

## CAPÍTULO VI

### APLICACIÓN DE FUSIBLES EN UN SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA.

#### 6.1. Determinación de los Niveles de Cortocircuito en un Sistema Eléctrico Industrial.

Un factor importante a considerar en la aplicación de los fusibles, es la determinación de las corrientes máximas de cortocircuito que estos deben soportar en un determinado lugar de la red eléctrica a proteger.

Como se ha mencionado anteriormente, es necesario definir todos los factores que la aplicación de un fusible requiere, su corriente y voltaje nominal, tipo de fusión, forma, dimensiones y capacidad de ruptura, de lo contrario el fusible no cumplirá con su función protectora.

Debido a esto, en el presente estudio, se efectuará a modo de alcance un análisis del cálculo de las corrientes de cortocircuito, según el método que explican las normas IEEE / ANSI Standard 141-241 y 242, el cual permitirá encontrar al valor de la corriente máxima de falla en un determinado punto del sistema, para posteriormente seleccionar el fusible a utilizar según su poder de corte.

Para efectuar el cálculo de estas corrientes, es necesario conocer el diagrama unilineal que representa al sistema eléctrico en cuestión.

Por ejemplo en la figura 6.1, se muestra un esquema de una típica red eléctrica de distribución en media tensión, empezando desde un sistema equivalente que representa el conjunto de reactancias que existen desde las centrales generadoras, pasando por todo el sistema de transmisión de electricidad, hasta la subestación de bajada al nivel de 12 KV, con una potencia de cortocircuito trifásico de 100 MVA. A este sistema le sigue un transformador particular 12 / 0.4 / 0.230 KV, con una potencia nominal de 1000 KVA que alimenta a un cliente industrial. Su impedancia de cortocircuito es de 5.8 % y posee una conexión delta-estrella aterrizada.

Para los efectos del cálculo se supondrá un cortocircuito en el punto F1 de la red de baja tensión, y se asumirá que los valores resistivos del sistema son despreciables para el ejemplo. Además, es necesario considerar el aporte de corriente de todos los motores conectados en baja tensión, ya que estos almacenan una cierta cantidad de energía por inercia mecánica de la carga, la que es liberada en el momento de la falla. El conjunto de motores se representará como un motor equivalente.

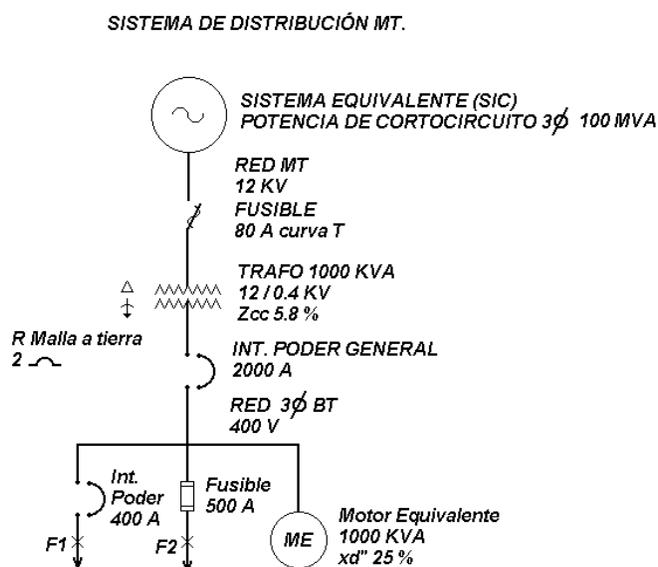


Fig. 6.1. Diagrama unilineal del sistema de potencia.

### 6.1.1. Cálculo de las corrientes de cortocircuito.

Las normas IEEE / ANSI, indican que el primer paso es seleccionar una potencia base (**Sb**) conveniente para el sistema a ser estudiado. Generalmente, este valor corresponde a la potencia nominal del transformador que alimenta al circuito cuando se trata de un transformador, y para este caso la potencia es de 1 MVA (1000 KVA).

La reactancia del sistema equivalente que alimenta al transformador (Reactancia del Sistema **Xs**), se determina de la siguiente manera:

$$X_s = \frac{S_b}{S_{cc3\phi}} = \frac{1}{100} = 0.01\%$$

Luego, hay que llevar a por unidad las reactancias del transformador y del motor equivalente, es decir, expresar estos valores en función de un valor de referencia.

$$X_t = \frac{5.8\%}{100} = 0.058 pu \quad ; \quad X_{Me} = \frac{25\%}{100} = 0.25 pu$$

Se determina la corriente base que circula en el secundario del transformador (corriente nominal), y la corriente que aporta el motor equivalente al punto de la falla.

$$I_b = \frac{S_b}{\sqrt{3} \cdot kV} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 0.4} = 1443 A \quad ; \quad I_{Me} = \frac{I_b}{X_{Me}} = \frac{1443}{0.25} = 5772 A$$

Con todos los datos antes calculados, se puede determinar la corriente de cortocircuito trifásico en el punto F1 sin considerar el aporte de corriente del motor equivalente.

