

## Qué se entiende como prueba de resistencia de aislamiento

Por: Chauvin Arnoux

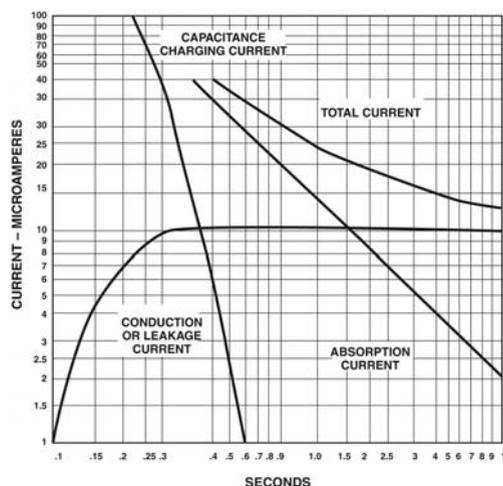
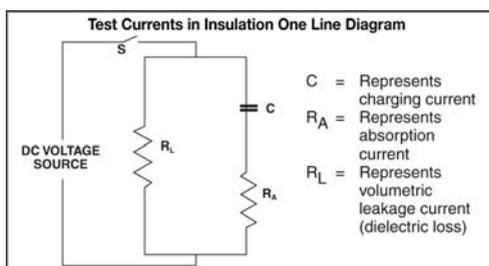
¿Por qué tener un programa de prueba del aislamiento?

Se recomienda un programa regular para probar la resistencia de aislamiento, para prevenir shocks eléctricos, para asegurar la seguridad del personal y para reducir o para eliminar tiempos muertos. Ayuda a detectar el deterioro del aislamiento, para programar el trabajo de reparación por ejemplo: limpieza a vapor, rebobinado, aspirar.

Es también provechoso para la evaluación de la calidad de las reparaciones antes de poner el equipo nuevamente en funcionamiento.

¿Qué causa la falta del aislamiento?

Algunas de las causas más comunes de la falta del aislamiento incluyen: calor o frío excesivo, humedad, suciedad, vapores corrosivos, aceite, vibración, envejecimiento y cableado mellado.



¿Qué pruebas se utilizan para detectar la deterioración del aislamiento?

Hay numerosas pruebas de mantenimiento para determinar la calidad del aislamiento. Las tres pruebas discutidas aquí se utilizan sobre todo para probar el aislamiento de motores, de generadores y de transformadores.

¿Qué equipo es necesario para realizar las pruebas de la resistencia del aislamiento?

- Megohmmetro con una función sincronizada de la prueba.
- Indicador de la temperatura.
- Humidímetro (no es necesario si la temperatura del equipo está sobre el punto de condensación).

Mediciones de corriente de aislación

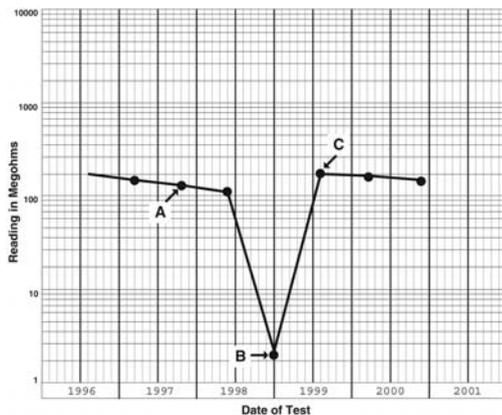
La corriente en el cuerpo de la aislación es la suma de tres componentes.

- Corriente de carga de la capacitancia.
- Corriente de la absorción.
- Corriente de la salida o de la conducción

Lecturas de la resistencia del aislamiento

Las lecturas dependen del tiempo.

- Al comienzo, la capacitancia es lo que primero se ve.
- En o cercano a un minuto, absorción.



Cuadro 1: Ejemplo de la variación de la resistencia del aislamiento durante años:

En A, se demuestra el efecto del envejecimiento y de la acumulación del polvo por la disminución de valores.

En B, la caída aguda indica falta del aislamiento.

En C, el valor de la resistencia del aislamiento luego de rebobinado el motor.

(1) La temperatura del punto de condensación es la temperatura en la cual el vapor de la humedad en el aire condensa como líquido.

■ En 10 minutos, la lectura es principalmente corriente de salida.

Estas lecturas, que varían, son las mejores consideradas en los instrumentos análogos, en los instrumentos digitales o en el movimiento de la aguja en los instrumentos análogos.

