

Resistencia de Aislación

Definición técnica:

La resistencia de aislación es la oposición que ofrece un material dieléctrico (aislante) al paso de corriente eléctrica entre dos puntos conductores separados por dicho material. Se mide normalmente entre los conductores activos y tierra o entre conductores entre sí, cuando el circuito está desenergizado.

Este parámetro es fundamental para evaluar el estado de integridad del aislamiento eléctrico de cables, bobinas de motores, transformadores y otros componentes eléctricos. Una resistencia de aislación elevada indica un buen estado del aislamiento, mientras que una resistencia baja puede ser indicio de humedad, suciedad, envejecimiento del material o fallas incipientes.

La medición se realiza utilizando un instrumento llamado **megóhmetro**, que aplica una tensión continua elevada (usualmente entre 250 V y 1000 V, o más, dependiendo del equipo a evaluar) y mide la corriente de fuga para calcular la resistencia, expresada en megaohmios ($M\Omega$).

Importancia:

- Previene descargas eléctricas y cortocircuitos.
- Aumenta la confiabilidad y vida útil de los equipos eléctricos.
- Es un indicador clave en planes de mantenimiento predictivo y preventivo.

Valores de Referencia para la Resistencia de Aislación

Los valores mínimos aceptables de resistencia de aislación pueden variar según la norma aplicada, el tipo de instalación y la tensión de servicio. Sin embargo, hay criterios generalmente aceptados en la práctica profesional:

1. Norma general de referencia:

Una regla común es la del “**mínimo 1 $M\Omega$ por cada 1000 V**” de tensión nominal del sistema, con un mínimo absoluto de **1 $M\Omega$** , aplicable a sistemas de baja tensión.

2. Valores orientativos según aplicación:

Aplicación	Tensión de prueba	Valor mínimo aceptable
Cables de baja tensión (<1000 V)	500 V CC	> 1 MΩ (idealmente > 100 MΩ en nuevos)
Motores de baja tensión	500–1000 V CC	> 1 MΩ (mínimo); > 10 MΩ (recomendado)
Motores de media tensión (3,3 – 13,8 kV)	2500 – 5000 V CC	> 100 MΩ (mínimo); > 1000 MΩ (ideal)
Transformadores de potencia	Según normas IEC/IEEE	> 100 MΩ a varios GΩ
Instalaciones eléctricas nuevas (IRAM 2183)	500 V CC	> 0,5 MΩ por circuito

⚠ **Nota:** Valores menores pueden indicar presencia de humedad, contaminantes o envejecimiento del aislamiento.

3. Consideraciones importantes:

- **Temperatura:** La resistencia disminuye con el aumento de la temperatura del aislamiento. Se recomienda normalizar las mediciones a **20 °C** para comparar.
- **Duración de la prueba:** Normalmente se toma el valor al minuto. Algunos equipos permiten registrar el **índice de polarización (IP)**, comparando valores a 1 minuto y a 10 minutos, útil para motores y transformadores.

Principales Causas de Problemas en la Aislación Eléctrica

La aislación eléctrica es fundamental para el funcionamiento seguro y eficiente de cualquier sistema eléctrico. Su degradación puede provocar fugas de corriente, cortocircuitos, descargas eléctricas y fallas de producción. A continuación, se detallan las causas más frecuentes de deterioro o falla de los materiales aislantes:

1. Humedad

- El agua es uno de los principales enemigos del aislamiento eléctrico.
- La absorción de humedad por parte del material dieléctrico reduce su resistencia eléctrica y favorece la aparición de **camino conductivos superficiales** o internos.

