pueden modificar la certificación de seguridad; y en algunos casos, es posible que sea necesario volver a certificar el producto.

### Caso estudio – Seguridad eléctrica de electrodomésticos y equipos similares Normas aplicables: UL 60335-1 y IEC 60335-1, NOM-016-SCFI-1993

Esta norma internacional se ocupa de la seguridad de los aparatos eléctricos para usos domésticos y similares, siendo su voltaje nominal no superior a 250 V para aparatos monofásicos y 480 V para otros aparatos. Los aparatos no destinados al uso doméstico normal pero que, sin embargo, pueden ser una fuente de peligro para el público, como los aparatos destinados a ser utilizados por clientes en tiendas, en la industria ligera y en granjas, están dentro del alcance de esta norma. Ejemplos de estos aparatos son los equipos de "catering", los aparatos de limpieza para uso industrial y comercial, y los electrodomésticos para peluquerías. En la medida de lo posible, esta norma se ocupa de los peligros comunes que presentan los electrodomésticos que encuentran todas las personas dentro y alrededor del hogar.

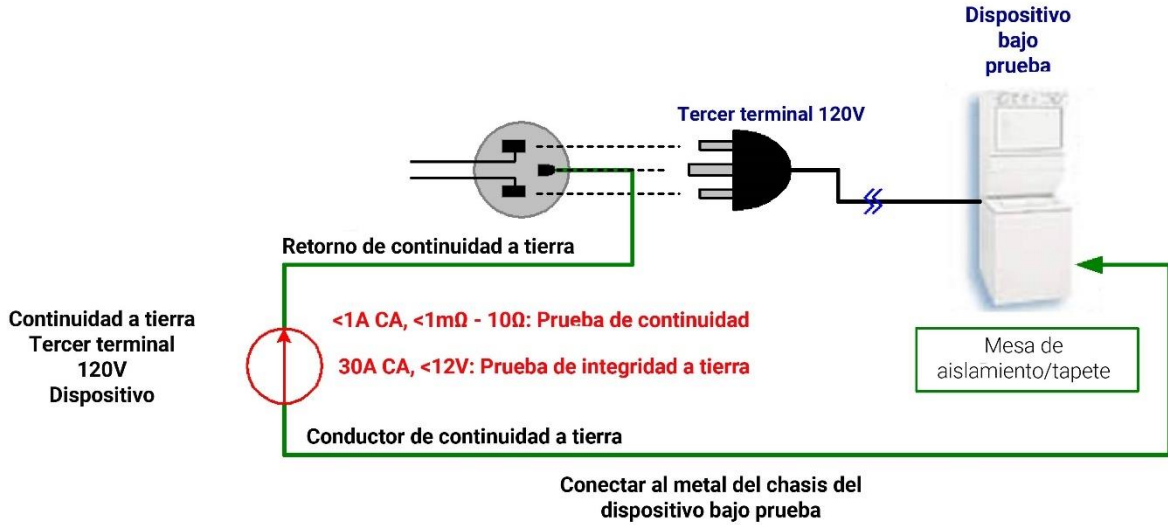
Los electrodomésticos consisten en hornos, refrigeradores, televisores, exprimidores y máquinas de café que pueden entrar en contacto con una persona. Para garantizar la seguridad de los usuarios, todos los productos deben realizar las pruebas de seguridad eléctrica. A diferencia de la prueba básica de Hipot, la corriente de fuga dinámica tiene varias regulaciones de prueba por diferentes modos de tierra y métodos de operación. Los reglamentos son los que se enumeran en la tabla a continuación.

#### Pruebas aplicables

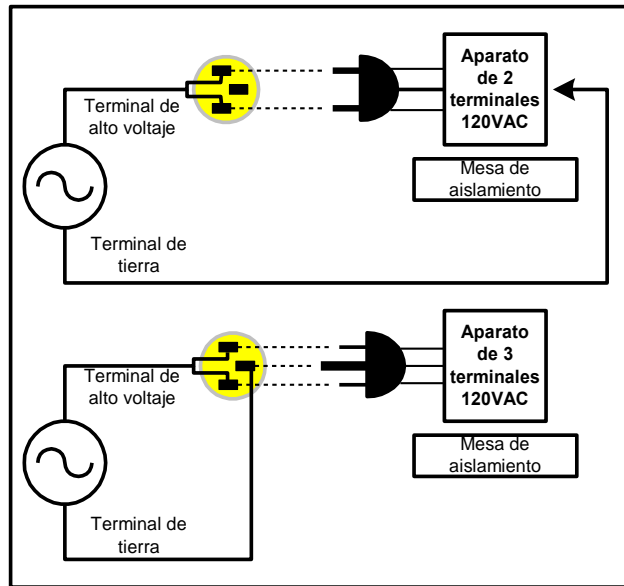
- Integridad de conexión a tierra
- Prueba de Hipot en CA
- Prueba de corriente de fuga a tierra

Dispositivos clase II	0.25mA
Dispositivos clase 0, clase I y clase III	0.5mA
Dispositivos de clase portátil	0.75mA
Dispositivos de clase estacionaria con un motor integrado	3.5mA
Dispositivos de clase estacionaria de calentamiento/emisor de calor?	0.75mA o 0.75mA por kW de potencia a la entrada del dispositivo con una corriente máxima de 5mA, o lo que sea mayor.

**Diagrama de prueba de continuidad y Ground Bond**



**Diagrama de prueba de Hipot y resistencia de aislamiento para productos de clase I y II**



## Moving Electrical Test Forward

### Caso estudio – Equipos de la tecnología de la información Normas aplicables: UL60950 & IEC60950-1, NOM-019-SCFI-1998

Esta norma es aplicable a los equipos de tecnología de la información alimentados por red o batería, incluidos los equipos comerciales eléctricos y el equipo asociado, con un voltaje nominal no superior a 600 V y diseñados para instalarse de acuerdo con el Código Eléctrico Canadiense, Parte I, CSA C22.1; CSA C22.2 No. 0; el Código Eléctrico Nacional, NFPA 70; y el Código Nacional de Seguridad Eléctrica, IEEE C2.

El equipo de tecnología de la información es uno de los tipos de productos más utilizados disponibles en la actualidad. Todos estos productos están en algún momento conectados a un potencial de voltaje que podría presentar un peligro de descarga eléctrica. Cuando se conectan a un voltaje que es lo suficientemente alto como para presentar un peligro para el operador, deben certificarse y verificarse para que sean seguros. Algunas de las pruebas requeridas para la certificación y verificación son la prueba de resistencia dieléctrica (prueba Hipot), la prueba de resistencia de aislamiento y la prueba de corriente de fuga dinámica, por nombrar solo algunas.

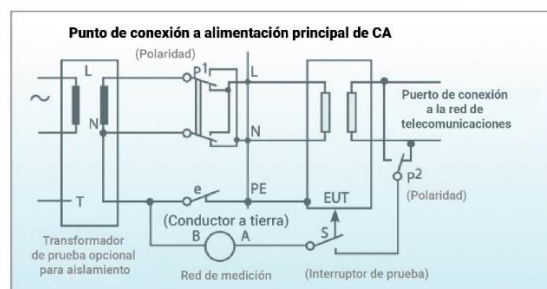
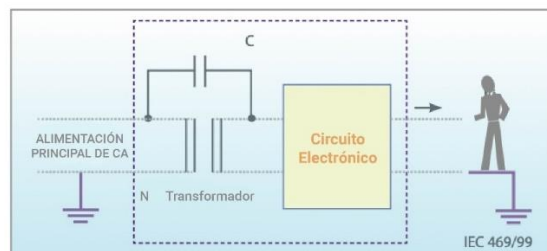
Algunos de estos equipos pueden ser, computadoras de escritorio, laptop, monitor LCD, UPS, impresora y proyector que son los productos que utilizamos en nuestra vida cotidiana.

Para garantizar la seguridad adecuada, a todos los productos se les debe aplicar las pruebas de seguridad eléctrica correspondientes. El 19032 ofrece todas las funciones de prueba de seguridad y condiciones de falla para la prueba de corriente de fuga dinámica como conexión normal o inversa para aumentar la eficiencia de fabricación.

