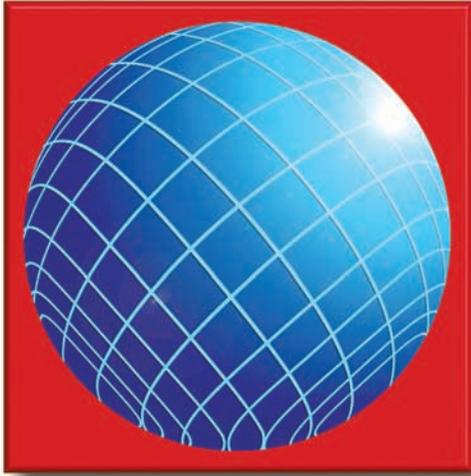


ESLABÓN FUSIBLE UNIVERSAL PARA MEDIA TENSIÓN (1 a 38kV)



WORLDWIDE
TECHNOLOGIES

PROTELEC - MT.®



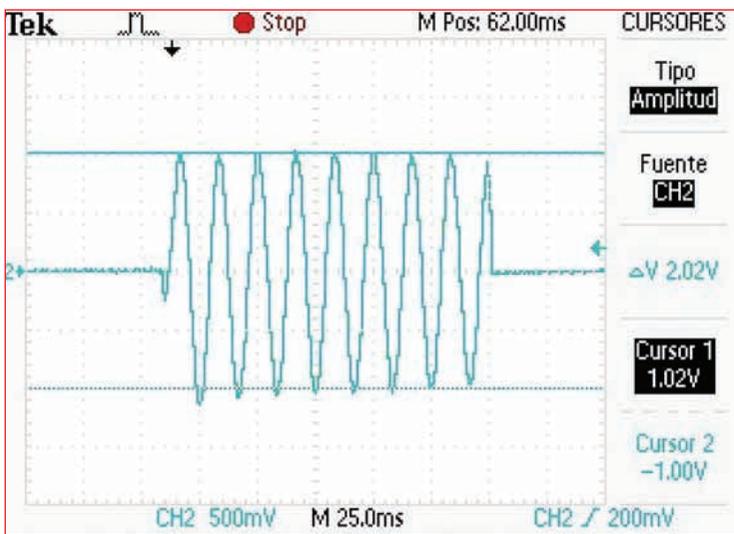
ALTEC-F
ALTA TECNOLOGÍA EN FUSIBLES S.A. DE C.V.

Manual de operación, construcción y aplicación

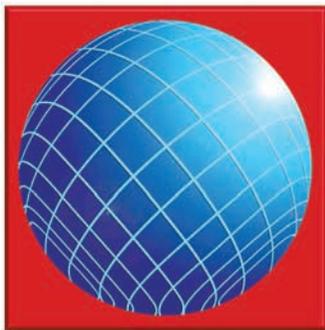


ALTEC-F

Alta Tecnología en Fusibles, S.A. de C.V., es una empresa mexicana dedicada al diseño y manufactura de fusibles en media tensión, aplicando moderna tecnología matemática semi-empírica, la cual es verificada tanto en nuestro Laboratorio como en el de Alta Potencia de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

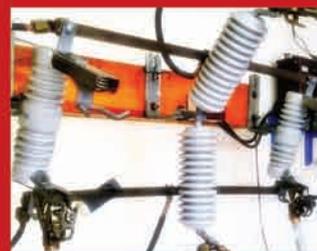
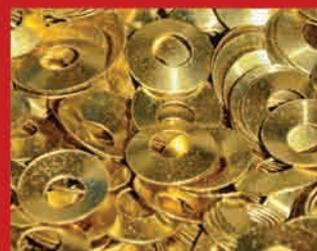


La marca respalda fusibles que satisfacen los requisitos de la Norma nacional NMX-J-149/2-ANCE-2008 y las siguientes internacionales: IEC 282-2, IEEE C37.41-2008 y IEEE C37.42



WORLDWIDE
TECHNOLOGIES

PROTELEC - MT®



LÍDER NACIONAL EN TECNOLOGÍA

ESLABÓN FUSIBLE UNIVERSAL PARA MEDIA TENSIÓN

Manual de construcción, operación y aplicación.

1. INTRODUCCIÓN	3
2. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE OPERACIÓN	
2.1 Constructivas	3
2.1.1 Materiales utilizados en la fabricación de los elementos sensibles a la corriente:	3
2.2. De operación	3
2.2.1. Curvas características corriente-tiempo	4
2.2.2. Curvas de ajuste del tiempo de fusión	4
2.2.3 Banda de tolerancia	8
2.2.4 Conducción de la corriente nominal	12
2.2.5 Operación por sobrecarga y cortocircuito	13
2.2.6 Operación por descargas atmosféricas	13
2.3 Energía desarrollada	15
2.3.1 Durante la fusión o pre-arqueo (E_f)	15
2.3.2 Durante el arco a la tensión nominal (E_a)	16
3. CARACTERÍSTICAS NOMINALES	16
3.1 De los eslabones fusible	16
3.1.1 Corriente nominal	16
3.1.2 Frecuencia	16
3.2 De los cortacircuitos fusible	17
3.2.1 Tensión (voltaje) nominal en kV	17
3.2.2 Capacidad interruptiva	17
3.2.3 Nivel de aislamiento en kV (BIL)	17
3.2.4 La tensión transitoria de restablecimiento	17
4. PRUEBAS DE RUTINA EN LABORATORIO	17
4.1 Tensión mecánica	17
4.2 Pruebas de fusión	18

5. APLICACIÓN	19
5.1 Protección de transformadores	19
5.1.1 Aplicación de sobretensiones de impulso debidas a descargas atmosféricas o por maniobras.	19
5.1.2 Características de calentamiento de los transformadores	19
5.1.3 Corrientes de energización del transformador	20
5.1.4 Curva de daño del transformador	20
5.1.5 Corrientes de falla secundaria (análisis de la conexión delta-estrella aterrizada)	22
5.2 Protección de bancos de capacitores	27
5.3 Coordinación	29
5.4 Fusibles con restauradores	30
5.5 Instalación y reemplazo	31
5.6 Instalación en el tubo portafusible	31
5.7 Reemplazo	32
6. CATÁLOGO DE LOS ESLABONES FUSIBLE UNIVERSALES PARA MEDIA TENSIÓN, IPO K (Rápido) MARCA: PROTELEC-MT, PARA 15 Y 27 kV	33
7. CATÁLOGO DE LOS ESLABONES FUSIBLE UNIVERSALES PARA MEDIA TENSIÓN, TIPO T (Lento) MARCA: PROTELEC-MT, PARA 15 Y 27 kV	33
8. CATÁLOGO DE LOS ESLABONES FUSIBLE UNIVERSAL PARA MEDIA TENSIÓN, TIPO K (Rápido) MARCA: PROTELEC-MT, PARA 38 kV	34
9. CATÁLOGO DE LOS ESLABONES FUSIBLE UNIVERSAL PARA MEDIA TENSIÓN, TIPO T (Lento) MARCA: PROTELEC-MT, PARA 38 kV	34
10. APÉNDICE	35
11. CONSTANCIAS DE PROTOTIPOS Y DE PROVEEDOR APROBADO	38

ALTEC-F

1. INTRODUCCIÓN.

ALTA TECNOLOGÍA EN FUSIBLES, S.A. DE C.V. (ALTEC-F) presenta una familia de eslabones fusible tipos K (rápidos) y T (lentos) que se utilizan en cortacircuitos fusible de distribución para proteger contra sobrecorrientes a: Transformadores, bancos de capacitores y líneas aéreas de distribución en circuitos de tensiones comprendidas entre 1 y 38kV.

En su diseño hemos aplicado tecnología matemática semiempírica de punta complementada con pruebas de laboratorio de baja y alta potencia, obteniendo así un producto de alta calidad y en su fabricación utilizamos los mejores materiales para asegurar la uniformidad de sus características eléctricas y mecánicas de operación, cumpliendo con los requisitos establecidos en la Norma Nacional NMX-J-149/2-ANCE-2008 y la Norma IEEE Std. C37.41-2008.

En los eslabones fusible de baja corriente nominal aplicamos materiales de altos puntos de fusión y resistencia a la tensión mecánica, para no variar sus características corriente-tiempo de fusión.

2. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE OPERACIÓN.

2.1 Constructivas.

El elemento sensible a la corriente (esc) de nuestros eslabones fusible se fija a los electrodos (botón y sujetacable) mediante troquelado de precisión para así obtener un margen estrecho de tolerancia, en la variación de los tiempos de fusión. Véase la figura 1.

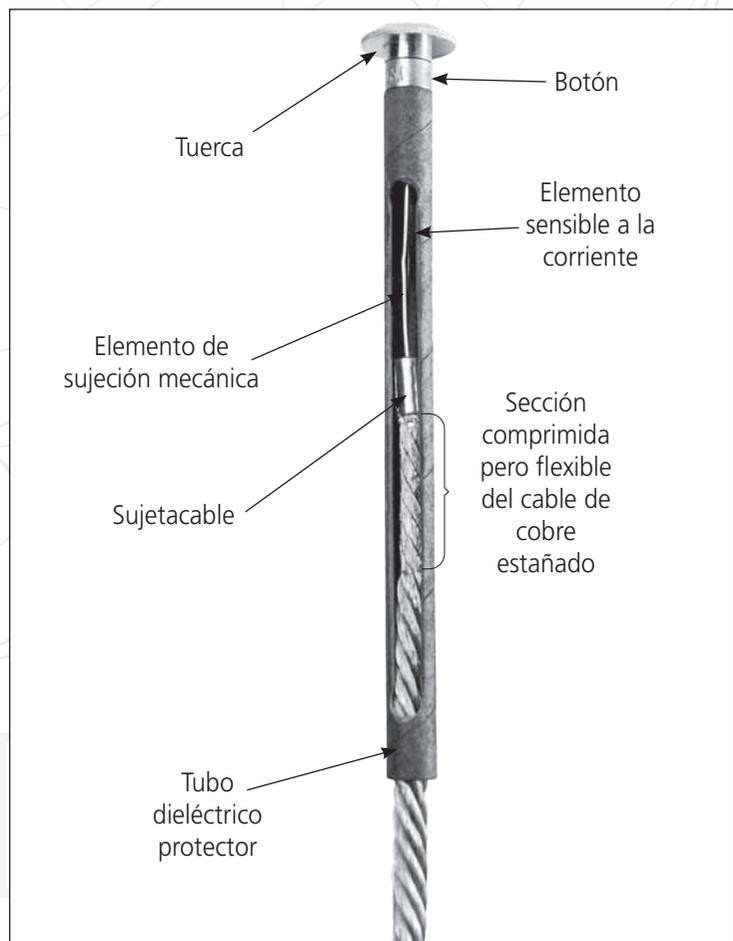


Figura 1
Corte transversal de un
Eslabón Fusible de 65A, tipo K,
PROTELEC-MT

2.1.1 Los materiales que utilizamos en la fabricación de los elementos sensibles a la corriente son:

- Alambre de acero inoxidable para los eslabones fusible de 1 y 2 amperes nominales, tipo K.
- Alambre de aleación níquel-cromo en los eslabones fusible de: 3, 4, 5, 6 y 7 amperes nominales, tipo K.
- Alambre de cobre, aleación 110 ASTM plateado para los eslabones fusible de: 6, 8, 10, 12, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 65, 80 y 100 amperes nominales, tipo K.
- Alambre de cobre, aleación 110 ASTM plateado para los eslabones fusible de: 6, 8, 10, 12, 15, 20, 25, 30, 40 y 50 amperes nominales, tipo T.

En los eslabones tipo K de 8 a 100A y en los eslabones tipo T de 6 a 50A, aplicamos en paralelo al alambre de cobre aleación 110 ASTM plateado, un alambre de aleación níquel-cromo para soportar la tensión mecánica ejercida por el cortacircuitos fusible durante su montaje en el tubo portafusible y en su operación en estado permanente.

El cable de cobre que seleccionamos es de muy alta calidad y flexibilidad máxima con recubrimiento uniforme de estaño para presentar alta resistencia a la corrosión salina.

El elemento sensible a la corriente, se protege físicamente con un tubo dieléctrico de: papel kraft y papel pescado (fibra vulcanizada) para los eslabones fusible tipo K y únicamente tubo de papel pescado (fibra vulcanizada) para los eslabones fusible tipo T.

Las dimensiones de estos tubos dieléctricos y su geometría son óptimas para que en conjunto con sus características desionizantes, la extinción de las corrientes de arqueo se logre en el menor tiempo posible.

Nota: También fabricamos eslabones fusible de: 35, 40 y 70 amperes nominales tipo K, de 2 y 3 amperes nominales, tipo T.

2.2. De operación.

2.2.1. Curvas características corriente-tiempo.

- Corriente-tiempo mínimo de fusión.

Estas curvas muestran el tiempo mínimo que se requiere para fundir a un eslabón fusible cuando se le aplica una sobrecorriente dada, cualesquiera que sea la magnitud de la tensión (voltaje) del circuito donde esté instalado. Tanto para los eslabones tipo K como los T que actualmente fabricamos, los límites de los tiempos de fusión son de 0.01s a 300s. En las figuras 2a y 2b se muestran las curvas de fusión para los eslabones tipo K y tipo T respectivamente.

ALTEC-F

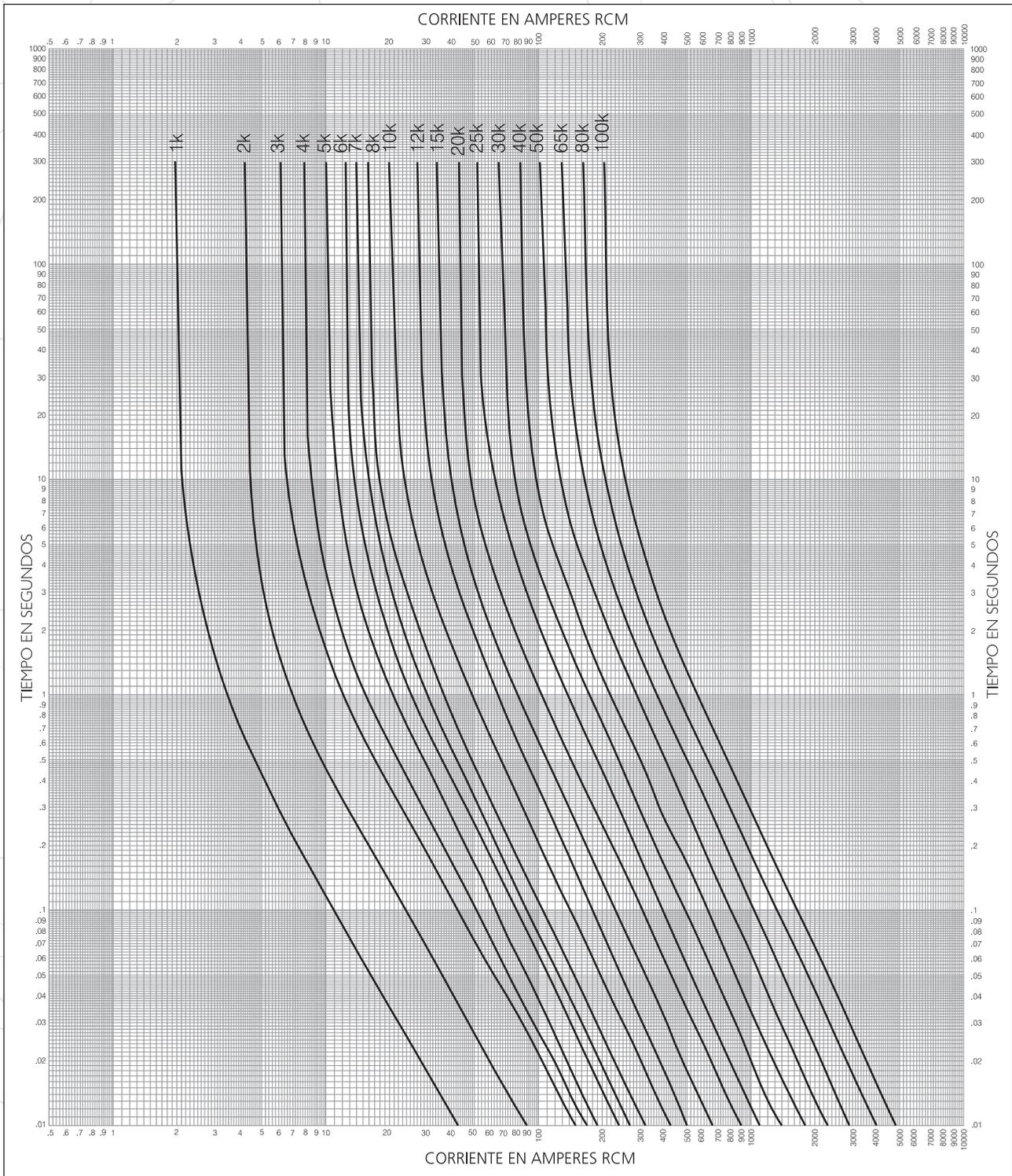


Figura 2a. Eslabones fusible universal, Tipo K (rápido) PROTELEC-MT.

Curvas obtenidas con pruebas a 220 volts C.A., alto factor de potencia, sin sobrecarga previa;
T amb. = 25°C.