$$I_{cc3\phi} = \frac{I_b}{X_s + X_t} = \frac{1443}{0.01 + 0.058} = 21221 A \quad , \text{ igual a } I_{cc3\phi} \text{ en F2.}$$

La corriente de cortocircuito total en el punto F1 corresponde a la suma de la corriente  $I_{cc3\phi}$  suministrada por el sistema, más la corriente aportada por la inercia mecánica de la parte móvil del motor equivalente. En el momento de la falla, los rotores de las máquinas conectadas al sistema, tienden a seguir girando por efecto de la inercia. Mientras esto sucede, dichas máquinas se comportan como generadores, aportando una cierta cantidad de corriente al punto de falla.

$$I_{cc3\phi total} = \frac{I_b}{X_s + X_t} + I_{Meq.} = 21221 + 5772 = 26993 A \quad , \text{ igual a } I_{cc3\phi total} \text{ en F2.}$$

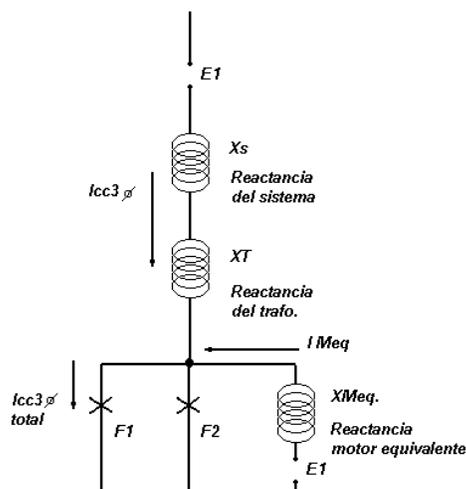
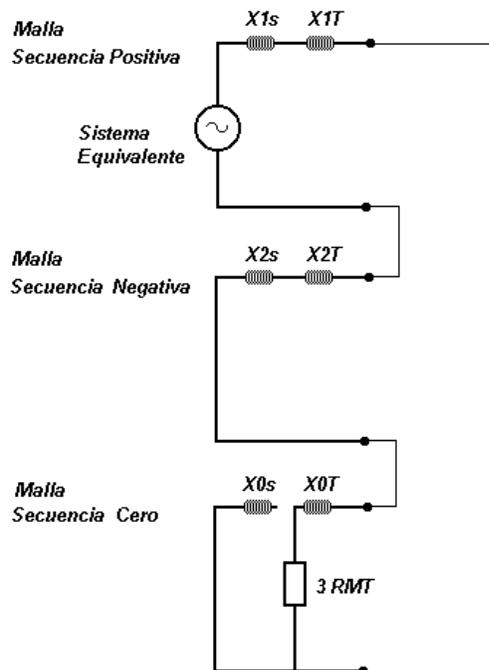


Fig. 6.1.1a. Diagrama unilineal de reactancias del sistema.

A continuación, se determinan las corrientes de cortocircuito producto de las fallas monofásicas que se pueden originar en el punto F1 del circuito. Para esto, es necesario hacer un estudio de las mallas de secuencia positiva, negativa y cero del sistema a estudiar.



**Fig. 6.1.1b.** Mallas de secuencia para una falla monofásica a tierra.

Las reactancias de secuencia positiva y negativa del sistema equivalente, tienen el mismo valor en por unidad, vale decir:  $X_{1s} = X_{2s} = 0.01 pu$ .

La resistencia de la malla a tierra en pu, se determina de la siguiente forma:

$$R_{MT} = \frac{R_{MT}(\Omega) \cdot MVAb}{kV^2} = \frac{2 \cdot 1}{0.4^2} = 12.5 pu$$

Según lo anterior, la corriente de cortocircuito monofásico a tierra y monofásico a neutro en el punto F1 del circuito, se determina de la siguiente manera:

$$I_{cc1\phi T} = \frac{3 \cdot I_b}{j(2 \cdot X_{1s} + 3 \cdot X_{1t}) + 3 \cdot R_{MT}} = \frac{3 \cdot 1443}{j(2 \cdot 0.01 + 3 \cdot 0.058) + 3 \cdot 12.5} = 115.4 A$$

$$I_{cc1\phi n} = \frac{3 \cdot I_b}{j(2 \cdot X_{1s} + 3 \cdot X_{1T})} = \frac{3 \cdot 1443}{0.194} = 22314 A$$

### 6.1.2. Sistema de Protecciones.

El transformador está protegido en el lado de media tensión con fusibles de expulsión de 80 amperes y curva T (lenta).

El circuito de baja tensión, lo protege un interruptor de poder con protecciones electrónicas (digitrip) de 2000 amperes nominales y posee incorporado un dispositivo de protección contra las fallas a tierra.

La rama F1, está protegida por un interruptor de poder similar al interruptor general, pero de 400 amperes nominales y con dispositivo contra las fallas a tierra. La rama F2 está protegida por fusibles de 500 amperes, norma IEC 269-2 para uso industrial.

