

Protección contra sobrecorrientes en Baja Tensión (parte I)

En esta primera parte se explican las características generales de los interruptores automáticos de riel DIN, cubiertos por la norma IEC 60898.

Las características constructivas y de funcionamiento de los interruptores automáticos en baja tensión (tema que vamos a desarrollar en los primeros artículos de esta serie) son, desde hace varios años, establecidas en forma internacional por 2 normas: la IEC **60947-2** y la IEC **60898**.

Mientras que la norma **IEC 60947-2** trata las características de **los interruptores de uso industrial** (los que son conocidos como interruptores en caja moldeada, o monoblock), la **IEC 60898** trata las características de los **interruptores de uso doméstico** (los que son conocidos como interruptores para riel DIN).

Parte de la importancia de la norma IEC 60898 también radica en que es la norma que usted encuentra en el “*Reglamento de seguridad del equipamiento de baja tensión*” de URSEA, el cual fija las exigencias que debe tener un elemento eléctrico para ser **comercializado** en nuestro país.

Y es éste el tipo de interruptores de los que vamos a comenzar a hablar en este artículo.

Características generales de los interruptores según IEC 60898

Los interruptores de riel DIN cubiertos por esta norma están fabricados para trabajar en circuitos de tensión alterna menor o igual a 440 V, donde el corte de la corriente se hace en aire, y cuyos valores de corriente nominal son iguales o menores a 125 A. El uso de estos interruptores es para instalaciones *domésticas* (y similares), tal como es el caso de una casa. La “898” (tal como se nombra comúnmente a la IEC 60898) tiene la gran responsabilidad de describir las exigencias de interruptores que, por estar instalados en residencias, van a estar bajo uso de personas **no instruidas en temas de electricidad**. Una de las consecuencias de esto es que a estos interruptores no se les permite tener accesible en su frente ningún tipo de regulación.

La denominación genérica internacional de los interruptores comprendidos en la “898” es MCB, término inglés que significa *miniature circuit-breaker*.

(Si bien la norma “898” abarca hasta una corriente nominal de 125 A, no se aplica a los interruptores destinados a la protección de motores o de aquellas protecciones cuya regulación sea accesible por el usuario; y aunque estos interruptores estén pensados para uso en instalaciones domésticas, son permitidos en instalaciones industriales)

Protección en sobrecargas y corto-circuitos

Estos interruptores son equipados con un **disparador térmico** que actúa durante la aparición de sobrecorrientes bajas (sobrecargas), y de un **disparador magnético** para las sobrecorrientes elevadas (corto-circuitos). De aquí el nombre de interruptores automáticos *termomagnéticos*.

El disparador térmico típico está constituido de una lámina bimetálica que se curva bajo la acción del calor producido por el pasaje de la corriente eléctrica.

Esta deformación temporaria de la lámina, debido a los diferentes grados de dilatación de los dos metales que la componen, es la que provoca la apertura del interruptor.

En la **figura 1** se observan los componentes internos de un interruptor termomagnético de riel, junto a su curva de funcionamiento tiempo-corriente característica.

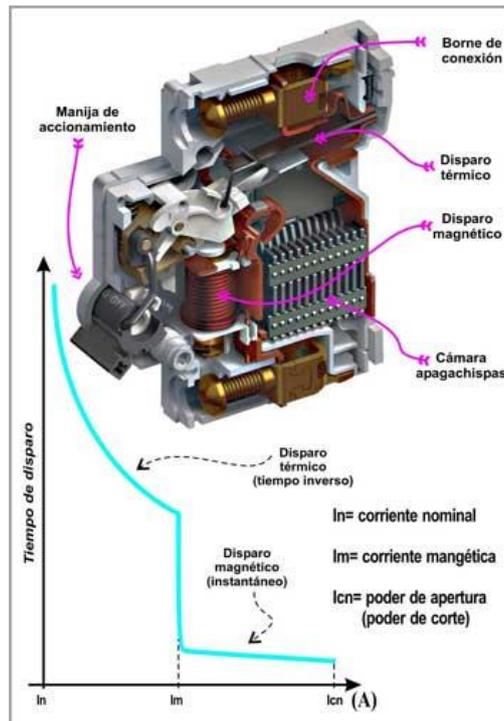


figura 1: Vista Interna de un Interruptor Automático de riel, junto a su curva tiempo-corriente de funcionamiento

La curva característica del disparador térmico se llama de *tiempo inverso*, lo que significa que el tiempo de **acción** (es decir, el tiempo de apertura del circuito protegido) es menor a medida que crece la corriente que lo atraviesa. Como el lector podrá darse cuenta, este proceso térmico y su incidencia en la dilatación de dicha lámina bimetálica, depende de las condiciones de temperatura y presión que tenga el aire que rodea dicha lámina. Por eso, algunos fabricantes han desarrollado su interruptor con un disparador térmico compensado en temperatura (es decir, cuyas características no se vean afectadas por la temperatura ambiente).

