



reproel®

LO QUE USTED DEBE CONOCER SOBRE FUSIBLES DE ALTA CAPACIDAD DE RUPTURA

Dr. Ing. Juan Carlos Gómez
Reproel SA
Zamudio N° 4623, Buenos Aires, Argentina
Tel/fax: (54-011) 4574-2152/53
Email: ventas@reproelsa.com.ar

Resumen: Se describe el problema de incomunicación existente entre el usuario final y el vendedor de fusibles, el cual puede conducir a la utilización errónea del fusible y su consecuente daño y costo asociado. El conocimiento mínimo que sobre fusibles de alta capacidad de ruptura debe poseer el vendedor es también descripto. Se señalan los principales tipos de fusibles, baja y media tensión, como asimismo las clases. Tales clases son tratadas tanto para fusibles de media como de baja tensión, indicando sus aplicaciones y limitaciones. Ejemplos de reemplazos de fusibles por otros similares pero no exactamente iguales son descriptos, como de igual manera se tratan las desventajas del reemplazo de fusibles por interruptores termomagnéticos.

I. INTRODUCCIÓN

El vendedor de fusibles, usualmente posee formación técnica adquirida solamente por la experiencia en la venta de tal dispositivo, conocimiento que por ser empírico adolece de varias falencias, como el de ser fragmentado, poco sólido, inducido por slogans engañosos, etc. Hasta ahora la mayor parte de los artículos técnicos dedicados a fusibles de alta capacidad de ruptura han tenido como destinatario al usuario final del mismo, sin que su redacción e información sean de utilidad para el vendedor. Cuando el usuario final tiene problemas con fusibles, uno de los primeros lugares de consulta es donde el vendedor, quien le recomienda poner un fusible mayor o menor, cambiar de marca, seleccionar otro tipo o clase, etc. Por mas que el usuario final posea una buena formación al respecto, el problema de comunicación se presenta en el diálogo con el vendedor, quien en base a su experiencia está en condiciones de proponer alguna alternativa. Si el usuario está seguro de sus necesidades, mantiene sus exigencias y no acepta las alternativas, lo que no ocurre demasiado frecuentemente. Muchas veces, las alternativas propuestas no se fundamentan en razones técnicas, sino surgen debido a la relación entre la urgencia del cliente y el plazo de entrega. Es también usual que la persistencia o agresividad y necesidad de vender del vendedor, disponibilidad en stock, etc. hagan olvidar o se impongan a las justificaciones técnicas. Los cambios en las características de los fusibles adquiridos respecto a las necesidades, frecuentemente conducen a errores de aplicación, debidas a falta de conocimientos tanto del usuario final como del vendedor.

Otro aspecto normalmente no cubierto por el vendedor es el conocimiento respecto a la calidad de las distintas marcas de fusibles disponibles, sobretudo en un momento como el actual en que se sufre una verdadera invasión de fusibles importados. Las dificultades económicas, de las cuales a la fecha en nuestro país no se libra ninguna empresa, hace que frecuentemente la decisión respecto al elemento a comprar, en nuestro caso fusible, se realice solamente en base al precio. Este problema está aparejado a los siempre existentes importadores inescrupulosos, que explotando la fragilidad y lentitud de nuestras leyes, asimismo falseando las características nominales de los fusibles, importan productos de calidad desconocida o desgraciadamente bien conocida. Tales productos aparecen en el mercado con precios que nada tienen que ver con la realidad, distorsionan el mercado, engañan unos cuantos usuarios, y una vez que comienzan a ser "mal" conocidos simplemente "desaparecen". Desgraciadamente, reaparecen rápidamente con distinta marca, diferente importador, listos para su nuevo ciclo de engaños.

Los grandes usuarios de fusibles pueden exigir ciertos controles de calidad, como por ejemplo disponer de muestras para su estudio y ensayo antes de concretar la compra. Pero ni siquiera de esa manera hay garantía total, ya que se entregan como muestras fusibles "especiales", de calidad indiscutible, que luego no se conciben con los productos que recibe el comprador.

Otra situación muy frecuente es la recomendación por parte del vendedor de reemplazar al fusible por otro tipo de dispositivo protector como el interruptor termomagnético, lo cual requiere un cuidadoso análisis, que se mostrará a continuación.