Se requiere salida flotada de la red de telecomunicaciones en IEC 60950 para realizar la prueba dinámica de corriente de fuga. La capacitancia parásita equivalente también se generará en un transformador de aislamiento, incluso si se trata de un circuito flotante. La capacitancia perdida resulta en corriente de fuga y descarga eléctrica para los usuarios. El 19032, junto con el escáner de corriente de fuga A190308, tienen función de medición P1 / P2 que puede medir la corriente de fuga dinámica en las terminales de salida. Esto, además de las otras pruebas que incorpora, hacen del modelo 19032 una solución óptima para probar productos de tecnología de la información.

#### Pruebas aplicables

- Integridad de conexión a tierra
- Prueba de Hipot en CA
- Prueba de corriente de fuga a la salida

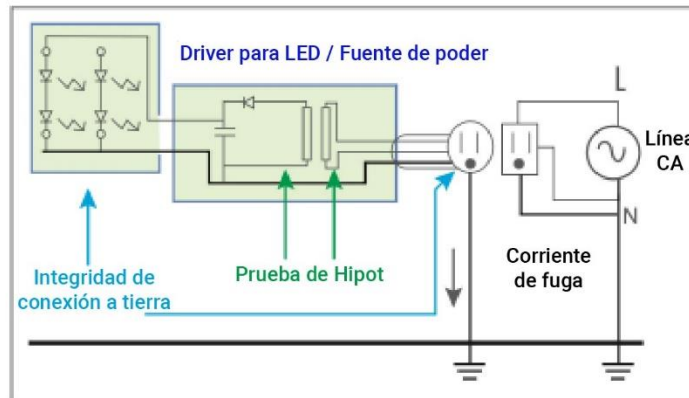


*Moving Electrical Test Forward*

**Caso estudio – Industria de la iluminación y prueba de seguridad eléctrica relacionada con LEDs**

**Normas aplicables: IEC 61347-1**

El uso LEDs en la industria de la iluminación está muy extendido, lo que ha llevado que se esté utilizando en una variedad de productos. Cada driver de LEDs y producto de energía debe cumplir con pruebas de seguridad el aislamiento, la resistencia a la conexión a tierra y la corriente de fuga, para la protección contra descargas eléctricas del personal.



Tipo de prueba	Condiciones de prueba / Norma	
Corriente de fuga	IEC 60990, Red de medición	
Regidez Dielectrica	Voltaje de operación menor a 42V de CD	Voltaje de prueba de Hipot 500V
	Voltaje de operación mayor o igual a 42V de CD	Voltaje de prueba de Hipot (2 voltaje de alimentación + 1,000V)
Integridad de tierra	Se debe aplicar una corriente en CA de 25A por 1 minuto entre la terminal a tierra y cada una de las partes metálicas expuestas (IEC 61347-1)	

Las dos pruebas de Hipot más comúnmente requeridas de la industria de la iluminación son definidas por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) y el Underwriters Laboratory (UL). Los criterios generales de aprobación / falla entre los dos estándares de prueba están relacionados con la corriente de fuga total medida y la apariencia física del conductor. Durante la prueba Hipot, la corriente de fuga del conductor debe limitarse y después de la prueba, el conductor se somete a una inspección visual para asegurarse de que no haya defectos físicos. Aunque las pruebas son similares entre los dos estándares, las condiciones de prueba se definen de manera diferente y se describirán a continuación.

IEC es el estándar más referenciado (y requerido) a nivel mundial. Definen las pruebas tanto para la calificación del diseño (o pruebas de prototipos) como para la fabricación. La definición de la prueba de Hipot IEC 61347-1 se basa en algunas características del conductor, incluyendo si el driver o controlador es SELV (*Safety Extra Low Voltage* o Seguro de Extra Bajo Voltaje, por sus siglas

## Moving Electrical Test Forward

en inglés) o no SELV y si el conductor es Clase I o Clase II. Cada prueba se realizará entre la entrada y la salida, entre la entrada y el chasis y entre la salida y el chasis si corresponde. La Tabla 1 proporciona más detalles.

Tipos	Objeto de prueba	SELV					SELV				
		El voltaje máximo de salida es menor a 120 Vcd o 50Vrms					El voltaje máximo de salida es mayor a 120 Vcd o 50Vrms				
		Voltaje entre el componente de prueba	<50	<=150	>150 <=300	600	1000				
Clase I	ENTRADA-SALIDA	Aislamiento Reforzado	500	2000	3000	4200	5000	Aislamiento Básico	2U+1000V	Aislamiento Reforzado	4U+2000V
	ENTRADA-CHASIS	Aislamiento Reforzado/Aislamiento complementario	4200	1000	1500	2100	2500	Aislamiento Básico	2U+1000V	Aislamiento Básico	2U+1000V
	SALIDA-CHASIS	SELV	500	1000	N/A	N/A	N/A	Aislamiento Básico	2U+1000V	Aislamiento Básico	2U+1000V
Clase II	ENTRADA-SALIDA	Aislamiento Reforzado	500	2000	3000	4200	5000	Aislamiento Básico	2U+1000V	Aislamiento Reforzado	4U+2000V
	ENTRADA-CHASIS	Aislamiento Reforzado	500	2000	3000	4200	5000	Aislamiento Reforzado	4U+2000V	Aislamiento Reforzado	4U+2000V
	SALIDA-CHASIS	SELV	500	1000	N/A	N/A	N/A	Aislamiento Reforzado	4U+2000V	Aislamiento Reforzado	4U+2000V

La IEC también especifica los requisitos para las pruebas de Hipot al 100% de la producción en línea. Estas condiciones de prueba se describen en la norma IEC 61347-1 + A1: 2010 + A2: 2012, Apéndice K.1, que se muestra en la Tabla 4.

	Tipo de dispositivo de control y cumplimiento				
	Balasta magnética	Balasta electrónica de CA y CD	Convertidor reductor para lámparas de filamento de bajo voltaje y módulo LED	Inversor y convertidor para lámparas de arranque en frío de alta frecuencia	Encendido
Inspección visual <sup>a</sup>	aplicable				
Prueba de funcionamiento/continuidad del circuito (con lámpara o lámpara de simulación)	Prueba de impedancia <sup>b</sup>	Lámpara / Voltaje de funcionamiento	Lámpara / Voltaje de funcionamiento	Lámpara / Voltaje de funcionamiento	Con un voltaje nominal de alimentación mínimo del 90%
Continuidad a Tierra <sup>c</sup> Aplicada entre la terminal de tierra del dispositivo de control y las partes metálicas expuestas (solo para dispositivos de control independientes de clase I)	Resistencia máxima 0.50 Ω, medida mediante el paso de una corriente mínima de 10 A con un voltaje de circuito abierto no superior a 12 V durante al menos 1 s	Resistencia máxima 0.50 Ω, medida mediante el paso de una corriente mínima de 10 A con un voltaje de circuito abierto no superior a 12 V durante al menos 1 s	Resistencia máxima 0.50 Ω, medida mediante el paso de una corriente mínima de 10 A con un voltaje de circuito abierto no superior a 12 V durante al menos 1 s	Resistencia máxima 0.50 Ω, medida mediante el paso de una corriente mínima de 10 A con un voltaje de circuito abierto no superior a 12 V durante al menos 1 s	Resistencia máxima 0.50 Ω, medida mediante el paso de una corriente mínima de 10 A con un voltaje de circuito abierto no superior a 12 V durante al menos 1 s
Resistencia dieléctrica <sup>c</sup>	Se mide aplicando un voltaje mínimo de 1.5 kV CA durante un mínimo de 1 s o 1.5 √2 kV CD. Realizado entre las terminales en cortocircuito y el chasis	Se mide aplicando un voltaje mínimo de 1.5 kV CA durante un mínimo de 1 s o 1.5 √2 kV CD. Realizado entre las terminales de entrada/salida en cortocircuito y el chasis	Se mide aplicando un voltaje mínimo de: - entre las terminales de entrada/salida en cortocircuito y el chasis. - 1.5 kV CA o 1.5 √2 kV CD por un mínimo de 1 s - entre terminales de entrada y salida 3 kV CA o 3 √2 kV CD por un mínimo de 1 s	Se mide aplicando un voltaje mínimo de 1.5 kV CA durante un mínimo de 1 s o 1.5 √2 kV CD. Realizado entre: - terminales de entrada/salida en cortocircuito y el chasis -Entrada y salida	Se mide aplicando un voltaje mínimo de 1.5 kV CA durante un mínimo de 1 s o 1.5 √2 kV CD. Realizado entre las terminales en cortocircuito y el chasis
<sup>a</sup> Inspección visual	La inspección visual debe garantizar que el dispositivo de control está completamente ensamblado y libre de bordes afilados, etc., que puedan causar daños o lesiones. También debe garantizar que todas las etiquetas son legibles y están bien adheridas y que todas las impresiones son legibles.				
<sup>b</sup> Prueba de impedancia	La prueba de impedancia se realiza midiendo el voltaje de la balasta cuando éste ha sido cargado con su corriente nominal, alternativamente, puede realizarse a una tensión fija (definida por la ficha técnica de la lámpara correspondiente) y midiendo la corriente de la balasta.				
<sup>c</sup> Clase II (independiente) dispositivo de control o dispositivo de control con chasis de plástico y sin terminal de tierra. La continuidad a tierra, la fuerza eléctrica y la prueba de resistencia del aislamiento no se aplican					