- Muy común en ambientes tropicales o húmedos, o en equipos sin mantenimiento adecuado.
-

2. Contaminación superficial

- Polvo, hollín, sales, aceites o químicos que se depositan sobre la superficie del aislante pueden formar una **película conductora**, especialmente en condiciones de humedad.
 - Frecuente en industrias, zonas costeras o entornos agrícolas.
-

3. Envejecimiento térmico

- La exposición prolongada a **altas temperaturas** acelera la degradación del material aislante, reduciendo sus propiedades dieléctricas.
 - Es un factor común en motores, transformadores y cables que operan cerca de sus límites térmicos.
-

4. Sobretensiones

- Las **descargas atmosféricas** (rayos) o las **sobretensiones transitorias internas** (maniobras de conmutación, fallas) pueden perforar o degradar el aislamiento.
 - Incluso si no hay daño inmediato, pueden causar micro fisuras internas que se agravan con el tiempo.
-

5. Daños mecánicos

- Cortes, abrasiones o aplastamientos durante la instalación o mantenimiento pueden afectar físicamente la aislación.
 - También pueden producirse por vibraciones o movimientos mecánicos repetitivos.
-

6. Defectos de fabricación o instalación

- Aislación insuficiente, aplicación incorrecta del material o empalmes mal realizados pueden comprometer el sistema desde su origen.
- Ejemplo: cables mal terminados, empalmes sin cintas adecuadas, tubos termo contraíbles mal aplicados.

7. Acción de roedores o insectos

- En muchas instalaciones industriales o rurales, es común que roedores dañen los aislamientos de los cables, exponiendo conductores y generando riesgos.
-

8. Descargas parciales

- Fenómeno de micro descargas que ocurre dentro del material aislante o en defectos de la superficie.
- Son un **indicador temprano** de deterioro del aislamiento, especialmente en equipos de media y alta tensión.

Medición de Resistencia de Aislación

- **Resistencia de aislación:** Se mide con un megóhmetro para verificar el estado del aislamiento de cables y motores. Valores bajos indican deterioro o fugas eléctricas.

Causas principales:

-  Humedad
-  Contaminación superficial
-  Envejecimiento térmico
-  Sobretensiones
-  Daños mecánicos
-  Defectos de instalación
-  Daños por animales
-  Descargas parciales

Megóhmetro

Definición técnica:

El **megóhmetro** es un instrumento de medición diseñado para determinar la **resistencia de aislación eléctrica** entre conductores activos y tierra, o entre diferentes conductores. A diferencia de un multímetro convencional, el megóhmetro aplica una **tensión continua elevada** (desde 250 V hasta 5.000 V o más, dependiendo del modelo) para forzar una pequeña corriente de fuga a través del material aislante y medir la resistencia en **megaohmios (MΩ)** o incluso **gigaohmios (GΩ)**.

¿Cómo funciona?

1. Aplica una **tensión de prueba** constante.
2. Mide la **corriente de fuga** que circula a través del aislamiento.
3. Calcula la **resistencia de aislación** con la ley de Ohm:

$$R = U/I$$

Usos comunes:

- Verificación del estado de aislación de cables eléctricos.
- Pruebas de motores, generadores, transformadores.
- Control de calidad de instalaciones eléctricas nuevas.
- Mantenimiento preventivo en la industria.

Tipos de megóhmetro:

- **Manual:** Con generador de manivela (más antiguos).
- **Digital portátil:** Alimentado por baterías, con pantalla.
- **Industrial o de laboratorio:** Más precisos y con registros automáticos.

Procedimiento de medición de resistencia de aislación con megóhmetro

1. Asegurar condiciones seguras

- Verificar que la **instalación esté fuera de servicio y totalmente desenergizada**.
- Confirmar con un **detector de tensión** que no hay tensión presente.
- **Descargar** cualquier carga acumulada (capacitores, cables largos) a tierra.

2. Preparar el megóhmetro

- Seleccionar la **tensión de prueba adecuada**:
 - 250 V para circuitos electrónicos o de baja sensibilidad.
 - 500 V para circuitos de baja tensión (< 1000 V).
 - 1000 V o más para motores o cables de media tensión.

3. Conexión del instrumento

- Conectar una punta de prueba a **uno de los conductores activos** (fase o neutro).
- Conectar la otra punta a:
 - **Tierra** (para medir resistencia entre conductor y tierra), o
 - **Otro conductor** (para medir entre fases o entre fase y neutro).

Importante: Durante esta prueba, **los interruptores deben estar cerrados** y **los circuitos deben estar completos**, para evaluar la aislación total.

4. Realizar la medición

- Activar el megóhmetro y mantener la prueba durante al menos **1 minuto** (práctica estándar).
- Leer el valor de resistencia que se muestra (en $M\Omega$ o $G\Omega$).