II. INFORMACIÓN QUE DEBE MANEJAR EL VENDEDOR

II.1. Principales tipos de fusibles

El fusible de alta capacidad de ruptura es el dispositivo de protección que posee mayor velocidad de operación, máximo control de energía liberada en el equipo deteriorado y mayor absorción de energía de falla de todos los dispositivos disponibles a la fecha. En la actualidad la posición del fusible en los sistemas eléctricos de media y baja tensión es sumamente sólida y tal situación, sin ninguna duda, se mantendrá por muchos años.

En promedio, el fusible representa al 60 % de los dispositivos de protección en su área de utilización, con aplicaciones donde el porcentaje alcanza casi al 100 % como es el caso de la protección de semiconductores de potencia y motores de inducción.

Los fusibles de alta capacidad de ruptura se dividen fundamentalmente por la tensión de trabajo, estando la división fijada entre 1000 V corriente alterna y 1500 V corriente continua.

Los fusibles de alta tensión se denominan HH (designación proveniente de las iniciales en Alemán) o de alto poder de corte.

Los de baja tensión, a su vez se clasifican en base a su forma constructiva, denominándose NH, D y cilíndricos, estos dos primeros designados también por sus iniciales en Alemán. La principal razón de los distintos tipos, radica en la protección contra choque eléctrico y por ello del "grado de protección", siendo los fusibles NH debido a su alto riesgo potencial, diseñados solo para ser manipulados por persona "Autorizada".

El término autorizada está especificado en la norma, indicando dos acepciones, instruido y experto. Instruido es una persona adecuadamente aconsejada y/o supervisada a fin de evitarle riesgo de accidente eléctrico; en cambio experto es definido como persona con conocimiento técnico o suficiente experiencia que lo habilita para evitar los riesgos que puede crear la energía eléctrica (IEC 269).

a) HH (Hochspannungs Hochleistungs)

El dispositivo de alta capacidad de ruptura y media tensión, denominado HH, posee corrientes nominales desde 0,5 A hasta 400 A, y tensiones nominales desde 2,3 kV hasta 33 kV. Capacidades de interrupción desde 300 hasta 900 MVA. Los tamaños se encuentran normalizados por DIN 43625, fijando diámetro y largo del contacto cilíndrico en 45 y 33 mm respectivamente, mientras que los largos del cuerpo son 192, 292, 367, 442 y 537 mm. Disponen de un percutor, elemento que además de indicar la operación es capaz de efectuar un trabajo, estando normalizada su fuerza en función del recorrido (IEC 282), existiendo tres modelos, para servicio liviano, mediano o pesado, con energías de 0,3 +/- 0,25, 1 +/- 0,5 y 2 +/- 1 Joule, siendo las fuerzas para el medio y pesado de 20 y 40 N respectivamente, medidas a los 20 y 10 mm. Este trabajo mecánico se coordina con el seccionador bajo carga, de tal manera que el seccionador interrumpe las corrientes bajas y el fusible las altas, actuando el conjunto como un interruptor de muy bajo costo.

b) NH (Niederspannungs Hochleistungs)

Este tipo de fusible de alta capacidad de ruptura y baja tensión, se fabrica en siete tamaños, 00, 0, 1, 2, 3, 4 y 4a, con corrientes nominales desde 6 A hasta 1600 A, todos con una tensión nominal de 500 V (con una excepción, el de clase gTr, que es para 400 V nominales). Su capacidad de interrupción alcanza a los 100 kA. Este tipo de fusible necesita de la manija extractora a fin de permitir su colocación y retiro en forma segura para el operador, la cual se encuentra estandarizada por las normas de referencia. El manipuleo de esta manija no es para personal inexperto, ya que la maniobra debe hacerse con firmeza y rapidez, fundamentalmente su colocación ya que en caso de cerrar en falla el arco debe producirse y extinguirse dentro del fusible y nunca en el contacto cuchilla - base portafusible.

Otro de los accesorios bastante difundido de este tipo de fusible es la denominada cuchilla de neutro que no es otra cosa que un trozo de conductor con dimensiones similares a la cuchilla normalizada, con el largo total del fusible y contando con los cuernos para permitir su manipulación con la manija extractora. Su principal aplicación es en los circuitos tetrafilares, donde se requiere seccionamiento de neutro. En ciertos casos se las emplea para la eliminación de un punto de protección por razones de coordinación selectiva.