Estas condiciones de prueba son más sencillas en comparación con las pruebas de validación de diseño y simplemente especifican que la prueba de Hipot entre entrada y salida del producto se realiza a un mínimo de 3000Vca y la entrada a chasis y salida a chasis deben probarse al menos a 1500Vca. Cada prueba debe realizarse durante al menos 1 segundo. Tenga en cuenta que una prueba de impedancia o resistencia también está definida por IEC, pero no se revisa en esta nota de aplicación.

*Moving Electrical Test Forward*

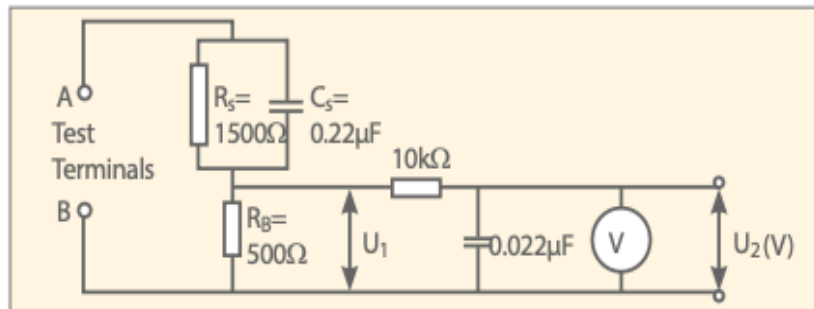
**Caso estudio – Productos de Video**  
**Normas aplicables: IEC 60065**

Los productos de video incluyen grabadoras de DVD, LCD, televisores, amplificadores de audio, estéreo, etc. Estos productos tienen una potencia de salida elevada con estándares de seguridad separados. El voltaje abierto de algunos productos de video es superior a 35Vca pico o 60Vcd pico; esto permite la prueba de corriente de fuga dinámica U1 (ver diagrama abajo) según sea necesario. Un circuito de medición en U1 se agrega al 19032 y se proporciona el punto de medición P1 / P2 para cumplir con el requisito de la prueba estándar de seguridad.

Esta Norma Internacional de Seguridad se aplica a los aparatos electrónicos diseñados para ser alimentados desde la red eléctrica, desde un aparato de suministro, desde baterías o desde alimentación remota y destinados a la recepción, generación, grabación o reproducción respectivamente de audio, video y señales asociadas. También se aplica a los aparatos diseñados para ser utilizados exclusivamente en combinación con los aparatos antes mencionados. Esta norma se refiere principalmente a los aparatos destinados al uso doméstico y general similar. También abarca los aparatos comerciales y los aparatos profesionales que también pueden utilizarse en lugares de reunión pública, como escuelas, teatros, lugares de culto y lugares de trabajo. Los APARATOS profesionales destinados a ser utilizados como se describe anteriormente también están cubiertos a menos que caigan específicamente dentro del alcance de otras normas que puedan evaluarse según los requisitos de esta norma o los requisitos de UL 1419. Esta norma se refiere únicamente a los aspectos de seguridad del aparato mencionado; no se refiere a otras cuestiones, como el estilo o el rendimiento. Esta norma se aplica a los aparatos antes mencionados, si están diseñados para conectarse a la red de telecomunicaciones o a una red similar, por ejemplo, mediante un módem integrado.

**Pruebas aplicables**

- Integridad de conexión a tierra
- Prueba de Hipot en CA
- Prueba de salida LC



**Caso estudio – Equipos Médicos**  
**Normas aplicables: IEC 60601**

Esta Norma se aplica a la seguridad de los equipos eléctricos médicos (tal como se define en la Subcláusula 2.2.15). Aunque esta norma se refiere principalmente a la seguridad, contiene algunos requisitos con respecto a la operación confiable cuando esto está relacionado con la seguridad.

El 19032 + A190350 es una solución para la seguridad eléctrica y la prueba de funcionamiento de equipos médicos. El estándar de seguridad de los equipos médicos es muy estricto. Dado que el equipo médico entra en contacto con el paciente y el personal del hospital, el instrumento realiza varias pruebas de seguridad eléctrica. La prueba de corriente de fuga se ha convertido en una de las pruebas más importantes.

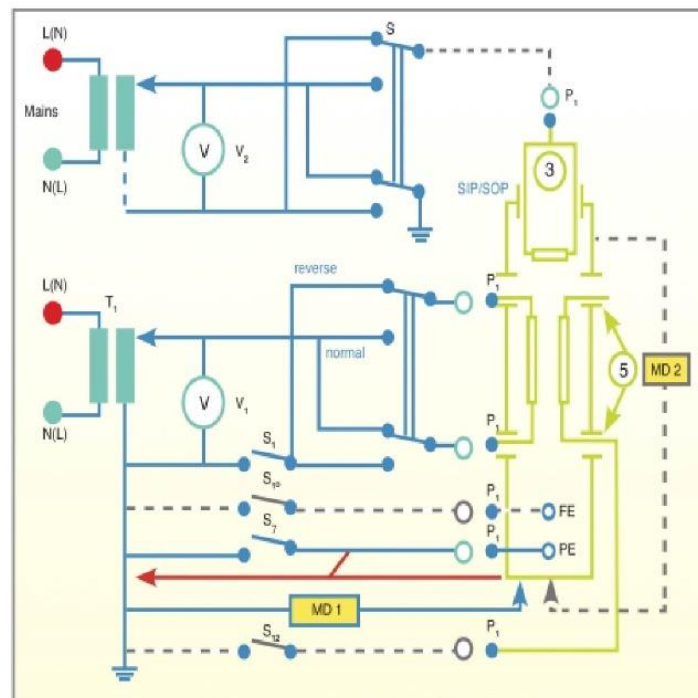


## Moving Electrical Test Forward

El estándar de seguridad de los equipos médicos tiene varios tipos de prueba de corriente de fuga. Además, condiciones de falla como normal / reversa / single fault normal y single fault invertida e interruptor de tierra, hacen que la prueba de seguridad sea difícil y compleja. El circuito de medición básico para la corriente de fuga de la carcasa es como en la figura. Como se muestra la medición Tipo BF y CF es un requisito especial para el equipo médico. La corriente de fuga de CC debe aislarse por separado y limitarse dentro de 50uA, que se menciona en el estándar de seguridad médica. Esta función ya se ha añadido al escáner LC A190350. El Chroma 19032 + A190350 permite editar programas de prueba y es compatible con software de automatización como CaptivATE. Esto le permite probar productos médicos sin perderse un procedimiento, ya que guarda los datos de la prueba directamente, proporcionando la mejor solución de prueba.