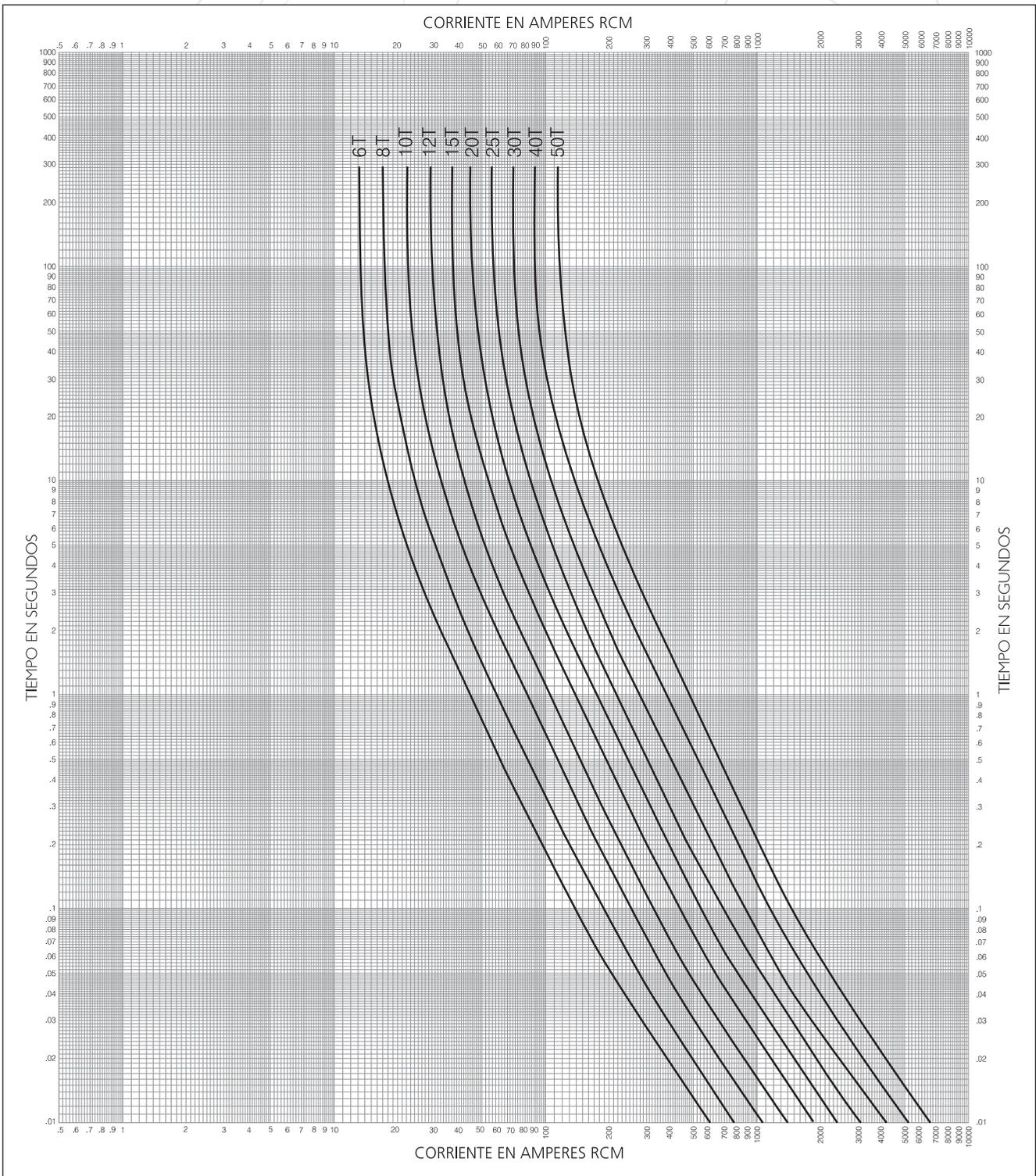


Figura 2b. Eslabones fusible tipo T (lento) PROTELEC-MT

Curvas obtenidas con pruebas a 220 volts C.A., alto factor de potencia, sin sobrecarga previa;
T amb. = 25°C

- **Corriente-tiempo de interrupción total.**

Estas curvas se trazaron haciendo pruebas de interrupción a la tensión de 15kV y son aplicables también en las tensiones de 27 y 38kV. Muestran la suma del tiempo mínimo de fusión más el tiempo de arqueo y las tolerancias de manufactura. En las figuras 3a y 3b se presentan las curvas correspondientes a nuestros eslabones fusible tipos K y T.

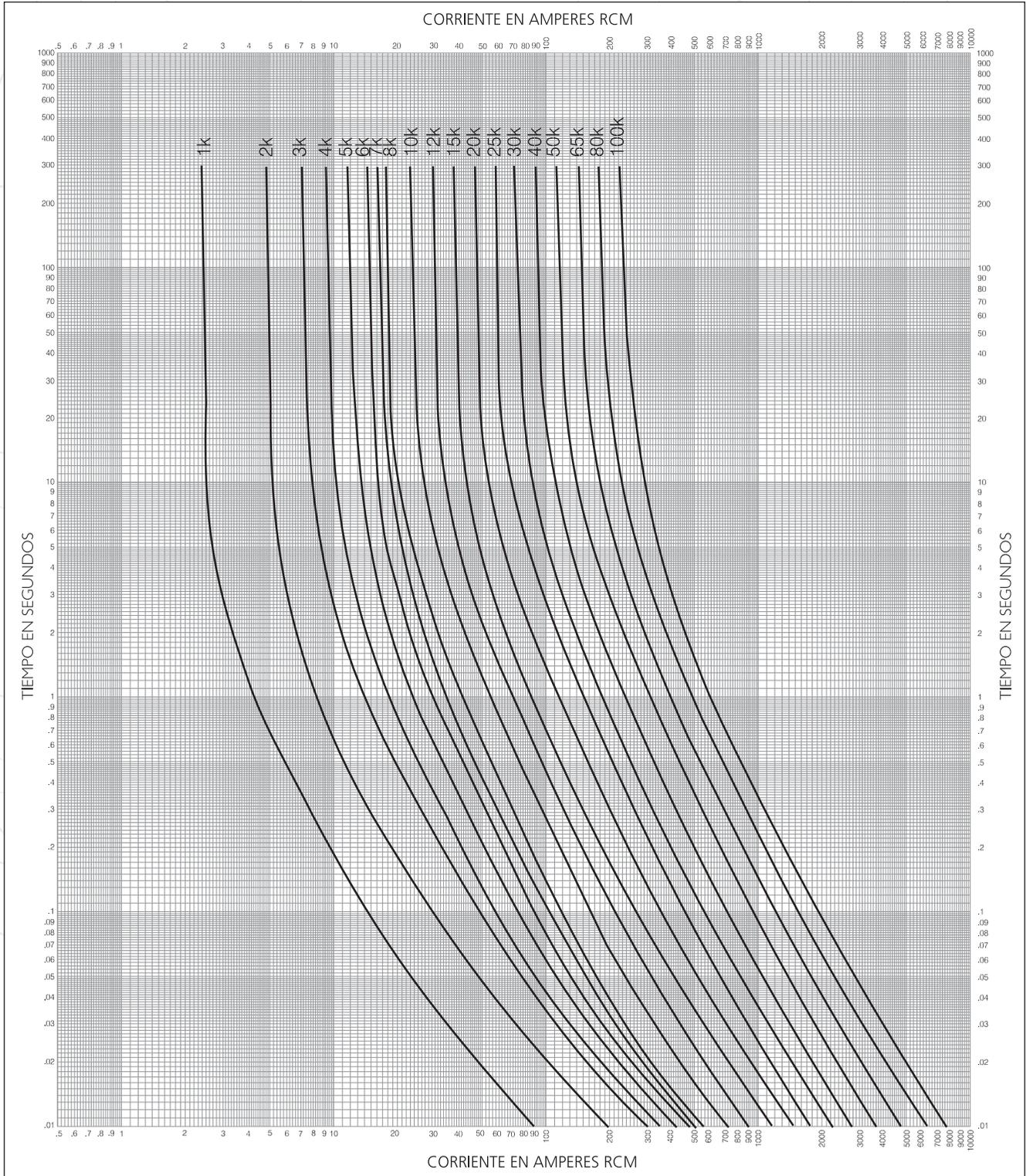


Figura 3a. Eslabones fusible universal, Tipo K (rápido) PROTELEC-MT

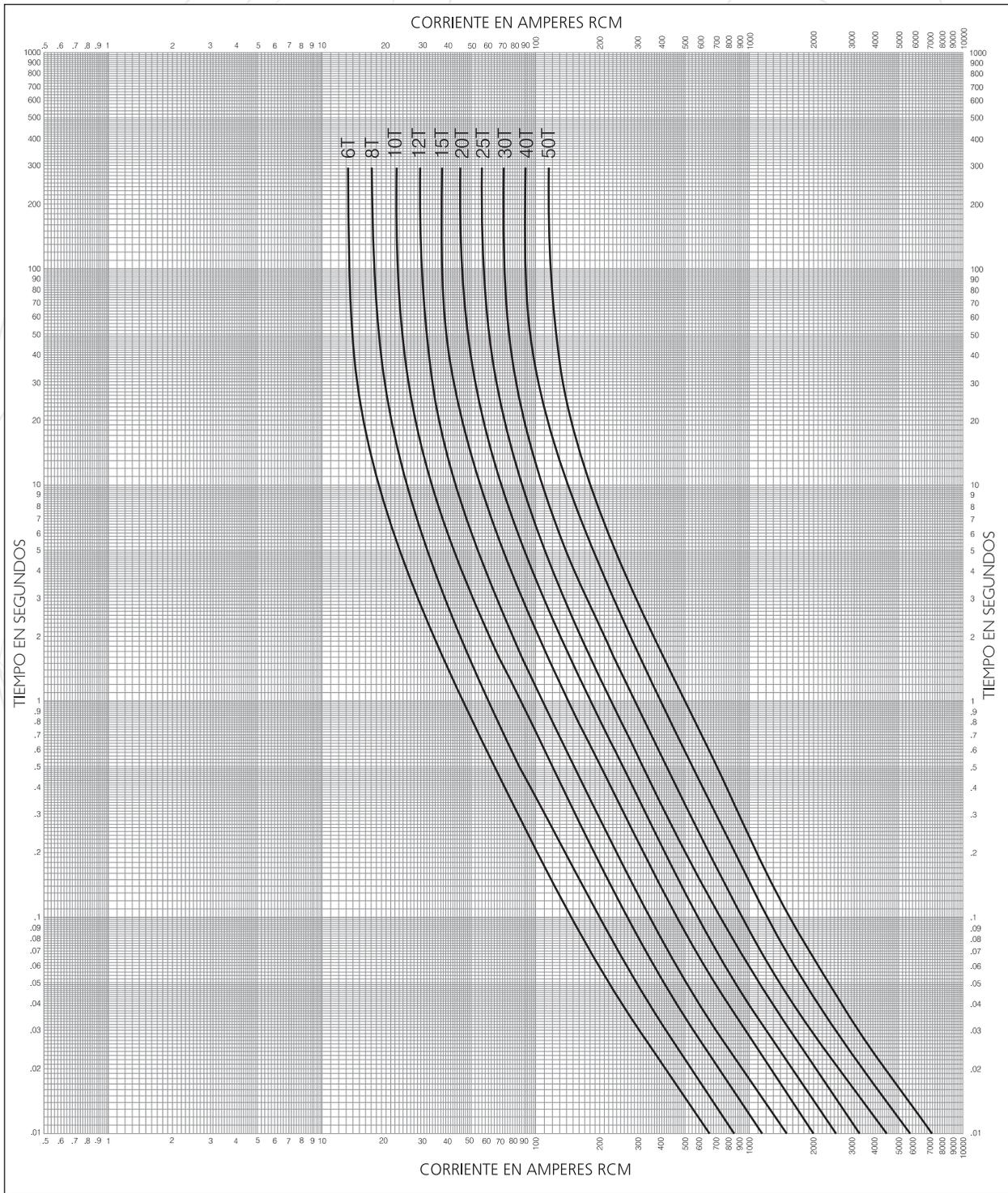


Figura 3b. Eslabones fusible universal, Tipo T (lento) PROTELEC-MT

2.2.2 Curvas de ajuste del tiempo de fusión.

- **Operación a una temperatura mayor de 25°C.**

Las curvas características corriente-tiempo mínimo de fusión se obtienen haciendo pruebas a una temperatura ambiente de $25 \pm 5^\circ\text{C}$, por lo que al instalarlos en lugares con temperatura ambiente mayor se causa su desplazamiento hacia su izquierda, lo que implica que para una sobrecorriente dada fundan más rápido.

En las figuras 4a, 4b, 4c y 4d, se muestra la reducción porcentual del tiempo de fusión de los eslabones fusible PROTELEC-MT tipo K, agrupados en series homogéneas, cualesquiera que sea la tensión de aplicación (15, 27 ó 38kV).

**CURVAS DE AJUSTE DEL TIEMPO DE FUSIÓN.
CUANDO SE APLICA UNA TEMPERATURA AMBIENTE MAYOR DE 25°C.**

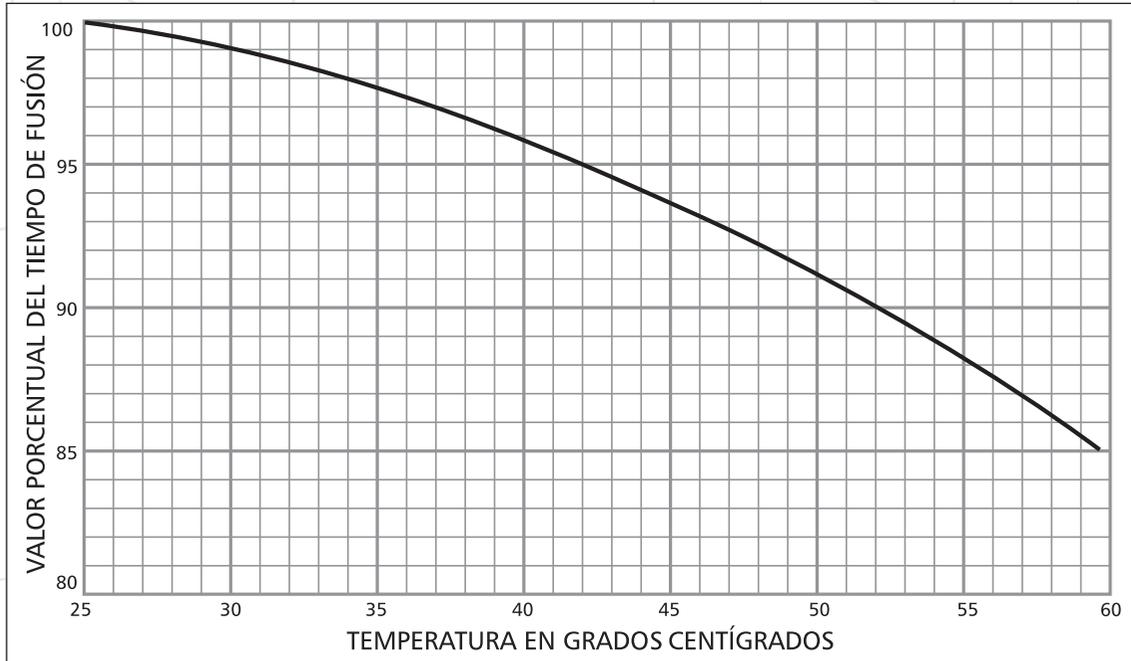


Figura 4a. Serie homogénea: 1K, 2K, 3K, 4K, 5K, 6K y 7K.

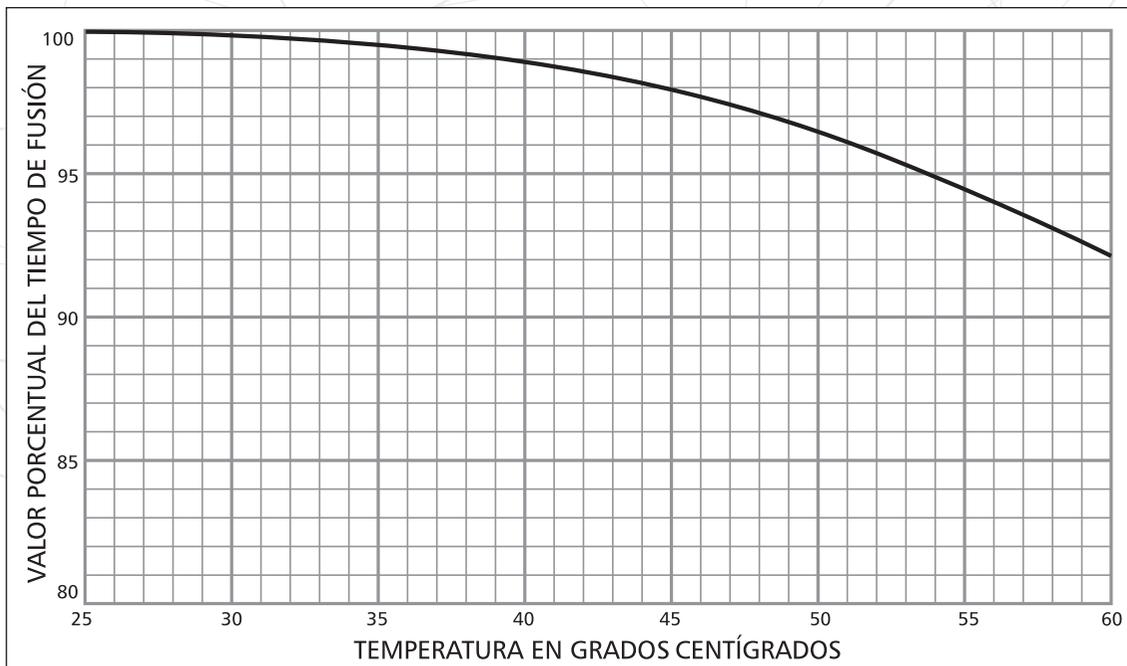


Figura 4b. Serie homogénea: 8K, 10K, 12K, 15K y 20K.