c) D y D0

Los tipos D y D0 son especiales para aplicaciones de menor potencia y corriente que los NH, con tensiones nominales 500 y 380 (o 400) V. respectivamente, con corrientes variables según el tipo, desde 2A hasta 100A. (es muy común encontrar corrientes nominales de hasta 200A) para el D y hasta 100A para el D0. Los D y D0 poseen tamaños DI (muy poco usado en nuestro medio), DII, DIII, DIV y D01, D02, D03 respectivamente. La diferencia fundamental entre el NH y el D / D0 se refiere a la seguridad personal. Los distintos tamaños y sub-tipos poseen corrientes nominales superpuestas



reproel®

en los extremos del rango, para facilitar el reemplazo y permitir el crecimiento del sistema y de las cargas. Las capacidades de corte se encuentran comprendidas entre 50 y 80 kA.

d) Cilíndricos

Su difusión en nuestro medio está recién comenzando, disponiendo de los tamaños y corrientes nominales indicados a continuación: 8,5 x 31,5 mm (diámetro de los contactos y largo total), 1-20-25* A; 10,3 x 38 mm, 0,5-20-25*-32* A; 14 x 51 mm, 2-25-32*-35*-50* A y 22 x 58 mm, 16 – 80-100* A. (* no normalizados). También es muy usado el fusible sólido o seccionador de neutro, cuya principal aplicación ya fue explicada para el tipo NH. La capacidad de interrupción es del mismo orden que el tipo anterior, 50 a 80 kA.

Las características constructivas generales se encuentran especificadas en las normas DIN 43620 y DIN 43625, como asimismo en la IEC 282 e IEC 269 en sus diferentes partes.

II.2. Clases de fusibles

La aplicación específica de los tipos de fusibles citados previamente se indica con la denominada clase de operación. El conocimiento del significado de la clase de los fusibles es imprescindible a fin de lograr una utilización correcta de los mismos.

Para el caso de los fusibles de alta tensión, las clases son: propósito general, respaldo o campo completo. La definición de las clases se encuentra en las normas IEC 282 y VDE 0670. El término "Propósito General" indica que el fusible es capaz de interrumpir cualquier corriente que lo funda desde una tan baja como para fundirlo en un tiempo menor a una hora (aproximadamente del orden de 1,4 veces la corriente nominal) hasta la máxima definida por su capacidad de ruptura. La clase de "respaldo" define un fusible cuyo campo de operación está indicado por el fabricante, desde un valor inferior denominado corriente mínima de operación (usualmente entre 4 y 6 veces la nominal) hasta la capacidad de ruptura, similar a la clase anterior. Por otra parte el fusible clase "campo completo" es capaz de cortar cualquier corriente que lo funda e inicie la operación, por lo que desaparece el límite inferior, manteniendo el superior como en las dos clases ya definidas. Obviamente que la ampliación del rango de operación representa un incremento en precio, siendo el de respaldo el más económico y el de campo completo el más costoso.

En cambio, los de baja tensión se individualizan con un par de letras, que pueden ser a o g para la primera y L, R, M, Tr, C* o B para la segunda. Los pares más difundidos y su aplicación se indican a continuación:

gL:	Protección de aparatos de maniobra en general
aR:	Protección de semiconductores de potencia contra cortocircuitos
aM:	Protección de motores contra cortocircuitos
gTr:	Protección completa de transformadores
gR:	Protección completa de semiconductores
gB:	Protección de circuitos mineros
gC*:	Protección de capacitores

* No normalizado.

Las características de respuesta de las distintas clases de fusibles se encuentran perfectamente identificadas en las normas VDE 0636, parte 21 para el gL (también denominado gG en IEC 269 parte 2), parte 22 para el gTr, aM y gB, y por último parte 23 para la clase aR y gR. Las partes 31 y 41 corresponden a los fusibles cilíndricos tamaños D0 (1, 2 y 3) y D (II, III y IV H) respectivamente.

El término fusible lento o fusible rápido no se encuentra indicado en ninguna norma, por lo cual no posee parámetro de comparación para indicar su aplicabilidad. Frente al caso de fusibles identificados de tal forma, se debe solicitar se explicita la clase y norma a la que responden.



II.3. Concepto de compatibilidad

La compatibilidad entre fusibles del mismo tipo y de distintos fabricantes, denominada intercambiabilidad, debe garantizarse no solamente para dimensiones, sino también desde el punto de vista de la operación frente a carga normal como asimismo durante la interrupción de sobrecorrientes.

Los fusibles de baja tensión que cumplen con las especificaciones o normalizaciones citadas son totalmente intercambiables entre sí. La rigurosidad de las especificaciones, especialmente en lo referente a las VDE 0636, hace que se alcance un alto grado de semejanza.

