

# Medidores de Aislamiento Eléctrico

En la era moderna de la industrialización y comercialización, se ha presentado una demanda incrementada en todos los aspectos de la ingeniería eléctrica.

En el actual ambiente industrial, el ingeniero de prueba de campo requiere hacer mediciones con características propias del método de prueba, para evitar daño a largo plazo a equipos existentes y para minimizar la energía desperdiciada como calor.

Estas mediciones indican cualquier restricción en el flujo de corriente que pueda evitar que una máquina genere su potencia plena o provoque que circule un flujo de corriente insuficiente para activar aparatos de protección en caso de una falla.

Una de las mayores fallas en equipos eléctricos son causadas por falla de aislamiento. El aislamiento es afectado por envejecimiento, humedad, polvo, condiciones ambientales, parámetros operacionales y prácticas de mantenimiento o limpieza.

¿Cómo puede detectarse una falla por aislamiento eléctrico?

*Los cambios en el valor de un elemento resistivo son una de las mejores y más rápidas indicaciones de que esta ocurriendo una degradación de aislamiento eléctrico.*

En esta edición de La Guía MetAs se abordarán algunas de las características más importantes de uso y aplicación de medidores de aislamiento eléctrico.

## *Somos su Relevo a la Calidad*

*La Guía MetAs*, es el boletín periódico de MetAs & Metrólogos Asociados.

En *La Guía MetAs* se presentan noticias de la metrología, artículos e información técnica seleccionada por los colaboradores de MetAs & Metrólogos Asociados, que deseamos compartir con nuestros colegas, usuarios, clientes, amigos y con todos aquellos relacionados con la metrología técnica e industrial.

Calle: Jalisco # 313. Colonia: Centro  
49 000, Cd. Guzmán, Zapotlán El Grande, Jalisco, México  
Teléfono & Fax: 01 (341) 4 13 61 23 & 4 14 69 12 con tres líneas  
E-mail: laguiametas@metas.com.mx. Web: www.metas.com.mx



### Servicios Metrológicos:

#### Laboratorio de Calibración:

Presión, Alto Vacío, Temperatura, Humedad, Eléctrica, Vibraciones

#### Ingeniería:

Selección de Instrumentos, Desarrollo de Sistemas

#### Gestión Metrológica:

Subcontratación de Servicios, Selección de Proveedores

#### Consultoría:

Capacitación, Entrenamiento y Asesoría en Metrología y su Relación con Sistemas de Calidad

## AISLAMIENTO

Todo alambre eléctrico en una instalación, ya sea un motor, generador, cable, interruptor o cualquier cosa que esté cubierta con alguna forma de aislamiento eléctrico. Aunque el alambre en sí es un buen conductor de la corriente eléctrica que da potencia al equipo eléctrico, el aislamiento debe resistir la corriente y mantenerla en su trayectoria a lo largo del conductor. La Ley de Ohm es básica para entender la prueba de aislamiento.

Cuando se dice que un aislante es “Buena”, también significa que tiene “La capacidad de mantener una resistencia alta”

## TIPOS DE INSTRUMENTOS

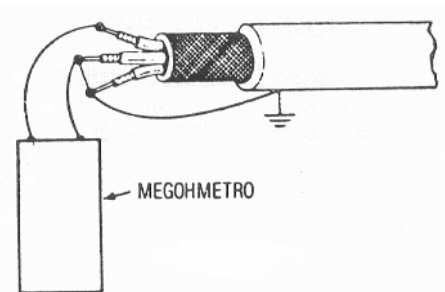
Existen diferentes equipos de medición y prueba para aplicaciones específicas en medición de aislamiento eléctrico, algunos se mencionan a continuación.

### Óhmetro de alta resistencia

Es un instrumento también conocido como teraóhmetro, megaóhmetro, megómetro o megger (nombre de un fabricante), que permite medir los altos valores de las resistencias de aislamiento de instalaciones, circuitos, cables, etc., aplicando una tensión conocida.

Este proporciona una indicación directa de la resistencia de aislamiento en ohms, megaohms o teraohms independiente mente de la tensión seleccionada.

Los más frecuentes son los megaóhmetros por descarga de condensador cuyo principio de funcionamiento se basa en la carga de un condensador y su descarga a través de la resistencia a medir, con una tensión aplicada conocida.



