

VERIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS SEGÚN REBT 2002

Nota de aplicación



La verificación de las instalaciones eléctricas antes de su puesta en marcha, según expresa el nuevo REBT (R.D. 842/2002) en su ITC-BT-05, supone una responsabilidad añadida al diseño y construcción de las mismas. De carácter obligatorio, esta verificación se basa en la comprobación de la seguridad eléctrica de la instalación mediante verificaciones visuales, ensayos y medidas con diferentes instrumentos.

La presente nota de aplicación trata de forma básica cuáles son y cómo deben realizarse dichas verificaciones para comprobar la conformidad de la instalación con las exigencias del REBT 2002 y, por otra parte, garantizar la seguridad de los bienes de equipo y sobre todo de las personas usuarias de las mismas.

DEL REBT DE 1.973 AL REBT DE 2.002

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión aprobado el 2 de agosto de 2002 mediante Real Decreto 842/2002 engloba cambios de diversa índole que afectan a varios aspectos de la instalación como son su seguridad, construcción, verificaciones, etc. Muchas de ellas deben ser llevadas a cabo por el instalador, tal y como se expresaba en el antiguo REBT de 1973, con el añadido que a partir del 18 de Septiembre de 2003 las responsabilidades que acarreen el diseño (cuando proceda), su construcción y sobre todo la verificación de la seguridad eléctrica de la instalación, correrá a cargo del "Instalador Autorizado". Precisamente en el **artículo 18** se recoge que: "La instalación deberá verificarse por el instalador, con la supervisión del director de obra, en su caso, a fin de comprobar la correcta ejecución y funcionamiento seguro de la misma".

Por otra parte, lo que siempre ha sido el "boletín" de la instalación que se cumplimentaba con el fin de tramitar el alta de la misma ahora es una declaración firmada donde se dice expresamente que: "El titular del certificado de cualificación individual perteneciente a la empresa habilitada como instalador autorizado arriba indicado, **Certifica haber ejecutado y verificado la instalación de acuerdo con el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas aprobado mediante Real Decreto 842/2002**, así como con las normas particulares de la empresa distribuidora oficialmente aprobadas y con la Documentación Técnica de la instalación". Por tanto, según el nuevo REBT, el instalador es, a todos los efectos, el máximo responsable de la ejecución y verificación de la instalación.

Además, y según la ITC-BT-05 p 4.1., determinadas instalaciones deberán ser objeto de inspección por un "Organismo de Control Autorizado" previamente a ser documentadas ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma y con el fin de asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento reglamentario a lo largo de la vida de dichas instalaciones. En la práctica estas inspecciones estarán basadas, entre otras tareas, en una verificación similar a la que debe realizar el Instalador Autorizado, y en función de su resultado y de los criterios para la clasificación de defectos de dicha inspección la OCA

emitirá un Certificado que en caso de ser negativo puede ocasionar la no viabilidad de la tramitación del alta de la instalación y por tanto no podrá entrar en servicio en tanto no se hayan corregido los defectos indicados. En el caso de que se emita un informe desfavorable, el instalador deberá llevar a cabo los trabajos pertinentes para regularizar el estado de la instalación. Se procederá a una posterior inspección por parte del Organismo de Control, con el consiguiente coste extra en el proceso de certificación de la instalación, hasta que pueda obtenerse la calificación de *favorable*.

Por todo ello es importante para el instalador autorizado conocer y dominar las pruebas que reglamentariamente deben llevarse a cabo para comprobar la conformidad de la instalación eléctrica con el REBT 2002. El REBT dice al respecto que: **"Las instalaciones eléctricas en baja tensión deberán ser verificadas, previamente a su puesta en servicio y según corresponda en función de sus características, siguiendo la metodología de la Norma UNE 20460 – 6 -61"**.



NORMA UNE 20460-6-61

En general, la Norma UNE 20460, adoptada del Estándar internacional IEC 60364, describe las prescripciones que debe cumplir toda instalación, tanto de nueva construcción como ampliadas o modificadas. La Norma consta de 7 partes y en su parte 6-61 se trata la metodología de verificación de la instalación.

**“Parte 6-61 de la norma UNE 20460”:
VERIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELECT.**

Según la Norma, la verificación inicial de las instalaciones eléctricas comprende dos fases diferentes: una primera denominada “**Verificaciones por examen**”, que se realiza sin tensión en la instalación y consiste en una inspección visual a realizar antes de los ensayos; y una segunda, con y sin tensión en la instalación, a llevar a cabo mediante ensayos y medidas, denominada “**Ensayos**”.

VERIFICACIONES POR EXAMEN

La finalidad de este “chequeo” de la instalación es la de comprobar visualmente que el material eléctrico instalado cumple “con las prescripciones de seguridad de las Normas aplicables, se ha seleccionado e instalado correctamente (conforme a la Norma UNE 20460 y las especificaciones del fabricante) y, en general, no presenta ningún daño apreciable que pueda afectar a la seguridad”.