Para el caso de media tensión, la intercambiabilidad que puede garantizarse es solo mecánica o dimensional (DIN 43625, IEC 282), ya que no se especifican los márgenes de tolerancia de las curvas características para cada valor de corriente nominal de fusible. Lo único que se indica es la tolerancia de las curvas dadas por el fabricante frente a los apartamientos de los ensayos individuales. Por lo que la intercambiabilidad en este tipo de fusible puede solo garantizarse mediante el estudio pormenorizado y comparación de las curvas características de los fusibles a reemplazar y el replazo propuesto.

II.4. No-intercambiabilidad

Es el concepto que se emplea para evitar que un fusible pueda ser reemplazado por otro de distinta (mayor) corriente nominal. Este criterio está estrechamente ligado con la idea de personal especializado, de manera tal que en las aplicaciones de fusibles donde no se requiera manejo por personal especializado debe asegurarse e imposibilitarse el reemplazo de un fusible por otro de mayor corriente nominal. No así por uno de menor corriente nominal, cuyo único inconveniente es que el dispositivo no permitirá la utilización plena de la capacidad del circuito, operando para valores normales de carga del circuito protegido.

Los dispositivos HH, por ser de media tensión, son inherentemente para manejo por personal experto, de manera tal que no hay protección alguna contra errores de instalación. Los fusibles tipo NH al ser para manejo por personal autorizado no impiden el reemplazo por uno de mayor corriente nominal, siempre y cuando se encuentren dentro del mismo tamaño. A la inversa, los tamaños 0, 1, 2 y 3 pueden ser colocados en bases tamaño 3, e igualmente para los tamaños menores. Algo similar ocurre con los fusibles del tipo cilíndrico.

En cambio los fusibles tipo D y D0 disponen del denominado anillo aislante de seguridad, cuyo diámetro interior está normalizado con la corriente nominal, lo que impide hacer contacto a cualquier fusible del mismo tamaño pero de mayor corriente nominal que la correspondiente al mencionado anillo. El anillo de seguridad esta coloreado con los mismos colores que el indicador, a fin de facilitar la individualización del fusible a instalar y disminuir el número de manipulaciones necesarias para el reemplazo.

III. PRINCIPALES DEFINICIONES

Las características nominales de los fusibles se dan en forma de curvas de respuesta, las cuales muestran relaciones entre tres valores nominales, dos de ellos en los ejes y un tercero como parámetro.

A continuación se definen los valores nominales que deben conocerse.

- **Corriente nominal:** corriente que puede circular por el fusible en forma permanente sin producir su operación, ni elevación de temperatura mayor que la admisible (usualmente entre 65 y 70 °C) ni envejecerlo o apartarlo de su característica de operación. En otras palabras, es la corriente de servicio del fusible, la cual no lo altera ni modifica en lo mas mínimo.
- **Corriente presunta:** Es la corriente de cortocircuito que se produciría en el lugar de instalación del fusible cuando se lo reemplaza por una barra de impedancia nula.
- **Capacidad de ruptura:** Es la máxima corriente de cortocircuito que el fusible es capaz de interrumpir a tensión nominal. El factor de potencia y ángulo de iniciación de la falla se definen en la norma de referencia. Normalmente los valores a ensayar para verificar la capacidad de interrupción, son I_1 , I_2 e I_3 . La corriente I_1 es el valor máximo que es capaz de interrumpir (por ejemplo para el tipo NH es de 100 kA), I_2 es el valor de corriente que obliga al fusible a manejar la mayor energía de arco (usualmente entre 35 y 50 veces la nominal) y la I_3 es la mínima corriente que es capaz de interrumpir (del orden de 1,6 a 4 veces la nominal). Los fusibles HH poseen capacidad de interrupción expresada en MVA (unidades de potencia), por ejemplo el valor normal es de 300 MVA, que no es otra cosa que el producto de la tensión nominal por raíz cuadrada de tres ($\sqrt{3}$) y por la capacidad de ruptura expresada en A.



- **Corriente de paso:** Es el máximo valor instantáneo de corriente que el fusible deja pasar, el cual puede ser bastante inferior al que atravesaría el circuito si el fusible no estuviera instalado en él.
- **Tiempo de operación:** Es el tiempo que tarda el fusible en interrumpir la corriente de falla. Como los ensayos para determinar estos valores son destructivos y además los fusibles no son siempre exactamente iguales, los valores de la curva característica corriente – tiempo poseen una tolerancia que usualmente es del orden del 5 al 10 % en términos de corriente.
- **Energía específica:** Este término, usualmente indicado como I^2t , representa en cierta medida la energía que el fusible deja pasar en su operación, medida en A^2s , o sea que muestra la sollicitación térmica a la que estará sometido el equipo protegido, por ejemplo un transformador o semiconductor. Si se posee el dato del I^2t soportado por el equipo, puede compararse directamente con el del fusible.
- **Tensión nominal:** Es la tensión de trabajo, para la cual está definida la capacidad de ruptura, generando en la operación una sobretensión acorde a tal valor de trabajo.

