

DISPOSITIVOS DE PROTECCION EN INSTALACIONES DE BAJA TENSION.

Rafael Illanes Muñoz.

Interruptor magneto-térmico.

El interruptor magneto-térmico, llamado también interruptor automático aunque otros interruptores también puedan ser automáticos, tiene por misión proteger los conductores de las instalaciones frente a sobrecorrientes producidas, ya sea por sobrecargas (conexión de más receptores de los debidos) o cortocircuitos (contacto directo entre conductores activos entre los que normalmente existe tensión y están aislados).

Como se sabe los conductores alcanzan una temperatura límite cuyo valor depende proporcionalmente con el cuadrado de la intensidad de corriente que los recorre. Por tanto no soportan toda la intensidad de corriente que quisiéramos, sino que ésta queda limitada reglamentariamente por este motivo (tablas de reglamentos y normas). De no cumplirse estas exigencias los conductores se calentarían excesivamente fundiéndose los aislamientos termoplásticos que llegarían a arder ocasionando incendios.

Como ya se ha indicado anteriormente, con el fin de evitar que los conductores sean recorridos por corrientes superiores a las permitidas se emplean estos interruptores que en caso de sobrecorriente actúan desconectando el circuito.

Los interruptores magneto-térmicos se caracterizan por **una intensidad nominal**, que es aquel valor de la corriente a partir del cual deben abrir el circuito. Dependiendo del nivel de sobrecorriente la respuesta será más o menos rápida según se puede ver en la figura 1 donde se representan una curva de disparo típica. El nombre se debe a que pueden actuar mediante un disparo térmico o mediante un disparo magnético que caracteriza las dos zonas de funcionamiento que se indican. Estos interruptores están normalizados existiendo distintos tipos de curvas de disparo que se identifican con letras. Esto permite elegirlos de forma que frente a cortocircuitos, actúen selectivamente disparándose primero el interruptor más próximo al punto donde se produce éste.

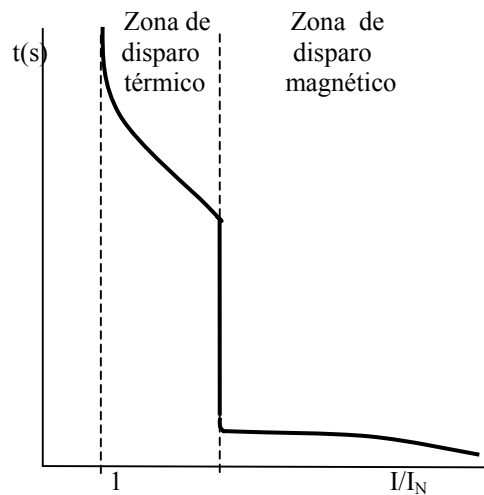


Figura 1. Curva de disparo de un interruptor magnetotérmico.

Estos interruptores incluyen un relé térmico y otro magnético que son los elementos que originan los disparos. El primero de ellos suele estar constituido por unas láminas bimetálicas que tienen capacidad de deformarse al variar la temperatura debido a la dilatación diferencial de los metales que las constituyen, actuando principalmente en caso de sobrecargas. Si la corriente aumenta por encima de un determinado valor, algo habitual en el caso de cortocircuito actúa el disparo magnético que es más rápido como se observa en la gráfica de la figura 1.

En la figura 2 se indican distintas formas de representar un interruptor magneto-térmico trifásico y los símbolos correspondientes para su utilización en esquemas unifilares. Para monofásica serán similares pero con solo dos contactos (ver figura 3). También existen tetrapolares con cuatro contactos.

La diversidad de símbolos se puede explicar si tenemos en cuenta que un efecto térmico se representa de la siguiente forma: “” y un efecto magnético de esta otra: “”. Un relé de intensidad máxima se representa como “” aunque su principio de funcionamiento puede ser magnético. El aspa en el terminal del contacto indica función de interruptor de potencia y la línea horizontal en el contacto función de interruptor separador. El rectángulo negro indica función de disparador automático. Los símbolos representados en la tercera columna suelen ser muy habituales en los esquemas.