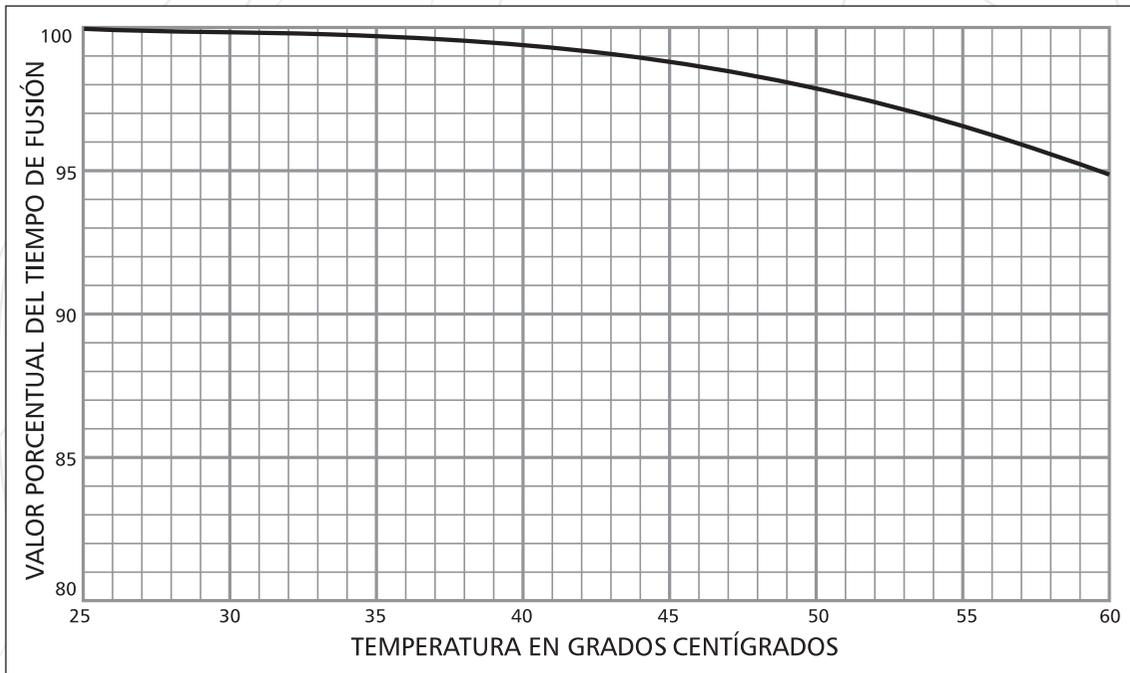


Figura 4c. Serie homogénea: 25K, 30K, 40K y 50K.

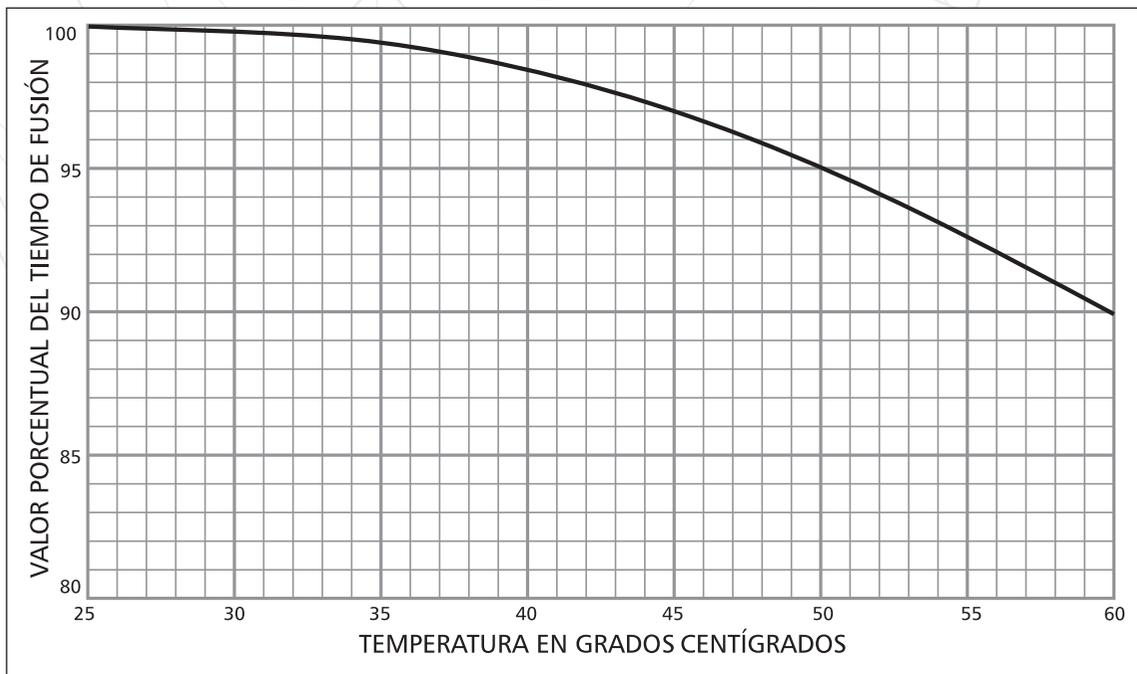


Figura 4d. Serie homogénea: 65K, 80K y 100K.

- **El método que se aplicó, fue el siguiente:**

Cuando el cuarto de pruebas alcanzó la estabilidad térmica a la temperatura deseada, se procedió a fundir a los eslabones de menor y mayor corriente nominal de cada serie homogénea, aplicando sobrecorrientes vecinas a la zona de 10s indicada en la tabla 15 de la Norma Nacional NMX-J-149/2-ANCE-2008.

- **Operación cuando se les aplica carga previa.**

En este caso la reducción del tiempo de fusión de los eslabones fusible PROTELEC-MT, tipo K es semejante al caso descrito previamente. En las figuras 5a, 5b, 5c y 5d, se muestra la reducción porcentual del tiempo de fusión en relación al porcentaje de sobrecarga aplicada para las tensiones de 15, 27 y 38kV.

- **El procedimiento aplicado fue el siguiente:**

Una vez que los eslabones fusible de mayor y menor corriente nominal de cada serie homogénea alcanzaron el equilibrio térmico y se aplicaron algunas de las sobrecargas que se indican en el eje horizontal de la gráfica; se procedió a fundirlos, aplicando sobrecorrientes vecinas a las de la zona de 10s indicada en la tabla 16 de la Norma Nacional NMX-J-149/2-ANCE-2008.

CURVAS DE AJUSTE DEL TIEMPO DE FUSIÓN CUANDO SE APLICA CARGA PREVIA

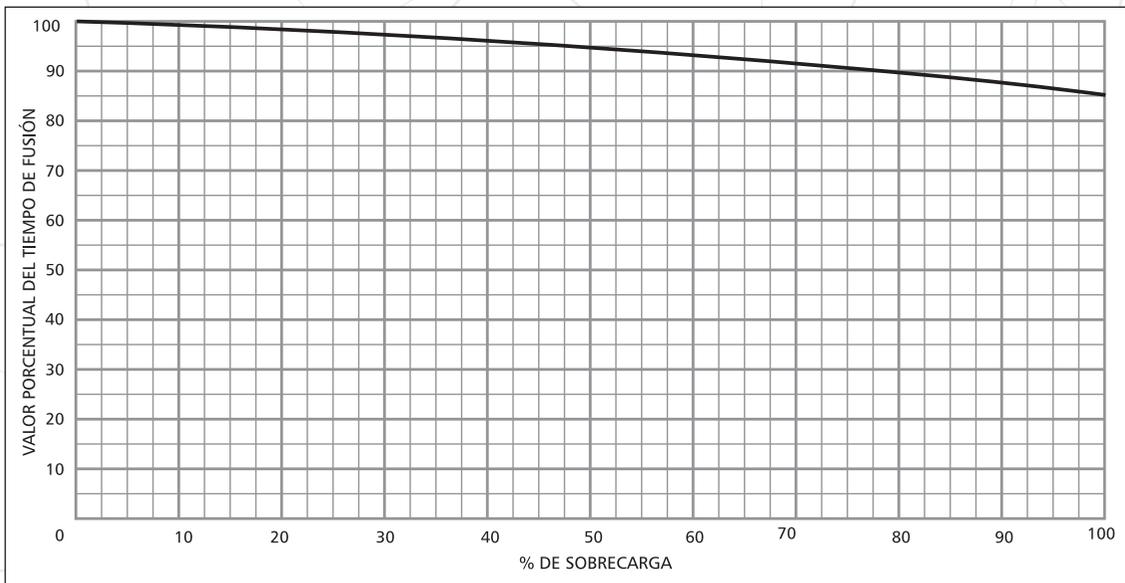


Figura 5a. Serie homogénea: 1K, 2K, 3K, 4K, 5K, 6K y 7K

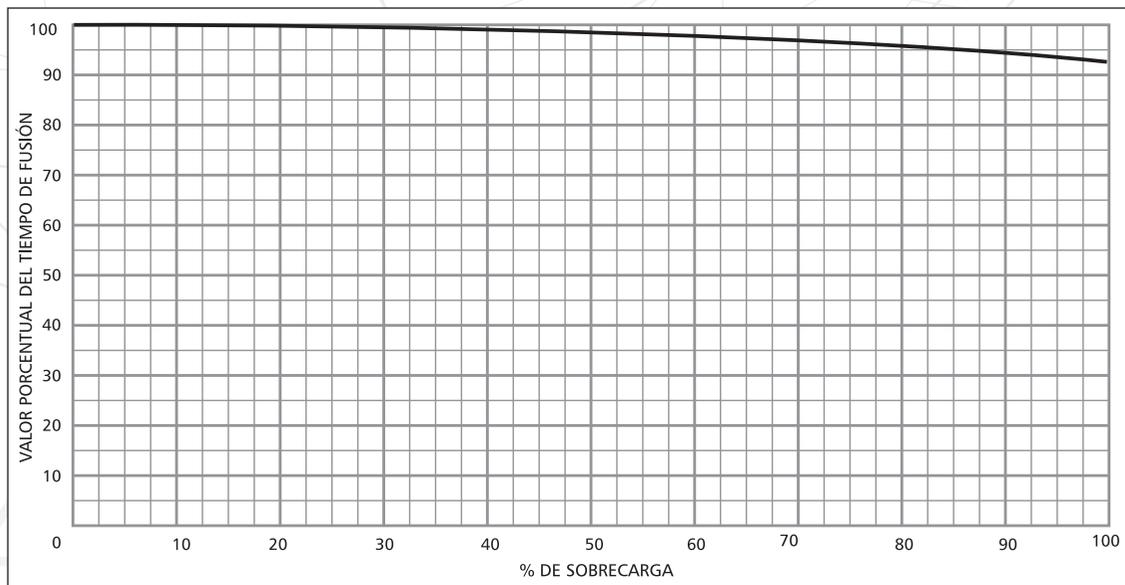


Figura 5b. Serie homogénea: 8K, 10K, 12K, 15K y 20K.

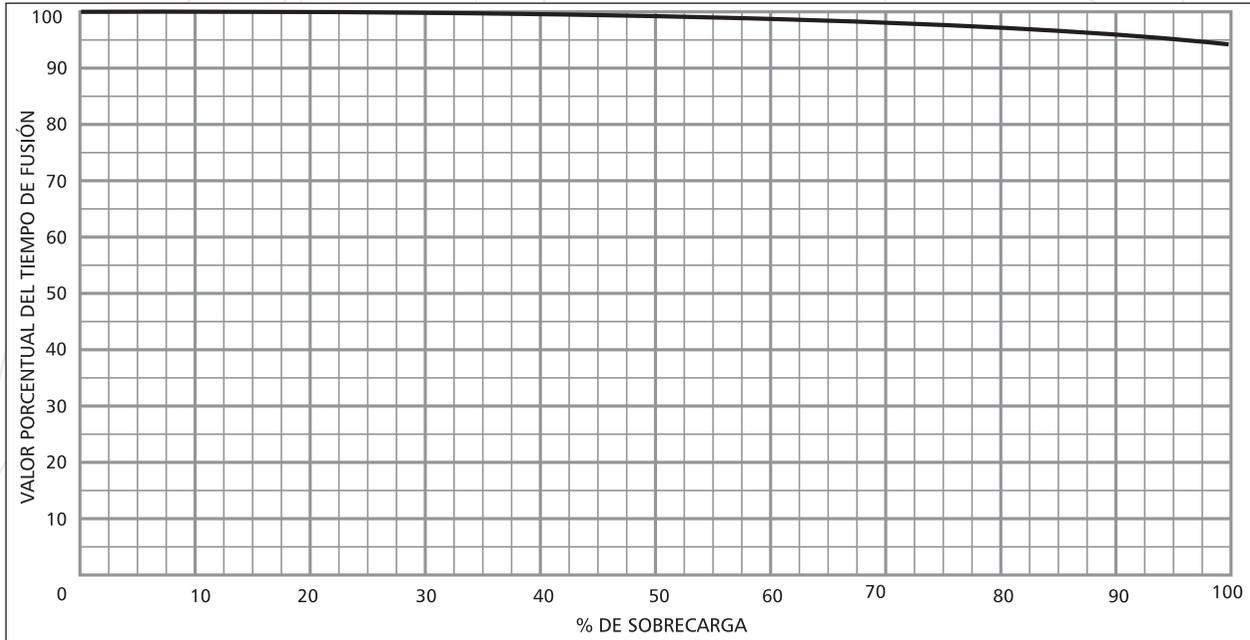


Figura 5c. Serie homogénea: 25K, 30K, 40K y 50K.

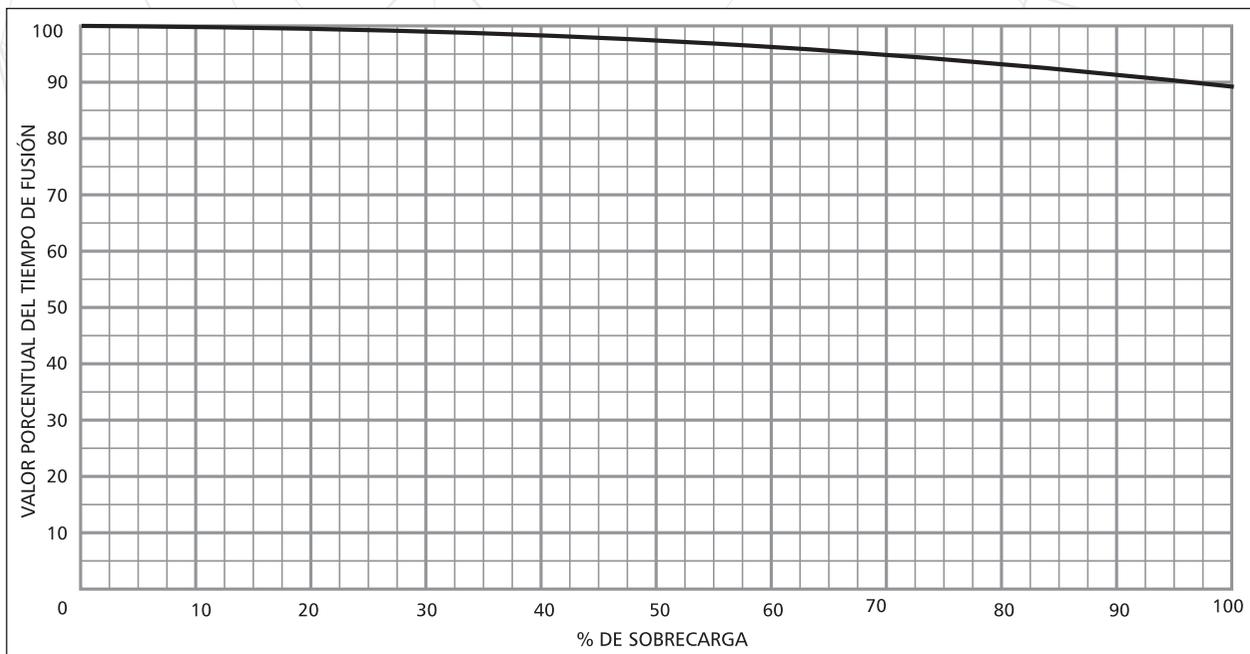


Figura 5d. Serie homogénea: 65K, 80K y 100K.

2.2.3 Banda de tolerancia.

La banda de tolerancia definida por las curvas características mínima y máxima de fusión de los eslabones fusible PROTELEC-MT presenta la característica porcentual para 3 grupos de corrientes nominales (véase la siguiente tabla 1). Nótese la diferencia substancial con las bandas que presentan otros fabricantes y con la indicada en la Norma mexicana.

Garantizamos una tolerancia mas estrecha que se traduce en una mejor práctica de coordinación selectiva y un margen preciso de protección a los aparatos que protegen.