IV. CURVAS CARACTERÍSTICAS

Las curvas características más usadas son las siguientes:

IV.1. Corriente presunta – tiempo de operación

Brinda la información del tiempo que tardará en operar el fusible en función de la corriente de falla. Por razones de facilitar la lectura de valores los dos ejes están expresados en coordenadas logarítmicas. En la Figura 1, se muestra la curva de solamente una corriente nominal a fin de simplificar la interpretación, en realidad las gráficas de productos comerciales poseen las curvas de al menos una veintena de fusibles de distintas corrientes nominales. La curva mostrada corresponde a una corriente nominal de 100 A., indicando que el tiempo de operación es de 10 segundos cuando la corriente falla es de 400 A. o de 100 milisegundos si la intensidad de perturbación alcanza los 1200 A.

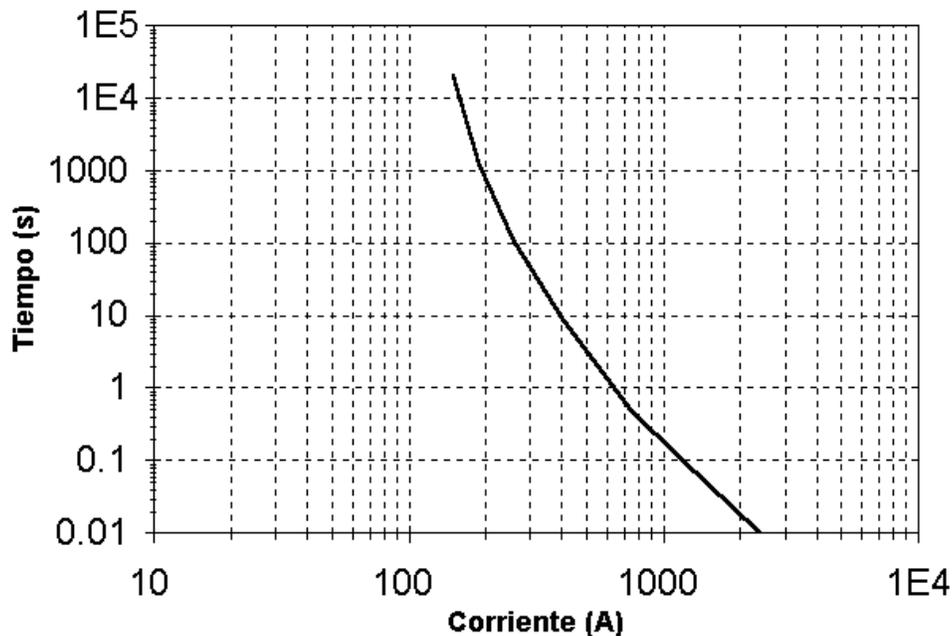


Figura 1, Característica corriente - tiempo



IV.2. Corriente de paso – corriente presunta

Brinda la información del valor máximo instantáneo en función de la corriente de cortocircuito. En la Figura 2, se muestra por razones de simplicidad, la línea de un solo calibre de fusible, usualmente se trazan las correspondientes a toda la serie en la misma figura. Como puede verse, se han trazado dos rectas con distinta pendiente, la de mayor pendiente o la que se encuentra mas a la izquierda corresponde a los picos naturales sin corte. En cambio la línea de la derecha muestra la limitación del pico por parte del fusible. Esto significa que si la corriente de falla es menor que el punto de intersección de ambas líneas, el fusible no corta antes del pico. En cambio si se supera la intersección, el fusible evita que se alcancen picos tan altos, controlando por ello los esfuerzos electrodinámicos a los que se verían sometidos los equipos protegidos. El valor de la corriente de la intersección se denomina corriente de umbral.

En nuestro gráfico el valor de umbral es de 2,1 kA., si la corriente es menor, por ejemplo 1000 A., el pico alcanzado es de 2500 A el cual es natural. Si la corriente es mayor que el umbral, por ejemplo 10 kA., el pico será controlado a 11 kA., que en caso de no estar el fusible hubiera sido de 25 kA., reduciendo de tal manera a los esfuerzos electrodinámicos a menos de una sexta parte.

