

ABB Electrificación España

Equipo de Sales Support / Soporte Técnico BT

Nota Técnica:

Verificación de las propiedades dieléctricas del cuadro eléctrico de baja tensión con interruptores automáticos.

V1-032024

Entre las principales características de rendimiento (verificaciones de diseño) de un cuadro eléctrico de baja tensión, además de la resistencia térmica y a cortocircuitos, se encuentra la verificación de las propiedades dieléctricas.

Tanto el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) como la norma IEC (IEC 61439 y IEC 60947) indican las verificaciones y ensayos dieléctricos a realizar conforme a la tensión de aislamiento (U_i), a la tensión soportada a impulsos (U_{imp}) y a la resistencia de aislamiento.

1. Prueba de rigidez dieléctrica. Consideraciones generales.

Según la normativa IEC 61439 [2] [3] y IEC 60947 [4a] [4b] y el REBT [13], en el apartado 2.9 (Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica), la rigidez dieléctrica de una instalación ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ voltios a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1.500 voltios.

Este ensayo se realizará para cada uno de los conductores incluido el neutro o compensador, con relación a tierra y entre conductores, salvo para aquellos materiales en los que se justifique que haya sido realizado dicho ensayo previamente por el fabricante.

Durante este ensayo los dispositivos de interrupción se pondrán en la posición de "cerrado" y los cortacircuitos instalados como en servicio normal.

Las corrientes de fuga no serán superiores para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

Esta prueba con corriente alterna a una frecuencia de 50 Hz permite definir la tensión nominal de aislamiento U_i . La prueba se realiza en dos fases, tanto con los circuitos principales como los circuitos auxiliares, una vez desconectada la alimentación y el lado de carga de todos los circuitos activos. En lo referido a los circuitos principales, se han definido dos procedimientos distintos para la aplicación de la tensión de prueba:

- 1ª prueba: en primer lugar, en todos los circuitos activos cortocircuitados entre ellos y la envolvente puesta a tierra.

- 2ª. Prueba: a continuación, cada polo principal respecto a los demás polos cortocircuitados entre ellos y la envolvente puesta a tierra.

Una vez desconectado el cuadro tanto en el lado de suministro como en el de carga, se aplica la tensión de prueba con todos los aparatos de protección y maniobra cerrados o bien se aplica sucesivamente la tensión de prueba a los distintos circuitos del cuadro.

Para esta prueba puede utilizarse un generador de tensión a frecuencia industrial (dielectrometro). La prueba queda superada si al aplicar la tensión no se produce ninguna perforación o cortocircuito con emisión de chispas.

Como norma general, deberán desconectarse todos los dispositivos que consuman corriente (bobinados, fuente de alimentación, instrumentos de medición, módulos de medición, interruptores diferenciales, etc.) que pudieran resultar dañados por la aplicación de la tensión de prueba.

Nota importante en el caso concreto de los interruptores automáticos:

Además, todos los accesorios de los interruptores automáticos conectados directamente a la red deben ser desconectados (bobinas de mínima tensión, bobinas de apertura, bobinas de cierre, módulos de medición, mando a motor, etc.).

Para más información y estudios en profundidad sobre las recomendaciones y las operaciones a realizar con dispositivos y accesorios ABB, deben consultarse los manuales técnicos correspondientes (ver el apartado de documentación de referencia).

2. Ensayo de la resistencia del aislamiento.

Según la normativa IEC 61439 [2] [3] y IEC 60947 [4a] [4b] y el REBT [13], en el apartado 2.9 (Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica), las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo en corriente continua (v)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) Muy Baja Tensión de protección (MBTP)	250	≥ 0,25
Inferior o igual a 500 V, excepto caso anterior	500	≥ 0,5
Superior a 500 V	1000	≥ 1,0
Nota: Para instalaciones a MBTS y MBTP, véase la ITC-BT-36		

El aislamiento se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante un generador de corriente continua capaz de suministrar las tensiones de ensayo especificadas en la tabla anterior con una corriente de 1 mA para una carga igual a la mínima resistencia de aislamiento especificada para cada tensión.

Durante la medida, los conductores, incluido el conductor neutro o compensador, estarán aislados de tierra, así como de la fuente de alimentación de energía a la cual están unidos habitualmente. Si las masas de los aparatos receptores están unidas al conductor neutro, se suprimirán estas conexiones durante la medida, restableciéndose una vez terminada ésta.

Cuando la instalación tenga circuitos con dispositivos electrónicos, en dichos circuitos los conductores de fases y el neutro estarán unidos entre sí durante las medidas.