Corriente nominal en amperes	Ancho de la banda de tolerancia en valores de corriente, medida hacia la derecha de la curva de fusión mínima.		
	PROTELEC-MT	Otras marcas	Norma nacional
1K, 2K, 3K, 4K, 5K, 6K y 7K	15% en las tres zonas de tiempo: 0.1s, 10s y 300s	20% en las tres zonas de tiempo: 0.1s, 10s y 300s	Para todas las corrientes nominales 20% en las zonas de tiempo de 0.1s y 300s. 50% en la zona de tiempo de 10s.
8K, 10K, 12K, 15K, 20K, 25K, 30K, 40K, 50K, 65K, 80K y 100K	10% en las tres zonas de tiempo: 0.1s, 10s y 300s	20% en las tres zonas de tiempo: 0.1s, 10s y 300s	
6T, 8T, 10T, 12T, 15T, 20T, 25T, 30T, 40T y 50T	10% en las tres zonas de tiempo: 0.1s, 10s y 300s	20% en las tres zonas de tiempo: 0.1s, 10s y 300s	Para todas las corrientes nominales 20% en las zonas de tiempo de 0.1s y 300s. 50% en la zona de tiempo de 10s.

TABLA 1. Banda de tolerancia de los eslabones fusible, PROTELEC-MT.

2.2.4 Conducción de la corriente nominal.

Bajo esta condición, nuestros eslabones fusible pueden conducir indefinidamente dicha corriente sin que sufran deterioración alguna (envejecimiento) y sin que las pérdidas en watts (calentamiento) rebasen una magnitud mínima preestablecida.

2.2.5 Operación por sobrecarga y cortocircuito.

La diferencia básica que se tiene en un fusible aplicado a la tensión de servicio cuando opera por sobrecarga o cortocircuito, es la cantidad de energía que se genera en ese momento.

Durante la operación por sobrecarga la cantidad de energía que se desarrolla es pequeña y el trabajo básico de interrupción lo realiza el tubo protector del eslabón fusible. En este caso se consideran corrientes hasta de aproximadamente 500 amperes rcm.

Sin embargo, considerando el caso de los transformadores de distribución, con corrientes de sobrecarga del orden de 3 veces la corriente nominal de la máquina, antes del cero de la corriente, la tensión de arqueo alcanza magnitudes elevadas, por lo que cuando aparece la tensión transitoria de restablecimiento debido a que su rapidéz inicial (kV/ μ s) es muy alta se puede presentar la falla térmica. Este caso, se ilustra con la figura 6, cuando a un fusible de 3K se le aplicó una corriente de prueba de 15A simétricos rcm, con una tensión de ensayo de 23kV.



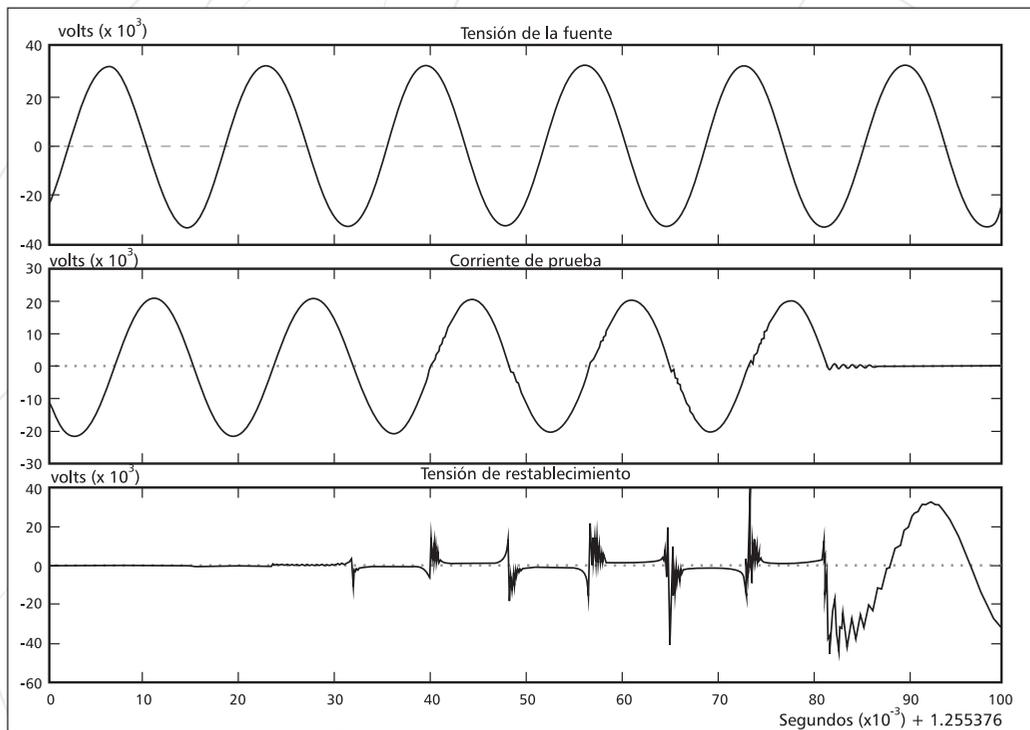


FIGURA 6. Aplicación de una corriente de prueba de 15A a un fusible 3K.

Así entonces, la capacidad de éstos dispositivos para interrumpir satisfactoriamente corrientes de falla se denomina capacidad interruptiva, la cual se define en términos de los amperes simétricos rcm de interrupción y la tensión de restablecimiento en sus componentes de estado estable y transitorio.

En las figuras 7 y 8 se presentan oscilogramas reales de la operación de un cortacircuitos fusible con eslabones fusible PROTELEC-MT, aplicando corrientes de sobrecarga y cortocircuito respectivamente.

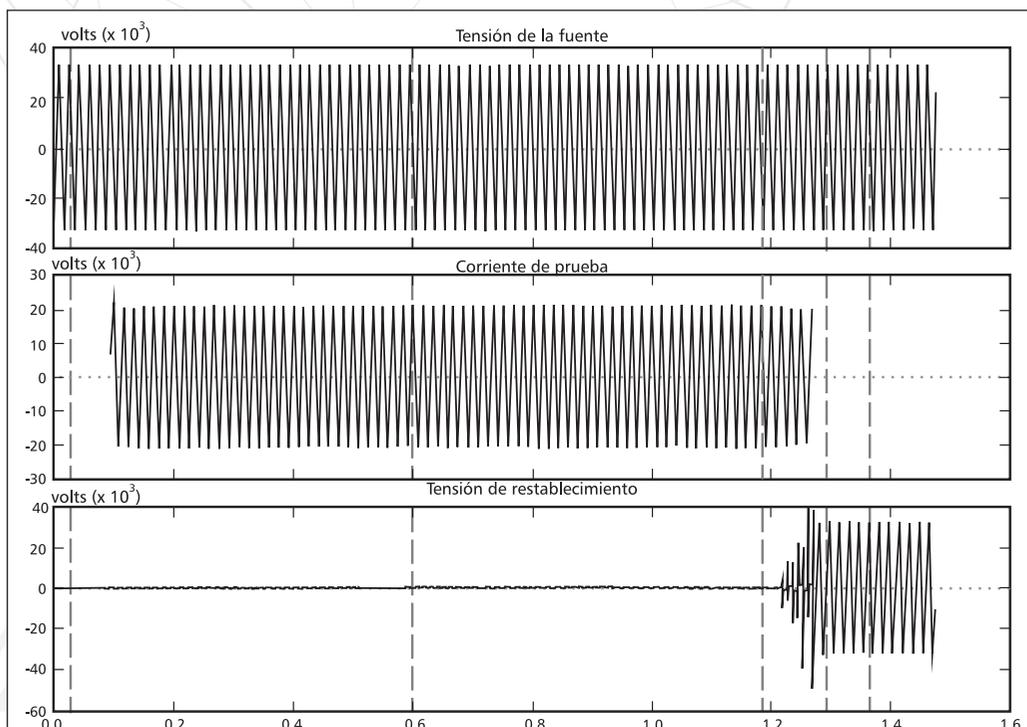


FIGURA 7

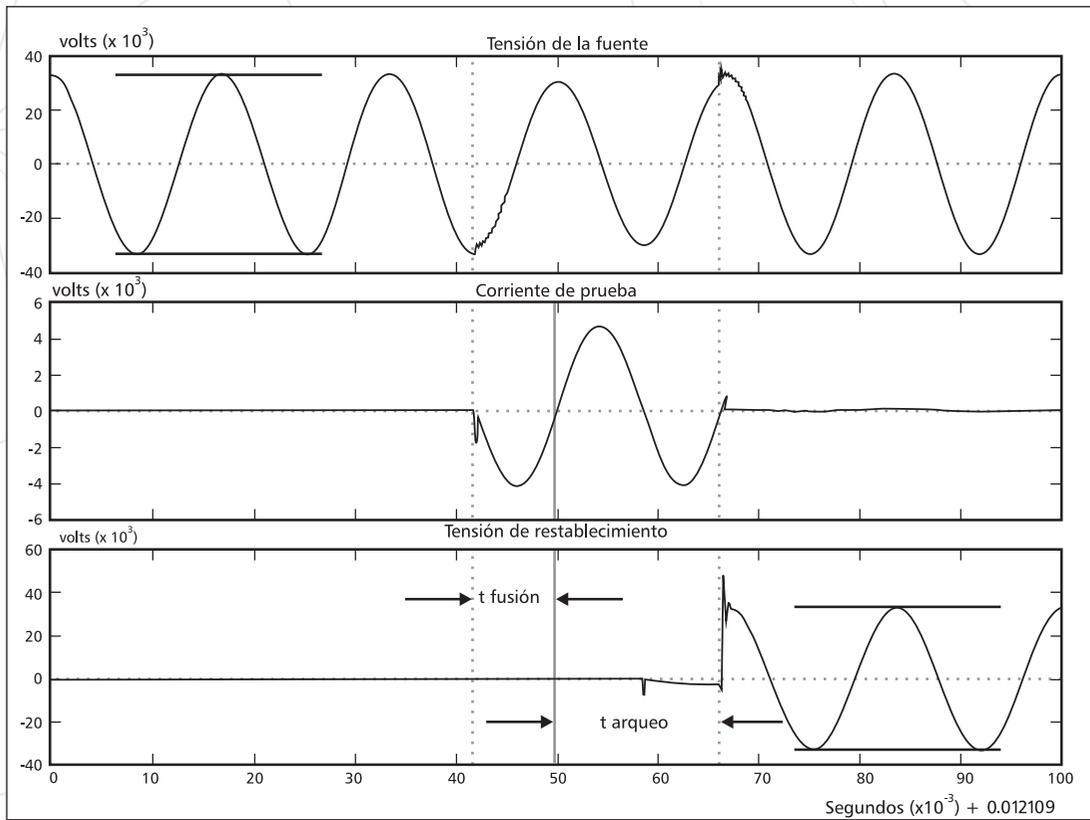


FIGURA 8. Aplicación de una corriente cuyo valor pico fue de 4.67kA.

2.2.6 Operación por descargas atmosféricas.

Durante la época de lluvias, se presentan con relativa frecuencia, descargas atmosféricas sobre las redes aéreas de distribución. Bajo esta condición, el núcleo de los transformadores puede alcanzar su nivel de saturación y la consecuencia de este cambio se traduce en la reducción drástica de su impedancia de estado estable, lo que origina la circulación por el devanado primario de una sobrecorriente de 60Hz que puede o no hacer operar a los fusibles.

Si estos no operan, pueden sufrir fusión parcial o envejecimiento prematuro y en este caso, sus curvas corriente-tiempo de fusión se desplazan hacia la izquierda de su posición original, situación que equivale a una reducción de su corriente nominal.

2.3 Energía desarrollada.

2.3.1 Durante la fusión o pre-arqueo (E_f).

En esta primera fase la energía aplicada queda definida de la siguiente forma:

$$E_f = I^2 R t \text{ watts-seg, en donde:}$$

I= Corriente de fusión.

R= Resistencia eléctrica del elemento sensible a la corriente (esc).

t= Tiempo requerido para fundir al (esc), con la corriente aplicada.

Bajo ésta condición la energía desarrollada es de pequeña magnitud.

2.3.2 Durante el arqueo a la tensión nominal (E_a).

En esta condición la energía que se desarrolla durante la operación del conjunto eslabón fusible cortacircuitos fusible esta en función del incremento de temperatura y la presión generada en el interior del conjunto. Se tiene:

$$E_a = \int_{t_1}^{t_2} U_a i_a \quad (U_a i_a)\text{-seg.}$$

U_a = Tensión de arqueo.

i_a = Corriente de arqueo.

t_1 = Instante en que termina la fusión o pre-arqueo.

t_2 = Instante en que ocurre la extinción del arco.

Inmediatamente después de que ocurre la fusión del (esc), aparece la corriente de arqueo y la temperatura en el núcleo del arco es igual o mayor a 12000K, el cual al entrar en contacto con el tubo protector o el tubo portafusible, según sea el caso, forma una capa envolvente de vapor a una temperatura del orden de 3000K. De esta forma el arco es enfriado por convección, siendo el flujo refrigerante generado por la vaporización (ablación) a presión elevada de las paredes del material aislante inducida por el arco mismo.

La expulsión del cable de cobre estañado y la caída del tubo portafusible contribuyen a la extinción del arco.

3. CARACTERÍSTICAS NOMINALES.

3.1 De los eslabones fusible.

3.1.1 Corriente nominal.

Los eslabones fusible PROTELEC-MT del tipo K (rápido) tienen velocidad de fusión comprendidas entre 5.5 y 7.6. Las corrientes nominales que fabricamos son: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 65, 80 y 100A.

Mientras que los eslabones fusible PROTELEC-MT, del tipo T (lento) tienen velocidades de fusión comprendidas entre 10 y 13. Las corrientes nominales que fabricamos son: 6, 8, 10, 12, 15, 20, 25, 30, 40 y 50A.

En la Norma Nacional NMX-J-149/2-ANCE-2008 se tienen los siguientes dos grupos de corrientes nominales.

- Serie preferente: 6, 10, 15, 25, 40, 65 y 100A.
- Serie no preferente: 8, 12, 20, 30, 50 y 80A.

Fuera de esas dos clasificaciones se tienen las siguientes: 1, 2, 3, 4, 5 y 7A.

3.1.2 Frecuencia.

Nuestros eslabones fusible se pueden aplicar en sistemas eléctricos de 50 ó 60Hz.



3.2 De los cortacircuitos fusible.

Se tienen las siguientes: 100 y 200A.

3.2.1 Tensión (voltaje) nominal en kV.

En sistemas polifásicos con neutro solidamente aterrizado, la tensión nominal se define en función de la tensión de fase a neutro.

En sistemas no aterrizados, la tensión nominal se define en función de la tensión entre fases.

3.2.2 Capacidad interruptiva.

En la corriente simétrica rcm (raíz cuadrática media) máxima que el cortacircuitos puede interrumpir, a una tensión dada bajo condiciones prescritas de aplicación.

3.2.3 Nivel de aislamiento en kV (BIL)

Cuando con base en el criterio delineado en 3.2.2 se relaciona a la tensión nominal, el nivel de aislamiento (BIL) es adecuado para coordinar con otros componentes del sistema.

Por ejemplo:

Un cortacircuitos con tensión nominal doble: 14.4/24.9kV, está diseñado realmente para 14.4kV, lo que implica niveles de aislamiento de 95 y 125kV, haciéndolos aplicables así en sistemas monofásicos de 13.8 y 24.9kV.

3.2.4 La tensión transitoria de restablecimiento.

Cuando la corriente de arco alcanza su valor cero a través del plasma residual, se establece la tensión transitoria de restablecimiento. Los parámetros que la definen son: Su factor de amplitud y su frecuencia.

4. PRUEBAS DE RUTINA EN LABORATORIO.

Para verificar el correcto funcionamiento de los eslabones fusible PROTELEC-MT, aplicamos las instrucciones que se describen en los incisos: 7.1, 7.2, 7.3 y 7.4 del procedimiento "Inspección y Pruebas" de nuestro Sistema de Gestión de la Calidad, realizadas a nuestros productos, tanto durante el proceso de fabricación como en el producto terminado. Se tienen las siguientes pruebas:

4.1 Tensión mecánica.

Esta prueba se aplica para asegurar que durante la instalación en cualquier cortacircuitos fusible no se rompa o se zafe el elemento sensible a la corriente (esc) del botón o del sujetacable o de ambos.

En la norma NMX-J-149/2-ANCE-2008, incisos 8.8.2.1 (prueba estática) y 8.8.2.2 (prueba dinámica), se establecen las siguientes pruebas:

- **Prueba estática:** Se aplica una fuerza axial que no debe rebasar los 60N.
- **Prueba dinámica:** El cortacircuitos fusible se debe abrir y cerrar 20 veces, aplicando el eslabón fusible que se haya seleccionado.

4.2 Pruebas de fusión.

Estas pruebas las realizamos cuando iniciamos y terminamos la fabricación de una orden de producción. Verificamos que los puntos corriente-tiempo en las zonas de 300s, 10s y 0.1s queden comprendidos dentro de la banda de tolerancia que especificamos en la Tabla 1, de éste catálogo.

En las figuras 9a y 9b, se muestran los oscilogramas de pruebas de fusión del eslabón fusible 15K, correspondientes a la zona de 0.1s.

Para la corriente de prueba = 225 Arcm (figura 9a) los límites de tiempo son 0.094s como mínimo y 0.125s como máximo. El tiempo obtenido fue de 0.115s.