## Prueba de lectura del punto

### Método

Para esta prueba, el megóhmetro está conectado a través del aislamiento de las bobinas de la máquina considerada a prueba. Una prueba de voltaje es tomada por un período del tiempo fijo, generalmente 60 segundos, de manera de realizar una lectura. La prueba de lectura del punto debe ser realizada solamente cuando la temperatura de la bobina está sobre el punto de rocío. El operador debe anotar la temperatura de la bobina, de modo que sea posible corregir la lectura a una temperatura baja de 20°C.

### Prueba de duración

Para obtener resultados comparables, las pruebas deben ser realizadas en la

misma duración de tiempo. Se toma la lectura, generalmente después de 60 segundos.

## Interpretación de los resultados

La interpretación apropiada de las pruebas de lectura del punto requiere el acceso a los expedientes de resultados de pruebas de lectura anteriores del punto. Para los resultados concluyentes, se debe utilizar solamente los resultados de las pruebas realizadas en el mismo voltaje de la prueba para la misma cantidad de tiempo, y bajo condiciones similares de temperatura y humedad. Estas lecturas se utilizan para trazar una curva de la historia de la resistencia de aislamiento. Una curva que muestra una tendencia a bajar, indica generalmente una pérdida de resistencia del aislamiento debido a las condiciones desfavorables por ejemplo: humedad, acumulación del polvo, etc. Una caída aguda indica una falta del aislamiento. Véase el cuadro 1.

## Tiempo-Resistencia, método de prueba

Este método es bastante independiente de la temperatura y a menudo puede dar la información concluyente sin los expedientes de últimas pruebas. Se basa en el efecto de la absorción del buen aislamiento comparado al del aislamiento húmedo o contaminado.

Simplemente se toman las lecturas sucesivas en los momentos específicos y se observan las diferencias en lecturas (véase las curvas, el cuadro 2). Las pruebas con este método se refieren a veces como pruebas de la absorción.

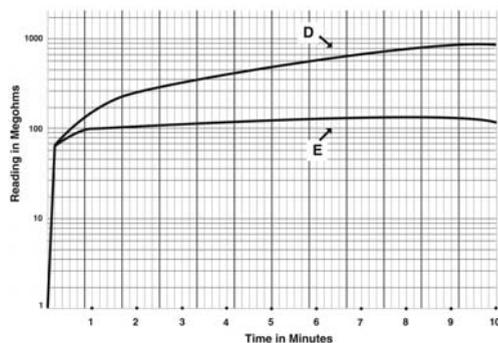
El buen aislamiento demuestra un aumento continuo de resistencia (véase la curva D) durante un periodo de tiempo (en orden de 5 a 10 minutos). Esto es causado por la absorción; el buen aislamiento muestra este efecto de la carga sobre un período mucho más largo que

el tiempo requerido para la carga de la capacitancia de aislamiento.

Si el aislamiento contiene la humedad o contaminantes, el efecto de la absorción es enmascarado por una corriente alta de la salida que permanece en un valor bastante constante -guardando un punto bajo de lectura de la resistencia ( $R = E/I$ ) (véase la curva E).

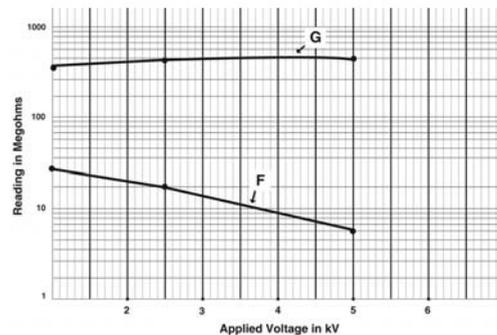
La prueba de tiempo-resistencia es de valor porque es independiente del tamaño del equipo. El aumento en la resistencia para el aislamiento limpio y seco ocurre de manera semejante si un motor es grande o pequeño. Se pueden comparar varios motores y establecer los estándares para los nuevos, sin importar los caballos de fuerza.

El cuadro 2 demuestra cómo una prueba a 60 segundos mostraría el buen y mal aislamiento. Cuando el aislamiento está en buena forma, la lectura a 60 segundos es más alta que la lectura a 30 segundos.



Cuadro 2: Curva absorción de la prueba de conductividad en el motor de 350 HP: La curva D indica un buen aislamiento con un índice excelente de la polarización de 5. La curva E indica un problema potencial. El índice de la polarización es solamente 140/95, ó 1.47.