Su aplicación afecta a la totalidad de la instalación y, según dice literalmente la Norma, debe comprender en la medida que sea aplicable al menos la verificación de las condiciones siguientes:

- La existencia de medidas de protección contra los choques eléctricos, comprendidas las medidas de distancias, por ejemplo, en lo concerniente a la protección de barreras o envolventes, por obstáculo o por alejamiento (ver apartados 412.2, 412.3, 412.4 , 413.3, sección 471 de la Norma UNE 20460). **Nota:** el requisito del apartado 413.1 “protección para locales no conductores” solamente es verificable mientras la instalación no alimente más que aparatos conectados de manera permanente;
- La presencia de barreras cortafuegos y otras disposiciones impidiendo la propagación de fuego y protecciones contra efectos térmicos (ver sección 527 y capítulo 42);
- El empleo de cables para intensidades máximas previstas y para las caídas de tensión admisibles (ver sección 523);
- La existencia y calibrado de los dispositivos de protección y señalización (ver capítulo 53);
- La existencia de dispositivos adecuados de seccionamiento y mando correctamente conectados (ver capítulo 46 y sección 537);
- La utilización de materiales y medidas de protección apropiadas a las influencias externas (ver apartado 512.2);
- La identificación de conductores de neutro y protección (ver 514.3);
- La existencia y disponibilidad de esquemas, advertencias e informaciones análogas (ver 514.5);
- La identificación de circuitos, fusibles, interruptores, bornes, etc. (ver sección 514);
- La correcta ejecución de las conexiones de los conductores;
- La accesibilidad para comodidad de funcionamiento y mantenimiento.

Una vez efectuada la “Verificación por examen” se procede a los ensayos, empleando para ello los instrumentos de medida exigidos al instalador autorizado en la ITC-BT-03 del REBT de 2002.

ENSAYOS

La Norma define una serie de 10 ensayos, con el siguiente orden de ejecución:

- Continuidad de los conductores de protección y de las uniones equipotenciales principales y suplementarias**
- Resistencia de aislamiento de la instalación eléctrica**
- Protección por separación de circuitos MBTS (Muy Baja Tensión De Seguridad) y MBTP (Muy Baja Tensión De Protección) y en el caso de protección por separación eléctrica**
- Resistencia de suelos y paredes**
- Corte automático de la alimentación (En estudio)**
- Ensayos de Polaridad**
- Ensayo Dieléctrico (Anexo E en estudio)**
- Ensayos Funcionales**
- Efectos Térmicos (En estudio)**
- Caída de tensión (En estudio)**

Nota: cuando una parte de la norma está “En estudio” está pendiente de definir y, por supuesto, no es posible su realización, con lo que no debe tenerse en cuenta hasta el registro, edición y publicación por parte de AENOR de una nueva versión de la UNE 20460-6-61. Este es el caso de la verificación del “Corte automático de la alimentación”, “Efectos térmicos” y “Caída de Tensión”. En el caso del “Ensayo dieléctrico” la norma define algo más en sus enunciados diciendo que “Este ensayo se efectúa a los materiales construidos in-situ no sometidos a ensayos tipo, según el método indicado en el anexo E (en estudio), (véase la Norma EN60439)”, por lo que mientras que su procedimiento de prueba indicado en el anexo E no se haya definido esta prueba tampoco merece, de momento, la atención del instalador autorizado. Por otra parte para llevar a cabo esta prueba es necesario un medidor de rigidez dieléctrica, instrumento que no figura en el equipamiento exigido por el REBT al instalador autorizado. En futuras ediciones de esta nota de aplicación, y dependiendo de las ampliaciones/modificaciones que se hagan al respecto en la norma UNE20460, se actualizarán estos apartados.

Además de estas pruebas deben realizarse otras medidas y ensayos definidos en diferentes ITC’s del REBT 2002. Estos últimos y los indicadas en la Norma, conforman en conjunto los ensayos y medidas que deben realizarse en la instalación antes de su puesta en marcha. Y, una vez descartados aquellos cuyo procedimiento está en estudio, son:

1. **Continuidad de los conductores de protección y de las uniones equipotenciales principales y suplementarias**
2. **Resistencia de aislamiento de la instalación eléctrica**
3. **Protección por separación de circuitos MBTS (Muy Baja Tensión De Seguridad) y MBTP (Muy Baja Tensión De Protección) y en el caso de protección por separación eléctrica**
4. **Resistencia de suelos y paredes**
5. **Medida de la Resistencia de puesta a tierra (ITC-BT-18)**
6. **Ensayos de Polaridad**
7. **Medida de la Resistencia de bucle (ITC-BT-24)**
8. **Comprobación de los interruptores diferenciales (ITC-BT-24)**
9. **Medida del alumbrado de emergencia (ITC-BT-28)**
10. **Medida de corrientes de fugas (ITC-BT-19, ITC-BT-24)**
11. **Ensayos Funcionales**

DESCRIPCION DE LOS ENSAYOS

1.- CONTINUIDAD

Los circuitos a ensayar deben estar libres de tensión. La finalidad de la prueba es garantizar que no se han producido desperfectos o cortes en el cableado durante la instalación del mismo, ya sea sobre los conductores activos o en los conductores de protección.

Para ello se realiza una medida de continuidad, empleando un instrumento que disponga de una fuente interna de tensión de 4 V a 24 V en vacío en CC o CA y con una intensidad mínima de ensayo de 200 mA. Se trata de una característica común de los comprobadores de instalaciones diseñados según la EN 61557, como por ejemplo los comprobadores multifunción Fluke 1651, Fluke 1652 y Fluke 1653.