5. Interpretar resultados

- Un valor **alto** (mayor a $1 M\Omega$ o más, según norma) indica una buena aislación.
- Un valor **bajo** (por debajo del mínimo permitido) indica posible **humedad, contaminación, daño mecánico o envejecimiento del aislamiento**.

Ejemplo práctico:

Circuito eléctrico de un taller trifásico (380 V)

- Se mide entre fases y tierra con 500 V de prueba.
- Resultado:
 - Fase 1 – Tierra: 75 MΩ
 - Fase 2 – Tierra: 64 MΩ
 - Fase 3 – Tierra: 72 MΩ

Interpretación: Valores aceptables, buena aislación.

Consideraciones adicionales:

- No realizar la medición si hay **cargas conectadas** (puede dañarlas).
- Las **condiciones ambientales** (humedad, temperatura) pueden afectar los resultados.
- Ideal realizar estas mediciones como parte de **mantenimiento preventivo periódico**.

Actividad

A). Definición y conceptos básicos

Comprensión de conceptos

Objetivo: Comprender el concepto técnico de resistencia de aislación.

Consigna:

1. Definí con tus propias palabras qué es la resistencia de aislación.
2. Explica por qué es importante medirla en sistemas eléctricos.
3. Indica con qué unidad se mide y por qué no se usa un multímetro común para esta tarea.

B). Valores de referencia

Análisis técnico

Objetivo: Conocer y aplicar los valores normativos mínimos de aislación.

Consigna:

1. Investiga cuáles son los valores mínimos aceptables de resistencia de aislación para:
 - Cables de baja tensión (< 1000 V)
 - Motores trifásicos de 380 V
 - Tableros eléctricos nuevos
 2. Analiza por qué un valor inferior a 1 MΩ puede representar una situación de riesgo.
 3. ¿Qué factores ambientales pueden justificar valores menores sin ser una falla definitiva?
-

C). Causas de fallas de aislación

Clasificación y análisis de causas

Objetivo: Identificar las causas comunes de deterioro de la aislación.

Consigna:

1. Elabora un cuadro que clasifique las causas de fallas de aislación en:
 - Ambientales
 - Mecánicas
 - Eléctricas
 - De instalación
2. Asocia cada causa con un ejemplo real en una instalación industrial o domiciliaria.
3. ¿Qué tipo de fallas se podrían evitar con buen mantenimiento preventivo?

D). Falla crítica o de parada total

Aplicación de conceptos

Objetivo: Comprender el impacto de una falla de aislación crítica.

Consigna:

1. Explica qué es una falla crítica en términos de ingeniería eléctrica.
2. Redacta un caso hipotético de una falla de aislación que detiene completamente una línea de producción.
3. Indica qué medidas inmediatas deberían tomarse en ese caso.

E). El megóhmetro

Investigación técnica

Objetivo: Comprender el funcionamiento y uso del megóhmetro.

Consigna:

1. Describí cómo funciona un megóhmetro y qué lo diferencia de un multímetro.
 2. Hace un esquema con sus partes principales y función de cada una.
 3. ¿Qué tensiones de prueba se usan según el tipo de instalación?
-

F). Procedimiento de medición

Procedimiento técnico

Objetivo: Aprender a aplicar correctamente una prueba de aislación.

Consigna:

1. Enumera y describí los pasos necesarios para medir la resistencia de aislación de un circuito con megóhmetro.
 2. Dibuja un circuito simple (tablero con tres fases y tierra) e indicá cómo conectar el megóhmetro.
 3. ¿Qué precauciones de seguridad deben tomarse antes y durante la medición?
-

G). Actividad integradora final

Trabajo práctico de reflexión técnica

Objetivo: Aplicar todo lo aprendido en un caso realista.

Consigna:

Un taller industrial presenta fallas recurrentes en los disyuntores y al realizar una inspección preliminar se observa humedad en cajas de paso y olores a quemado en un motor de 7,5 kW.

1. Propone un plan de medición con megóhmetro para verificar la aislación.
2. Indica qué valores serían considerados normales y cuáles indicarían falla.
3. Elabora un informe técnico breve (1 carilla) recomendando acciones correctivas.