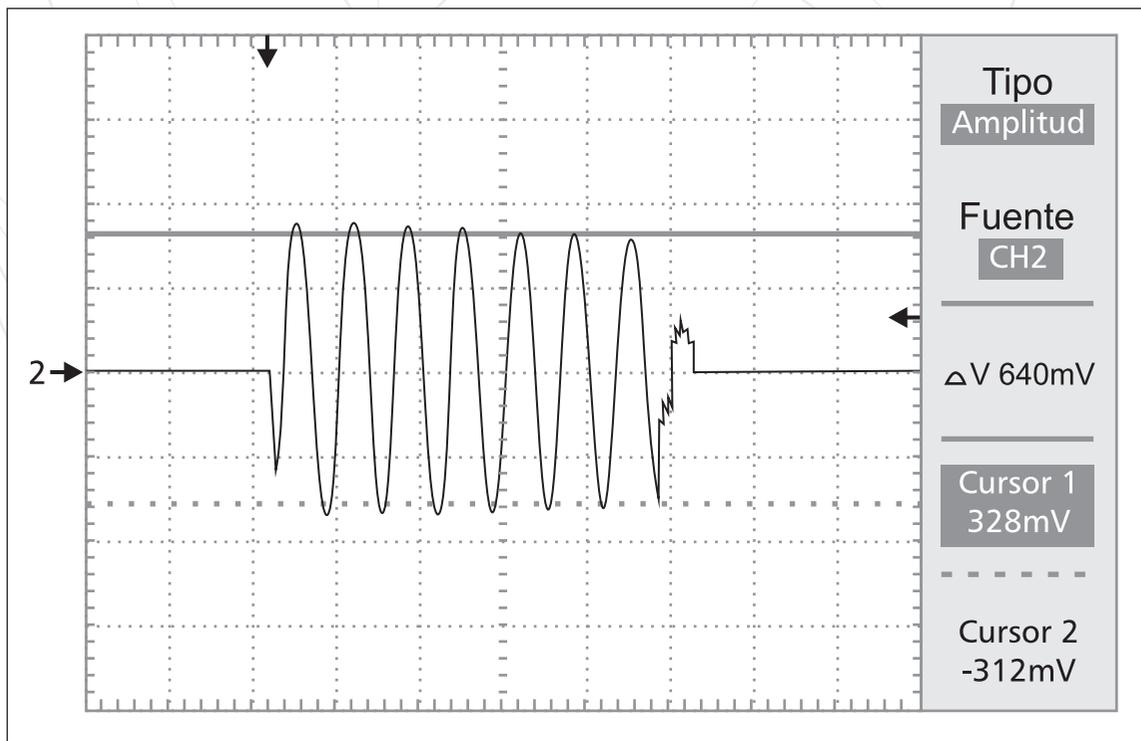


FIGURA 9a. Corriente de fusión = 225 Arcm, aplicada a un eslabón fusible 15K PROTELEC-MT.

ALTEC-F

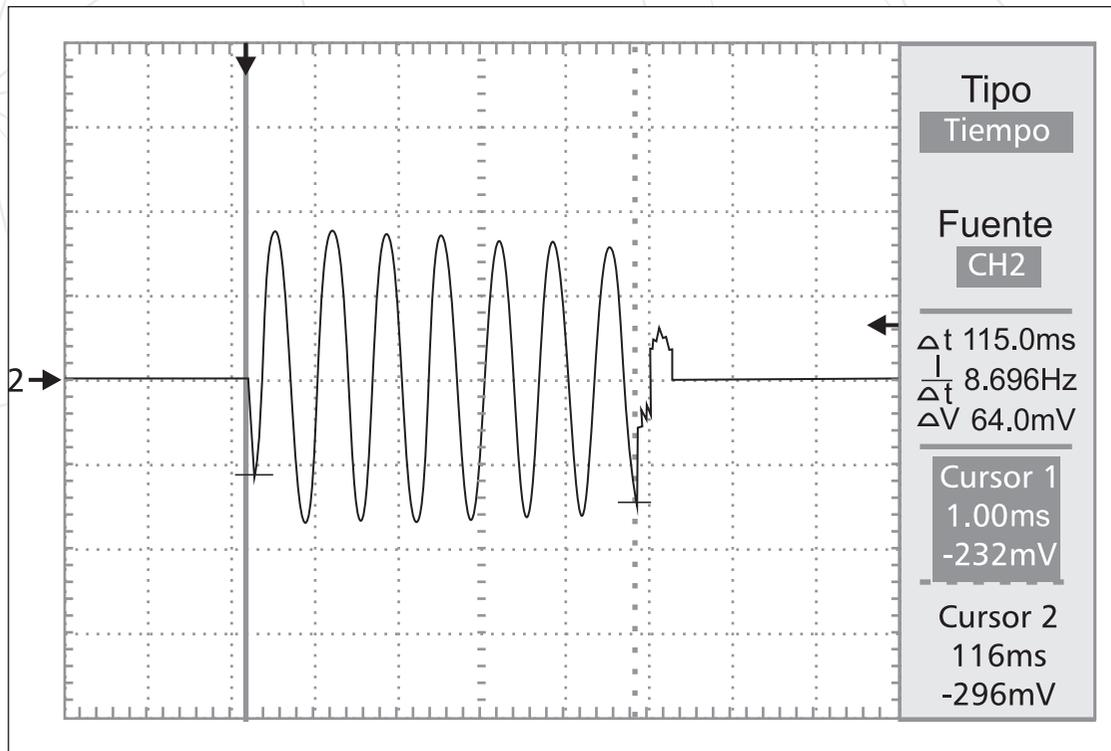


FIGURA 9b. Tiempo de fusión de un eslabón fusible 15K, PROTELEC-MT, cuando se le aplicaron 225 Arcm, $t=115$ ms.

5. APLICACIÓN.

5.1 Protección de transformadores.

La aplicación correcta de un fusible de media tensión para la protección de transformadores de distribución contra sobrecorrientes requiere del conocimiento de las características de operación tanto de la red como de los equipos a ella conectados. En el caso de los transformadores de distribución, se tiene:

5.1.1 Aplicación de sobretensiones de impulso debidas a descargas atmosféricas o por maniobras.

Estas sobretensiones traen asociadas corrientes de impulso que pueden ser de corta o larga duración.

Las primeras pueden provocar fallas de cortocircuito por flameo de aisladores.

Con las segundas el núcleo del transformador puede alcanzar el nivel de saturación y así reducir drásticamente su impedancia. En esa condición el sistema drena una corriente anormal que puede causar la operación del fusible o al menos envejecerlo.

5.1.2 Características de calentamiento de los transformadores.

El daño en los aislamientos de un transformador por la acción de las corrientes de sobrecarga, es causado por la alta temperatura del punto caliente.

Así entonces la protección contra sobrecargas se debe conceputar comparando la constante de tiempo térmica del transformador con la constante de tiempo térmica del fusible.

En un transformador de distribución aérea, su constante de tiempo térmica varía de 3 a 6 horas, mientras que en un eslabón fusible de 100A o menos su constante de tiempo térmica es semejante a la del punto caliente del transformador y varía de 2 a 8 minutos.

Entonces cuando un transformador esta sometido a la acción de sobrecargas de larga duración y de variación no súbita, **NO PUEDE SER PROTEGIDO ADECUADAMENTE POR UN FUSIBLE.**

En contraste, para sobrecargas de corta duración y variación súbita, al ser semejantes las constantes de tiempo térmico del punto caliente y la del fusible, **SI SE OBTIENE UNA PROTECCIÓN ÓPTIMA.**

5.1.3 Corriente de energización del transformador.

Cuando se energiza un transformador se presenta una corriente transitoria cuya magnitud y duración esta determinada por el flujo residual en su núcleo y por el punto de la onda de tensión correspondiente al momento de cierre del circuito.

Combinando el efecto de ésta corriente de energización con la corriente de re-energización con carga que se presenta después de una interrupción momentánea, se pueden formar las siguientes relaciones:

Múltiplos de I_n	Tiempo de duración (segundos)	
25	0.01	energización
12	0.10	inicial
6	2.00	re-energización
3	10.00	con carga

Estos puntos: establecen los límites inferiores de la curva corriente – tiempo de fusión, para que un fusible no sea dañado por esas corrientes de energización.

5.1.4 Curva de daño del transformador.

En la figura 10, se muestra la curva de carga por tiempo corto en términos de la corriente aplicada y el tiempo correspondiente para transformadores monofásicos y trifásicos de hasta 500 kVA considerando la protección con riesgo de bajo nivel (Norma ANSI C57-109)

La parte continua de la curva representa una duración límite de la falla, más allá de la cual se puede presentar el daño térmico en los aislamientos vecinos al devanado. La parte de la curva con trazo discontinuo representa el límite de duración de la falla, más allá de la cual se puede presentar el daño mecánico.

La duración de la corriente de falla por cortocircuito en un sistema a 60Hz se calcula con la siguiente fórmula:

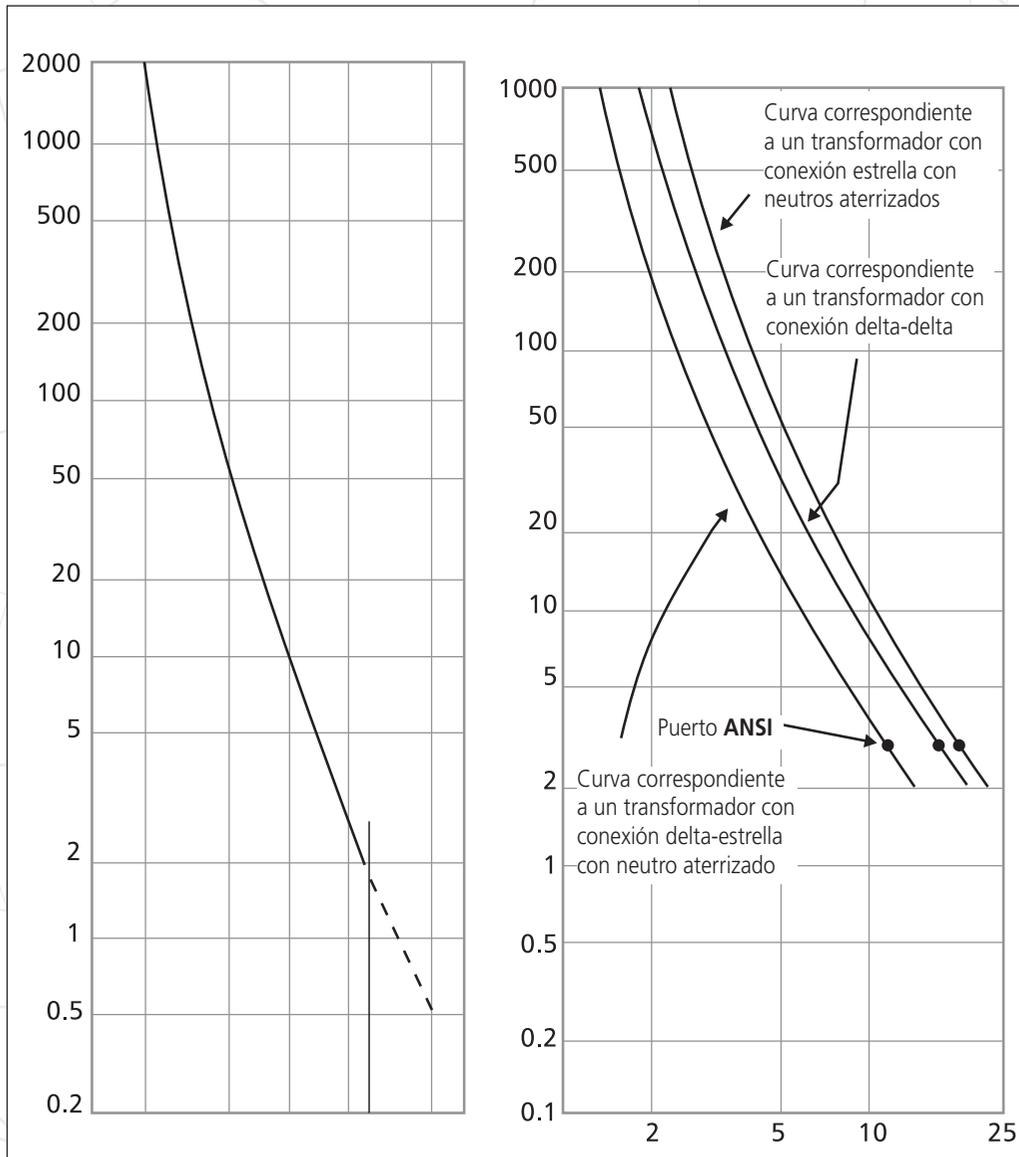
$$I^2 t = 1250$$

En donde:

t = Duración de la falla en ciclos.

I = Corriente de cortocircuito simétrica en número de veces la corriente normal base. La duración máxima de ésta corriente es de $2s$ (sección 10, Norma ANSI C57.12.00).

En la figura 11, se muestran las curvas de sobrecarga por tiempo corto de un transformador con diferentes conexiones en sus devanados.



No. de veces la corriente base

No. de veces la corriente base

Figura 10. Curva de carga por tiempo corto para transformadores hasta de 500 kVA

Figura 11. Curva de sobrecarga por tiempo corto de un transformador con las conexiones: primario-secundario indicadas.

5.1.5 Corrientes de falla secundaria (análisis de la conexión delta-estrella aterrizada)

La conexión en los devanados de un transformador, además de afectar la relación entre las corrientes de línea primaria y secundaria, afecta también la relación entre la corriente en los devanados y la corriente de línea correspondiente.

En un transformador con conexión delta-estrella aterrizada, las relaciones entre las corrientes de línea primaria y secundaria, se indican en las figuras 12a, 12b y 12c.

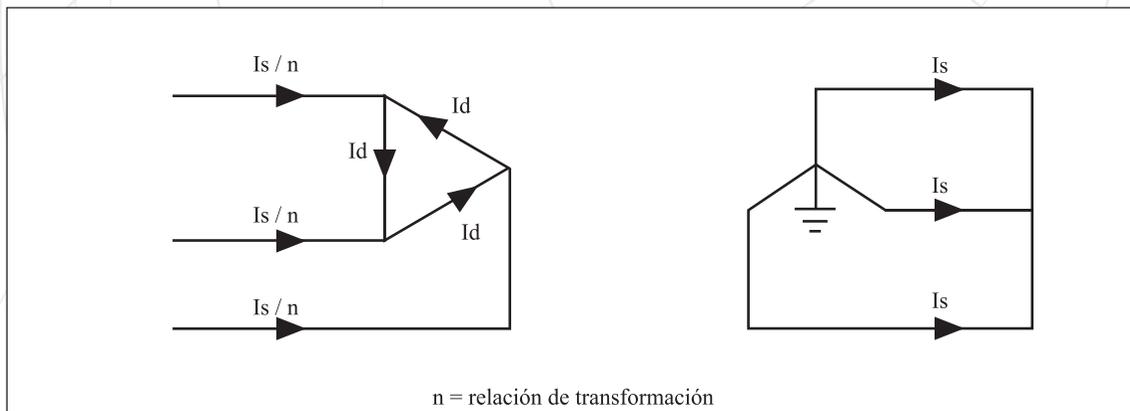


Figura 12a. Falla trifásica.

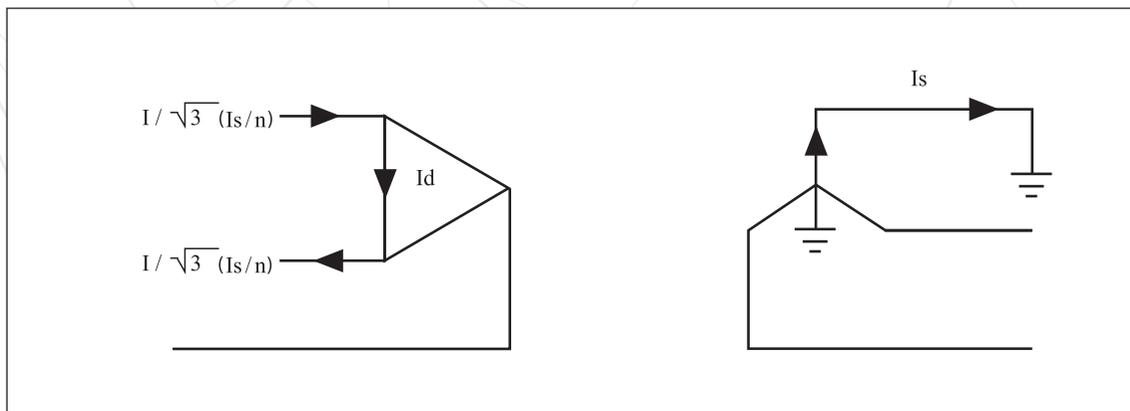


Figura 12b. Falla monofásica.