### Pruebas aplicables

- Integridad de conexión a tierra
- Prueba de Hipot en CA
- Prueba de corriente de fuga a tierra
- Prueba de corriente de fuga a chasis
- Corriente de fuga a paciente
- Corriente de fuga a paciente auxiliar



**Consulte la norma UL 60601-1 fig. 18 Circuito de medición de la corriente de fuga de la caja**

19772 Pauling, Foothill Ranch, CA 92610

Tel (949) 600-6400 | contacto@chromausa.com

www.chromausa.com



## Moving Electrical Test Forward

### Caso estudio – Fuentes de poder conmutadas Normas aplicables: IEC60950-1

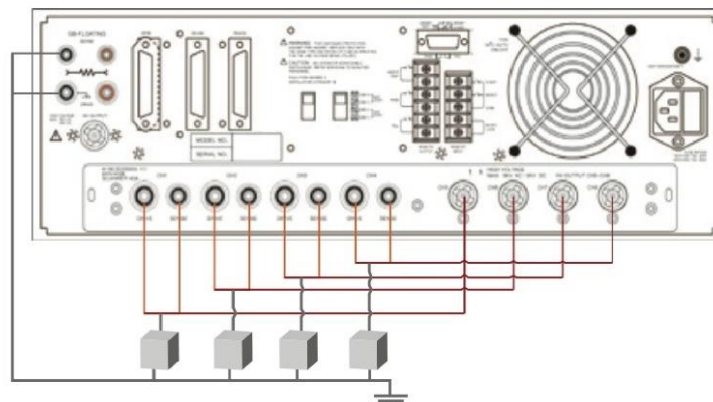
Las fuentes de alimentación de productos electrónicos, incluidos SMPS, adaptadores y cargadores, deben realizar una prueba de seguridad eléctrica previa. De acuerdo con varios métodos de diseño de potencia y condiciones de prueba, el 19032 cuenta con programas de prueba editables, lo que permite al operador completar todas las pruebas a la vez.

Varios diseños de productos de potencia tienen la capacidad de aislamiento del terminal de entrada (primario) al terminal de salida (secundario) necesario para proteger el daño dentro del componente. Por lo tanto, la terminal de salida flotada necesita realizar la prueba de Hipot. El 19032 proporciona un punto de prueba de aislamiento con alto voltaje que le permite no cambiar el accesorio o el cable manualmente, sino realizar la prueba P-S Hipot directamente después de la prueba P-G Hipot.

Si existe peligro al hacer contacto con el terminal de salida (secundario), también es necesario realizar una prueba dinámica de corriente de fuga.

#### Pruebas aplicables

Fuentes de poder Item de prueba	Abierto & corto (OSC)	Integridad de conexión a tierra	Prueba de Hipot entre primario y tierra	Prueba de Hipot entre primario y secundario	Corriente de fuga
Fuente de poder clase I con 3 hilos (secundario flotado)	✓	✓	✓	✓	✓
Fuente de poder clase I con 3 hilos	✓	✓	✓	-	✓
Fuente de poder clase II con 2 hilos	✓	-	-	✓	✓



Chroma 19032 con escáner 4HV/4GC

### Caso estudio – Vehículos Eléctricos

19772 Pauling, Foothill Ranch, CA 92610  
Tel (949) 600-6400 | contacto@chromausa.com  
www.chromausa.com

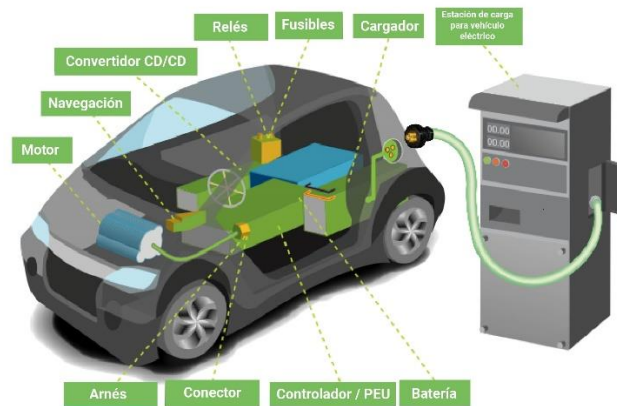
## Moving Electrical Test Forward

### Normas aplicables: IEC 62196-1, 61815, UL 2594, 2202, 2251

La industria automotriz ha cambiado el enfoque de la potencia del motor de combustión interna a la energía eléctrica. Debido a que el voltaje del vehículo eléctrico será un máximo de hasta 600V cuando esté en funcionamiento, es un problema de seguridad. Para evitar lesiones eléctricas, el Chroma 19032 es la mejor solución para la prueba de seguridad eléctrica de cables y conectores de vehículos eléctricos, adaptadores, baterías y el sistema de carga.

#### Pruebas aplicables

- Prueba de voltaje de resistencia: Varios terminales de aislamiento, metal primario y sin carga, soportan el voltaje entre primario y secundario.
- Corriente de fuga: Todas las piezas metálicas se pueden tocar en el sistema para probar la corriente de fuga de tierra durante la operación dinámica.
- Prueba de tierra: La conexión de protección a tierra debe usar corriente de 25A / 60Hz para probar la resistencia, no puede ser superior a 100mΩ.



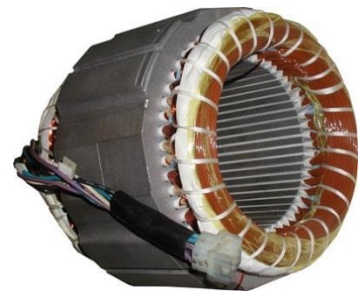
### Caso estudio – Motores eléctricos

#### Normas aplicables: UL 1004-1, GB14711

Desde motores EV, servomotores, motores de ascensión hasta ventiladores, todos los productos de motores rotativos deben realizar pruebas de impulso, pruebas de Hipot y mediciones DCR para garantizar la calidad del producto, también consulte el estándar de la industria de maquinaria JB / T 7080 GB para las pruebas.

Además de garantizar la seguridad al usuario, las pruebas de seguridad eléctrica en motores eléctricos permiten encontrar defectos como:

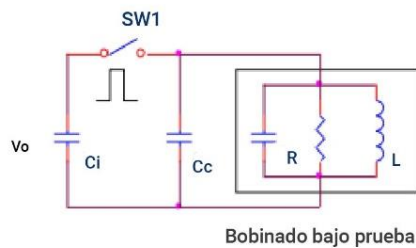
- Bobinas en corto entre las fases.
- Cortos en las vueltas de la misma bobina
- Cortos entre las bobinas y tierra (carcasa)
- Rompimiento del aislamiento Eléctrico debido a Contaminantes
- Abrasión durante el proceso de manufactura
- Daños en el aislamiento del alambre
- Defectos en el núcleo o en sus capas laminadas



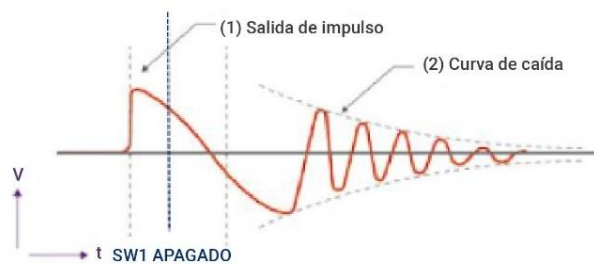


### Prueba de impulso/surge (IWT)

Las pruebas de Hipot (ACWV/DCWV) y de Resistencia de aislamiento (IR) no son capaces de detectar problemas en el aislamiento en las vueltas de una bobina, para esto utilizamos la prueba de impulso (IWT)



Ci: Capacitancia interna del instrumento.  
Cc: Capacitancia equivalente de los cables.  
Cw: Capacitancia equivalente de la bobina.  
R: Resistencia equivalente en paralelo.



### Prueba de impulso "Impulse Winding Test" (IWT)

- La prueba de IWT aplica un impulso de voltaje en CD a través de las vueltas de una bobina.
- El voltaje del impulso produce una forma de onda que oscila de acuerdo a la capacitancia parasita e inductancia de la unidad bajo prueba.
- La forma de onda del voltaje es monitoreada a una velocidad de muestreo de 200MHz, se compara la forma de onda obtenida con la referencia de una unidad que sabemos que está libre de defectos (Golden), con la comparación de las formas de onda es posible detectar anomalías en el aislamiento entre las vueltas de la bobina o entre las capas del embobinado.