Si bien comprobar la continuidad de un cable no instalado es una tarea sin ninguna dificultad por tener accesible ambos extremos del cable, en el caso del cable instalado los extremos de los conductores hace que necesariamente se tenga que recurrir al ensayo de los conductores unidos entre sí (de dos en dos) y determinar, por ejemplo, conjuntamente la continuidad del cable de neutro y fase en la misma medida. En la figura 1 puede observarse, la medida de continuidad, desde una toma de corriente, de los conductores de neutro y fase en una misma medida. Teniendo en cuenta que la longitud de los cables y el material con que están contruidos son similares, el valor de continuidad resultante será la mitad del valor medido sobre ambos. La medida puede efectuarse desde el cuadro eléctrico (cortocircuitando en las tomas de corriente) o desde las tomas de corriente (cortocircuitando en el cuadro eléctrico), como puede verse en la figura 1.

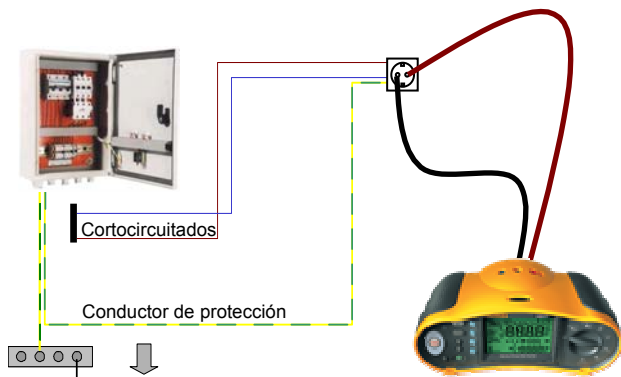


Figura 1- ejemplo de medida de continuidad desde una toma de enchufe

En el nuevo REBT no se definen, excepto para instalaciones en quirófanos y salas de intervención, valores concretos mínimos de continuidad para los conductores activos, de protección o de uniones equipotenciales. En general, es conveniente conocer la longitud del cable ensayado, su material y su sección (todos ellos declarados por el fabricante) porque a partir de estas especificaciones puede determinarse un valor adecuado de la resistencia que debe tener una determinada longitud de cable. En general, la discontinuidad de un cable supone valores de resistencia elevados (superiores a 1 MΩ) mientras que pequeños valores de resistencias (2 Ω ó 3 Ω) son indicativos de una buena continuidad.

Al tratarse de una medida de valores muy pequeños, por lo general por debajo de 1 Ω, es conveniente que el instrumento de medida sea capaz de compensar la resistencia de las puntas de prueba, que habitualmente oscila alrededor de 0,2 Ω. Además, y sobre todo utilizándose en quirófanos y salas de intervención, el equipo de medida debe disponer de al menos una resolución de 0,1 Ω.

2.- RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Los circuitos a ensayar deben estar libres de tensión. La medida de la resistencia de aislamiento de la instalación eléctrica tiene como finalidad comprobar la integridad de los conductores y sus aislantes. Su verificación ayuda a excluir la posibilidad de un cortocircuito o de una derivación a tierra que represente un peligro mortal (por descarga eléctrica), o para lo propia instalación (incendio de origen eléctrico).

Para su medida se emplean medidores de aislamiento con capacidad de proporcionar una tensión de ensayo de hasta 1000 V y una corriente de 1 mA.

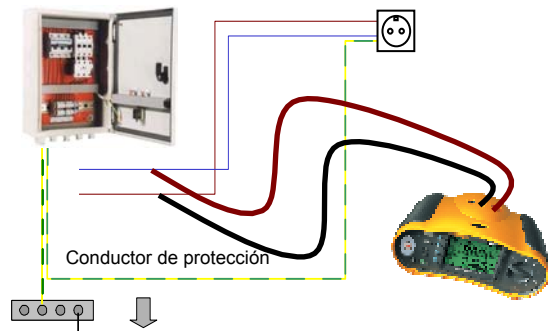


Figura 2- Medida de Resistencia de aislamiento en un circuito secundario de un sistema TT

La medida se realiza una vez instalados todos los conductores de la instalación (tanto los activos como los de protección) y antes de conectarlos a la tensión de alimentación, y se lleva a cabo aplicando a estos conductores una tensión continua de prueba según indica la tabla de la figura 3. Puede llevarse a cabo de la siguiente manera:

- ✓ Entre conductores activos (unidos entre sí) y el conductor de protección
- ✓ Entre conductores activos (Figura 2)

La medida con respecto al conductor de protección se hará conectando a ésta el polo positivo del medidor de aislamiento y dejando (si existieran) los receptores conectados y sus mandos en posición de paro, asegurándose que no existe falta de continuidad eléctrica en la parte de la instalación que se verifica. A su vez, los dispositivos de interrupción intercalados (por ejemplo: diferenciales), se pondrán en posición de "cerrado" y los cortacircuitos instalados (por ejemplo: fusibles) en situación normal de servicio. Todos los conductores de fase y neutro se conectarán entre sí y al polo negativo del medidor de aislamiento. (Según se indica en la Guía Técnica del Ministerio de Ciencia y Tecnología, Anexo 4)

La medida entre conductores activos se efectuará sucesivamente entre los conductores de fase y neutro tomados dos a dos.

Nota: El REBT en su ITC-BT-19 define esta medida de aislamiento para instalaciones en las que el conjunto de las canalizaciones y cualquiera que sea el número de conductores que la componen no excedan los 100 metros. Cuando esta longitud exceda del valor anteriormente citado y pueda fraccionarse la instalación en partes de aproximadamente 100 metros de longitud, bien sea por seccionamiento, desconexión, retirada de fusibles o apertura de interruptores. Cada una de las partes en que la instalación haya sido fraccionada deberá presentar la resistencia de aislamiento que corresponda. Cuando no sea posible efectuar el seccionamiento citado, se admite que el valor de la resistencia de aislamiento de toda la instalación sea, con relación al mínimo que le corresponda, inversamente proporcional a la longitud total, en hectómetros de las canalizaciones. El valor mínimo admisible será el indicado en la tabla dividido por la longitud total (expresada en hectómetros) de las canalizaciones.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla de la figura 3.