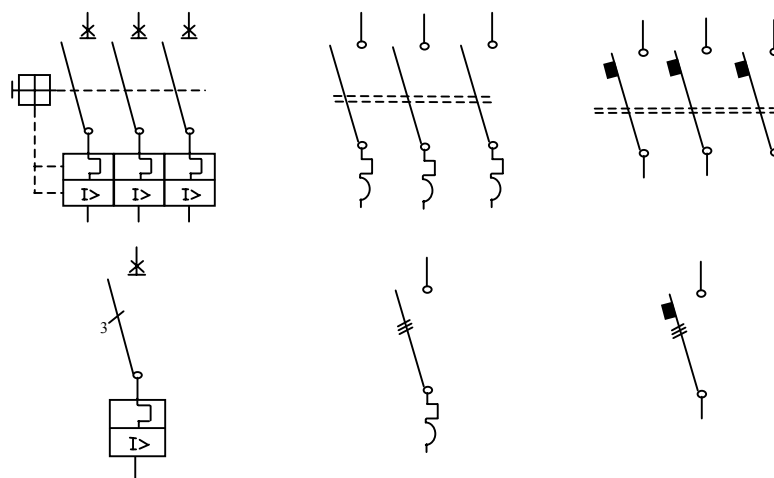


Figura 2. Distintas formas de representar un interruptor magneto-térmico trifásico. En la parte inferior se representan los símbolos unifilares.

El interruptor en estado de reposo (estado que se suele representar en los esquemas) se encuentra abierto, y para cerrarlo hay que vencer la acción de un resorte, acción a la que se llama “armar el interruptor”. Los relés actúan liberando el resorte que actúa abriendo los contactos.

Son interruptores automáticos de tipo magneto-térmico: el interruptor general automático (IGA) que toda instalación de baja tensión debe tener y los pequeños interruptores automáticos que protegen circuitos individualmente (PIA). Estos dispositivos situados en el “cuadro de mando y protección”¹ en la entrada de la “instalación receptora”² no se deben confundir con el interruptor de control de potencia (ICP) que también es un interruptor automático con disparo térmico, pero cuya finalidad es limitar la potencia demandada a la potencia contratada y no puede ser considerado como elemento de protección. Estos interruptores vinieron a sustituir a los fusibles que se utilizaban antiguamente con la misma finalidad aunque no totalmente, pues siguen siendo necesarios como, por ejemplo, los fusibles de la caja general de protección de la “instalación de enlace”³ (CGP).

Los interruptores automáticos también se emplean en alta tensión con el fin de proteger las líneas y para maniobra. En alta tensión, para poder extinguir el arco eléctrico producido en la apertura utilizan un mecanismo de soplado de gas (hexafluoruro de azufre, SF₆) o realizan la apertura sumergidos en aceite (interruptores de pequeño volumen de aceite).

A parte de la intensidad nominal hay que conocer la capacidad de ruptura que poseen, esto es, la corriente máxima que los contactos son capaces de interrumpir. Es necesario, especialmente en alta tensión, determinar la corriente de cortocircuito máxima que pueda producirse y comprobar que el interruptor automático a utilizar tiene la capacidad de ruptura suficiente.



Figura 3. Interruptores magnetotérmicos

¹ Cuadro situado en la entrada de la red eléctrica en la instalación receptora y que aloja los dispositivos de mando y protección como su nombre indica. Se incluye dentro de la instalación de enlace.

² Instalación eléctrica de baja tensión cuya finalidad es el uso de la energía.

³ Instalación eléctrica que une la red de distribución pública con la instalación de interior o receptora. Comienza en la caja general de protección y termina en el cuadro de mando y protección.