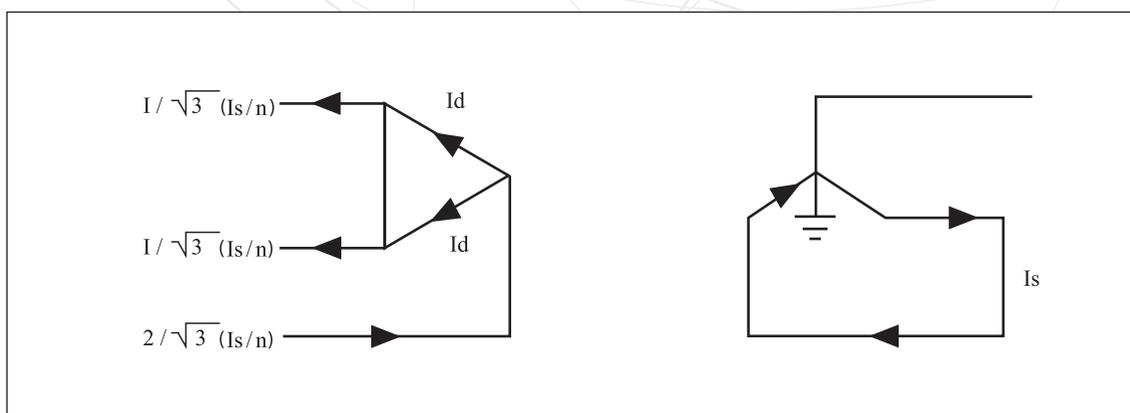


Figura 12c. Falla bifásica.



Relación entre la corriente de línea primaria y la corriente en los devanados de la delta.

Tipo de falla en el secundario	Corriente de línea		Corriente en los devanados
TRIFÁSICA	$[I_s/n]$	\div	$[I_s/n \sqrt{3}] = \sqrt{3}$
MONOFÁSICA	$[I_s/n \sqrt{3}]$	\div	$[I_s/n \sqrt{3}] = 1$
ENTRE FASES	$[2I_s/n \sqrt{3}]$	\div	$[I_s/n \sqrt{3}] = 2$

En las relaciones anteriores se observa:

Para cualquier tipo de falla la corriente en el devanado es de la misma magnitud = $[I_s/n\sqrt{3}]$.

- En la falla monofásica la corriente de línea es igual al 57.7% de la corriente de línea correspondiente a la falla trifásica.
- Entonces, si los fusibles se seleccionan considerando la falla secundaria trifásica para eliminar una falla secundaria monofásica el fusible correspondiente REQUIERE DE UN TIEMPO MAYOR.
- En el caso de la falla entre fases en el secundario, la corriente primaria de línea en una fase es igual al 115% de la corriente de línea en el caso de la falla trifásica.
- En esta situación, el fusible seleccionado con el criterio antes indicado, opera CON UN TIEMPO MENOR comparado éste con el requerido para eliminar la falla trifásica.
- Se tienen entonces que la falla entre fases es la que se debe considerar para coordinar selectivamente a los dispositivos de protección primarios y secundarios.

En la figura 13 se presenta el caso de la protección de un transformador de 75 kVA @ 23kV, contra sobrecorrientes.

En las tablas 2, 3 y 4 se indica la corriente nominal de los eslabones fusible PROTELEC-MT que se recomiendan para proteger transformadores cuando se busca obtener un grado máximo de protección, del transformador contra daños mecánicos y esfuerzos de origen térmico provocados por fallas secundarias.



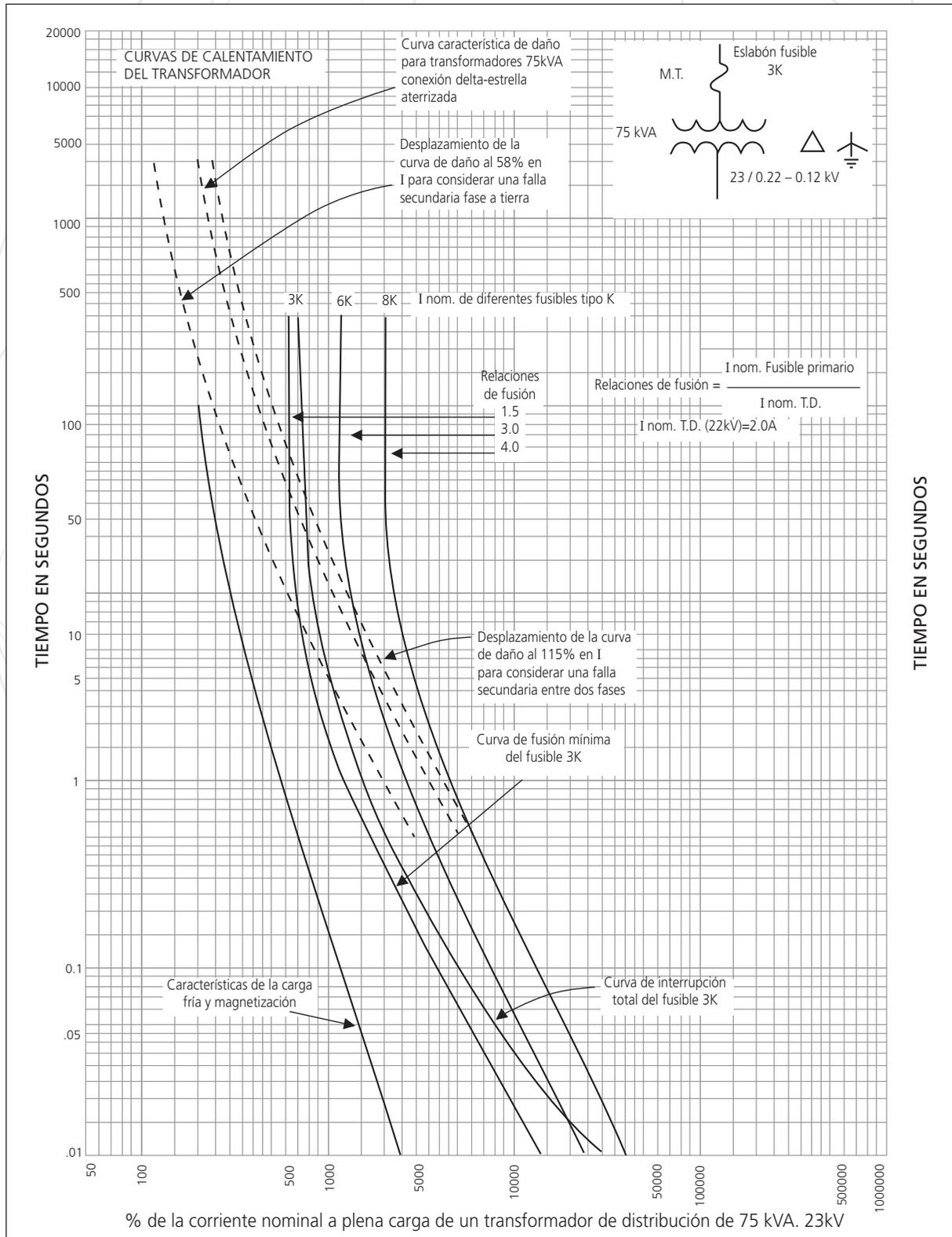


Figura 13. Protección de un transformador trifásico de 75 kVA, 23kV

kVA DEL TRANSFORMADOR ↓	TENSIÓN PRIMARIA EN KILOVOLTS								
	13.2			23			33		
	In (A)	If (A)	rf	In (A)	If (A)	rf	In (A)	If (A)	rf
15	0.66	1K	1.52	0.38	--	--	0.26	--	--
30	1.31	2K	1.53	0.75	1K	1.33	0.52	1K	1.92
45	1.97	3K	1.52	1.13	2K	1.97	0.79	2K	2.53
75	3.28	5K	1.52	1.88	3K	1.59	1.31	3K	2.29
112.5	4.92	8K	1.62	2.82	5K	1.77	1.97	5K	2.53
150	6.56	10K	1.52	3.77	6K	1.77	2.62	6K	2.29

TABLA 2. Protección de transformadores trifásicos.

kVA DEL TRANSFORMADOR ↓	TENSIÓN PRIMARIA EN KILOVOLTS								
	13.2 / 7.6			22.86 / 13.2			33/19.05		
	In (A)	If (A)	rf	In (A)	If (A)	rf	In (A)	If (A)	rf
5	0.66	1K	1.52	0.38	--	--	0.26	--	--
10	1.31	2K	1.53	0.76	1K	1.31	0.52	1K	1.92
15	1.97	3K	1.52	1.14	2K	1.75	0.79	2K	2.53
25	3.28	5K	1.52	1.89	3K	1.59	1.31	3K	2.29
37.5	4.92	8K	1.62	2.84	5K	1.76	1.97	5K	2.54
50	6.56	10K	1.52	0.79	6K	1.58	2.62	6K	2.29
75	9.84	12K	1.22	5.68	8K	1.41	3.94	8K	2.03

TABLA 3. Protección de transformadores monofásicos de una boquilla.

Notas: In = Corriente nominal del transformador.
 If = Corriente nominal del fusible tipo K.
 rf = relación de fusión.

$$rf = \frac{If}{In}$$

kVA DEL TRANSFORMADOR ↓	TENSIÓN PRIMARIA EN KILOVOLTS								
	13.2			23			33		
	In (A)	If (A)	rf	In (A)	If (A)	rf	In (A)	If (A)	rf
5	0.38	--	--	0.22	--	--	0.25	--	--
10	0.76	1K	1.31	0.43	1K	2.32	0.30	--	--
15	1.14	2K	1.75	0.65	1K	1.54	0.45	1K	2.22
25	1.89	3K	1.59	1.09	2K	1.83	0.76	1K	1.31
37.5	2.84	5K	1.76	1.63	3K	1.84	1.14	2K	1.75
50	3.79	6K	1.58	2.17	5K	2.30	1.52	3K	1.97
75	5.68	8K	1.41	3.26	6K	1.84	2.27	5K	2.20

TABLA 4. Protección de transformadores monofásicos de dos boquillas.

En la tabla 5 se indica la corriente nominal de los eslabones fusible PROTELEC-MT que se recomiendan para proteger transformadores trifásicos si se considera ÚNICAMENTE protección contra corrientes de cortocircuito de media y baja impedancia.

kVA DEL TRANSFORMADOR ↓	TENSIÓN PRIMARIA EN KILOVOLTS								
	13.2 / 7.6			22.86 / 13.2			33/19.05		
	In (A)	If (A)	rf	In (A)	If (A)	rf	In (A)	If (A)	rf
15	0.66	2K	3.03	0.38	1K	2.63	0.26	--	--
30	1.31	3K	2.29	0.75	2K	2.67	0.52	2K	3.84
45	1.97	5K	2.54	1.13	3K	2.65	0.79	3K	3.80
75	3.28	6K	1.83	1.88	5K	2.66	1.31	5K	3.81
112.5	4.92	10K	2.03	2.82	6K	2.13	1.97	6K	3.05
150	6.56	12K	1.83	3.77	8K	2.12	2.62	8K	3.05

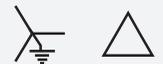
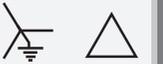
TABLA 5. Protección de transformadores trifásicos.

5.2 Protección de bancos de capacitores.

En la aplicación de fusibles de expulsión para la protección de bancos de capacitores contra sobrecorrientes, se deben tener en consideración sus siguientes características de operación:

- La corriente de energización es senoidal y transitoria, y su magnitud se incrementa con la raíz cuadrada de su corriente nominal.
- En los bancos aislados o en paralelo, la corriente de energización puede alcanzar magnitudes elevadas, dependiendo esto del punto de la onda de tensión en el cual se efectúe el cierre del circuito considerado.
- Debido a que la corriente transitoria de energización de los capacitores no se reduce en proporción a su corriente nominal, en las unidades pequeñas esta corriente de energización es un múltiplo mayor de aquella, por lo que la corriente nominal de los eslabones fusible a seleccionar puede ser hasta de dos veces la corriente nominal de los capacitores.
- Los criterios actuales establecen factores comprendidos entre 1.35 y 1.65 veces la corriente nominal de los capacitores.

En la tabla 6, se recomiendan eslabones fusible K o T para la protección de capacitores en grupo considerando unidades capacitivas de 150 kVAR y diferentes tipos de conexiones.

kVAR	13.8 kV					23 kV				
	In (A)	150 kVAR		150 kVAR		In (A)	150 kVAR		150 kVAR	
										
		K	T	K	T		K	T	K	T
300	12.6	15	15	20	15	7.5	8	8	10	8
450	18.8	20	20	25	20	11.3	12	12	15	12
900	37.7	40	40	50	40	22.6	25	25	30	25
1350	56.6	65	65	65	65	33.9	40	40	40	40
1800	75.3	80	80	100	80	45.2	50	50	50	50
2250	94.1	100	100	100	100	56.5	65	65	65	65
2700	113.1	--	--	--	--	67.8	65	65	80	65

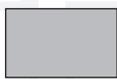
Zonas indicadas en la figura 11



Zona segura



Zona 1



Zona 2

Nota: $In = \frac{kVAR}{kV\sqrt{3}}$ Corriente de línea A

TABLA 6. Selección de eslabones fusible para la protección de bancos de capacitores.

En la figura 14 se muestran las curvas de probabilidad de ruptura del tanque, para capacitores de 100kVAR, por arco interno.

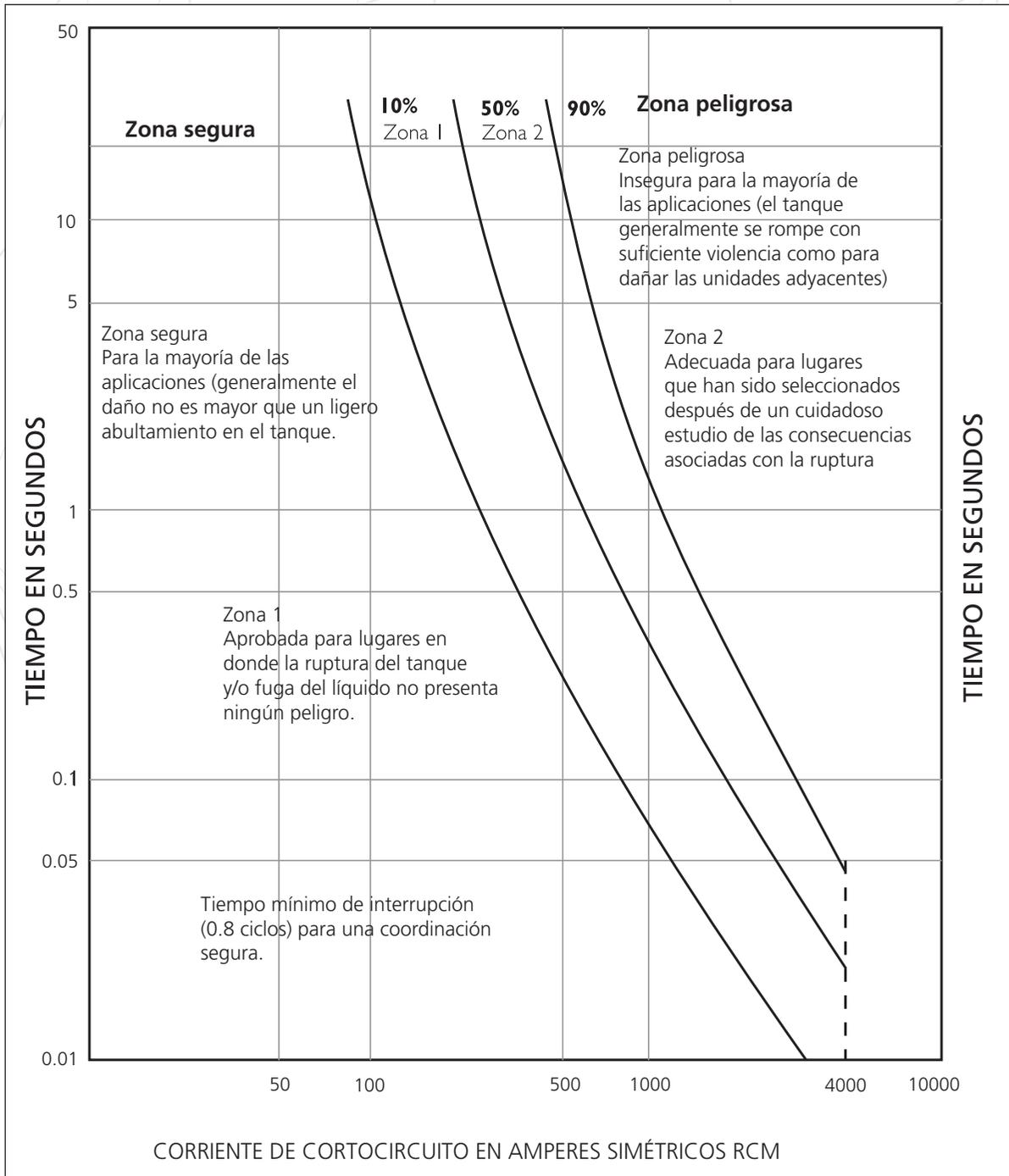


Figura 14. Curvas de probabilidad de ruptura del tanque para capacitores de 100kVAR de potencia debido al arco interno.



5.3 Coordinación.

Entre fusibles.

En la mayor parte de los casos, la coordinación entre fusibles, se logra utilizando las curvas características corriente-tiempo de fusión y corriente-tiempo de interrupción total. Sea el siguiente circuito unifilar:

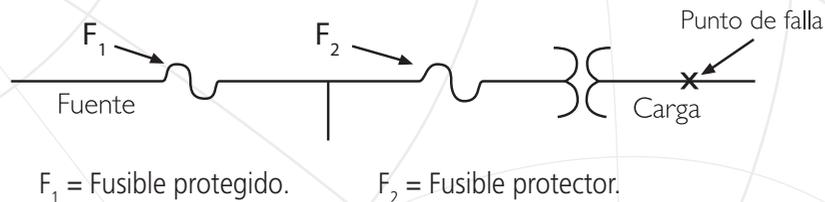


Figura 15. Coordinación entre fusibles conectados en serie.