MINISTER DE TECNOLO	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS PRESCRIPCIONES GENERALES	IT -B -19 Página 9 de 9
Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo en corriente continua	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		

Figura 3 – Tensiones de ensayo y valores adecuados de resistencia de aislamiento

Por seguridad y conveniencia en la medida es aconsejable que el instrumento de medida disponga de una función de descarga automática del circuito al acabar cada ensayo.

3.- PROTECCIÓN POR SEPARACIÓN DE CIRCUITOS MBTS Y MBTP Y EN EL CASO DE PROTECCIÓN POR SEPARACIÓN ELÉCTRICA

En este tipo de circuitos se emplean pequeñas tensiones de alimentación cuando se pretende evitar el riesgo de un choque eléctrico, originado tanto por contacto directo con la alimentación como por contacto indirecto. La condición para que resulte eficaz este método de alimentación es que la instalación se encuentre galvánicamente separada de la red de alimentación.

La prueba consiste en la verificación de la separación de circuitos (típicamente mediante transformador separador o grupo moto generador), haciendo uso de un medidor de aislamiento. Las tensiones nominales de ensayo y los valores correspondientes de resistencia de aislamiento están definidos en la tabla de la figura 3. Para más información consultar "Las medidas y ensayos exigidos en el REBT 2002"

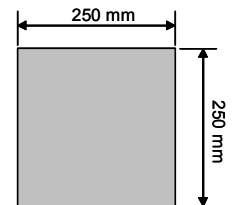
4.- RESISTENCIA DE SUELOS Y PAREDES

Esta medida de resistencia de aislamiento tiene su ámbito de aplicación en locales o emplazamientos no conductores, definidos en la ITC-BT-24 p.4.3. y en el apartado 413.3 de la Norma UNE 20460, por ejemplo quirófanos o salas de intervención, dónde se considera

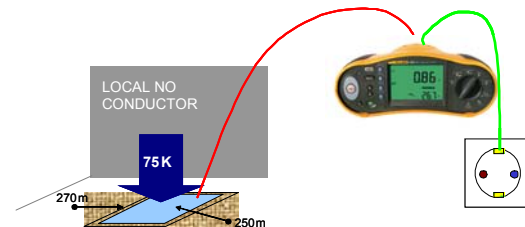
suelo o pared no conductor aquel suelo no susceptible de propagar potenciales y que presenten una resistencia igual o superior a 50.000 Ohmios si la tensión nominal de la instalación es inferior a 500 V; y una resistencia igual o superior a 100.000 ohmios si es superior a 500 V e inferior a 1000V.

Cuando sea necesaria esta prueba debe verificarse con un medidor de aislamiento al menos 3 puntos en el mismo local, siendo uno de ellos el situado aproximadamente a 1 m de un elemento conductor accesible. Las otras dos medidas se efectuarán a distancias superiores. Se utilizará para esta medida un medidor de aislamiento capaz de suministrar una tensión en vacío de unos 500 V en corriente continua (1.000 V, si la tensión nominal de la instalación es superior a 500 V) y uno de los electrodos de medida descritos a continuación, siendo recomendable la utilización del electrodo 1.

Electrodo 1. Está constituido por una placa metálica cuadrada de 250mm de lado y un papel o tela hidrófila mojada y escurrida de alrededor de 270mm de lado que se coloca entre la placa y la superficie a ensayar. Durante la medida con este electrodo se aplicará a la placa una fuerza de 750 N (75 Kg.) o 250 N (25 Kg.), según se trate de suelo o paredes.



Electrodo 2. Este electrodo de medida está constituido por un triángulo metálico equilátero (de 5mm de grosor), donde los puntos de contacto con el suelo están colocados próximos a los vértices. Cada una de las piezas de contacto que lo sostiene, está formada por una base flexible, que garantiza, cuando está bajo el esfuerzo indicado, un contacto íntimo con la superficie a ensayar de aproximadamente 900 mm², presentando una resistencia inferior a 5.000 Ohmios. Antes de efectuar las medidas, la superficie a ensayar se moja o se cubre con una tela húmeda. Durante la medida, se aplica sobre el triángulo metálico una fuerza de alrededor de 750 N (75Kg.) ó 250 N (25 Kg.), según se trate de suelos o paredes.



Medida de la resistencia de suelo y paredes con electrodo 1

Para que pueda garantizarse el correcto cumplimiento de estas prescripciones y características, las paredes y suelos aislantes deben presentar una resistencia no inferior a:

- 50.000 Ohmios, si la tensión nominal de la instalación no es superior a 500 V; y
- 100.000 Ohmios, si la tensión nominal de la instalación es superior a 500 V.

Esta medida realizada con un medidor de aislamiento requiere que los circuitos del recinto a ensayar se encuentren libres de tensión.

Nota: El Reglamento ofrece un método alternativo para realizar la medida con tensión, para más información consultar libro "Las medidas y ensayos exigidos en el REBT 2002" o ITC-BT-01 del REBT en el apartado "Terminología".