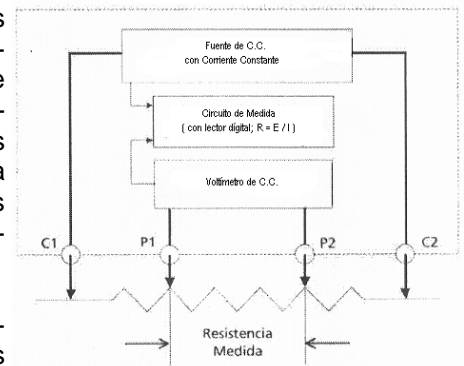
Óhmetro de Alta Resistencia

Las tensiones suelen estar comprendidas entre 100 V y 5 kV, siendo las más usuales las de 500 V, 1 000 V, y 2 500 V. La medida del tiempo que tarda la red formada por el condensador y la resistencia objeto de medición en alcanzar el valor de la tensión de descarga prefijado, será función del valor de la resistencia de aislamiento que se desea conocer. Últimamente se han implementado variantes de este método que han mejorado sustancialmente el alcance y exactitud de estas mediciones.

### Óhmetro de baja resistencia

También conocido como microóhmetro, milióhmetro u ohmímetro, es un instrumento que usa dos circuitos internos de medición, el cual una fuente inyecta una corriente en la muestra de prueba y se mide la magnitud de la corriente, mientras dos puntas de prueba miden el potencial a través de la muestra. El instrumento entonces hace cálculos internos para determinar la resistencia de la muestra de la prueba. Una entrada de alta corriente es una de las características que califican un verdadero óhmetro de baja resistencia.

Los multímetros genéricos no suministran suficiente corriente para dar una indicación confiable de las capacidades de conducción de corriente de juntas, soldaduras, ligaduras y similares bajo condiciones reales de operación.



Óhmetro de Baja Resistencia

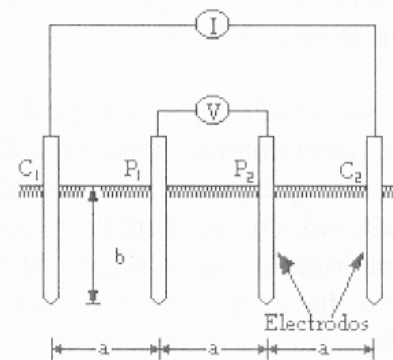
El estudio de circuitos eléctricos se originó en 1827

Por Georg Simon Ohm

### Terrómetro

También conocido como telurómetro o medidor de tierra de cuatro terminales, son utilizados para medir la resistividad del suelo para aplicaciones como para indicar el grado de corrosión de tuberías subterráneas ya que los lugares con resistividad baja tienden a incrementar la corrosión. Los equipos de mayor uso son del tipo de compensación de equilibrio en cero y el de lectura directa.

El principio básico de este método es la inyección de una corriente directa o baja frecuencia a través de la tierra entre dos electrodos C1 y C2 mientras que el potencial que aparece se mide entre dos electrodos P1 y P2, estos electrodos están enterrados en línea recta y a igual separación entre ellos.



**Terrómetro**

La razón  $V/I$  es conocida como la resistencia aparente. La resistividad aparente del terreno es una función de esta resistencia y de la geometría del electrodo.

### Hipot

Pruebas de hipot o de alto potencial, estas pruebas son aplicadas al aislamiento de los distintos equipos eléctricos con el fin de evaluar la condición de aislamiento.

Este tipo de prueba es de carácter destructivo, vale decir, que el aislamiento del equipo se considerará en buenas condiciones si no sufre ruptura con la aplicación de una prueba de hipot. La metodología de este tipo de pruebas consiste en aplicar una tensión alterna o continua de magnitud superior al valor nominal de tensión del equipo, en el aislamiento a tierra, durante un período de tiempo que, por lo general, varía entre 1 y 30 minutos, dependiendo del equipo eléctrico a probar.



**Hipot**

Las pruebas de alto potencial con corriente alterna (prueba de hipot c.a.), consisten en la aplicación de una tensión alterna a frecuencia industrial (50 a 60 Hz) al aislamiento de cables, transformadores, máquinas rotativa y condensadores de potencia. Representa de manera más fidedigna los esfuerzos eléctricos.

