

Conductores de protección en las instalaciones eléctricas

JESUS FEIJO MUÑOZ, DR. ARQUITECTO

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión prescribe en su Instrucción MI BT 017 artículo 2.2 una tabla, (Tabla 1), en la que los llamados conductores de protección adquieren una respetable trascendencia física respecto de los activos que acompaña. Máxime cuando las secciones de los circuitos interiores de las viviendas, que sin duda son cuantitativamente las más importantes, no superan los 16 milímetros cuadrados y consecuentemente los conductores de protección deben ser de la misma sección.

El mismo Reglamento establece varios sistemas genéricos de Protección contra Contactos Indirectos en su Instrucción **MI BT 021** entre los que destacamos el de 2.7 *Puesta a tierra de las masas conjuntamente con dispositivos de corte por intensidad de defecto* y el 2.10 *Puesta neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto*.

Su objetivo claro es evitar una posible descarga eléctrica cuando una persona entre en contacto simultáneo con dos masas metálicas, que por conexión eléctrica fortuita pudieran estar a distinto potencial, o simplemente toque una masa metálica en contacto no deseado con un conductor eléctrico con potencial superior a tierra.

En el primer sistema mencionado en el Reglamento se utiliza el **Interruptor Diferencial** como dispositivo de corte, fijándose el potencial máximo de los elementos metálicos en 24 y 50 voltios respecto a tierra, según se trate de locales húmedos o secos respectivamente. No se determina sin embargo la sección de los conductores de Protección.

En el segundo sistema mencionado, consistente en provocar el cortocircuito cuando exista algún fallo de aislamiento mediante un conductor de protección, que no es otro que el neutro pero tomado

antes de la Caja General de Protección del edificio. En este caso sí se fija la sección del hilo de protección que debe ser igual a los conductores activos, dado que en el momento de detectar la fuga eléctrica debe soportar toda la intensidad máxima del circuito para que actúe el mecanismo de protección, tipo fusible o magnetotérmico (no interruptor diferencial).

Pero como se decía al comienzo, el sistema exigible es la combinación de puesta a tierra con Interruptor Diferencial, para acusar las en el caso de una derivación de la corriente a una masa metálica, o incluso a una persona que entre en contacto con uno de los conductores activos. Se exige además para la protección las mismas secciones que para el sistema anterior; trataremos de demostrar en los siguientes razonamientos que son innecesarias.

Siguiendo con el Reglamento y en favor de la seguridad, vamos a admitir como máxima en cualquier circunstancia una tensión de fuga o defecto de 24 voltios, lo que significa que a tensiones superiores debe actuar el Interruptor Diferencial y suprimir el suministro eléctrico.

La detección de la fuga se produce de la siguiente manera:

- El suministro eléctrico urbano parte del transformador de Media Tensión más próximo. La salida en Baja Tensión se realiza en tres Fases de 380 voltios y un Neutro. Dicho neutro en la misma salida del transformador se conecta a una toma de tierra, de modo que con esta acción las fases adquieren un potencial de 220 voltios respecto a tierra.
- Los cuatro conductores llegan al edificio residencial donde obtenemos la tensión de servicio para usos domésticos de 220 voltios entre cualquier fase y el neutro.
- De otro lado todas las masas metálicas están unidas a tierra mediante los conductores de protección.
- En estas circunstancias si se produce un contacto accidental entre cualquier fase y esos elementos metálicos o personas, se produce cierre de circuito a través de aquella puesta a tierra del neutro en el Centro de Transformación.
- El circuito involuntario así establecido hace que una determinada intensidad eléctrica salga de los conductores activos (fases y neutro) para disiparse en la toma de tierra. Intensidad que altera el equilibrio existente entre las fases y el neutro, cuya suma algebraica deja de ser cero, creando con ello un campo magnético en el Interruptor Diferencial que

SECCION DE CONDUCTORES	
FASES (mm ²)	PROTECCION(mm ²)
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2

Tabla 1

mediante sus mecanismos interiores abre el circuito y corta el suministro eléctrico. La mínima intensidad necesaria de fuga para que se produzca este fenómeno se conoce como **Sensibilidad del Diferencial**.

Tratemos ahora de cuantificar esa intensidad de defecto en base a la tensión máxima considerada de 24 voltios que se admite en cualquier masa metálica del edificio.

La resistencia de tierra, es decir, la resistencia existente entre nuestra puesta a tierra y la del encuentro del centro de transformación, dependerá del tipo de terreno que les separa con su mayor o menor resistividad.

Terrenos malos desde el punto de vista eléctrico como son los suelos pedregosos, requerirán mayor contacto de la puesta a tierra a base de mayor número de picas o/y mayor longitud de conductor desnudo enterrado. Terrenos más conductores, como los arcillosos húmedos, precisarán de una red de tierra más reducida.

Todo ello para mantener la resistencia de tierra por debajo de un valor que conjuntamente con la sensibilidad del Diferencial impidan mayores tensiones de las permitidas en las reiteradas masas metálicas.