### Pruebas aplicables

- Integridad de conexión a tierra

## Moving Electrical Test Forward

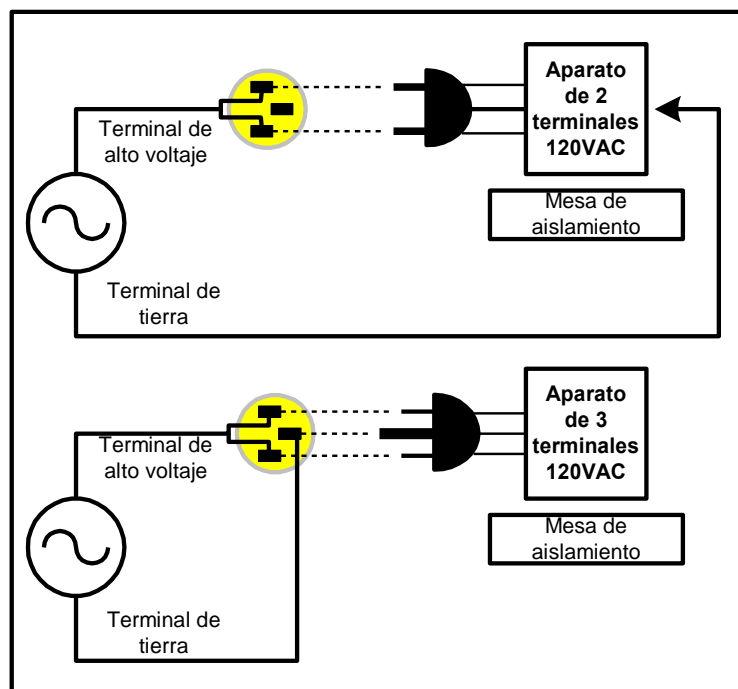
- Prueba de Hipot en CA
- Prueba de Impulso o surge (Impulse winding test)
- DCR – Resistencia en DC

### ¿Cómo certifica y verifica que sus productos son seguros?

Los fabricantes de equipos de prueba han creado equipos de prueba especialmente diseñados para realizar las pruebas según lo definido en los estándares de la agencia de seguridad. Estas pruebas consisten en lo siguiente:

### CA & CD Hipot o prueba de resistencia dieléctrica

Un probador Hipot típico o un probador de resistencia dieléctrica aplicará un potencial de alto voltaje de CA o CD entre los cables de CA en vivo de entrada y la toma a tierra de CA o la carcasa de metal sin conexión a tierra. La prueba pasa si la corriente medida durante esta prueba no excede la corriente máxima permitida especificada; por lo general, esta corriente se establece para 5ma o menos, dependiendo del estándar de seguridad que esté siguiendo.



### Prueba de corriente de fuga

## Moving Electrical Test Forward

Existen diferentes tipos de corrientes de fuga. La corriente de fuga mínima permitida para cada uno de estos difiere según el estándar de seguridad asociado. El estándar más crítico para la corriente de fuga es para equipos médicos (ref. IEC 60601-1). En la norma de seguridad 60601-1 la fuga se define como:

**Corriente de fuga de tierra:** corriente que fluye desde la parte principal a través o a través del aislamiento hacia el conductor de tierra protector.

**Corriente de fuga de la carcasa:** corriente que fluye desde la carcasa, o partes de la misma, excluidas las piezas aplicadas, accesible al operador o paciente en uso normal, a través de una conexión conductora externa que no sea el conductor de tierra protector a tierra o a otra parte de la carcasa.

**Corriente de fuga del paciente:** corriente que fluye desde la parte aplicada a través del paciente a tierra o que fluye desde el paciente a través de una pieza aplicada de tipo F a tierra que se origina en la aparición involuntaria de un voltaje de una fuente externa en el paciente.

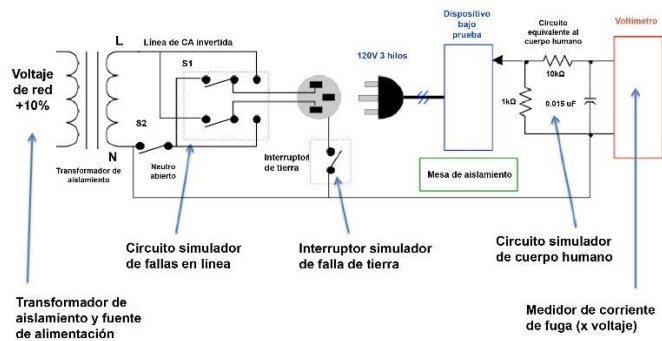
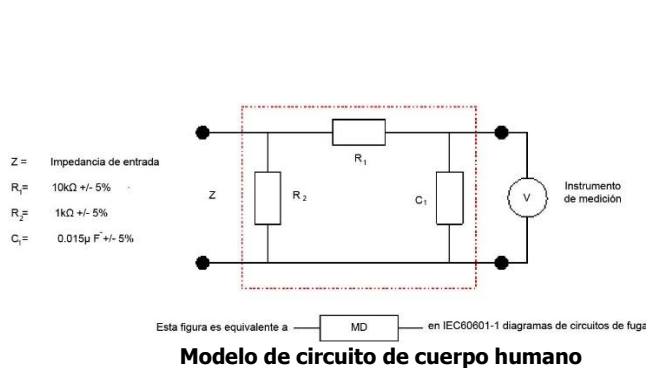
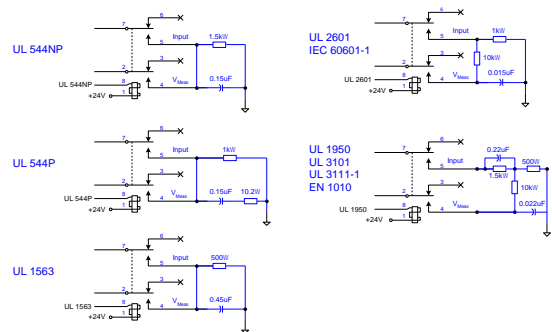


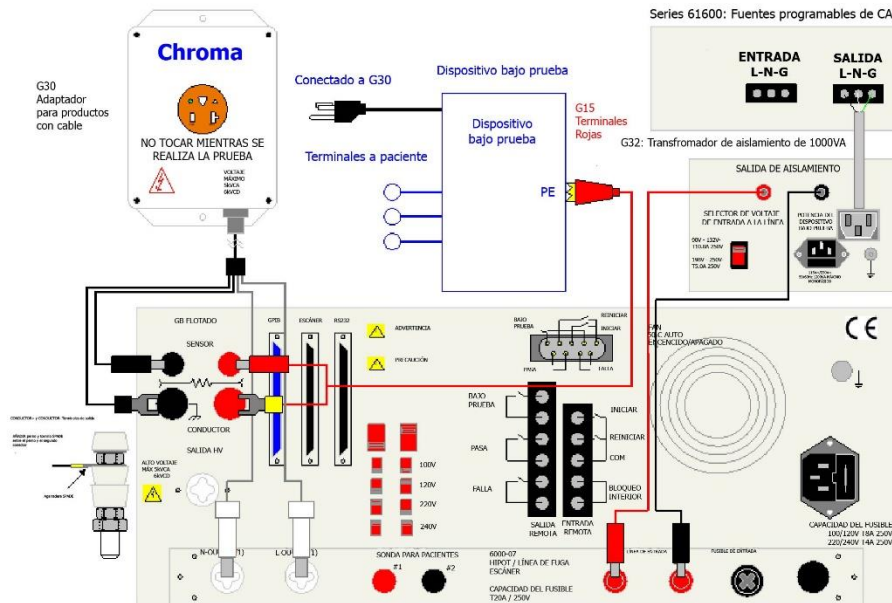
Diagrama básico para pruebas de corriente de fuga



Modelo de circuito de cuerpo humano



Circuitos para otras normas



**Diagrama básico de conexión de modelo Chroma 19032 para una prueba de corriente de fuga**

## Prueba de resistencia al aislamiento (IR)

Las pruebas IR son muy similares a las pruebas de Hipot. En términos simples, es el voltaje aplicado dividido por la corriente medida que resulta en la resistencia calculada. Es un método para caracterizar la condición de un aislante.