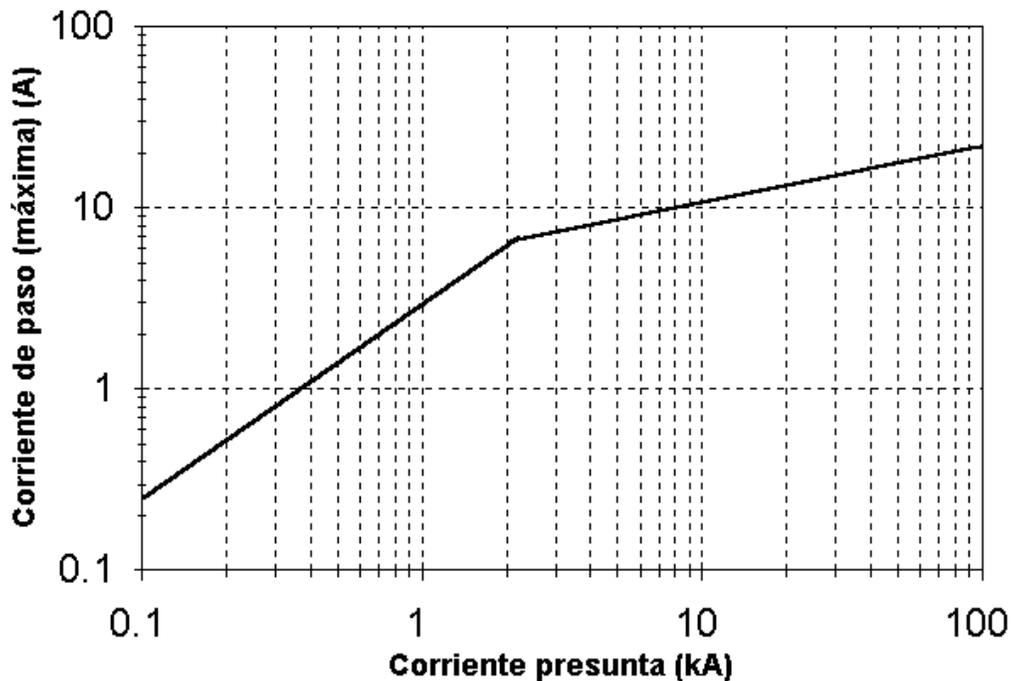


Figura 2, Característica de limitación

IV.3. Energía específica – corriente nominal

Es la representación de los valores de energía específica dejados pasar por el fusible en su operación (valor total) y los montos que no deben ser superados si queremos que el fusible no se altere en sus características (valor de prearco, igual a 10.000 A²s en la figura). Los valores totales dependen de la tensión del circuito, por ejemplo si es de 380 V el I²t es de 35.000 A²s, en cambio para 500 V, resulta un I²t de 50.000 A²s. Igualmente que en los casos anteriores se han trazado los valores de una sola corriente nominal.