Se comparan la curva de interrupción total del fusible protector y la curva de fusión del fusible protegido. No deben haber ni traslapes ni un acercamiento excesivo entre ellas o sea que para asegurar que no opere o se dañe el fusible F_1 su tiempo de fusión se debe reducir al 75% del valor original para considerar el efecto de calentamiento debido a carga previa.

En la figura 16 se observa que el valor máximo de corriente con la cual F_2 protege a F_1 es I_1 , ya que en ese punto se cruzan las curvas de fusión de F_1 (ya desplazada) y a la de interrupción total de F_2 .

Como los fusibles de expulsión solo pueden interrumpir la corriente de falla hasta que ocurre su primer valor cero, después de la fusión del elemento sensible a la corriente, sus curvas corriente-tiempo, se terminan en 0.013s (0.8 ciclos a 60Hz) que corresponden aproximadamente al tiempo necesario para interrumpir el primer lóbulo de corriente correspondiente a una relación X/R típica de un circuito de distribución.

ALTEC-F

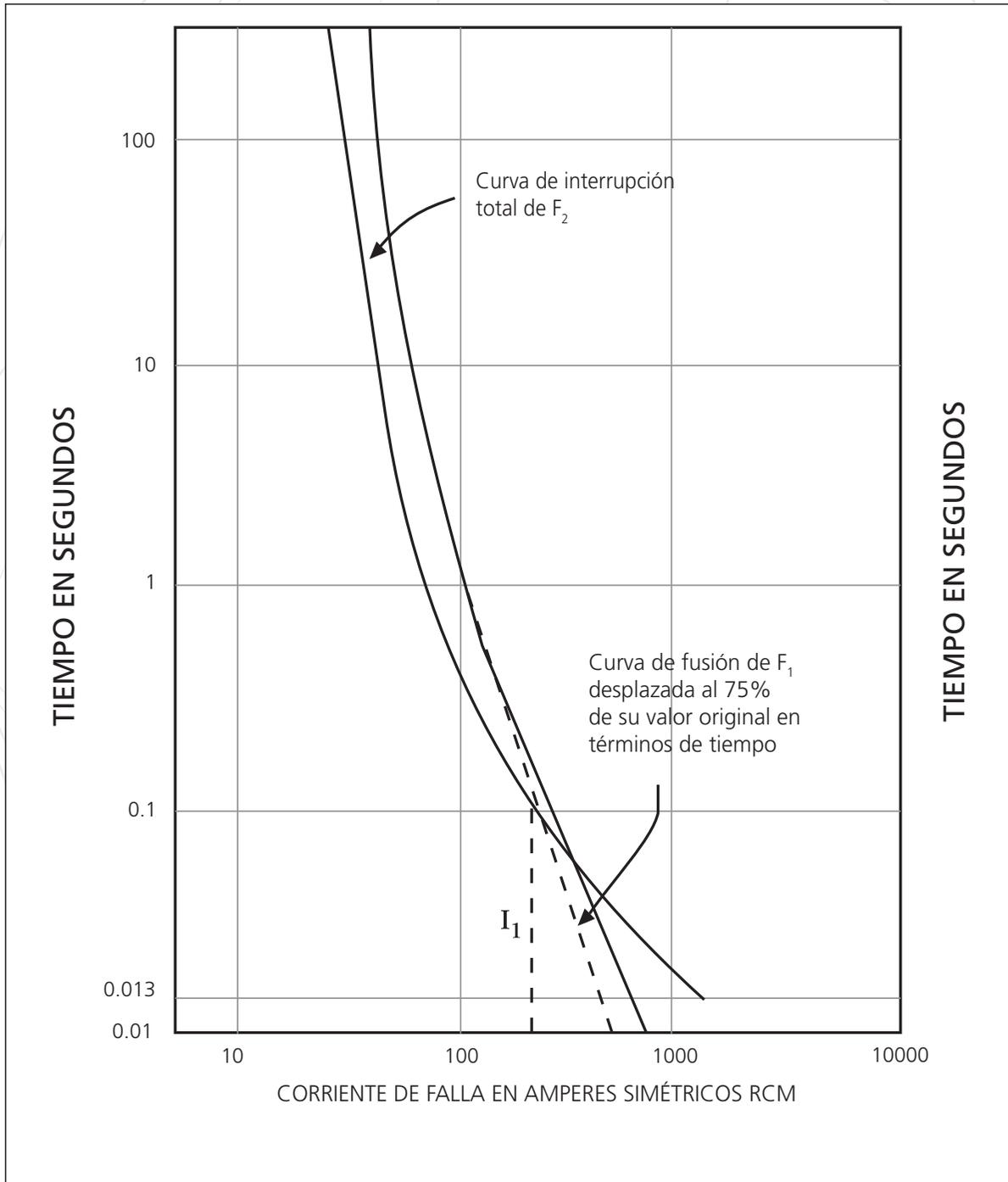


Figura 16. Coordinación entre fusibles de expulsión conectados en serie.

5.4 Fusibles con restauradores.

Los objetivos que se persiguen cuando se coordinan restauradores con fusibles instalados del lado de la fuente y del lado de la carga son:

a) En la coordinación de restauradores con fusibles instalados del lado de la fuente:

Se busca que el restaurador efectúe su secuencia completa de operaciones y que el efecto del calor acumulado en el fusible, no dañe a este último.

b) Coordinación de restauradores con fusibles instalados en el lado de la carga:

En esta condición, las operaciones rápidas del restaurador, no deben provocar daño al (los) fusible (s) incluyendo el efecto acumulativo de las operaciones rápidas considerando los intervalos de recierre. Las operaciones lentas de restaurados se deben retardar lo suficiente para asegurar la operación del fusible antes de que ocurra la apertura definitiva del restaurador.

Nota: Para mayor información sobre coordinación entre fusibles y restauradores, favor de consultarnos.

5.4.1 Instalación y reemplazo.

5.4.1.1 Instalación en el tubo portafusible.

Recomendamos que nuestros eslabones fusible se instalen en el tubo portafusible en la forma que se indica en la figura 17, es decir, procurando que la aleta o disparador que es accionada por un resorte de torsión quede junto al extremo del tubo portafusible. Cuando esto no se hace así, figura 18, el momento aplicado al eslabón fusible, es mayor y puede dañarse el cable del eslabón, así como el elemento sensible a la corriente. Bajo esta condición el fusible puede operar innecesariamente aún con corrientes de carga normal.

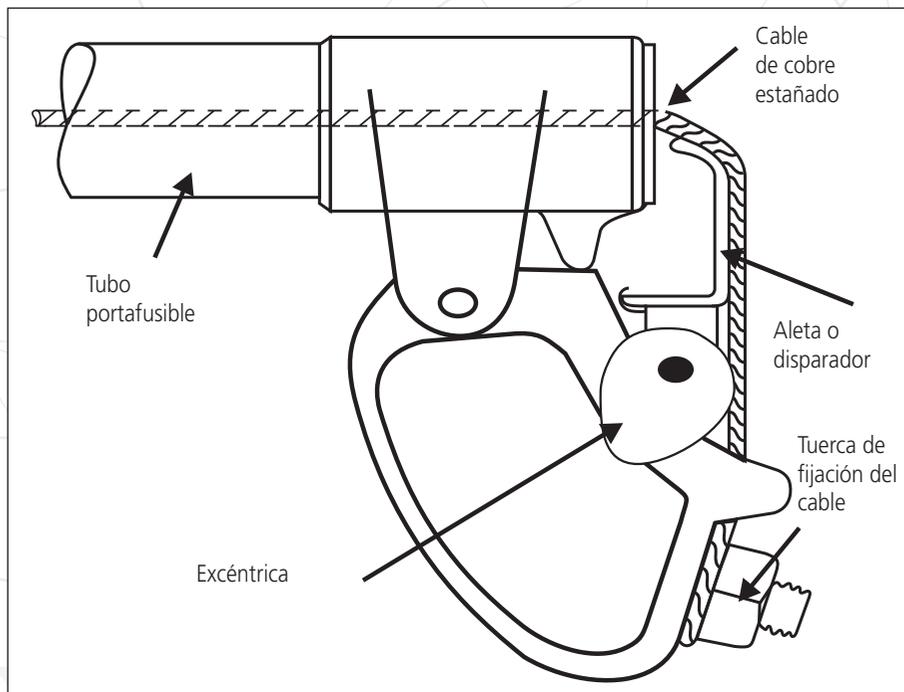


Figura 17. Instalación correcta.

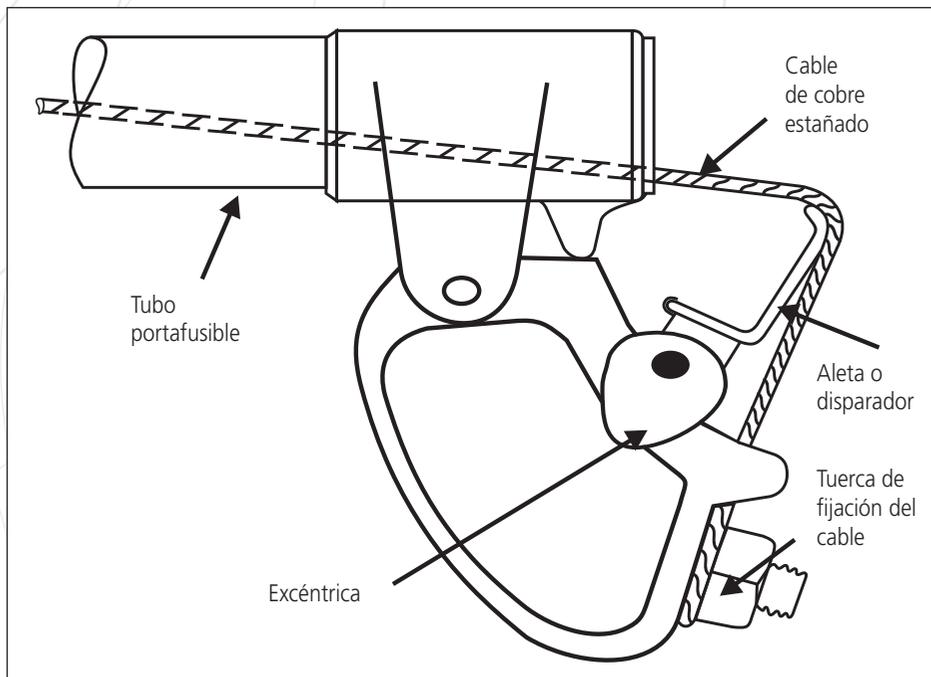


Figura 18. Instalación incorrecta.

5.4.2 Reemplazo.

En un sistema trifásico, se recomienda que después de que hayan operado uno o dos eslabones, se reemplacen él o los eslabones, aún cuando aparezcan intactos, ya que puede(n) haber sufrido fusión parcial. Véase la figura 19.

En éste caso, su curva característica corriente-tiempo de fusión se desplaza hacia la izquierda de su posición original.



Figura 19.
Fusión parcial de un eslabón fusible tipo K, de corriente nominal igual a 50A rcm

**6. CATÁLOGO DE LOS ESLABONES FUSIBLE UNIVERSALES PARA MEDIA TENSIÓN
TIPO K (RÁPIDO) MARCA: PROTELEC-MT, PARA 15 Y 27kV.**

Número de Catálogo	Descripción Corta (D.C.) de CFE		Corriente nominal en Amperes (A)	Tensión nominal (kV)	Velocidad de fusión	Material utilizado en el elemento sensible a la corriente.
	15 kV	27 kV				
15/27EFU-1K	EF15K-1	EF27K-1	1	15 a 27	5.5	Acero inoxidable.
15/27EFU-2K	EF15K-2	EF27K-2	2		5.5	
15/27EFU-3K	EF15K-3	EF27K-3	3		5.6	Aleación Níquel-Cromo
15/27EFU-4K			4		5.7	
15/27EFU-5K	EF15K-5	EF27K-5	5		5.9	
15/27EFU-6K	EF15K-6	EF27K-6	6		6.0	
15/27EFU-7K			7		6.5	
15/27EFU-8K	EF15K-8	EF27K-8	8		6.5	
15/27EFU-10K	EF15K-10	EF27K-10	10		6.6	Cobre, aleación 110 ASTM plateado.
15/27EFU-12K	EF15K-12	EF27K-12	12		6.6	
15/27EFU-15K	EF15K-15	EF27K-15	15		6.9	
15/27EFU-20K	EF15K-20	EF27K-20	20		7.0	
15/27EFU-25K	EF15K-25	EF27K-25	25		7.0	
15/27EFU-30K			30		7.1	
15/27EFU-40K	EF15K-40	EF27K-40	40		7.1	
15/27EFU-50K			50		7.1	
15/27EFU-65K	EF15K-65	EF27K-65	65		7.2	
15/27EFU-80K			80		7.4	
15/27EFU-100K			100		7.6	

**7. CATÁLOGO DE LOS ESLABONES FUSIBLE UNIVERSALES PARA MEDIA TENSIÓN
TIPO T (LENTO) MARCA: PROTELEC-MT, PARA 15 Y 27kV.**

Número de Catálogo	Descripción Corta (D.C.) de CFE		Corriente nominal en Amperes (A)	Tensión nominal (kV)	Velocidad de fusión	Material utilizado en el elemento sensible a la corriente.
	15 kV	27 kV				
15/27EFU-6T			6	15 a 27	10.0	Cobre, aleación 110 ASTM plateado.
15/27EFU-8T			8		11.1	
15/27EFU-10T	EF15T-10	EF27T-10	10		11.5	
15/27EFU-12T	EF15T-12	EF27T-12	12		11.8	
15/27EFU-15T	EF15T-15	EF27T-15	15		12.5	
15/27EFU-20T	EF15T-20	EF27T-20	20		12.7	
15/27EFU-25T	EF15T-25	EF27T-25	25		12.7	
15/27EFU-30T	EF15T-30	EF27T-30	30		12.9	
15/27EFU-40T	EF15T-40	EF27T-40	40		13.0	
15/27EFU-50T	EF15T-50	EF27T-50	50		13.0	

8. CATÁLOGO DE LOS ESLABONES FUSIBLE UNIVERSALES PARA MEDIA TENSIÓN TIPO K (RÁPIDO) MARCA PROTELEC-MT, PARA 38kV.

Número de Catálogo	Descripción Corta (D.C.) de CFE	Corriente nominal en Amperes (A)	Tensión nominal (kV)	Velocidad de fusión	Material utilizado en el elemento sensible a la corriente.
38EFU-1K	EF38K-1	1	38	5.5	Acero inoxidable.
38EFU-2K	EF38K-2	2		5.5	
38EFU-3K	EF38K-3	3		5.6	Aleación Níquel-Cromo
38EFU-4K		4		5.7	
38EFU-5K	EF38K-5	5		5.9	
38EFU-6K	EF38K-6	6		6.0	
38EFU-7K		7		6.5	
38EFU-8K	EF38K-8	8		6.5	
38EFU-10K	EF38K-10	10		6.6	
38EFU-12K	EF38K-12	12		6.6	
38EFU-15K	EF38K-15	15		6.9	
38EFU-20K	EF38K-20	20		7.0	
38EFU-25K		25		7.0	
38EFU-30K		30		7.1	
38EFU-40K		40		7.1	
38EFU-50K		50		7.1	
38EFU-65K		65		7.2	
38EFU-80K		80		7.4	
38EFU-100K		100		7.6	

9. CATÁLOGO DE LOS ESLABONES FUSIBLE UNIVERSALES, PARA MEDIA TENSIÓN TIPO T (LENTO) MARCA: PROTELEC-MT, PARA 38kV.

Número de Catálogo	Descripción Corta (D.C.) de CFE	Corriente nominal en Amperes (A)	Tensión nominal (kV)	Velocidad de fusión	Material utilizado en el elemento sensible a la corriente.
38EFU-6T		6	38	10.0	Cobre, aleación 110 ASTM plateado.
38EFU-8T		8		11.1	
38EFU-10T	EF38T-10	10		11.5	
38EFU-12T	EF38T-12	12		11.8	
38EFU-15T	EF38T-15	15		12.5	
38EFU-20T	EF38T-20	20		12.7	
38EFU-25T	EF38T-25	25		12.7	
38EFU-30T	EF38T-30	30		12.9	
38EFU-40T	EF38T-40	40		13.0	
38EFU-50T	EF38T-50	50		13.0	

10. APÉNDICE.

A) Calentamiento de transformadores.

La elevación de temperatura sobre la ambiente del punto caliente, se puede evaluar aplicando la siguiente fórmula.

$$T_{pc} = K^{2n} T_{pcn} (1 - e^{-t/\tau_{pc}}) + (K^2 R + \frac{1}{R} + 1) T (1 - e^{-t/\tau_A})$$

En donde:

T_{pc} = elevación de temperatura sobre el ambiente en el punto caliente.

T_{pcn} = elevación nominal de temperatura del punto caliente, sobre el ambiente en la superficie del aceite.

T_A = elevación de Temperatura sobre el ambiente en la superficie del aceite.

τ_{pc} = constante de tiempo térmica del punto caliente.

τ_A = constante de tiempo térmica de la superficie del aceite.

K = factor de la carga como múltiplo de la capacidad nominal.