Interruptor diferencial

El interruptor diferencial es un elemento de protección frente a contactos indirectos, es decir aquellos contactos que se producen cuando una persona toca una masa metálica que ha quedado en tensión de forma accidental. La protección frente a contactos directos, es decir con conductores en tensión, debe quedar garantizada mediante aislamientos apropiados y barreras físicas que obliguen a mantener las distancias de seguridad.

Veamos un ejemplo doméstico. La red de distribución pública procede del secundario de un transformador cuyo neutro según reglamento está unido directamente a tierra de acuerdo con el esquema de protección TT(neutro a tierra, masa a tierra). Supongamos que la red llega a un electrodoméstico como la lavadora cuya carcasa suele ser metálica.

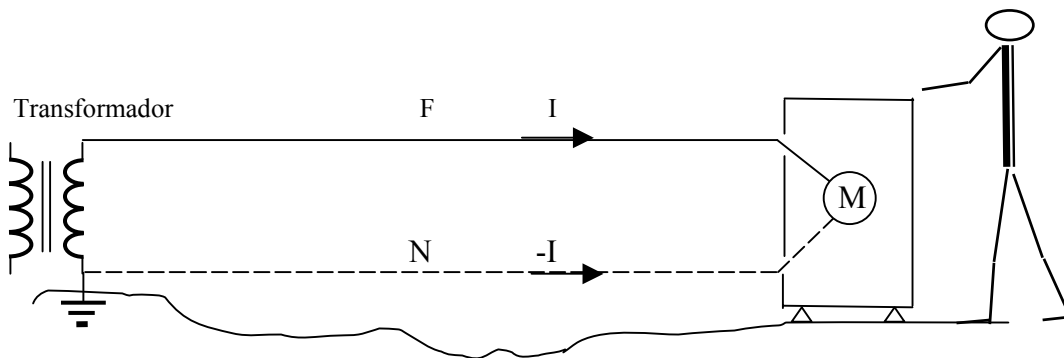


Figura 4. Situación sin defecto.

En condiciones normales (figura 4) no ocurre nada pero si por avería se pierde el aislamiento (puede entrar agua o algún desgaste del aislamiento de un conductor), y la masa se conecta a la fase (figura 5), la persona al tocar la carcasa queda sometida a la tensión entre fase y neutro y aparece una corriente I_d que circula por su cuerpo y que cierra el circuito a través de tierra.

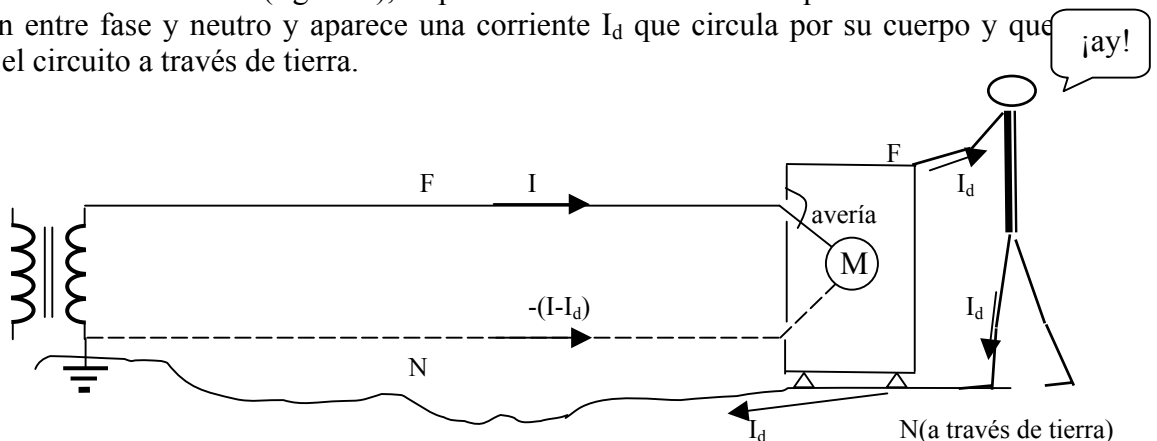


Figura 5. Situación con defecto y corriente a través del cuerpo de la persona.