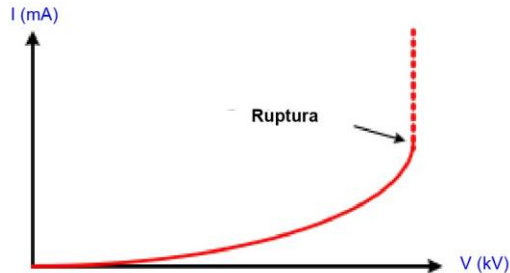
Los métodos más comunes por los cuales el aislamiento puede degradarse son los ambientales (Calor / Frío / Humedad / Contaminación). Muchos de estos aislantes están sujetos a calentamiento por soldadura durante el proceso de fabricación, y frío o alta humedad cuando no se almacenan adecuadamente. Además, puede ocurrir daño físico, causando deformidad del material de aislamiento. Dado que el grosor del material puede afectar la resistencia del aislamiento, es común que el estiramiento y la compresión cambien el grosor del aislante, lo que cambia la resistencia del aislamiento. Cualquier objeto afilado, incluso algo tan pequeño como las limaduras de metal, también puede perforar el aislamiento. Por lo general, la resistencia de aislamiento se mide en millones de ohmios (MΩ). La medición de la resistencia del aislamiento durante el proceso de fabricación asegura que el aislamiento no se haya degradado.

La resistencia de aislamiento (IR) es una característica de un material aislante que, al estar sujeto a voltaje, la corriente de fuga que fluye a través de él se mantiene dentro de los límites aceptables. Medir la resistencia del aislamiento es un procedimiento bastante sencillo. Encuentre dos puntos conductores entre los cuales hay aislamiento, conecte los dos puntos a un probador de aislamiento (también llamado megohmetro) y mida la resistencia del aislamiento entre los dos puntos. La distancia de fuga es la distancia requerida más pequeña, medida en la superficie del material aislante, entre dos puntos conductores, para evitar la avería. La resistencia dieléctrica es la relación entre el voltaje al que se produce la ruptura del material aislante y la distancia entre los dos puntos.

En una prueba IR, se aplica un voltaje de CD estable, generalmente inferior a 1000 V, a través de los puntos de conexión para hacer que una pequeña cantidad de corriente fluya a través del material aislante. El aislamiento entre dos puntos generalmente se puede considerar como un componente capacitivo; es decir, cuando se aplica el voltaje, el aislamiento "absorbe" la corriente (es decir, acumula una carga). Esta es la corriente de fuga. La corriente de fuga se utiliza para calcular la resistencia de aislamiento. Cuando se libera el voltaje, el dispositivo se descarga. El voltaje a través del aislamiento, dividido por la corriente de fuga (ley de Ohm,  $R = V / I$ ) es igual a la resistencia de aislamiento.

## Moving Electrical Test Forward

---



Los cables, conectores, interruptores, transformadores, resistencias, condensadores, placas de circuito impreso y otros dispositivos deben tener una resistencia de aislamiento mínima. (Para evitar daños, dicho dispositivo también puede especificarse para su prueba a un voltaje particular). Una medición de la resistencia de aislamiento, junto con la experiencia y las pautas sobre qué esperar, indica si un dispositivo cumple con las especificaciones de resistencia antes de ser instalado en un nuevo producto.

Para evitar que el propio procedimiento de medición cree corrientes de fuga, tome las siguientes precauciones:

- Los cables de medición deben tener un buen blindaje (a menudo conectado al potencial de protección) y ser lo más cortos posible.

El operador que coloca una mano cerca del dispositivo bajo prueba puede alterar o hacer inestable el resultado de la medición. Algunas prendas pueden generar electricidad estática o campos eléctricos que pueden alterar los resultados de la medición.

### ¿CA o CD? Esa es la cuestión

Las especificaciones pueden requerir pruebas de CA y CD dependiendo de las condiciones específicas bajo las cuales se aplicará la energía al producto. CA a menudo se especifica más que CD y puede ser más estresante para el producto, acelerando la descomposición. Por ejemplo, los productos de consumo de líneas eléctricas tienen muchas más probabilidades de experimentar transitorios de voltaje de CA que transitorios de CC. Una regla común es probar un dispositivo con el mismo tipo de voltaje aplicado durante su uso final.

### Ventajas de las pruebas de CA

- CA enfatiza el aislamiento por igual en ambas polaridades.
- No se requiere espera después de aplicar un voltaje de prueba.
- No es necesario descargar el producto después de la prueba.
- La CA acelera la descomposición del material defectuoso.
- Algunas agencias no consideran que las pruebas de CD sean una alternativa aceptable a las pruebas de CA.

### Desventajas de las pruebas de CA

- Las pruebas de CA Hipot en dispositivos capacitivos requieren más corriente (corriente reactiva) que las pruebas de CD Hipot
- utilizando el mismo voltaje que el pico de CA. (Muchas personas sienten que la corriente excesiva a alto voltaje a través de un dispositivo capacitivo puede dañar el producto o causar un debilitamiento sutil del aislamiento, con fallas que ocurren cuando el producto está en uso).



## Moving Electrical Test Forward

- Si un dispositivo se caracteriza antes de la prueba de Hipot midiendo su resistencia de aislamiento y nuevamente se mide después de Hipot, una comparación de los dos valores detectará fallas sutiles. En muchos casos la resistencia aparente del dieléctrico será mayor después de la prueba (debido a la absorción dieléctrica del material). La secuenciación de pruebas posible con los probadores se vuelve mucho más importante en esta situación particular.

### Ventajas de las pruebas de CD

- Las pruebas de Hipot en CD se utilizan a menudo para pruebas no destructivas elevando el voltaje de prueba en pequeños incrementos y esperando a que la corriente de carga disminuya después de cada paso. Si la corriente aumenta repentinamente, se puede predecir un colapso. Detener una prueba en este punto evitará la destrucción del material, pero no dice dónde se habría producido la avería. Esta técnica aumenta el tiempo de prueba requerido.
- Las pruebas de CD son la única opción para probar parámetros particulares del dispositivo, como la clasificación de voltaje de los condensadores o la clasificación de voltaje inverso de los diodos.

### Desventajas de las pruebas de CD

- Para dispositivos altamente capacitivos, la prueba de CD es menos práctica, ya que es necesario elevar el voltaje lentamente, de lo contrario, la corriente total puede alcanzar el umbral de fuga casi instantáneamente y dar una falsa indicación de falla. El aumento gradual de voltaje no solo agrega tiempo a la prueba, sino que requiere que la prueba se controle con mucho cuidado. Luego es necesario descargar el dispositivo durante un tiempo considerable después.
- Las pruebas de CD no se consideran equivalentes a las pruebas de CA por la mayoría de las agencias.
- En muchos casos, se puede usar una prueba de CA en lugar de una prueba de fuga de voltaje de línea, una prueba de CD no puede sustituir de una prueba de fuga de voltaje de línea.
- CD enfatiza el aislamiento en una sola polaridad frente a CA, lo que estresa el aislamiento en ambas polaridades.

### Prueba de integridad de tierra

La prueba de enlace o integridad a tierra es una prueba que confirma que la conexión a tierra desde el dispositivo bajo prueba (DUT) a tierra es adecuada para transportar 2 veces la clasificación de corriente del DUT.