Por otro lado, el disparador magnético está constituido por una bobina (electroimán) que atrae una pieza articulada (armadura) cuando la corriente llega a un cierto valor. Esta acción es la que, a través de ciertos acoplamientos mecánicos, produce la apertura de los contactos principales del interruptor.

Características nominales

Tensión nominal U_n

Los interruptores de la “898” son caracterizados por la **tensión nominal** de operación (también llamada tensión de empleo o de servicio) U_e y por la **tensión de aislamiento** U_i . La tensión nominal U_n es la tensión a la que se refieren sus características de funcionamiento (ejemplo: 230 y 400 V), mientras que la tensión de aislamiento U_i es la de ensayo dieléctrico y de corrientes de fuga. Los catálogos de los fabricantes indican frecuentemente, el primero de los valores, llamándolo tensión nominal U_n ($U_n=U_e$). En general, U_i es el valor mayor admisible de U_n (en ningún caso la tensión máxima de empleo puede sobrepasar a la tensión de aislamiento nominal).

Corriente nominal I_n

La “898” define la corriente nominal como la corriente que el interruptor puede soportar en régimen **ininterrumpido** (es decir, sin dispararse) a una temperatura de referencia especificada de 30 °C.

Asimismo, indica los siguientes valores preferenciales de I_n : **6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 y 125 A** (fíjese que de aquí proceden los valores habituales de I_n que usted conoce en los interruptores de riel que compra).

Como regla, los fabricantes de interruptores termomagnéticos indican, además de los valores de I_n a la temperatura de referencia, su variación con la temperatura.

Corrientes convencionales de disparo y de no disparo:

La “898” establece el comportamiento de los disparadores de sobrecorriente de los interruptores y su tiempo de accionamiento ante ciertos valores de corriente, los cuales se muestran en la curva tiempo-corriente de la figura 2. Para este fin, la “898” define lo que se conoce por corriente convencional **de no disparo** I_{nt} y corriente convencional **de disparo** I_t (puntos de referencia de la curva característica tiempo-corriente en que se establece el comportamiento del interruptor).

La corriente convencional **de no disparo** (I_{nt}) vale $1,13 \cdot I_n$ (13% más que la corriente nominal), y la corriente convencional **de disparo** (I_t) vale $1,45 \cdot I_n$ (45% más que la corriente nominal). La “898” establece que a un valor de corriente igual a I_{nt} el interruptor **no debe dispararse antes** de un tiempo predeterminado (1 o 2 hs según sea el caso). Pero si el valor de la corriente es igual a I_t , entonces la norma establece el **tiempo máximo en que sí debe dispararse**. La figura 2 muestra esta y otras características que solicita la norma “898” a todos los fabricantes de interruptores.

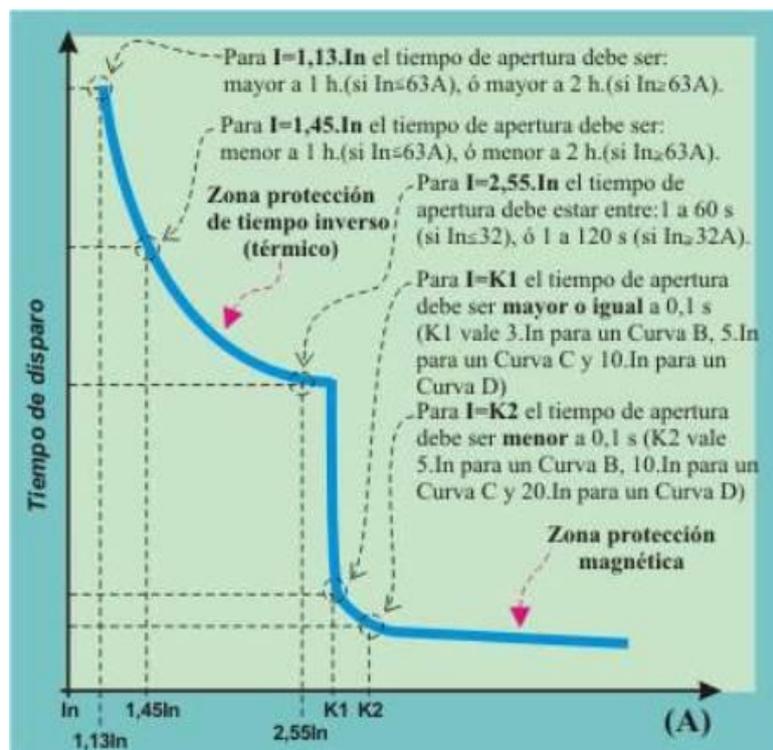
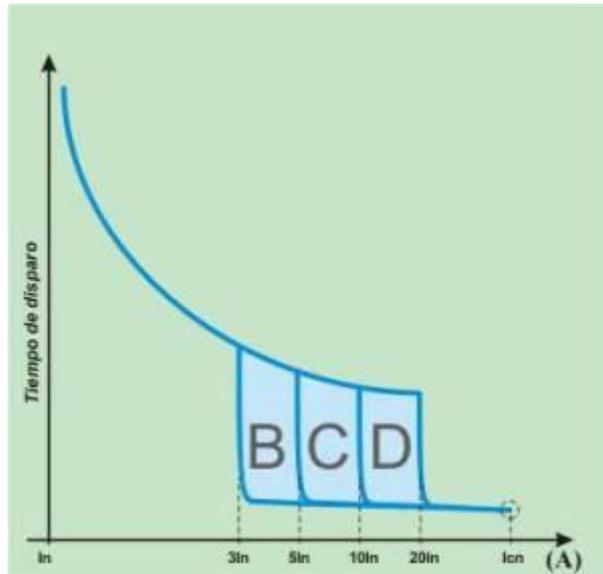