Los 230 V habituales entre fase y neutro suelen ser suficientes para producir una corriente letal a través del cuerpo de la persona.

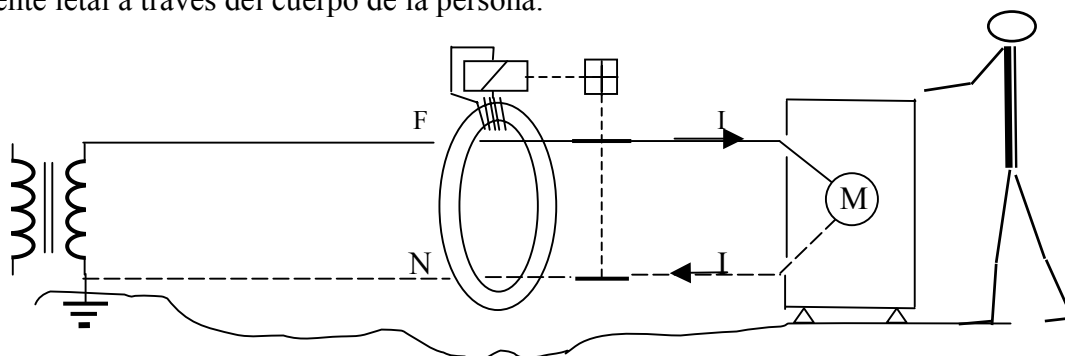


Figura 6. Instalación con interruptor diferencial sin defecto.

Ahora supongamos que la instalación posee un interruptor diferencial (figura 6). No ocurre nada pues la corriente total que atraviesa el anillo magnético es nula y la lavadora sigue alimentada. Se ha representado el interruptor cerrado. Aunque lo habitual en los esquemas es representar los interruptores en reposo (abiertos) aquí se representa cerrado para facilitar la comprensión de su funcionamiento.

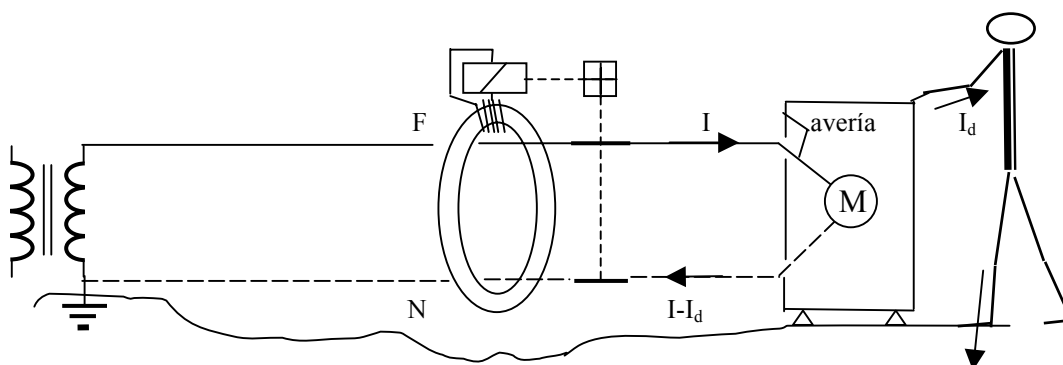


Figura 7. Instalación con interruptor diferencial y defecto a través del cuerpo. El interruptor diferencial actuará siempre que $I_d > I_{\Delta N}$ (sensibilidad).

En la figura 7 se representa la situación en caso de defecto, siendo la corriente que atraviesa el anillo magnético igual a I_d . Si este valor supera el valor de **sensibilidad de diferencial** $I_{\Delta N}$ el diferencial se dispara y se abre el interruptor por la acción del resorte que se hayaba comprimido tras haberlo armado previamente.