El estándar de calidad UL 60950 define al probador de conexión a tierra o "Resistencia de los conductores a tierra y sus terminales" de la siguiente forma:

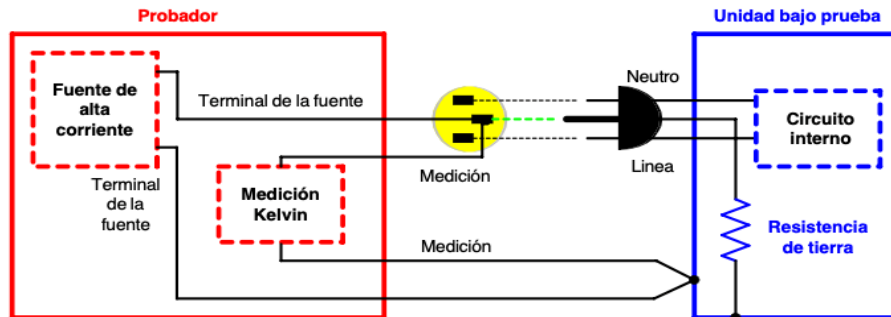
- I. Si la corriente nominal del circuito bajo prueba es de  $\leq 16A$ , se aplican estas condiciones de prueba:
  - a. Corriente de prueba = 2x capacidad de corriente del circuito bajo prueba (CA o CD)
  - b. Voltaje de prueba  $\leq 12V$
  - c. Tiempo de prueba: = 120 segundos
- II. La resistencia del conductor PB no deberá exceder de  $0.1\Omega$
- III. Si la capacidad de corriente del circuito bajo prueba es  $>16A$ , se aplican estas condiciones de prueba:
  - a. Corriente de prueba = 2x capacidad de corriente del circuito bajo prueba (CA o CD)
  - b. Caída de voltaje a través del dispositivo bajo prueba  $\leq 2.5V$
  - c. Tiempo de prueba = Consulte la siguiente tabla

Capacidad de corriente del circuito bajo prueba (A)	Tiempo de prueba (minutos)
$\leq 30$	2
$30 \leq 60$	4
$60 \leq 100$	6
$100 \leq 200$	8
$>200$	10

## Moving Electrical Test Forward

El siguiente diagrama muestra una configuración de prueba estándar de Ground Bond: El dispositivo bajo prueba debe demostrar que la conexión a tierra (internamente) conducirá 2 veces su corriente nominal. Luego, midiendo el voltaje y la corriente, la resistencia a tierra se puede calcular utilizando la ley de ohm:

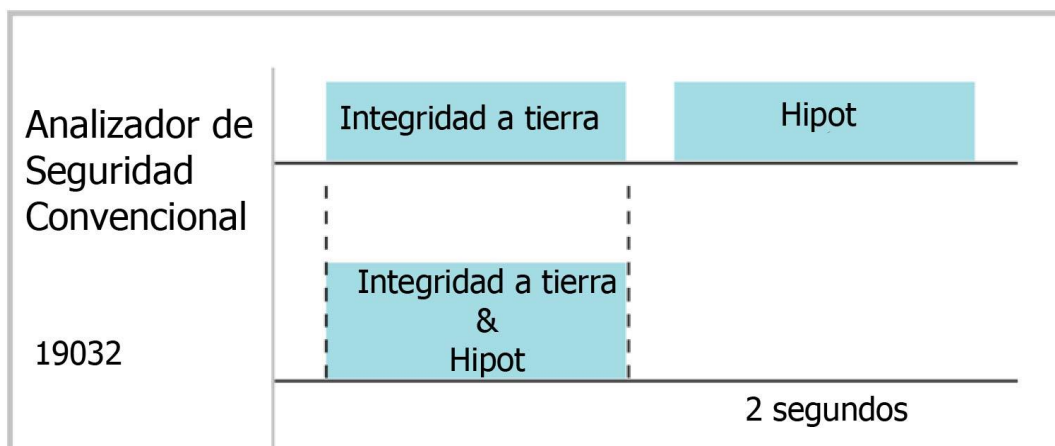
Resistencia a tierra = Voltaje entre el contacto de tierra en el conector de entrada ÷ Corriente conducida a través de las conexiones de tierra de entrada internas.



## Capacidades avanzadas de los equipos de analizadores de seguridad eléctrica

### Pruebas simultáneas de Ground Bond y Hipot

Cuando los fabricantes producen grandes volúmenes de producto, incluso unos pocos segundos ahorrados pueden equivaler a tiempos de proceso mejorados y mayores volúmenes. Las pruebas simultáneas de Ground Bond e Hipot pueden reducir los tiempos de prueba reales a la mitad, ahorrando tiempo y dinero al proceso del fabricante. Muchos fabricantes de equipos de prueba de seguridad han desarrollado multiplexores de alto voltaje y alta corriente para permitir que se prueben múltiples productos a partir de un solo dispositivo de prueba de seguridad. Estos se conocen como escáneres y multiplexores y varían desde uno o dos dispositivos hasta decenas y cientos de dispositivos.



*Moving Electrical Test Forward*

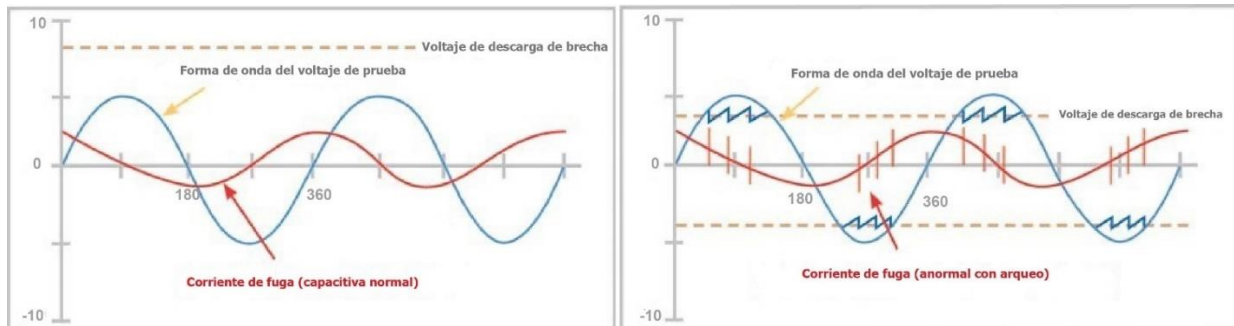
**Detección de descarga corona/flashover (ARC):**

Todos los equipos de prueba Hipot y dieléctricos tienen la capacidad de detectar un rompimiento, y algunos tienen la capacidad de detectar flashover (ARC), pero solo unos pocos tienen la capacidad adicional de detectar la descarga corona.

Aunque las agencias de seguridad no han incluido ningún requisito para medir la descarga de corona en los requisitos de prueba de seguridad, al medir con precisión la corriente de fuga dinámicamente en niveles muy pequeños, es posible determinar si la unidad se encuentra en una de las siguientes condiciones:

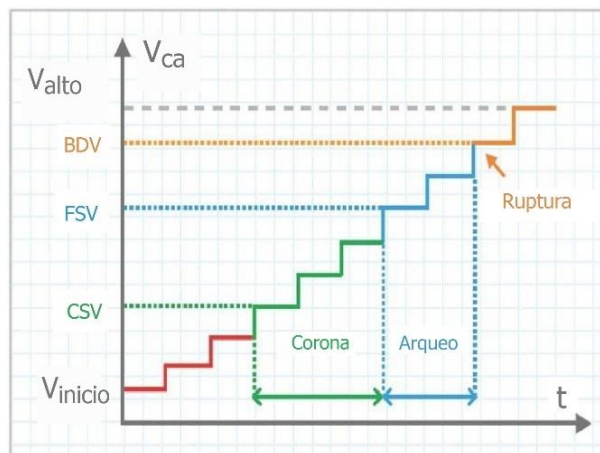
**Descarga corona:** una descarga eléctrica provocada por la ionización de un fluido que rodea un conductor, que ocurre cuando el gradiente de potencial (la fuerza del campo eléctrico) excede un cierto valor, pero las condiciones son insuficientes para causar una ruptura eléctrica completa o un arco. La descarga de corona puede ser un síntoma temprano de una ruptura inminente.

**Flashover:** Un rompimiento eléctrico de un gas que produce una descarga de plasma en curso, resultante de una corriente que fluye a través de medios normalmente no conductores como el aire. Vasily V. Petrov, un científico ruso que lo descubrió en 1802, describió por primera vez el fenómeno.