(2) La norma 43-2000 de IEEE, "recomienda la prueba de resistencia de aislamiento para maquinaria que rota". Disponible del instituto de Electrical and Electronics Engineers, Inc., St. de 345 E. 47.os, Nueva York, NY 10017.



Antes y después de reparado

La curva F muestra una tendencia baja de aislamiento mientras se aumenta el voltaje de la prueba. Esto indica un problema potencial con el aislamiento. La curva G demuestra el mismo equipo luego de que ser reparado.

Otra ventaja de estas dos lecturas de prueba es que da un cuadro más claro, aun cuando una "lectura del punto" dice que el aislamiento está bien.

La prueba de Tiempo-resistencia en una maquinaria eléctrica grande -especialmente con alto voltaje de funcionamiento- requiere altos valores de resistencia de aislamiento y un voltaje muy constante en la prueba. Un megóhmetro resistente responde a esta necesidad.

Semejantemente, tal instrumento se adapta mejor para cables, bujes, transformadores y el dispositivo de distribución.

Métodos de prueba - cociente dieléctrico de la absorción de las pruebas Tiempo-Resistentes (DAR)

- El cociente de 60 segundos/30 segundos.
- Menos de 1 = fallado.
- 1.0 a 1.25 = ACEPTABLE.
- 1.4 a 1.6 = excelente.

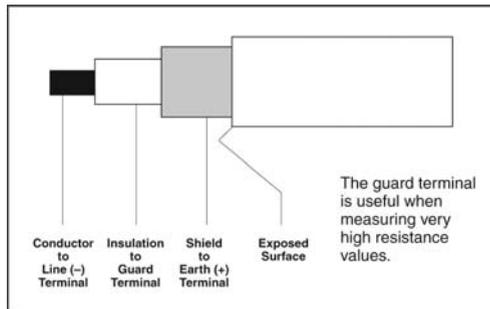
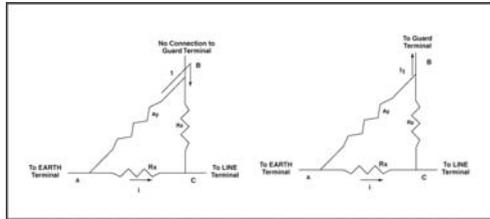
Nota: Esta prueba no es de uso general.

Prueba de voltaje a pasos

Método

En esta prueba, el operador aplica dos o más pruebas de voltajes en pasos. El cociente recomendado para los pasos de voltaje de la prueba es 1 a 5. En cada

# artículo técnico



paso, la prueba de voltaje debe ser solicitada en la misma magnitud de tiempo, generalmente 60 segundos. El uso de voltaje creciente crea tensiones eléctricas en las grietas internas del aislamiento. Esto puede revelar el envejecimiento y el daño físico incluso en el aislamiento relativamente seco y limpio que no habría sido evidente en tensiones más bajas.

## Duración de la prueba

En una serie de "pasos," cada paso dura 60 segundos.

## Interpretación de los resultados

Compare las lecturas tomadas en diversos niveles voltaicos, buscando cualquier reducción excesiva de los valores de la resistencia de aislamiento en los niveles voltaicos más altos. El aislamiento que es a fondo seco, limpios, y sin daño físico deben proporcionar los mismos valores de la resistencia a pesar de cambios en niveles voltaicos de la prueba. Si los valores de la resistencia disminuyen substancialmente cuando son probados en niveles voltaicos más altos, éstos sirven como advertencia que la calidad del aislamiento puede deteriorarse o agrie-

tarse debido a la suciedad, humedad, envejecimiento, etc.

## Índice de polarización (PI) = Lectura de 10 minutos

### Lectura de 1 minuto

La norma IEEE 43-2000 enumera los valores mínimos siguientes para el índice de polarización para las máquinas que rotan para CA y para C.C.:

Clase A: 1.5    Clase B: 2.0    Clase C: 2.0

## Uso del protector en el terminal

El protector del terminal es útil al medir valores muy altos de resistencia.