figura 2: Curva característica tiempo-corriente de un interruptor de riel, según IEC 60898

Disparo Instantáneo

Así como en el subtítulo anterior encontramos exigencias en el comportamiento de la curva que llamamos de tiempo inverso, también los hay para los valores de corriente magnética. Por esto la “898” define las 3 conocidas curvas de funcionamiento: Curva B, Curva C, y Curva D tal como en la figura 3:



//////////**figura 3:** Las tres “Curvas” de funcionamiento que define la IEC 60898//////////

Según sea la Curva (B, C o D) de fabricación de un interruptor de riel, la “898” establece los valores **máximos y mínimos** de la corriente magnética I_m para cada una de ellas, según la tabla siguiente:

Curva	I_m
B	de $3.I_n$ a $5.I_n$
C	de $5.I_n$ a $10.I_n$
D	de $10.I_n$ a $20.I_n$

Dentro de cada tipo de curva, un fabricante cualquiera de interruptores puede elegir el valor de corriente instantáneo que **mejor le parezca**. Es decir, un determinado fabricante puede ofrecer un interruptor con características Curva D, pero cuyo valor de corriente instantánea sea $15.I_n$ (pues debe estar entre $10.I_n$ y $20.I_n$ según lo especifica la IEC 60898). La “898” también establece un **tiempo de disparo mayor** a $0,1$ s en el valor inferior establecido para I_m ($3.I_n$, $5.I_n$ ó $10.I_n$ según sea el caso), y **menor** a $0,1$ s en el valor superior establecido para I_m ($5.I_n$, $10.I_n$ o $20.I_n$). Vea esto último en la figura 2.

Ejemplo: Supongamos un interruptor curva C, de 20 A certificado según IEC 60898. Podemos asegurar, según lo escrito antes, que el interruptor **no va** a dispararse a 20 A. También sabemos que para una corriente de $1,13.I_n = 1,13.20 = 22,6$ A, el interruptor debe dispararse **luego** de 1 hora. Para una corriente de $1,45.I_n = 1,45.20 = 29$ A, el interruptor debe dispararse **antes** de 1 hora. También, que el valor de corriente instantánea de corte estará entre 100 A y 200 A ($5.I_n$ y $10.I_n$). De la figura 3 hallamos además, que cuando la corriente circulante sea de 100 A, el interruptor se disparará **luego** de $0,1$ s, y si la corriente circulante es de 200 A, el interruptor debe dispararse **antes** de $0,1$ s.

¿Cuáles son los usos recomendados de cada curva? Pues bien, los interruptores Curva B son adecuados para cargas que **no presenten** una corriente de conexión elevada, tal como cargas de alumbrado incandescente, calefacción, etc. Los interruptores Curva C son los mayormente vendidos, y aceptan cargas con corrientes de conexión medias, como iluminación fluorescente, pequeños motores, etc. Finalmente los interruptores Curva D están adecuados para aparatos con grandes corrientes de conexión, como transformadores, equipos de rayos X, etc.

Finalmente, si las corrientes son muy grandes (corto-circuitos francos), y dependiendo de cada marca, los interruptores de riel abren entre $0,005$ a $0,020$ s.

Poder de Corte

La aparición de un corto-circuito tiene como consecuencia la elevación de temperaturas y esfuerzos electrodinámicos dentro del interruptor. A pesar de esto, muchas veces se necesita restablecer el

servicio inmediatamente después a la apertura del interruptor y que el mismo esté en condiciones de prestar un servicio al 100 % de sus características.