La medida de aislamiento con relación a tierra se efectuará uniendo a ésta el polo positivo del generador y dejando, en principio, todos los receptores conectados y sus mandos en posición «paro», asegurándose que no existe falta de continuidad eléctrica en la parte de la instalación que se verifica; los dispositivos de interrupción se pondrán en posición de "cerrado" y los cortacircuitos instalados como en servicio normal. Todos los conductores se conectarán entre sí incluyendo el conductor neutro o compensador, en el origen de la instalación que se verifica y a este punto se conectará el polo negativo del generador.

Cuando la resistencia de aislamiento obtenida resulte inferior al valor mínimo que le corresponda, se admitirá que la instalación es, no obstante, correcta, si se cumplen las siguientes condiciones:

- Cada aparato receptor presenta una resistencia de aislamiento por lo menos igual al valor señalado por la Norma UNE que le concierna o en su defecto 0,5 MΩ.
- Desconectados los aparatos receptores, la instalación presenta la resistencia de aislamiento que le corresponda.

La medida de la resistencia de aislamiento entre conductores polares se efectúa después de haber desconectado todos los receptores, quedando los interruptores y cortacircuitos en la misma posición que la señalada anteriormente para la medida del aislamiento con relación a tierra. La medida de la resistencia de aislamiento se efectuará sucesivamente entre los conductores tomados dos a dos, comprendiendo el conductor neutro o compensador.

Nota importante: Consideraciones adicionales a la norma general para realizar las pruebas de resistencia de aislamiento con interruptores automáticos ABB con relés electrónicos.

Como parte de los ensayos de rigidez dieléctrica de un cuadro de baja tensión, también se han de realizar pruebas de resistencia de aislamiento del mismo. Para ello, se conecta un megohmetro (interruptor cerrado / prueba realizada entre fases y entre fases y neutro / megohmetro conectado en la parte interruptiva, la más alejada del relé de protección) y se inyecta una tensión de 1000Vdc/1mA y, esperando obtener una medida de resistencia de aislamiento alrededor de 1GOhm.

En general, el caso de que los interruptores automáticos dispongan de partes o componentes electrónicos que consuman corriente (bobinados, fuente de alimentación, instrumentos de medición, módulos de medición, interruptores diferenciales, etc.) se deberían desconectar para que no pudieran resultar dañados por la aplicación de la tensión de prueba.

En el caso de las gamas de interruptores automáticos de las gamas TMax XT que incorporen relés electrónicos (Ekip Touch), estos incluyen una sensorica específica (sensores de tensión) conectada a los polos del equipo (que a su vez se conectarán al embarrado del cuadro) y que no es posible desconectar (no es posible aislarlos de la parte de potencia). Por lo tanto, a la hora de realizar las pruebas de resistencia de aislamiento, la parte de potencia del cuadro estará conectada en paralelo con algunos componentes electrónicos de los interruptores automáticos, por lo que el resultado de la resistencia no será de 1GOhm, sino de algunas decenas de MOhms (la medida en paralelo de la parte de potencia del cuadro con la parte electrónica de los interruptores automáticos).

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), como se indica al principio del punto 2, así como la norma IEC 60947-2 [4b], en el apartado 8.4.6 -Dielectric tests (ed. 5.0), indica que “An insulation resistance test at 500 V d.c. The insulation resistance shall be not less than 1 MΩ at any point”

El caso de los interruptores automáticos de la gama Emax 2 es diferente porque estos sí permiten la desconexión total entre la electrónica de su relé y la parte de potencia del cuadro.

Nota importante: Consideraciones particulares sobre los interruptores automáticos ABB

En relación a qué elementos se han de desconectar en los interruptores automáticos de ABB para realizar los ensayos de resistencia de aislamiento:

- Para las gamas **Tmax T** y **Emax X**, consultar el documento de referencia [1].
- Para la gama **Tmax XT**, consultar los documentos de referencia [5], [6], [7], [8].

	Tmax XT7	Tmax XT5	Tmax XT2 - XT4
Dielectric Test	The Measurement module doesn't need to be disconnected from Ekip Touch (according to the procedure available on the front label) the external sockets must be disconnected from the terminal box	All of the cable connected to the internal or external accessories must be disconnected	All of the cable connected to the internal or external accessories must be disconnected
Isolation Test	The Measurement module must be disconnected from Ekip Touch (according to the procedure available on the front label) and the external sockets must be disconnected from the terminal box. Disconnection to be performed also in the presence of Ekip Touch without Measuring package	All of the cable connected to the internal or external accessories must be disconnected	All of the cable connected to the internal or external accessories must be disconnected

Test The *Measurement* module must be disconnected from Ekip Touch (according to the procedure available on the front label) and the external sockets must be disconnected from the terminal box in the case of phase isolation tests ⁽¹⁾; it is not necessary to disconnect the module in case of dielectric test.