*Puntas de prueba de alta calidad*

**Mejora la medición para las corrientes de fuga que se desarrollan por el aislamiento bajo prueba**

<b>Ventajas del tipo de corriente eléctrica en Hipot</b>	
<b>c.a.</b>	<b>c.c.</b>
La forma de onda y la frecuencia de la tensión aplicada representan de manera más fidedigna los esfuerzos eléctricos que debería ser capaz de soportar un equipo determinado en c.a.	El equipo es de tamaño reducido, liviano y de bajo costo, esto favorece la aplicación en campo.
La fuente de tensión puede emplearse para la aplicación de otras pruebas como la medición del factor de disipación y detección de descargas parciales.	Aparte de la información de la medición de aislamiento se pueden determinar el índice de polarización.
<b>Desventajas del tipo de corriente eléctrica en Hipot</b>	
El equipo de prueba es de gran tamaño, costoso y pesado, usualmente no es utilizado en campo.	La tensión continua no representa de manera fidedigna los esfuerzos eléctricos en el aislamiento de equipos de corriente alterna.
Esta prueba entrega escasa información adicional que permita hacer un diagnóstico más detallado del aislamiento bajo prueba.	En el caso de generadores, la aplicación de tensiones continuas provoca una trayectoria a tierra de baja impedancia, situación que puede sobrecargar la fuente de tensión de c.c.

**¿Qué se debe considerar al seleccionar un medidor de aislamiento eléctrico?**

- a) La composición eléctrica de los objetos que se van a probar (los motores y los transformadores se pueden probar por fuga entre los embobinados, se omite la fuga a tierra),
- b) Los efectos posibles de fuga superficial (los alambres y los cables pueden llevar corriente a través de la superficie, por la suciedad y la humedad, así como a través del material aislante),
- c) El grado al que se deben analizar los resultados (los objetos “malos”, ¿simplemente se van a reemplazar o a descartar, o será necesario localizar fallas para posible reparación?),
- d) Los objetivos de prueba (las verificaciones básicas de la instalación generalmente no requieren una guarda).

**APLICACIONES**

Es importante recalcar que la medición de aislamiento eléctrico es muy específica para cada aplicación determinada puesto que influye el tipo de carga, tensión y aplicación; ya que la mayoría de estas pruebas esta bajo cumplimiento de normas para la operación de dicho equipo, sistema ó cables; como ejemplo ver los títulos considerados en la referencias. Algunas aplicaciones en la medición de resistencia de aislamiento independientemente del equipo y método utilizado son en: la fabricación de máquinas rotativas, pruebas, mantenimiento, operación de transformadores, motores, cables de comunicación, componentes electrónicos, subensambles, cableado residencial, electrodomésticos, herramienta de potencia.

**Resistividad**

Resistencia que ofrece al paso de la corriente un cubo de terreno de un metro por lado

$\Omega \cdot m$

Sensibilidad	Tensión (min – max)	Aparato	Requerimiento de Prueba
1 G $\Omega$	500 V ... 1 000 V	Cable de potencia de 15 kV y menor, cableado residencial, motores pequeños, electrodomésticos, herramienta de potencia	Baja tensión con bajos requerimientos de sensibilidad, solución de problemas básicos para continuidad.
1 T $\Omega$	500 V ... 10 kV	Específicamente maquinaria rotativa con valores nominales >12 kV Generalmente cualquier equipo pesado con valores nominales de alta tensión.	Prueba de tensión escalonada y PI (índice de polarización).

**TRAZABILIDAD**

El aseguramiento de las mediciones de aislamiento eléctrico, se logra a través de resistencias de alto valor, que pueden ser de un elemento resistivo fijo o constituir una caja de resistencias con un conjunto de estos valores resistivos. Sus características más importantes, junto a su valor y exactitud, son: coeficiente de temperatura y coeficiente de tensión. Ejemplificando el método de calibración del megaóhmmetro se tienen que realizar dos pruebas una de su salida de tensión y la de medición de resistencia de aislamiento.

**REFERENCIAS**

Dwight, H. B. AIEE(IEEE) Vol. 35. (1936). Calculation of Resistance to Ground. AIEE, Association Institute of Electrical Engineers.

EEl. (1965). V Electrical Metermen’s Handbook. Tercera edición. EEl, Edison Electric Institute.

IEC 34-18-1. (1992). Functional evaluation of insulation systems for rotating electrical machines. First edition 1992-02. IEC, International Electrotechnical Commission.

IEC 60-1. (1999). High-voltage test techniques. Part 1: General definitions and test requirements. Second edition 1999-11. IEC, International Electrotechnical Commission.

IEC 60137. (2003). Insulated bushings for alternating voltage above 1000 V. Fifth edition 2003-08. IEC, International Electrotechnical Commission.

IEC 60664-1. (2002). Insulation coordination for equipment within low-voltage systems. Edition 1.2, 2002-06. IEC, International Electrotechnical Commission.

IEEE 43. (2000). IEEE Recommended Practice for Testing Insulation Resistance of Rotating Machinery. IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers.

IEEE 113. (1985). Guide on Test Procedures for DC Machines. IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers.

Megger. (2004). Equipos de Medición y Pruebas Eléctricas. Edición 2004.