5.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Los circuitos a ensayar deben estar libres de tensión. La puesta a tierra de una instalación eléctrica es la conexión eléctrica directa a tierra, sin fusibles ni protección alguna, de todas las masas metálicas accesibles de la instalación: paneles metálicos de los electrodomésticos, grifería, parte metálica de las lámparas, etc.. Para ello, se unen eléctricamente dichas masas a un electrodo, o grupos de electrodos, que se entierran en el suelo. Una buena puesta a tierra debe permitir el paso franco a tierra de las corrientes de defecto (debidas a fallos de aislamiento de los elementos bajo tensión, ver Figura 5) y de las descargas de origen atmosférico.

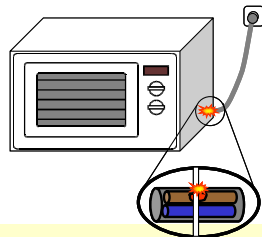


Figura 5 – Riesgo de contacto indirecto por fallo de aislamiento

Precisamente el cometido de la puesta a tierra es limitar la tensión que, en caso de defecto, pueda aparecer en aquellas masas conductoras accesibles de la instalación, así como asegurar la actuación eficiente de las protecciones ante contactos indirectos por corte automático de la alimentación. Esta tensión se conoce como "tensión de contacto" y está limitada a 24 para local o emplazamiento conductor y, en general, a 50 V en los demás casos.

La medida de la resistencia de tierra se efectúa con un telurómetro. El comprobador multifunción Fluke 1653 integra la función de medida de resistencia de puesta a tierra dentro de las pruebas de verificación de instalaciones que puede efectuar. La medida de resistencia de tierras es, con este equipo, totalmente automática y no requiere más que la selección de esta función con su mando rotativo.

Este tipo de instrumentos inyectan en la toma de tierra de la instalación una intensidad de corriente alterna conocida, y mide la tensión resultante en bornes del electrodo bajo prueba. El cociente entre la tensión medida y la corriente inyectada proporciona el valor de la resistencia de puesta a tierra, R_E .

Para llevar a cabo la medida primero debe desconectarse provisionalmente la toma de tierra de la instalación del borne principal de tierra. A continuación se clavan en el terreno las picas auxiliares del telurómetro PA1 y PA2. Los tres electrodos deben quedar alineados y separados entre sí unos 10 metros.

La posición de los dos electrodos auxiliares es determinante para efectuar una medida de resistencia de toma de tierra precisa. Es conveniente realizar 3 medidas, para asegurarse que la pica auxiliar 2 de medida de tensión está fuera de las zonas de influencia de los otros dos electrodos (Ver figura 6), aproximando y alejando el electrodo auxiliar central de su posición intermedia, y verificando en cada desplazamiento que el valor de resistencia medido no varía significativamente. En caso contrario, debe aumentarse la distancia entre las picas auxiliares y repetir la medida.

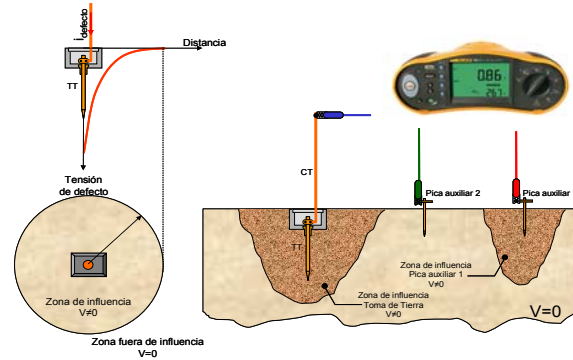


Figura 6 – Zona de influencia de los electrodos

Tal y como expresa el REBT 2002 en su ITC-BT-18, el valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V y 50 V. Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

Teniendo en cuenta que en la instalación eléctrica se emplea como dispositivo de corte un interruptor diferencial con una sensibilidad nominal $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$, el valor reglamentario máximo de la resistencia de tierra será de 1.666Ω para tensiones de contacto de 50V y de 800Ω para tensiones de contacto de 24V.

$$R_E = \frac{V}{I_{\Delta n}} = \frac{50 \text{ V}}{30 \text{ mA}} = 1.666 \text{ K}\Omega$$

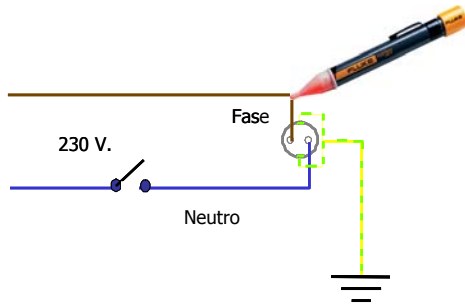
(800Ω en emplazamiento conductor)

Sin embargo, para facilitar la rápida desconexión del interruptor diferencial y asegurar una baja tensión de defecto en las masas antes de que esta desconexión se produzca, es conveniente "dejar" el valor de la resistencia de tierra muy por debajo de este valor. Al respecto, debe saberse que la delegación provincial del Ministerio de Industria tiene potestad para fijar unos límites de resistencia de tierra, entre otros, tan exigentes como crea conveniente. Por ello, y por ser un valor variable en función del tiempo, la corrosión de las picas, la temperatura, humedad, etc, las diferentes delegaciones provinciales del Ministerio de Industria suelen limitarlo a valores mucho más bajos; en ocasiones a 15Ω y 37Ω dependiendo de si la instalación dispone de pararrayos o no, respectivamente.

Además, hay que considerar otras prescripciones que se deban cumplir en la instalación que puedan afectar al valor de esta resistencia de tierra (Ver GUÍA-BT-26 del Ministerio de Ciencia y Tecnología ó "Las medidas y ensayos exigidos por el REBT 2002").