Esta situación aunque más segura siempre que el diferencial tenga suficiente sensibilidad (30 mA), no elimina el hecho que la persona reciba la descarga eléctrica. Esto tampoco es deseable y no debe ocurrir en una instalación que cumpla la reglamentación.

En cualquier caso la situación reflejada en la figura 7 sigue siendo anómala pues reglamentariamente todas las masas metálicas deben quedar conectadas a tierra. Esto se hace a través del conductor de protección o cable de tierra que aunque llega a las tomas junto a los conductores activos (fases y neutro) no procede de la red eléctrica sino de un electrodo que debe encontrarse enterrado debajo del edificio. Este conductor identificable habitualmente y según el reglamento por el color amarillo-verde, se conecta a la clavija a través de las chapas laterales de la base del enchufe.

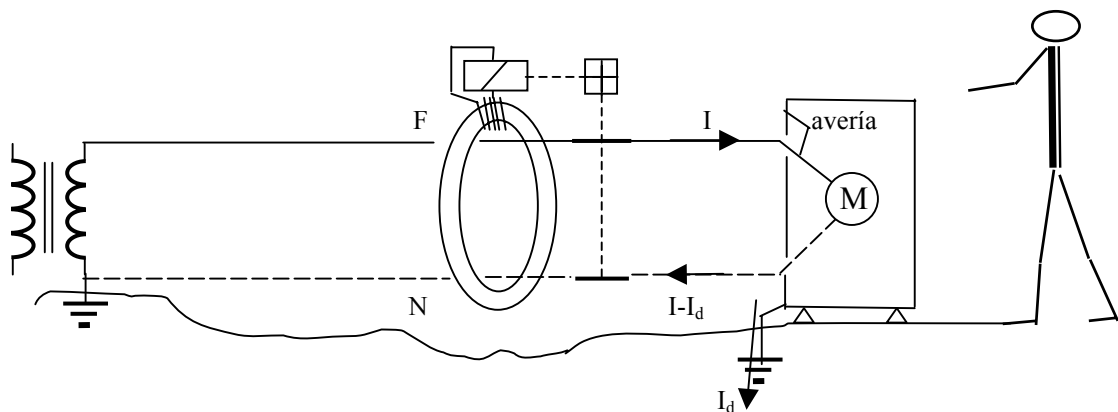


Figura 8. Instalación con interruptor diferencial y defecto a través de toma de tierra.

En una instalación con una toma de tierra adecuada (figura 8) el diferencial se disparará en cuanto se produzca el defecto, no siendo necesario que la persona llegue a tocar y sufra la descarga. La toma de tierra deberá tener una resistencia lo suficientemente baja para que la corriente I_d supere el valor de la sensibilidad del diferencial instalado.

Por otra parte a veces en instalaciones muy grandes es necesario utilizar interruptores diferenciales de menor sensibilidad (300 mA o mayores) pues las fugas de corriente por humedad o de tipo capacitivo de toda la instalación podría provocar el disparo de un diferencial de sensibilidad mayor (detecta corrientes menores). Esto no impide que se empleen otros diferenciales más sensibles en los circuitos individuales que alimenten las distintas dependencias.

También existen diferenciales para sistemas trifásicos a 3 y cuatro hilos. En la figura 9 se representan los esquemas de un diferencial monofásico y de un diferencial trifásico a cuatro hilos. Se pueden ver representados el botón de rearme indicado a la derecha y el botón de prueba que se representa a la izquierda de cada diferencial. El botón de prueba deriva por fuera del anillo y a través de una impedancia limitadora, la corriente suficiente para provocar el disparo.