⁽¹⁾ disconnection to be performed also in the presence of Ekip Touch without Measuring package

- Para la gama **Emax 2**, consultar el documento [9], [10], [11], [12].

	Emax 2	
	Module Measurement Enabler (standard)	Module Measurement enabler with voltage sockets
Dielectric Test	The Measurement module doesn't need to be disconnected from Ekip Touch (according to the procedure available on the front label) neither the external sockets need be disconnected from the terminal box	The Measurement module must be disconnected from Ekip Touch (according to the procedure available on the front label) and the external sockets must be disconnected from the terminal box.
Isolation Test	The Measurement module must be disconnected from Ekip Touch (according to the procedure available on the front label) and the external sockets must be disconnected from the terminal box. Disconnection to be performed also in the presence of Ekip Touch without Measuring package	The Measurement module must be disconnected from Ekip Touch (according to the procedure available on the front label) and the external sockets must be disconnected from the terminal box.

Test The Measurement module must be disconnected from Ekip Touch (according to the procedure available on the front label) and the external sockets must be disconnected from the terminal box in the following cases:

Test	Module Measurement enabler ⁽¹⁾	Module Measurement enabler with voltage sockets
Dielectric test		x
Isolation between phases	x	x

⁽¹⁾ disconnection to be performed also in the presence of Ekip Touch without Measuring package

3. Prueba de tensión soportada a impulsos: consideraciones generales

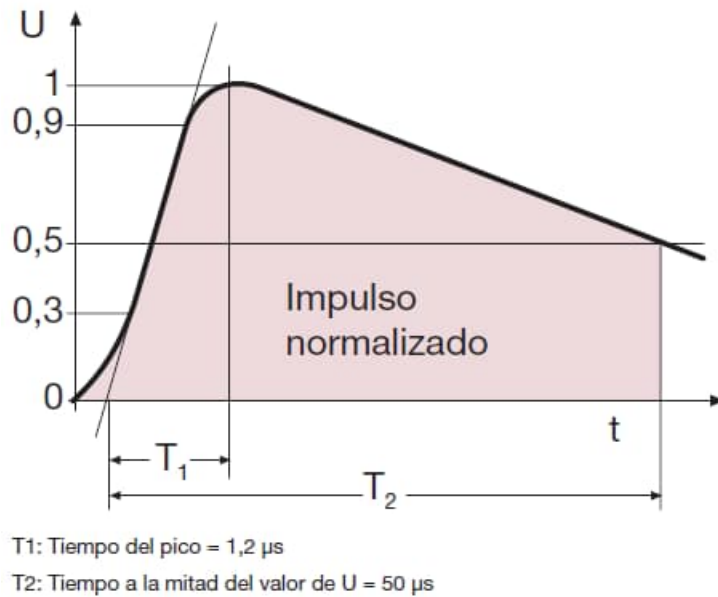
Según la normativa IEC 61439 [2] [3], el REBT [13] y el Cuaderno de aplicaciones técnicas ABB num. 09 [1].

La prueba de sobretensión que permite definir la tensión nominal soportada a impulsos Uimp.

Además de las sobretensiones temporales, normalmente provenientes de la red de suministro, las instalaciones y sus cuadros son víctimas potenciales de picos y sobretensiones transitorias no lineales provocadas por fenómenos atmosféricos (rayos) tanto directas, cuando afectan materialmente a la estructura, como indirectos, cuando su efecto es generado por los campos electromagnéticos inducidos en torno al punto de impacto del rayo. La capacidad de los cuadros para resistir estas fuerzas depende en su totalidad de la resistencia dieléctrica del aire entre las dos partes con tensión sobre las cuales se sostiene el impulso.

La prueba requiere aplicar un impulso de tensión de 1,2/50 μs (véase la Figura 9.3) siguiendo un procedimiento específico. La sobretensión deberá aplicarse cinco veces a intervalos mínimos de 1 segundo entre:

- Todos los circuitos cortocircuitados entre sí y la envolvente puesta a tierra.
- Cada polo, respecto a los demás polos cortocircuitados entre sí con la envolvente puesta a tierra.