6.- ENSAYO DE POLARIDAD

Cuando las Normas prohíban la instalación de dispositivos de corte unipolares sobre el conductor de neutro, debe efectuarse un ensayo de polaridad para verificar que estos dispositivos son instalados únicamente en el conductor de fase.



Comprobación de polaridad incorrecta con un detector de tensión

El ensayo consiste en la comprobación, p.e. con un detector de tensión, de que los interruptores unipolares están correctamente conectados, es decir, en el conductor de fase. De esta manera, puede garantizarse que estando el interruptor abierto no existe potencial en las tomas de iluminación o corriente sobre las que actúe dicho elemento de corte.

Por motivos de seguridad es recomendable realizar esta prueba con un detector de tensión con materiales no conductores, como es el caso del detector de tensión V1AC de Fluke.

7.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE BUCLE

La medida de impedancia de bucle está estrechamente relacionada con la verificación de las protecciones ante los contactos indirectos en las instalaciones eléctricas. Los contactos indirectos son aquellos que tienen lugar a través de una masa conductora accesible que, p.e. por un defecto de aislamiento, ha quedado sometida a tensión. Los sistemas de protección de la instalación deben separar automáticamente de la alimentación el circuito o el material protegido contra los contactos indirectos. Se trata de evitar que, tras un defecto entre una parte activa y masa en el circuito o en el material, se mantenga una tensión de contacto superior a los valores de las tensiones de contacto límites durante un tiempo suficiente como para provocar un choque eléctrico. Según el REBT, el valor límite convencional de la tensión de contacto supuesta U_L en los sistemas de protección por corte automático de la alimentación es:

- ✓ de 24 V en local o emplazamiento conductor
- ✓ de 50 V en los demás casos (mientras no se especifique otro valor. Por ejemplo, 25 V en establecimientos agrícolas y hortícolas, 24 V en instalaciones de alumbrado exterior, 12 V en los volúmenes 0 y 1 de las piscinas, etc.)

El circuito eléctrico definido por el bucle de protección depende del tipo de puesta a tierra de la instalación y pueden ser a tierra (sistemas TT e IT) o a neutro (sistemas TN-C y TN-S)

En el caso de los sistemas TT, la medida de la impedancia de bucle es una alternativa cómoda y rápida para la medida de la resistencia de la toma de tierra. En estos sistemas, el valor de la resistencia del bucle de protección (llamado entonces bucle de tierra) es, tal y como se aprecia en la figura 7, $R_B = R_e + R_t + R_{S1} + R_{L1}$, donde:

- R_e , es la resistencia de tierra de la instalación

- R_t , es la resistencia de tierra del transformador (típicamente, de 2 a 5 Ω)
- R_{S1} , es la resistencia del devanado de una fase del secundario del transformador
- R_{L1} , es la resistencia del conductor de fase L1 a lo largo de toda su extensión, desde el secundario del transformador hasta el receptor

Como, generalmente, R_e es mucho mayor que $R_t + R_{S1} + R_{L1}$, se puede utilizar la aproximación $R_B \approx R_e$. Además, como la resistencia de tierra R_e es parte de la resistencia de bucle R_B , siempre se cumplirá que R_e es menor que la resistencia de bucle. Por tanto, considerando como valor de resistencia de tierra el valor medido de bucle se es más estricto aún que si esta medida se hiciese con un telurómetro. Este aspecto y que además se puedan conectar a cualquier enchufe de la instalación (que tenga toma de tierra), o al cuadro principal de la misma hace que sea muy recomendable su utilización cuando no se pueda emplear el telurómetro.

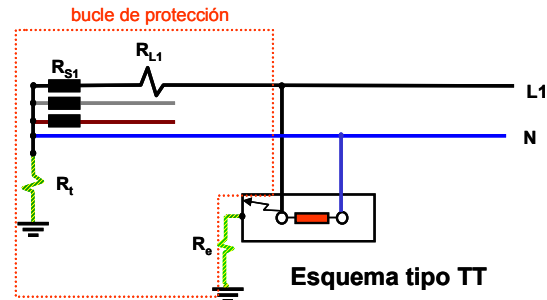


Figura 7.- Componentes del bucle de tierra

Hay que tener en cuenta que la medida de impedancia de bucle requiere la circulación de una corriente de prueba por el bucle de protección. Esta corriente de prueba es de hecho un corriente de defecto, por lo que provocará el disparo de los interruptores diferenciales. Sólo los medidores de impedancia de bucle modernos, como el modelo Fluke 1653 de Fluke, tienen la tecnología adecuada para realizar esta medida con precisión y sin provocar el disparo de los interruptores diferenciales. Según el REBT, los valores óptimos de resistencia de bucle de tierra son similares que los estipulados para la resistencia de puesta a tierra.

8.- COMPROBACIÓN DE LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES

En la ITC-BT-24 se prescriben las condiciones generales y particulares que deben respetar las diferentes instalaciones en función de su tipología (TT, TN o IT). Entre las particulares, en el punto 4.1.2. se describen los dispositivos de protección contra contactos directos e indirectos en una instalación de tipo TT. En este tipo de instalaciones, los interruptores diferenciales (en adelante ID) son los dispositivos ideales para la protección contra los contactos indirectos. En estas instalaciones, se deberá verificar que:

$$R_E \times I_n \geq U_L$$

Donde:

R_E : es la suma de las resistencias de la toma de tierra de la instalación y de los conductores de protección de masas

I_{IN} : es la corriente que asegura el funcionamiento automático del ID, esto es, su sensibilidad nominal o, más técnicamente, su corriente diferencial-residual asignada

U_L : es la tensión de contacto límite convencional (50 V, 24 V, u otras, según los casos)

Para garantizar la seguridad eléctrica de la instalación deben considerarse, por tanto, la tensión de contacto (valores de U_L fijados en el REBT) y el correcto funcionamiento de los ID.