Por este motivo los interruptores automáticos tienen dos poderes de corte que lo caracterizan: el poder de corte último **Icu** y el poder de corte en servicio **Ics**, ambos indicados en Amper.

Por un lado **Icu** es el **máximo** valor de corriente que el interruptor es capaz de interrumpir (por ejemplo 6000 A, o sea 6 kA).

Y por otro lado, **Ics** (que se expresa en porcentaje de **Icu**) representa la capacidad del interruptor de abrir una corriente de corto-circuito tres veces seguidas, y a continuación de esto, poder brindar un servicio en idénticas condiciones a las normales.

En el caso de los interruptores de riel, la “898” habla solamente del poder de corte **Icn** (que es igual **Icu**), y establece ciertos valores nominales para **Icn**: 1,5 , 3 , 4,5 , 6, 10, 15, 20 y 25 kA (es decir, si usted necesita un interruptor de riel con **Icn** mayor a 3 kA, sepa que los hay de hasta 25 kA).

Según la “898”, el poder de corte en servicio **Ics** está definido en función de **Icn**, siendo fijado en los siguientes valores:

- si $I_{cn} < 6$ kA, entonces $I_{cs} = I_{cn}$;
- si I_{cn} está entre 6 y 10 kA, entonces $I_{cs} = 0,75 \cdot I_{cn}$ (mínimo de 6 kA);
- para $I_{cn} > 10$ kA, entonces $I_{cs} = 0,5 \cdot I_{cn}$ (mínimo de 7,5 kA).

Limitación de la corriente de corto-circuito

Existen fabricantes que realizan interruptores automáticos, de Curvas B y C, que limitan el valor de la corriente de corto-circuito. Según la “898” se clasifican en Clase 1 (sin limitación), Clase 2 y Clase 3 (Este tema, junto a su aplicación, se tratará en el próximo número).

Marcas e indicaciones del producto

Según la IEC 60898, cada interruptor debe tener distintas indicaciones, pero merece la atención cómo debe ser identificado el valor de corriente nominal **In**, el tipo de Curva, el poder de corte **Icn** y la Clase de limitación de corriente.

El valor de corriente nominal debe grabarse en forma indeleble **sin** el símbolo “A” (de Amper), **precedido** del símbolo de la Curva de disparo instantáneo (B, C ó D) como por ejemplo “B16”. Es decir, esta última identificación hace referencia a un interruptor de 16 A, curva de funcionamiento B. A su vez, el valor numérico de **Icn** (poder de corte) se debe grabar dentro de un rectángulo, en Amper. O sea que, un interruptor de 3 kA de **Icn** debe traer grabado 3000 dentro de un rectángulo.

Por último, y especialmente en el caso de los interruptores que provienen del mercado europeo, en caso de poseer limitación de corriente de corto-circuito (Clases 2 y 3), debe tener grabada dicha Clase dentro de un cuadrado.

En la figura 4 se resumen las marcas mencionadas.



figura 4: frente de un interruptor de riel con identificaciones obligatorias (no están todas)

Como estos interruptores también se usan en instalaciones industriales, muchas veces traen grabado el valor de Icu según la norma IEC 60947-2, valor que suele ser mayor que el de la “898”. Pero recuerde que el valor grabado dentro de un rectángulo es el que corresponde a la “898” (IEC 60898).

Uso de Icu al proyectar o reformar una instalación.

Una vez proyectada la instalación, es el valor de Icu (o Icn como lo llama la “898”) el que debe ser comparado, con el valor **esperado**, o estimado, de corto-circuito (que generalmente llamamos Ik) en el punto de la instalación donde van a ser instalados (véase el artículo “Corrientes de corto-circuito en redes de Baja Tensión” del número 8 de ElectroMagazine).

¿Por qué debe suceder esto? Pues Icu está representando la máxima corriente de corto-circuito que el interruptor es capaz de interrumpir.

¿Cuáles son los valores de Icn de los interruptores bipolares que compra UTE para usar como limitadora de una casa de familia? **En general**, los mismos son de 6 kA (deberán tener una marca de **6000** en el frente). Esto resulta de estudios que UTE ha realizado en su red, en la cual han hallado como resultado corrientes de corto-circuito estimadas menores a 6000 A en el punto de conexión correspondiente a la mayoría de las residencias.

En el próximo número vamos a seguir hablando más de las protecciones contra sobrecorrientes. Si usted lo desea, puede enviarnos sus dudas (sobre éste u otro tema) e intentaremos contestarle desde estas páginas.

Autor: Ing. Alberto Mikalaiunas

Consultas: consultas@electromagazine.com.uy

La foto de la figura 1 es gentileza de Schneider Electric Uruguay.