La prueba directa se realiza conforme a una tabla concreta (Tabla 10 de la norma IEC 61439-1, mostrada a continuación), que sugiere alternativas entre impulso efectivo, corriente alterna (valor rms) y corriente continua, con un valor definido como función de la altitud y, por lo tanto, de la calidad del aire ambiente en torno al cuadro probado.

La prueba se considera superada si no se detectan descargas.

Tensión nominal soportada a impulsos U_{imp} (kV)	Tensiones soportada a impulsos									
	Nivel del mar	U1,2/50, CA pico y CC (kV)				Valor de CA rms (kV)				
		200 m	500 m	1000 m	2000 m	Nivel del mar	200 m	500 m	1000 m	2000 m
2,5	2,95	2,8	2,8	2,7	2,5	2,1	2	2	1,9	1,8
4	4,8	4,8	4,7	4,4	4	3,4	3,4	3,3	3,1	2,8
6	7,3	7,2	7	6,7	6	5,1	5,1	5	4,7	4,2
8	9,8	9,6	9,3	9	8	6,9	6,8	6,6	6,4	5,7
12	14,8	14,5	14	13,3	12	10,5	10,3	9,9	9,4	8,5

Verificación particular de la tensión soportada a impulsos:

Esta verificación se lleva a cabo durante las pruebas comparando la distancia de separación real entre las partes con tensión y entre las partes con tensión y la pieza conductora expuesta (masa) con las distancias mínimas definidas por la norma:

- Si las distancias de separación superan en más de 1,5 veces las distancias mínimas requeridas por la norma, correspondiendo al valor U_{imp} previsto, basta con la inspección visual.

- Si las distancias reales tienen un valor de entre 1 y 1,5 veces las distancias mínimas requeridas por la norma, basta con una medición calibrada.
- Si no se cumplen las distancias mínimas definidas por la norma, debe realizarse una prueba de tensión soportada a impulsos.

Para más detalles acerca de las pruebas de aislamiento (rigidez dieléctrica y tensión soportada a impulsos), consultar la documentación de referencia.

Documentación técnica de referencia:

- [1] Cuaderno de aplicaciones técnicas ABB num. 09: Guía para la construcción de un cuadro eléctrico de baja tensión conforme a las normas IEC 61439, Parte 1 y Parte 2 (1TXA007110G0701_CT9.pdf)
<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1TXA007110G0701&LanguageCode=es&DocumentPartId=&Action=Launch>
- Normativa IEC.
 - o [2] IEC IEC 61439-1: Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: General rules.
 - o [3] IEC IEC 61439-1: Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies.
 - o [4a] IEC 60947-1: Low-voltage switchgear and controlgear - Part 1: General rules
 - o [4b] IEC 60947-2: Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers.
- Manuales de producto ABB:
 - o [5] TMAX LOW VOLTAGE MOULDED-CASE CIRCUIT-BREAKERS XT2-XT4 - Operation and maintenance manual for Ekip Touch Trip Units (1SDH002031A1002.pdf)
<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1SDH002031A1002&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>
 - o [6] TMAX LOW VOLTAGE MOULDED-CASE CIRCUIT-BREAKERS XT5 - Operation and maintenance manual for Ekip Touch Trip Units (1SDH002039A1002.pdf)
<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1SDH002039A1002&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>
 - o [7] TMAX LOW VOLTAGE MOULDED-CASE CIRCUIT-BREAKERS XT7 - Operation and maintenance manual for Ekip Touch Trip Units (1SDH001821A1002.pdf)
<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1SDH001821A1002&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>
 - o [8] ABB Tmax XT: TMax XT (XT2, XT4, XT5) Pruebas dieléctricas (1SDH002267A1001.pdf)
<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1SDH002267A1001&LanguageCode=de&LanguageCode=en&LanguageCode=es&LanguageCode=fr&LanguageCode=it&LanguageCode=zh&DocumentPartId=&Action=Launch>

- [9] ABB Emax2: EMax2 Installation, operation and maintenance E22 E42 E62 (1SDH001000R0002.pdf)
<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1SDH001000R0002&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>
- [10] ABB Emax2: Operating instructions for the design engineer (1SDH001330R1002.pdf)
<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1SDH001330R1002&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch&DocumentRevisionId=A>
- [11] ABB Emax2: Installation, operation and maintenance instructions for the installer and the user - Emax 2 E1.2 (1SDH000999R0002.pdf).
<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1SDH000999R0002&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>
- [12] ABB Emax2 / Ekip Touch relays: Instructions for using Ekip Touch protection trip units and Accessories (1SDH001316R0002.pdf).
<https://search.abb.com/Library/Download.aspx?DocumentID=1SDH001316R0002&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch&>
- [13] Reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC
https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/codigo.php?modo=2&id=326_Reglamento_electrotecnico_para_baja_tension_e_ITC