De forma general, se puede decir que los ID tienen la finalidad de proteger los bienes materiales y, sobre todo, humanos frente a las corrientes de defecto que puedan llegar a ser peligrosas y, por consiguiente, frente a las correspondientes tensiones de contacto. Su misión consiste en monitorizar diferencias de corrientes entre los conductores de fase y neutro, para que en caso de que esta corriente diferencial sea superior a la del valor nominal de corte del interruptor diferencial, este sea capaz de interrumpir la alimentación para eliminar el posible choque eléctrico en un tiempo determinado.

Los daños fisiológicos que puede originar una corriente eléctrica circulando por el cuerpo humano dependen del valor eficaz de dicha corriente y del tiempo que esté circulando por el organismo. El interruptor diferencial deberá tener una velocidad de respuesta tal para cada valor de corriente de defecto lo suficientemente rápida como para evitar, al menos, que la corriente pueda provocar un choque eléctrico lesivo. P.e. no se producen lesiones en el cuerpo humano con una corriente de 100 mA que circula durante 20 ms, sin embargo los efectos de esta corriente pueden ser mortales si esta corriente persiste durante 500 ms o más.

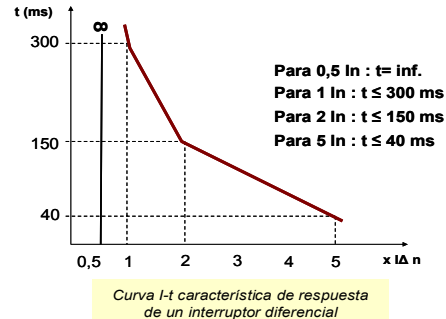
Por tanto, no es suficiente verificar mecánicamente el interruptor diferencial (mediante su pulsador "T" de prueba), sino que es necesario realizar el ensayo contemplando el factor "tiempo". Por ello, para realizar esta prueba se requiere en el REBT un instrumento con la capacidad de verificar la característica "Intensidad-Tiempo" del ID.

Para hacer la prueba, el comprobador se conecta a cualquier base de enchufe aguas abajo del diferencial en ensayo, estando la instalación en servicio. Cuando se dispare el diferencial, el comprobador debe ser capaz de medir el tiempo que tardó en disparar desde el instante en que se inyectó la corriente. Además, la prueba debe realizarse con corrientes de defecto que comienzan en la semionda positiva (prueba a 0°), y con corrientes de defecto que comienzan en la semionda negativa (prueba a 180°). Esto es así porque los interruptores diferenciales responden con distinta celeridad dependiendo de la fase de la corriente de defecto.

Así, por ejemplo, los pasos a seguir para la verificación de los interruptores diferenciales del tipo AC y A con sensibilidades iguales o superiores a 30 mA pueden ser los siguientes:

1. Se inyecta una intensidad diferencial igual a la mitad de la corriente nominal de disparo del Interruptor Diferencial (ID), con un ángulo de fase de 0°. El ID no debe disparar.
2. Se repite la prueba anterior con un ángulo de fase 180°. El ID no debe disparar.
3. Se inyecta una intensidad igual a la intensidad nominal de disparo, con un ángulo de fase de 0°. El ID debe disparar en menos de 300 ms.
4. Se repite la prueba anterior con un ángulo de fase de 180° y el ID debe disparar en menos de 300 ms.

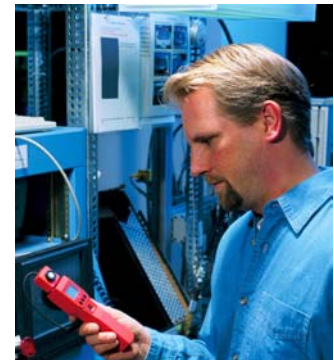
5. Se inyecta una intensidad igual a cinco veces la intensidad nominal de disparo, con un ángulo de fase de 0°. El ID debe disparar en menos de 40 ms.
6. Se repite la prueba anterior con un ángulo de fase de 180°. El ID debe disparar en menos de 40 ms.



Los comprobadores multifunción Fluke 1652 y Fluke 1653 llevan a cabo estos 6 pasos de verificación de forma automática, de manera que una vez lanzada la prueba, el usuario sólo tiene que ir rearmando el interruptor diferencial en los casos en que la prueba lo dispare; el comprobador detectará el rearme del diferencial y proseguirá automáticamente con el siguiente paso.

9.- MEDIDA DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación del alumbrado convencional, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen. Para comprobar que los niveles de iluminación están en conformidad con el REBT se utiliza un instrumento de medida fotosensible conocido como luxómetro.