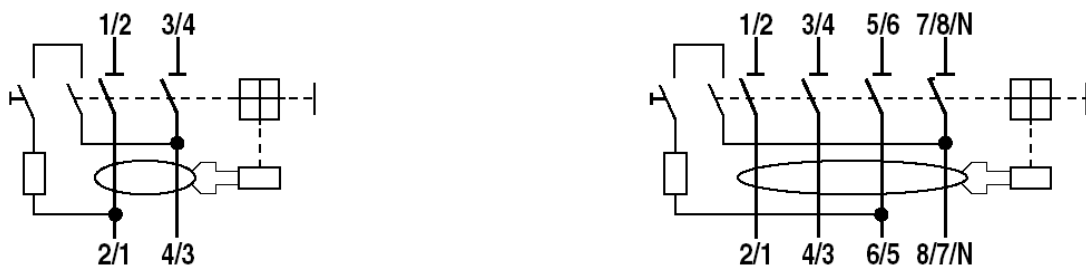


Figura 9. Interruptores diferenciales (fuente: Catálogo ABB)

A parte de la sensibilidad el interruptor diferencial se caracteriza por la **corriente nominal** que es el valor de corriente que circulará como máximo por su contactos y que el interruptor será capaz de interrumpir.



Figura 10. Interruptor diferencial monofásico y trifásico.

En la figura 10 se pueden ver dos diferenciales, uno monofásico y otro trifásico. Actualmente es habitual que los diferenciales monofásicos ocupen el espacio correspondiente a dos contactos.

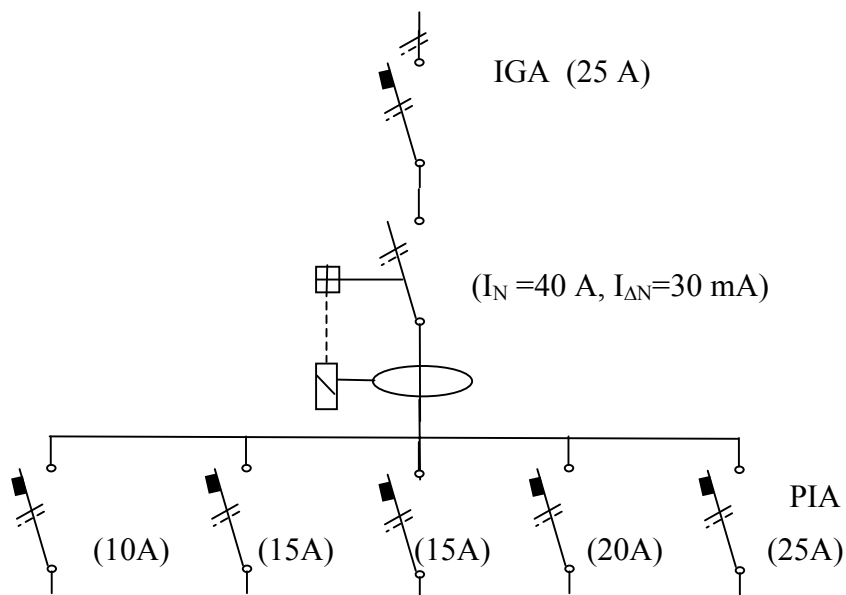


Figura 11. Esquema unifilar de un cuadro de mando y protección (Ejemplo de vivienda con electrificación media).

En la figura 11 se representa el esquema unifilar de un cuadro de mando y protección monofásico donde se representan el interruptor general automático, un interruptor diferencial y los pequeños interruptores automáticos con indicación de las características nominales a título de ejemplo.

Otros dispositivos de protección.

Fusibles: son dispositivos que disponen de laminas conductoras de metales con bajo punto de fusión que funden cuando la intensidad supera un determinado valor nominal. Su inconveniente es que cuando se funden se destruyen y hay que reponerlos y como principal ventaja su fiabilidad.

En redes con sistema distinto de conexión de masas como el esquema IT (neutro aislado, masa a tierra, aplicable en instalaciones que procedan de transformadores propios) se requiere el empleo de Interruptores con relés diferenciales de tensión que detecten desequilibrios en las tensiones entre las fases de la línea y tierra.