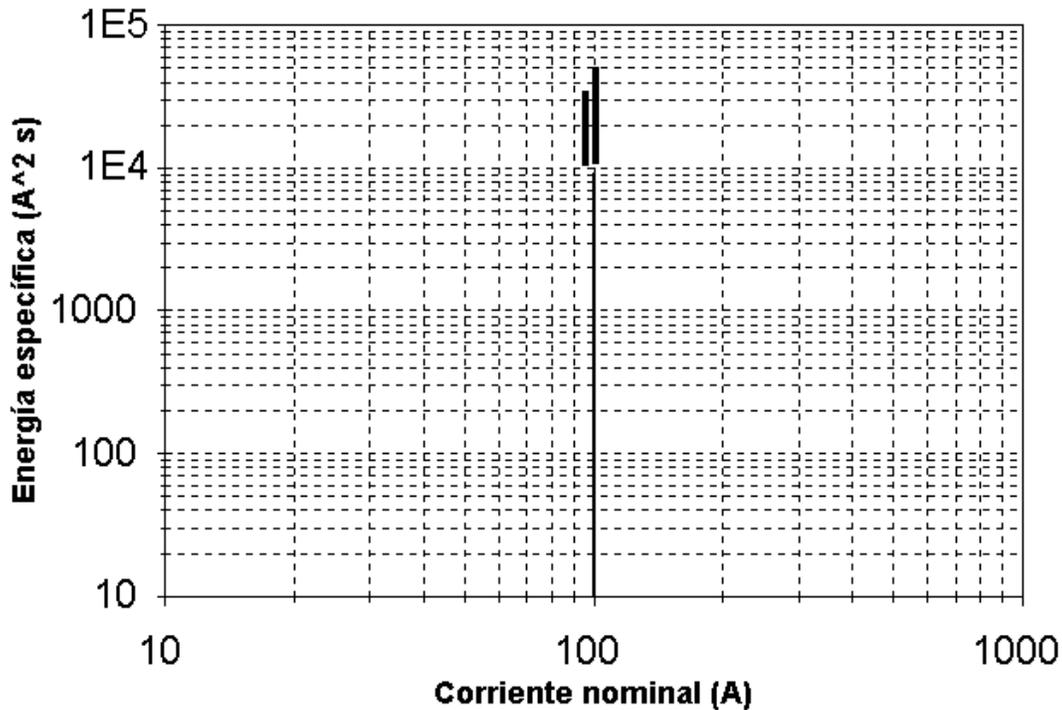


Figura 3, Característica de energía específica para 380 y 500 V.

V. USO DE FUSIBLES ESPECÍFICOS FUERA DE SU CAMPO DE APLICACIÓN

Lo ideal es emplear cada fusible exactamente bajo las características y aplicación de diseño, no obstante en casos de emergencia pueden aceptarse los cruzamientos, siempre y cuando se efectúen teniendo en cuenta las características nominales del fusible y del sistema donde será conectado.

V.1. Fusibles de media tensión

Los fusibles tipo HH de calidad reconocida, pueden ser aplicados en sistemas con tensiones inferiores a la nominal del fusible, siempre y cuando la tensión del fusible no sea mayor al doble de la correspondiente del sistema. La razón de tal limitación se fundamenta en la sobretensión que el fusible genera cuando está interrumpiendo altas corrientes de falla, la cual debe ser solo función de la tensión del sistema y no de la máxima de trabajo del fusible. Esta solución presenta como principal inconveniente el costo del fusible usado, ya que uno de menor tensión hubiera sido de menor precio, pero permite seguir funcionando al sistema hasta el momento que se dispone del reemplazo exacto.

En lo que respecta al cambio de clase, esta se permite en forma ascendente en lo que se refiere a extender el campo de aplicación. En otras palabras, un fusible de clase respaldo puede ser reemplazado por uno propósito general o uno clase campo completo, con el único inconveniente de su mayor precio y posible operación innecesaria. No se puede efectuar el reemplazo inverso, ya que quedan zonas muertas donde el fusible es insensible (no opera) y además existe el riesgo de explosión del dispositivo por trabajar interrumpiendo fuera de su área de diseño.

V.2. Fusibles de baja tensión

Al poseer un número mayor de clases, los posibles reemplazos son mucho más numerosos, siendo necesario estudiar cada uno de ellos en detalle.

La clase aR o gR, para protección de semiconductores, no puede ser reemplazada por ninguna de las restantes clases, en razón de que no continuarán protegiendo al semiconductor. Ningún fusible de otra clase que las citadas es capaz de



reproel®

controlar la energía, valores instantáneos de corriente ni sobretensiones, como lo hacen los aR o gR. El clase aR puede ser reemplazado por el gR, ya que su campo de actuación incluye al anterior, pero no a la inversa.

El fusible clase gTr puede ser reemplazado sin mayores problemas (salvo si existe la posibilidad de sobrecargas leves de duración muy extensa, cercana a las 10 hs.) por el gL con corriente nominal inmediata inferior a la que se obtiene de transformar los kVA usando los 400 V nominales. Este reemplazo limita la capacidad de carga del transformador y lo coloca en riesgo para las sobrecargas duraderas, por lo que el reemplazo por el gTr adecuado debe ser realizado tan pronto como sea posible.

El dispositivo con clase aM, puede ser reemplazado por otro gL de mayor corriente nominal (un rango o calibre mayor) a fin de que soporte el régimen de arranque. El inconveniente del reemplazo está dado fundamentalmente en la mayor sollicitación frente a cortocircuitos que el fusible permitirá y en las intervenciones conjuntas con el relé térmico del contactor. En la intervención conjunta se funde o se envejece (operación incompleta) innecesariamente un fusible.

Por lo visto, puede concluirse que el reemplazo bajo condiciones de emergencia es factible, pero debe volverse al fusible original si se desea un buen desempeño del sistema de protección.