Medida del alumbrado de emergencia

El REBT define en el punto 3 de la ITC-BT-28 las distintas categorías de alumbrado de emergencia y sus características mínimas necesarias para garantizar su correcto funcionamiento:

1. **Dentro del alumbrado de evacuación**, se diferencia entre la ruta de evacuación, en la que la iluminancia a nivel de suelo y en el eje del paso principal debe ser de al menos 1 Lux; y los puntos en los que se encuentren las instalaciones de protección contra incendios y los cuadros de distribución del alumbrado, en los que el nivel mínimo es de 5 Luxes. Además la relación entre la iluminancia máxima y mínima en el eje de los pasos principales debe ser menor de 40.
2. **Para el alumbrado anti-pánico**, tenemos los requisitos de una iluminancia horizontal mínima de 0,5 luxes, en este caso desde el suelo hasta una altura de 1 metro. Y de nuevo una relación entre el máximo y el mínimo de de 40. El procedimiento es

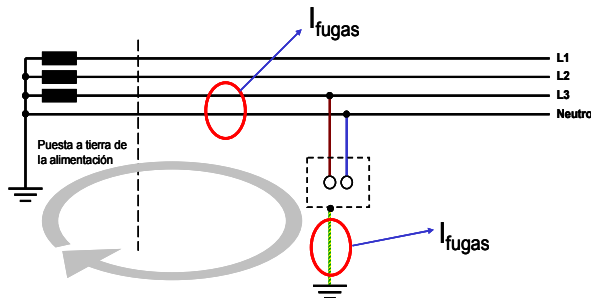
análogo al anterior desplazando ahora también el Luxómetro un metro verticalmente en los puntos de máxima y mínima luminosidad.

3. **En las zonas de alto riesgo**, se pide un valor de iluminancia mínima de 15 Lux o el 10% de la iluminancia normal, tomando el mayor de estos dos valores. Y la relación entre el valor mínimo y máximo, con el alumbrado de emergencia en funcionamiento, debe ser inferior a 10.

Como puede deducirse de los valores exigidos, en los que en el caso más desfavorable puede ser un valor tan bajo como 0,5 luxes, es conveniente que en la verificación de este tipo de instalaciones se utilice un Luxómetro de al menos 0,01 luxes de resolución.

10.- MEDIDA DE CORRIENTES DE FUGAS

Se define como corriente de fuga aquella que, en ausencia de fallos, se transmite a la tierra o a los elementos conductores del circuito. Las corrientes de fuga son habituales en muchos receptores –sobre todo los de tipo electrónico- que en condiciones normales de funcionamiento derivan una cierta intensidad desde los conductores de alimentación hacia el conductor de protección. La suma de las corrientes de fuga y de defecto es la que provoca el disparo de las protecciones ante contactos indirectos de la instalación (interruptores diferenciales, en el caso de los sistemas TT). Por ello, puede darse el caso de que, sin la existencia de defecto en la instalación, se produzca el disparo de su interruptor diferencial por un exceso de corrientes de fuga. Por todo esto, es conveniente efectuar, para cada uno de los circuitos protegidos con interruptores diferenciales, la medida de corrientes de fuga a la tensión de servicio de la instalación y con los receptores conectados.



Corrientes de fugas: en fase-neutro y conductor de protección

Para la medida de corriente de fuga se necesita una pinza amperimétrica que sea capaz de medir con precisión corrientes muy pequeñas (del orden de mA), algo que no es habitual en una pinza amperimétrica convencional. Se las conoce como "pinzas de fugas". La medida se efectúa abrazando con la mordaza todos los conductores activos (de fase y de neutro). Si la suma vectorial de las corrientes por estos conductores no es nula, la pinza medirá la intensidad de la diferencia, que es, justamente, la corriente de fugas aguas abajo del punto de medida.

En la ITC-BT-19 se dice que el valor de la corriente de fugas no debe ser superior 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.

11.- ENSAYOS FUNCIONALES

El conexionado de aparatos, motores y sus auxiliares, accionamientos, bloqueos, etc., deben someterse a un ensayo funcional, con el fin de verificar que se han montado correctamente, regulados e instalados conformes las prescripciones de la Norma UNE 20460. A su vez, los dispositivos de protección deben someterse a ensayos funcionales, si fuera necesario, a fin de verificar que están correctamente instalados y regulados.

IMPORTANTE: Cuando un ensayo no dé resultado positivo, debe corregirse el problema y repetirse éste y todos los ensayos anteriores cuyos resultados puedan verse influenciados por el ensayo en cuestión.

CONSIDERACIONES FINALES

En el artículo 29 del REBT 2002 se dice que: "El centro directivo competente en materia de Seguridad Industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología elaborará y mantendrá actualizada una Guía Técnica, de carácter no vinculante, para la aplicación práctica de las previsiones del presente Reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias, la cual podrá establecer aclaraciones a conceptos de carácter general incluidos en este Reglamento". Esto es así y en su anexo 4 se añade a las medidas aparecidas en esta nota de aplicación la Comprobación de la secuencia de fases y al respecto se dice que:

"Esta comprobación se efectúa mediante un equipo específico o utilizando un comprobador multifunción de baja tensión que tenga esta capacidad. Esta medida es necesaria por ejemplo si se van a conectar motores trifásicos, de forma que se asegure que la secuencia de fases es directa antes de conectar el motor". El modelo Fluke 1653 dispone de esta función.

Esta nota de aplicación pretende ser una guía básica para la verificación de instalaciones en conformidad con el REBT 2002, si desea saber más sobre esta temática Fluke ha editado el libro "Las medidas y ensayos exigidos por el REBT 2002" que trata este tema en profundidad y está a la venta en los puntos de venta de sus distribuidores autorizados.

Fluke Ibérica SL
 Pol. Ind. de Alcobendas
 C/ Aragoneses 9 – 11 Post.
 28108 – Alcobendas
 Madrid

www.fluke.es
 Tfno. 91 414 0100
 Fax. 91 414 0101
 Email: info.es@fluke.com