El Interruptor Diferencial que se debe utilizar en viviendas es el llamado de alta sensibilidad, lo que equivale a corriente de defecto máxima de 0,03 amperios. Recurriendo a la ley de Ohm,

$$I = V / R$$

para $V = 24$ Voltios, $I = 0.03$ Amperios obtendremos, $R = 24 / 0.03 = 800 \Omega$

Resultado que nos da la máxima resistencia de tierra admisible en función de los datos previos y que arroja un valor muy por encima del que se suele conseguir sin grandes dificultades.

Como ejemplos tomemos los tres tipos genéricos de terreno de la tabla II de la **MI BT 039** con una reducida red de tierra de conductor enterrado horizontalmente de 20 metros de longitud. Para ello emplearemos la fórmula de la tabla III de la misma instrucción.

$$R = 2 \times \rho / L$$

Datos y resultados los plasmamos en el cuadro 1.

Como puede verse la puesta a tierra no tiene por qué dar problemas en ningún caso, pudiéndose instalar unos Interruptores Diferenciales con unas sensibilidades de 0,08 a 4,80 amperios sin superar esos 24 voltios que fija el Reglamento.

No obstante y por estar del lado de la seguridad siempre vamos a emplear una sensibilidad de 0,03 amperios, esto es, son un máximo de 30 miliamperios los que van a derivar a tierra antes de desconectarse el circuito, o lo que es lo mismo, por los conductores de protección podrán circular intensidades que no superan los 0,03 amperios.

En el cuadro 2 se reconstruye la tabla anterior con la corriente de defecto fija en 0,03 amperios, podríamos añadir otra columna con los valores de

TIPO TERRENO	RESISTIVIDAD Ohmios x metro	RESISTENCIA TIERRA Ohmios	INT. DE DEFECTO Amperios
Compactos y húmedos	50	5	4,80
Terraplenes	500	50	0,48
Pedregosos secos	3000	300	0,08

Cuadro 1

TIPO TERRENO	RESISTIVIDAD Ohmios x metro	RESISTENCIA TIERRA Ohmios	INTENSIDAD DEFECTO Amperios	TENSION MAXV. CONTACTO Voltios
Compactos y húmedos	50	5	0,03	0,15
Terraplenes	500	50	0,03	1,50
Pedregosos secos	3000	300	0,03	9,00

Cuadro 2

tensión máxima de contacto de las masas metálicas a esa corriente de fuga según la fórmula:

$$V = I \times R$$

Como puede verse los valores obtenidos distan mucho del máximo permitido de 24 voltios. aún en las condiciones más desfavorables.

Será interesante, por último, comprobar la influencia del conductor de protección en la resistencia total de la Puesta a Tierra.

En una instalación eléctrica de un edificio los conductores de protección acompañan a los activos en las Derivaciones Individuales y en los Circuitos Interiores, siendo la sección mínima utilizada de 1,5 milímetros cuadrados.

Utilizando como es obligado conductores de cobre, la resistencia de un conductor se obtiene mediante la fórmula:

$$R = (1 / 56) \times (L / S)$$

Siendo:

- R: Resistencia en Ω
- L: Longitud del conductor en metros
- S: Sección del conductor en mm²
- 1/56: Resistividad del cobre

Vamos a suponer un circuito de una longitud prácticamente imposible de darse en una vivienda, como es el caso de 84 metros y el conductor de menor sección, esto es, 1,5 milímetros cuadrados. Con estos datos la resistencia de ese conductor de protección sería de 1 Ohmio, que evidentemente no tiene ninguna incidencia sobre la total de la Puesta a Tierra.

Si tomáramos otras secciones mayores que podrían llegar a 25 milímetros cuadrados o superiores como en las Derivaciones Individuales, esa resistencia estaría por debajo del Ohmio.

Toda esta exposición, a primera vista excesiva, resulta necesaria cuando la conclusión a la que se quiere llegar tiene bastante transcendencia. El resultado puede quedar resumido en la siguiente frase: *No tiene ningún sentido mantener en los Circuitos Interiores unas secciones para los conductores de protección igual a la de los activos.* Similar comentario puede hacerse para las *Derivaciones Individuales* cuyas dimensiones las refleja la tabla V de la **MI BT 017**.

La única explicación que se puede encontrar para las instalaciones actuales, es el hecho de que pueda ser una generalización del sistema 2.10 del *Reglamento*, mencionado en el primer párrafo de este apartado, en el que el conductor de protección debía soportar la intensidad máxima del circuito, para hacer que el mecanismo asociado lo abriera.

Obviamente no deben mantenerse unos criterios que, sin ningún beneficio para la instalación, suponen un derroche de recursos económicos. Se propone en consecuencia para la protección de Puesta a Tierra, la utilización exclusiva de un único conductor de 1 milímetro cuadrado que adicionaría al sistema la resistencia inapreciable de 1 Ohmio cada 56 metros de longitud.

(Este artículo ha sido extraído de la Tesis Doctoral "*Propuesta de una instalación integral eléctrica y electrónica en los edificios de viviendas y su gestión mediante valores picos máximos*" leída en Mayo de 1990)