El empleo de fusibles diseñados para AC en DC es solo posible en sistemas con tensión de trabajo no mayor a una tercera parte de la tensión de diseño del fusible. Esta relación de tensiones debe aún incrementarse cuando el circuito de continua es fuertemente inductivo (constantes de tiempo mayores a 20 ms). La situación se ve aún empeorada cuando el fusible opera frente a sobrecargas en DC, donde la no-existencia de los pasajes naturales por cero hacen la interrupción definitiva prácticamente imposible. No existen reglas mnemotécnicas fidedignas, es siempre preferible hacer la consulta directamente al fabricante del fusible, teniendo como datos la tensión de trabajo, corriente máxima de cortocircuito y su constante de tiempo.

VI. REEMPLAZO DEL FUSIBLE POR OTRO DISPOSITIVO INTERRUPTOR

Los fabricantes y vendedores de interruptores termomagnéticos han iniciado una fuerte campaña tendiente a reemplazar al fusible por el mencionado dispositivo, basándose en la simple comparación de las características nominales de los dispositivos citados. En la actualidad la campaña ha incrementado su agresividad, pudiendo encontrar en las revistas técnicas expresiones que se condicen más con una guerra que con campañas comerciales, tachando al fusible como un elemento obsoleto, lo cual está muy lejos de la verdad.

Realmente los campos de aplicación de los dispositivos enfrentados son bastante diferentes, existiendo solo una pequeña porción donde ambos tipos realmente podrían competir.

Por ello el reemplazo indiscriminado puede traer aparejadas consecuencias serias, ya que en el análisis para el reemplazo que solo se hace comparando corrientes y tensiones nominales, deben también considerarse los siguientes aspectos.

- Costo de reemplazo
- Velocidad de operación
- Necesidad de mantenimiento
- Requerimiento de fuentes auxiliares
- Capacidad de ruptura
- Nivel de limitación de la energía específica
- Nivel de control de los picos de corriente
- Forma de las curvas características
- Pérdidas y elevación de temperatura
- Confiabilidad

Obviamente no se pueden negar algunas de las capacidades que poseen los interruptores modernos, que no disponen los fusibles, como: facilidad de modificar la curva característica, comunicación entre dispositivos, almacenamiento de los datos de la falla, etc., capacidades que se logran sacrificando la lista dada previamente.

Podemos como ejemplo citar las siguientes tareas:

- los interruptores no poseen velocidad de operación suficiente para evitar el daño de los semiconductores de potencia,
- el control de esfuerzos electrodinámicos dado por un interruptor no puede evitar la distorsión del bobinado de un transformador frente a un cortocircuito en bornes,
- Permitir severos ciclos de arranques de motores y actuar rápidamente frente a cortocircuitos, etc.

Tareas que si cumple perfectamente el fusible de alta capacidad de ruptura.



VII. CONCLUSIONES

Los análisis realizados permiten concluir la necesidad de que el vendedor de fusibles posea un conocimiento profundo con respecto a las características de los fusibles de alta capacidad de ruptura. Esta es la única manera para que de la interacción e intercambio de opiniones y experiencias entre cliente y vendedor surja la elección del fusible más adecuado para la aplicación bajo estudio.

Bibliografía

1. IEC Standard 269, Low voltage fuses; parts 269-1, 2, 3 and 4; 1986-1996.
2. VDE 0636; Niederspannungssicherungen, Teil 1, 21, 22, 23, 31 und 41; 1984/98.
3. IEC Standard 529; Classification of Degree of Protection provided by enclosures; 1976.
4. Gómez, J. C., Manual de aplicación de fusibles de alta capacidad de ruptura, Editorial EDIGAR S.A., 1999, ISBN: 987-97785-0-2.
5. Wright, A.; Newbery, P.G. : Electric Fuses, Second ed., Peter Peregrinus Ltd., London, 1984.
6. IRAM 2245, Cortacircuitos fusibles de baja tensión, Partes 1, 2 y 3; 1984.
7. DIN 43620, Niederspannungs-Hochleistungs-Sicherungen mit Kontaktmessern; Teil 1, 1984.
8. DIN 43625, Hochspannungs-Sicherungen, Nennspannung 3,6 bis 36 kV; 1983.
9. IEC Standard 282; High Voltage Fuses, Part 1, Current limiting fuses; Fourth edition, 1994.
10. VDE 0670, DIN EN60282-1, Hochspannungssicherungen, 1998.