R = pérdidas en el cobre / pérdidas en el hierro (1.5 a 3.5).

n = exponente de convección (0.8 a 1.05).

Esta fórmula se puede utilizar para calcular el tiempo requerido para alcanzar la elevación máxima de Temperatura del punto caliente (por ejemplo de 130 a 190°C)

B) Esfuerzos mecánicos que se generan entre conductores debidos a la circulación de una corriente de cortocircuito.

Los esfuerzos que se generan entre conductores, son proporcionales al cuadrado de la corriente de falla e inversamente proporcionales a la distancia entre sus centros.

Si los conductores conducen corriente en la misma dirección, se atraen y si llevan corriente en sentido contrario, se repelen. Véase la figura 20.

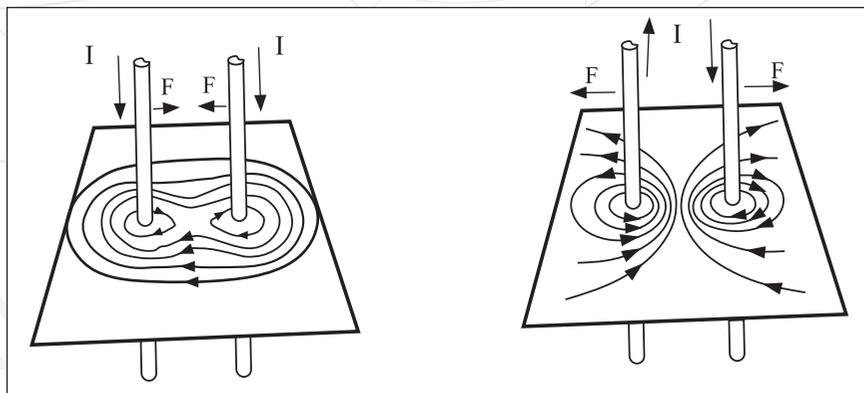


Figura 20. Campos resultantes y fuerzas entre corrientes paralelas.

C) En circuitos de corriente alterna.

Para el cálculo de las fuerzas de origen electromagnético debidas a una corriente de cortocircuito, se toma en consideración el primer lóbulo de la corriente instantánea, la cual genera la fuerza máxima entre conductores.

La magnitud de esa corriente instantánea varía de 2 a 2.55 veces la corriente simétrica rcm.

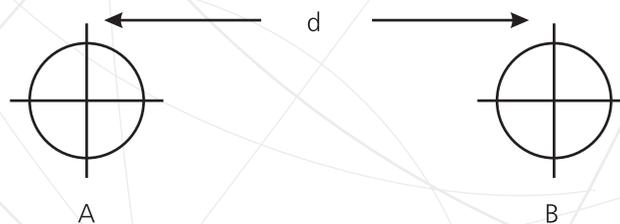
Así por ejemplo:

Si la corriente simétrica rcm es de 43.3kA y el factor de potencia es de 0.3, la magnitud instantánea del primer lóbulo es de 86.6kA pico.

Y con un factor de potencia de 0.15, la magnitud instantánea del primer lóbulo alcanza un valor de 110.415kA.

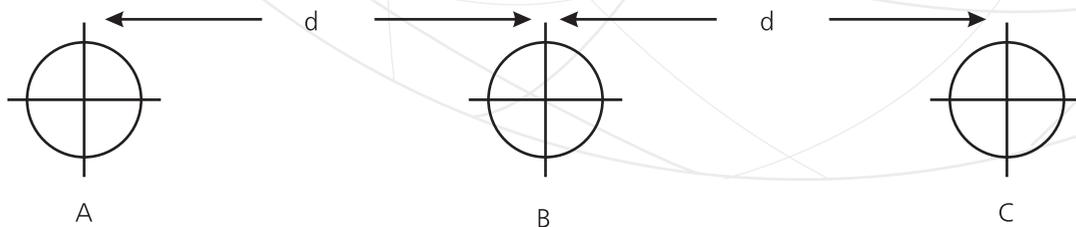
D) Disposición de los conductores de sección transversal circular en circuitos: monofásico y trifásico.

D.1) Circuito monofásico y la corriente de máxima asimetría.



$$F_m = \frac{16 \times I^2 \times 10^{-4}}{d} \text{ N/m}$$

D.2) Circuito trifásico con disposición horizontal de conductores y corriente de máxima asimetría en la fase A.



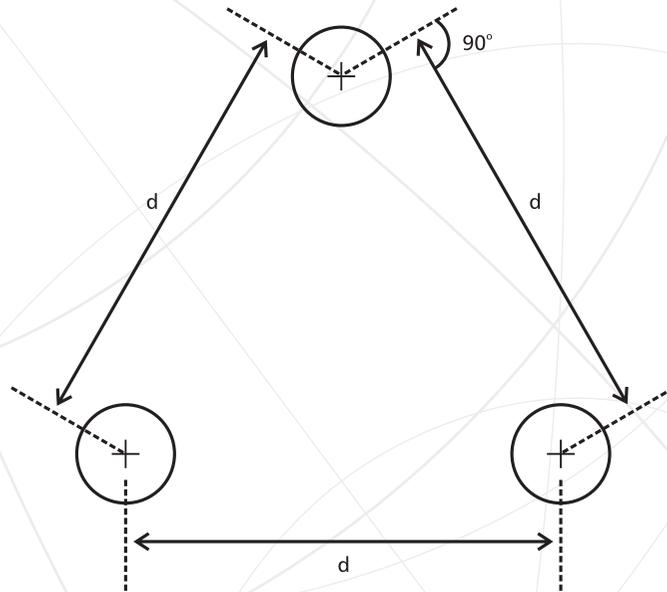
$$F_m = \frac{12 \times I^2 \times 10^{-4}}{d} \text{ N/m}$$



D.3) Circuito trifásico con disposición horizontal de conductores y condiciones de asimetría tales que la fuerza máxima se presenta en el centro de la fase B.

$$F_m = \frac{13.9 \times I^2 \times 10^{-4}}{d} \text{ N/m}$$

D.4) Circuito trifásico con disposición triangular de los conductores equidistantes entre sí.



$$F_m = \frac{13.9 \times I^2 \times 10^{-4}}{d} \text{ N/m}$$

En las fórmulas anteriores:

d=separación entre los centros de los conductores.

Fm= fuerza en N/m que se genera en condiciones tales de asimetría con las que obtiene su magnitud máxima.

ALTEC-F

11. CONSTANCIAS DE PROTOTIPOS Y DE PROVEEDOR APROBADO.

CFE *Una empresa
de clase mundial*

LAPEM®

LABORATORIO DE PRUEBAS DE EQUIPOS Y MATERIALES

Número: K3112-12-E/2174

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN DE PROTOTIPO

EMPRESA

ALTA TECNOLOGÍA EN FUSIBLES S.A. DE C.V.
PLANTA UBICADA EN MÉXICO D.F., MÉXICO.

Con base a los resultados satisfactorios obtenidos en las pruebas, estipuladas en la Especificación de CFE :
5GE00-01, ESLABON FUSIBLE UNIVERSAL PARA DISTRIBUCION, EDICIÓN ENERO 2011.

Nº de informe de pruebas: K3112-K-1003-12; A-K3112-2022-E/11; R-K3112-2022-E/09; K3112-2022-E/06

Planos: CURVA TIEMPO-CORRIENTE DE INTERRUPCION TOTAL, CURVA TIEMPO-CORRIENTE MINIMO DE FUSION,
EFU 15 Y 27(1 y 2K), (3-7K), (8-20K), (25 y 50K), (65 a 100K), EFU 38 (1 y 2K), (3-7K), (8-20K)

**SE EXTIENDE LA PRESENTE CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN DE PROTOTIPO
PARA LOS BIENES SIGUIENTES:**

ESLABÓN FUSIBLE UNIVERSAL, VELOCIDAD DE FUSIÓN TIPO "K" CAPACIDAD DE CORRIENTE 1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 12,
15, 20, 25, 40 Y 65 A, TENSIÓN NOMINAL DE 15 KV Y 27KV, PARA 38KV CAPACIDAD DE CORRIENTE DE 1, 2, 3, 5, 6, 8,
10, 12, 15 Y 20 A, MARCA PROTELEC-MT, FABRICADO EN MÉXICO.

Esta Constancia de Aceptación es vigente a partir del: 7 de Agosto de 2012


Ing. Adalberto Cuitun Vázquez
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD


Ing. Alberto Alejandro Montoya Vargas
SUBGERENTE DE GESTION DE LA CALIDAD

Esta Constancia de Aceptación de Prototipo se mantendrá vigente mientras permanezcan las condiciones señaladas en el Informe de Pruebas Prototipo y en el Procedimiento Técnico para la Aceptación y Revalidación de Prototipo (clave PE-K3000-001) vigente.

CFE *Una empresa
de clase mundial*

LAPEM®

LABORATORIO DE PRUEBAS DE EQUIPOS Y MATERIALES

Número: K3112-12-E/2173

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN DE PROTOTIPO

EMPRESA

ALTA TECNOLOGÍA EN FUSIBLES S.A. DE C.V.
PLANTA UBICADA EN MÉXICO D.F., MÉXICO.

Con base a los resultados satisfactorios obtenidos en las pruebas, estipuladas en la Especificación de CFE :
5GE00-01, ESLABON FUSIBLE UNIVERSAL PARA DISTRIBUCION, EDICIÓN ENERO 2011.

N° de informe de pruebas: K3112-K-1002-12; A-K3112-2021-E/11; R-K3112-2021-E/09; K3112-2021-E/06

Planos: CURVA TIEMPO-CORRIENTE DE INTERRUPCION TOTAL, CURVA TIEMPO-CORRIENTE MINIMO DE FUSION,
EFU 15 Y 27(6-20T), 25-50T), EFU 38 (6-20T), 25-50T)

**SE EXTIENDE LA PRESENTE CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN DE PROTOTIPO
PARA LOS BIENES SIGUIENTES:**

ESLABÓN FUSIBLE UNIVERSAL, VELOCIDAD DE FUSIÓN TIPO "T" CAPACIDAD DE CORRIENTE 10, 12, 15, 20, 25, 30,
40 Y 50 A, TENSIÓN NOMINAL DE 15 KV, 27 KV Y 38 KV, MARCA PROTELEC-MT, FABRICADO EN MÉXICO.

Esta Constancia de Aceptación es vigente a partir del: 7 de Agosto de 2012


Ing. Adalberto Cuñuny Vázquez

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD


Ing. Alberto Alejandro Montoya Vargas

SUBGERENTE DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

Esta Constancia de Aceptación de Prototipo se mantendrá vigente mientras permanezcan las condiciones señaladas en el Informe de Pruebas Prototipo y en el Procedimiento Técnico para la Aceptación y Revalidación de Prototipo (clave PE-K3000-001) vigente.

Nota: Las constancias de prototipos para los Eslabones fusible tipo K y T, marca PROTELEC-MT son permanentes.

Secuencia: 245433


COMISIÓN FEDERAL
DE ELECTRICIDAD

LAPEM®

LABORATORIO DE PRUEBAS DE EQUIPOS Y MATERIALES CONSTANCIA DE CALIFICACIÓN DE PROVEEDOR

NÚMERO 342/13

SE HACE CONSTAR QUE LA EMPRESA CUYOS DATOS SE DESCRIBEN A CONTINUACIÓN:

RAZON SOCIAL:	ALTA TECNOLOGIA EN FUSIBLES, S.A. DE C.V.		
PLANTA O DIVISIÓN:	TLACOTENCO		
DOMICILIO:	Hidalgo No. 15 Santa Ana Tlacotenco 12900 MEXICO	DISTRITO FEDERAL	MÉXICO

HA SIDO EVALUADA CONFORME A LOS PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS EN ESTA GERENCIA, HABIENDO SIDO CALIFICADA COMO PROVEEDOR APROBADO PARA EL SUMINISTRO DE LOS BIENES O SERVICIOS INDICADOS AL REVERSO.

LOS RESULTADOS, CONDICIONES, COMPROMISOS Y DETALLES DE LA ACTIVIDAD ESTÁN EXPRESADOS EN EL REPORTE DE REFERENCIA, TENIENDO ESTA CONSTANCIA LA VIGENCIA ESPECIFICADA, RESERVÁNDONOS EL DERECHO DE MODIFICARLA EN CUALQUIER MOMENTO, SI LAS CONDICIONES QUE LE DIERON ORIGEN SON ALTERADAS.

ESTA CONSTANCIA DE CALIFICACIÓN CANCELA CUALQUIER OTRA CONSTANCIA O DOCUMENTO DE CALIFICACIÓN EMITIDO CON ANTERIORIDAD PARA LA EMPRESA ARRIBA SEÑALADA.

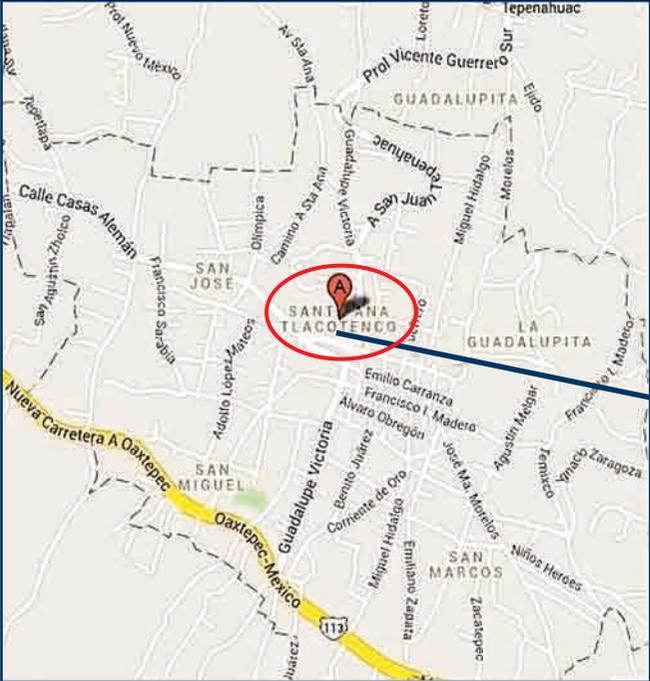
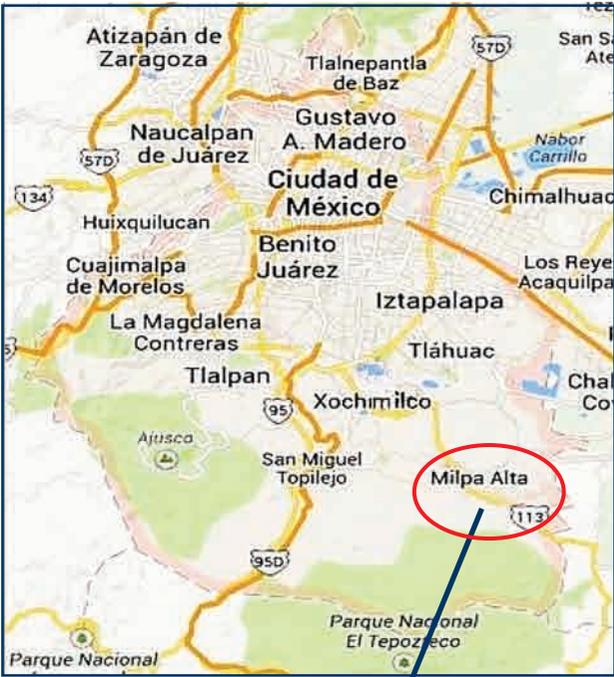
FECHA DE EMISIÓN	16/07/2013	VIGENCIA	18 Meses a partir de su emisión
-------------------------	------------	-----------------	---------------------------------

REPORTE DE REFERENCIA:	R-N00056-27
-------------------------------	-------------

 DOCUMENTO FIRMADO ELECTRÓNICAMENTE Jorge Enrique Thomas Lomeli Jefe Depto. Evaluación y Desarrollo de Proveedores	 DOCUMENTO FIRMADO ELECTRÓNICAMENTE Alberto Alejandro Montoya Vargas Subgerente de Gestión de la Calidad
--	---



Nota: Esta constancia se renueva cada año aproximadamente.



ALTEC-F

ALTA TECNOLOGÍA EN FUSIBLES, S.A. DE C.V.

Hidalgo No. 15
 Santa Ana Tlacotenco,
 Delegación Milpa Alta.
 12900 México, D.F.
 Tels.: 5844-0247 // 5844-8648
www.altec-f.com.mx

VENTAS

carlos.gutierrez@altec-f.com.mx
jorge.callejas@altec-f.com.mx
josefina.salazar@altec-f.com.mx



OTROS PRODUCTOS



FUSIBLE CR200 y CR350
(Baja tensión)



FUSIBLE LIMITADOR DE CORRIENTE TIPO
RESPALDO (BACK-UP)
(Media tensión)



UNIDAD FUSIBLE DE POTENCIA ABX-23
(Media tensión)



TUBO PORTAFUSIBLE PARA
BANCOS DE CAPACITORES
(50A - 15.5 kV)



FUSIBLE LIMITADOR DE CORRIENTE DE
RANGO COMPLETO
Para transformadores de pedestal
(Media tensión)



ALTEC-F

ALTA TECNOLOGÍA EN FUSIBLES S.A. DE C.V.

Hidalgo No. 15 Santa Ana Tlacotenco, Deleg. Milpa Alta. 12900 Mexico, D.F. Tels.: 5844-0247 // 5844-8648

www.altec-f.com.mx // E-mail: carlos.gutierrez@altec-f.com.mx