## ¿Qué voltaje debe ser utilizado en la prueba?

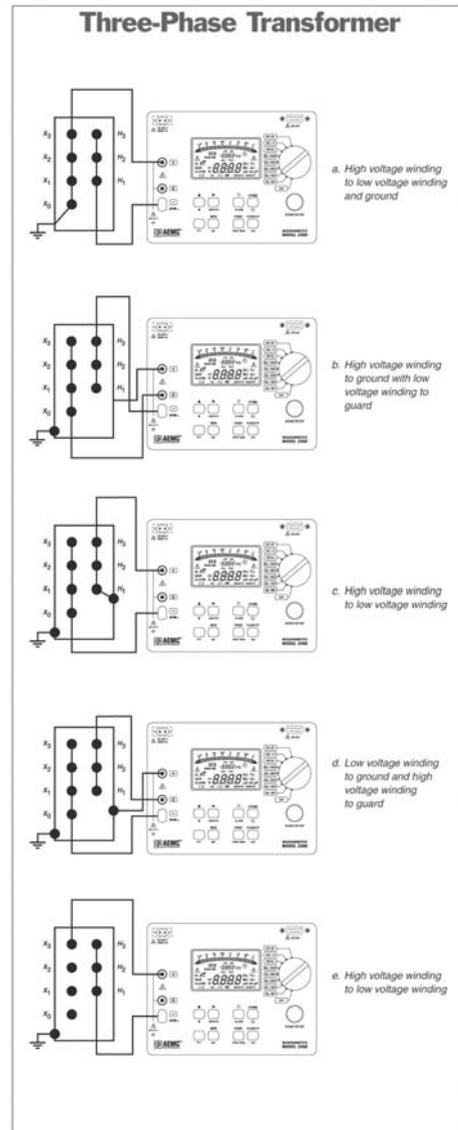
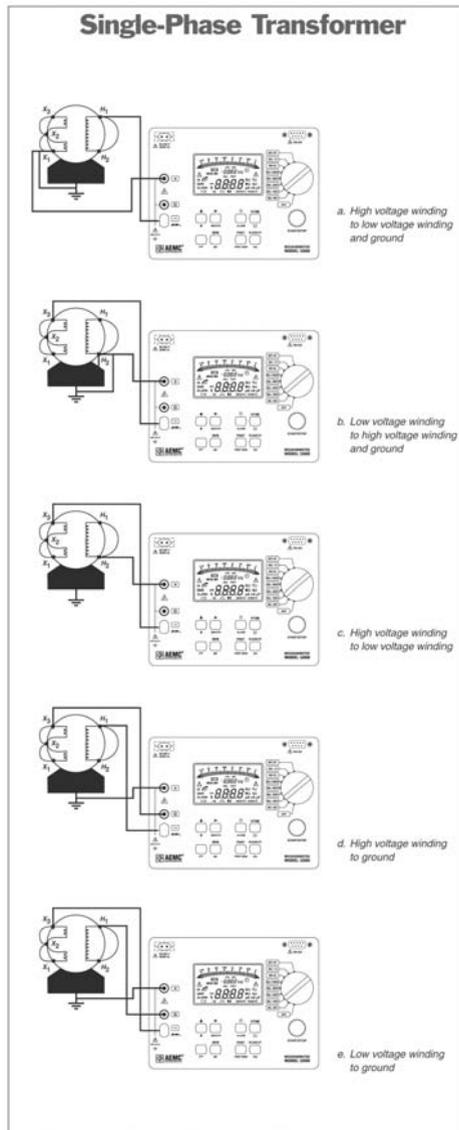
Hay dos escuelas de pensamiento con respecto al uso de voltaje para probar el aislamiento. El primero se aplica al equipo o al cable nuevo y se puede utilizar CA ó CC para la prueba.

Cuando se utiliza CA, es 2 x lo indicado en la placa de identificación + 1000.

Cuando se utiliza el voltaje de C.C. (más comúnmente como son fabricados los megóhmómetros hoy) la regla es simple 2 x el voltaje indicado en la placa de identificación, excepto cuando se utilice alto voltaje. Ver la cuadro de abajo para los valores sugeridos.

Grado del equipo/del cable	Prueba voltaje CC
24 a 50V	50 a 100VDC
50 a 100V	100 a 250VDC
100 a 240V	250 a 500VDC
440 a 550V	500 a 1000VDC
2400V	1000 a 2500VDC
4100V	1000 a 5000VDC

Siempre es recomendable contactar al fabricante de equipos originales para obtener la recomendación para usar el voltaje apropiado al probar el equipo.



## Ventajas de la prueba en C.C.

- Equipo de prueba en tamaño y peso más ligero.
- No destructivo.
- Los datos históricos pueden ser compilados.