**Rompimiento o Breakdown** (por su nombre en inglés): una reducción rápida en la resistencia de un aislante eléctrico que puede provocar una chispa que salta alrededor o a través del aislante. Esto puede ser un evento momentáneo (como en una descarga electrostática), o puede conducir a una descarga de arco continuo si los dispositivos de protección no interrumpen la corriente en un circuito de alta potencia.

El siguiente gráfico muestra la asociación de estas tres condiciones:



## Moving Electrical Test Forward

### Verificación de Abierto Corto (OSC)

Es importante saber si el dispositivo bajo prueba está conectado correctamente para asegurarse de que se ha realizado la prueba Hipot / dieléctrica / o resistencia de aislamiento. Chroma ha desarrollado un método para asegurar que las conexiones al DUT sean normales / abiertas / o en corto, lo que se conoce como open short check.

Basado en el hecho de que cualquier equipo con conductores separados por un aislante dará como resultado algún tipo de capacitancia, y aplicando una alta frecuencia y midiendo la impedancia, entonces se puede determinar si la conexión es abierta (capacitancia muy alta) o acortada (capacitancia muy baja) o normal (rango de capacitancia aceptable). Las siguientes figuras ilustran este principio:

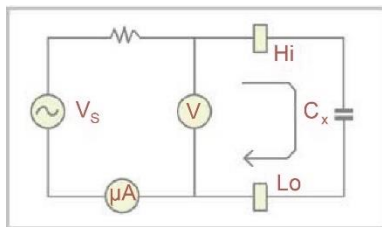


Figura 9: Conexión normal

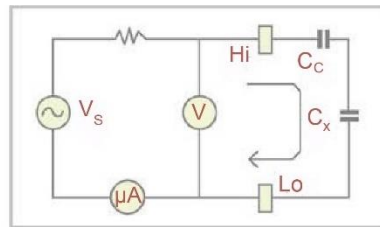


Figura 10: Conexión abierta

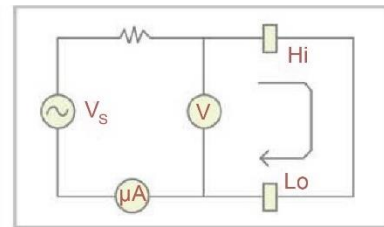
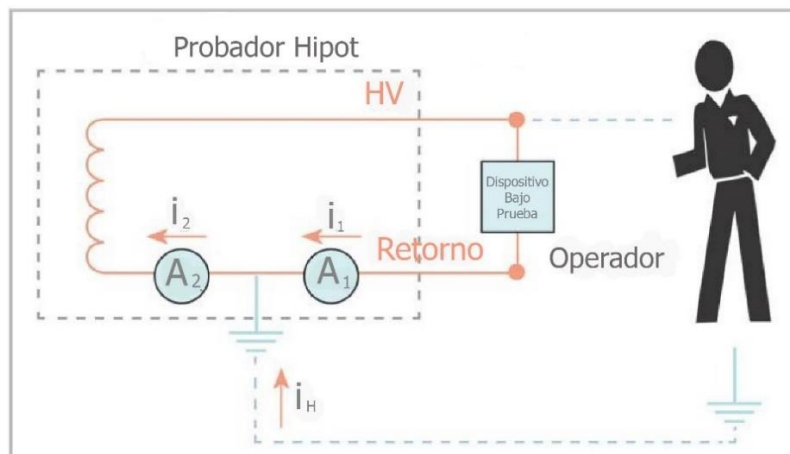


Figura 9: Conexión corta

### Interrupción de falla a tierra (GFI) y protección del operador

Los equipos de prueba Hipot y resistencia dieléctrica pueden presentar un peligro de descarga eléctrica para el operador de prueba. Los fabricantes de equipos de prueba han incluido un circuito de interrupción de falla a tierra (GFI) para ayudar a evitar que el operador reciba descargas eléctricas. Existe una falla a tierra cuando las corrientes  $i_1$  e  $i_2$  no son iguales, como se muestra en la figura 12.



### Automatización en ambientes de manufactura

Para mejorar los casos de estudio antes mencionados dentro de los ambientes de manufactura es recomendable hacer uso de herramientas de automatización como interfaces de usuario y fixturas de prueba.

## *Moving Electrical Test Forward*

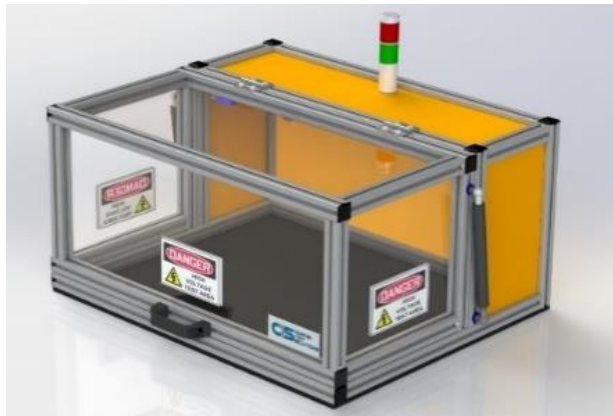
El equipo de ingeniería de Chroma desarrolla arquitecturas y plataformas de software con una excelente relación costo-beneficio, diseñadas para adaptarse a los requisitos técnicos de nuestros clientes en aplicaciones de conversión de potencia y de pruebas de seguridad eléctrica, maximizando el tiempo de operación, mejorando los procesos de validación e incrementando su producción.

Nuestras capacidades de ingeniería nos permiten ofrecer el diseño, desarrollo y entrega de sistemas automatizados listos para pruebas de producción en diversas aplicaciones de conversión de potencia y de pruebas de seguridad eléctrica. También ofrecemos la modificación y actualización de los sistemas de prueba existentes. Nuestra área de especialización es la prueba de conversión de potencia y caracterización de producto, entregando soluciones automatizadas a diversas industrias.

### **Ventajas de automatización**

- Reducir el error del operador al cargar los parámetros de prueba de manera automática.
- Tener un registro completo del usuario que opero el equipo a la hora de realizar una prueba.
- Almacenamiento de los resultados de prueba en una base de datos.
- Generación de diferentes tipos de reportes.
- La seguridad al operador, al no tener que manipular equipo de alto voltaje.

### **Herramientas utilizadas en ambientes de manufactura para automatización**



**Guarda de seguridad**



**Botonera para inicio y paro de la prueba**

*Moving Electrical Test Forward*



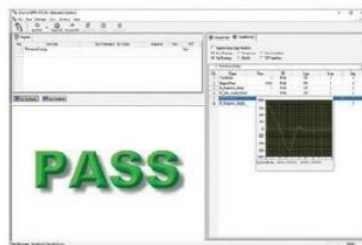
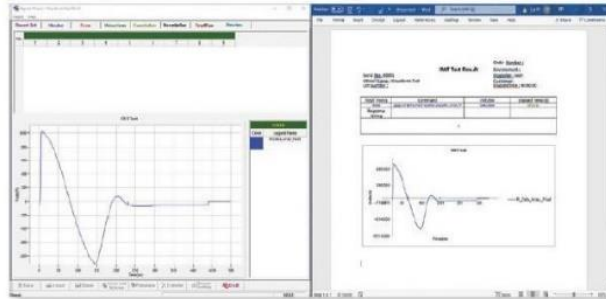
**Características principales**

- 6 en 1 (CAW / CDW / IR / WVT / DCR / L / Q)
- Programación de pruebas completas
- Pruebas de impulso y Hipot
- Software del sistema con recopilación de datos

**Plataforma de Software**

- Editor de programas
- Recolección de datos
- Consulta de informes
- Análisis estadístico de fallas
- Gestión de usuarios

**Asistente de informes**



**Panel principal**



**Gabinete integrado para pruebas e interfaz de usuario**

Debido a los muchos estándares de la agencia de seguridad, el fabricante de su equipo de prueba siempre puede ser una buena fuente de información y soporte cuando tiene preguntas sobre los requisitos y problemas de las pruebas de seguridad. Para un soporte rápido, los ingenieros de aplicaciones y las personas de soporte y de ventas de Chroma están disponibles para ayudarlo.