Otras definiciones relativas a este documento que aparecen en la documentación de referencia:

- **Tensión nominal de aislamiento (Ui) [1]**
Valor de tensión del circuito de un cuadro al que hacen referencia las tensiones de prueba (rigidez dieléctrica) y las distancias de aislamiento superficiales. La tensión nominal de cada circuito no deberá superar la tensión nominal de aislamiento.
 - **Rated insulation voltage Ui [2], [3], [4b]**
r.m.s withstand voltage value, assigned by the ASSEMBLY manufacturer to the equipment or to a part of it, characterising the specified (long-term) withstand capability of the insulation.
 -
 - **Rated insulation voltage (Ui) (of a circuit of an ASSEMBLY) [2], [3], [4b]**
The rated insulation voltage of a circuit of an ASSEMBLY is the voltage value to which dielectric test voltages and creepage distances are referred. The rated insulation voltage of a circuit shall be equal or higher than the values stated for U_h and for U_e for the same circuit.
- **Tensión nominal soportada a impulsos (Uimp) [1]**
Valor máximo de un impulso de tensión que el circuito de un cuadro puede resistir en condiciones específicas y al cual hacen referencia los valores de las distancias de aislamiento en aire. Debe ser igual o mayor que los valores de las sobretensiones transitorias que se producen en el sistema en el cual se instala el cuadro.
 - **Rated impulse withstand voltage Uimp [2], [3], [4b]**
Impulse withstand voltage value, declared by the ASSEMBLY manufacturer, characterising the specified withstand capability of the insulation against transient overvoltages

- **Rated impulse withstand voltage (U_{imp}) (of the ASSEMBLY) [2], [3], [4b]**
The rated impulse withstand voltage shall be equal to or higher than the values stated for the transient overvoltages occurring in the electrical system(s) to which the circuit is designed to be connected.
- **Corrientes de fuga [13]**
Corriente que, en ausencia de fallos, se transmite a la tierra o a elementos conductores del circuito.
- **Distancias de fuga (creepage distance) [2]**
The original manufacturer shall select a rated insulation voltage(s) (U_i) for the circuits of the ASSEMBLY from which the creepage distance(s) shall be determined. For any given circuit the rated insulation voltage shall not be less than the rated operational voltage (U_e). The creepage distances shall not, in any case, be less than the associated minimum clearances.
- **Clearance**
The distance between two conductive parts along a string stretched the shortest way between these conductive parts.
- **Creepage distance**
The shortest distance along the surface of a solid insulating material between two conductive parts
- **Intensidad nominal del cuadro (I_{nA}) [1]**
Indica la corriente de carga de entrada máxima permanente y permitida o bien la corriente máxima que un cuadro puede resistir. En cualquier caso deberá poder resistir la intensidad nominal, siempre que se cumplan los límites de sobretensión indicados por la norma.
- **Intensidad nominal de un circuito (I_{nC}) [1]**
Es el valor de corriente que puede ser transportado por un circuito sin que la sobretensión, de las diversas partes del cuadro, supere los límites especificados conforme a las condiciones de prueba.
- **Intensidad nominal de corta duración (I_{cw}) [1]**
Valor rms de la corriente durante la prueba de cortocircuito durante 1 segundo; este valor, declarado por el fabricante, no provoca la apertura del dispositivo de protección y es el valor que el cuadro puede resistir sin sufrir daños en condiciones específicas, definidas en términos de corriente y tiempo. Es posible asignar valores I_{cw} diferentes a un cuadro para distintos periodos de tiempo (por ejemplo, 0,2 o 3 segundos).
- **Intensidad nominal de pico admisible (I_{pk}) [1]**
Valor pico de la corriente de cortocircuito declarado por el fabricante del cuadro que este es capaz de resistir en las condiciones especificadas.
- **Intensidad nominal de cortocircuito condicional (I_{cc}) [1]**
Valor eficaz rms de una posible corriente de cortocircuito, declarada por el fabricante, que ese circuito, equipado con un dispositivo de protección contra cortocircuito especificado por el fabricante, puede resistir satisfactoriamente durante el tiempo de servicio del dispositivo en las condiciones de prueba especificadas.
- **Frecuencia nominal [1]**
Valor de frecuencia al cual se hace referencia en las condiciones de funcionamiento. Si los circuitos de un cuadro han sido diseñados para distintos valores de frecuencia, deberá indicarse la frecuencia nominal de cada circuito.