## Prueba del transformador

Los transformadores se prueban en o sobre el voltaje clasificado para estar seguros que no hay fugas a tierra o entre las bobinas. Esto se realiza con el transformador totalmente desconectado

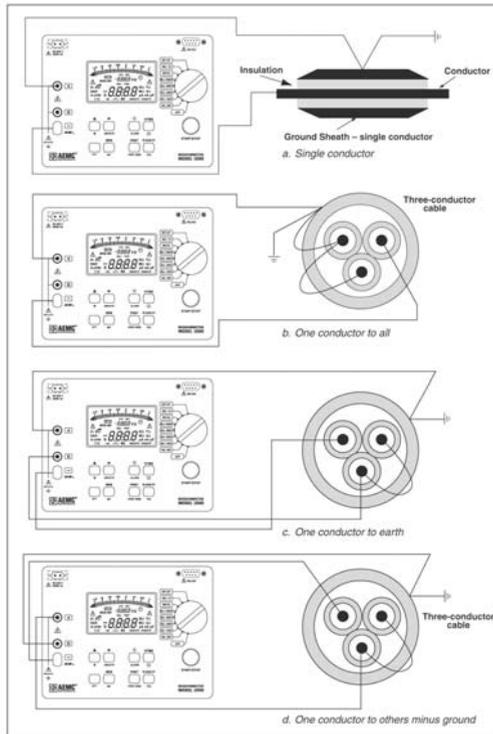
de la línea y de la carga. Sin embargo, la tierra no debe ser quitada.

## Transformador monofásico

Las 5 pruebas siguientes y los diagramas eléctricos correspondientes muestran las pruebas de un transformador monofásico. Dar un plazo por lo menos de 1 minuto para cada prueba o hasta que la lectura se establezca.

- Bobina de alto voltaje a la bobina de bajo voltaje y tierra.
- Enrollamiento de la bobina de baja

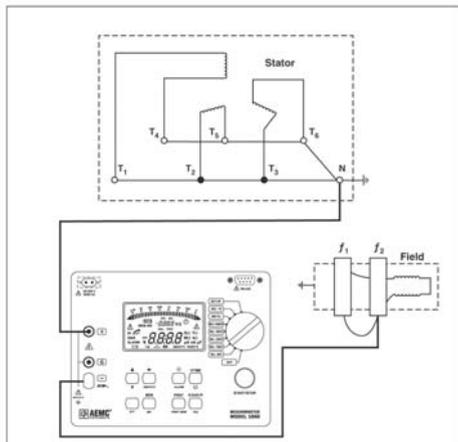
# artículo técnico



- tensión al enrollamiento de la bobina de alto voltaje y tierra.
- c. Bobina de alto voltaje a la bobina de bajo voltaje.
- d. Bobina de alto voltaje a tierra.
- e. Bobina de baja tensión a tierra.

## Transformador trifásico

Las 5 pruebas siguientes y los diagramas eléctricos correspondientes muestran las pruebas de un transformador trifásico.



- a. Bobina de alto voltaje a la bobina de baja tensión y tierra.
- b. Bobina de alto voltaje a tierra con la bobina de la baja tensión y el protector.
- c. Bobina de alto voltaje a la bobina de la baja tensión.
- d. Bobina de baja tensión a tierra y bobina de alto voltaje con protector.
- e. Bobina de alto voltaje a la bobina de la baja tensión.

## Toma de medición de cable

Los transformadores se prueban en o sobre el voltaje clasificado para estar seguros que no hay fugas a tierra o entre las bobinas. Esto se realiza con el transformador totalmente desconectado de la línea y de la carga. Sin embargo, la tierra no debe ser quitada.

## Un solo conductor

Conectar según las indicaciones del diagrama

- a. Conductor a línea (-) el terminal y la envoltura para conectar a tierra (+)

## Multi-Conductor

- a. Solo conductor
- b. Un conductor para todos
- c. Un conductor para conectar tierra
- d. Un conductor para otros menos tierra.

## Prueba de motor y generador

Antes de probar lo dicho más arriba levantar las escobillas del rotor, poner a tierra el terminal del arrancador y carcasa del motor. Descargar el devanado inductor poniendo a tierra. Después quitar el devanado inductor de la tierra y conectar con (-) la línea conexión en el megóhmetro. Conectar (+) el terminal positivo a tierra. El diagrama muestra la conexión para probar el campo de aislamiento de la resistencia. La bobina del estator puede también ser medida de manera similar.

Más información:

[www.aemc.com](http://www.aemc.com)