#### 6.1.2.1. Coordinación de las Protecciones.

Tal como se explicó en el capítulo IV, para lograr una buena coordinación, es necesario hacer un análisis de las curvas de operación tiempo-corriente de las protecciones involucradas en el circuito.

Estas curvas deben ser graficadas en la misma escala y en hoja logarítmica para facilitar la lectura. En un sistema de protecciones en cascada, es de vital importancia que las curvas o las zonas de operación de las protecciones, no se traslapen o corten entre sí, de lo contrario se pierde la coordinación.

Un factor importante a considerar en este ejemplo, es la corriente de inrush que se origina en la conexión del transformador, la cual según la norma ANSI, llega a 12 veces la corriente a plena carga del transformador durante un tiempo de 0.1 segundos. Frente a esta corriente de inrush el fusible de 80 T no debe operar.

$$I(\text{primario}) = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 12} = 48.1A \quad ; I(\text{inrush}) = 48.1 \cdot 12 = 577A$$

En este ejemplo de coordinación de protecciones, se dispone de una red eléctrica con un nivel de media tensión en 12 KV, y en baja tensión se tienen 400 volts entre fases.

Para poder efectuar la coordinación, es necesario referir todas las curvas de las protecciones a un nivel de tensión común para todas, y generalmente es más práctico hacer la conversión al nivel de tensión donde existe la mayor parte de las protecciones del sistema.

Para este sistema en particular, es conveniente referir la curva de operación del fusible de media tensión, al nivel de 400 volts a través de la relación indicada por la norma ANSI.

$$I(400V) = I(12KV) \cdot \frac{12000}{400}$$

De esta manera se tienen todas las curvas en un valor de tensión común para efectuar la coordinación.

Otro factor a considerar en la coordinación de las protecciones, corresponde a la curva de protección térmica de tiempo corto del transformador. Dicha curva muestra las corrientes límites que el transformador puede soportar, y es importante que el sistema de protecciones esté coordinado con esta curva para no restar la vida útil del equipo.

**6.1.2.2. Ajustes de los interruptores de poder.**

Los ajustes de corriente y tiempo según el régimen de operación, se realizan de acuerdo a los valores suministrados por el fabricante del equipo. Para el ejemplo se utilizarán interruptores de poder marca Cutler-Hammer, modelo Magnum DS Switchgear. El interruptor general (C) a utilizar será del tipo MSD-408, y el interruptor de la rama F1 (A) será tipo MSD-620. Para facilitar la comprensión de las curvas de los interruptores, se adjuntan en el presente estudio a modo de material anexo, las curvas que proporciona el fabricante.

En la tabla 6.1.2.2 se muestran los rangos de ajuste de las protecciones digitrip.

**Tabla 6.1.2.2.**

Característica tiempo-corriente	Ajuste valor Pickup	Punto de Pickup	Banda de tiempo en segundos
Tiempo Largo	0.4, 0.5, 0.6, 0.7 0.8, 0.9, 0.95, 1.0	Veces In Ajuste Tiempo Largo	2, 4, 7, 10, 12, 15, 20, 24 (a 6 veces Pickup)
Tiempo Instantáneo	Off, 2, 3, 4, 6, 10	Veces In Ajuste Instantáneo	
Tiempo Corto	2, 2.5, 3, 4, 6, 8, 10	Veces Ir Ajuste Tiempo Corto	0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 respuesta plana
Falla a Tierra	0.25, 0.3, 0.35, 0.4 0.5, 0.6, 0.75, 1.00	Veces In Ajuste Falla a tierra	0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 respuesta plana

Nota: In = Corriente nominal del interruptor  
Ir = Ajuste Pickup del tiempo largo

**6.1.2.3. Interruptor de Poder General (C).**

Según los valores calculados anteriormente, la corriente nominal del transformador que circula por el secundario es de 1443 amperes.

Para dimensionar la corriente nominal del interruptor, se incrementará la corriente del secundario en un 25% para cubrir los futuros aumentos de potencia del sistema, por lo tanto, la corriente incrementada es de 1803 amperes, y nominal del interruptor de poder será de 2000 amperes.

Para este ejemplo, el interruptor general ubicado en el secundario del transformador debe ser ajustado a un valor de corriente mínima de tiempo largo, mayor a la nominal del transformador, tal como se muestra en la tabla 6.1.2.3.

**Tabla 6.1.2.3. Valores de ajustes para interruptor de poder C.**

Ajustes	Valor de ajuste	In = 2000 Amp.
Tiempo Largo	<b>0.9 x In</b>	<b>Ir = 1800 Amp</b>
Banda de tiempo	<b>4 seg.</b> +0 / -30% a 6xIr	
Tiempo Corto	<b>4 x Ir</b>	<b>7200 Amp.</b>
Banda de tiempo	<b>0.5 seg.</b> ± 5%. La aplicación determina el final de la curva.	
Falla a tierra	<b>0.25 x In, ± 10%</b>	<b>500 Amp</b>
Banda de tiempo	<b>0.4 seg.</b> La aplicación determina el final de la curva.	

**6.1.2.4. Interruptor de Poder (A).**

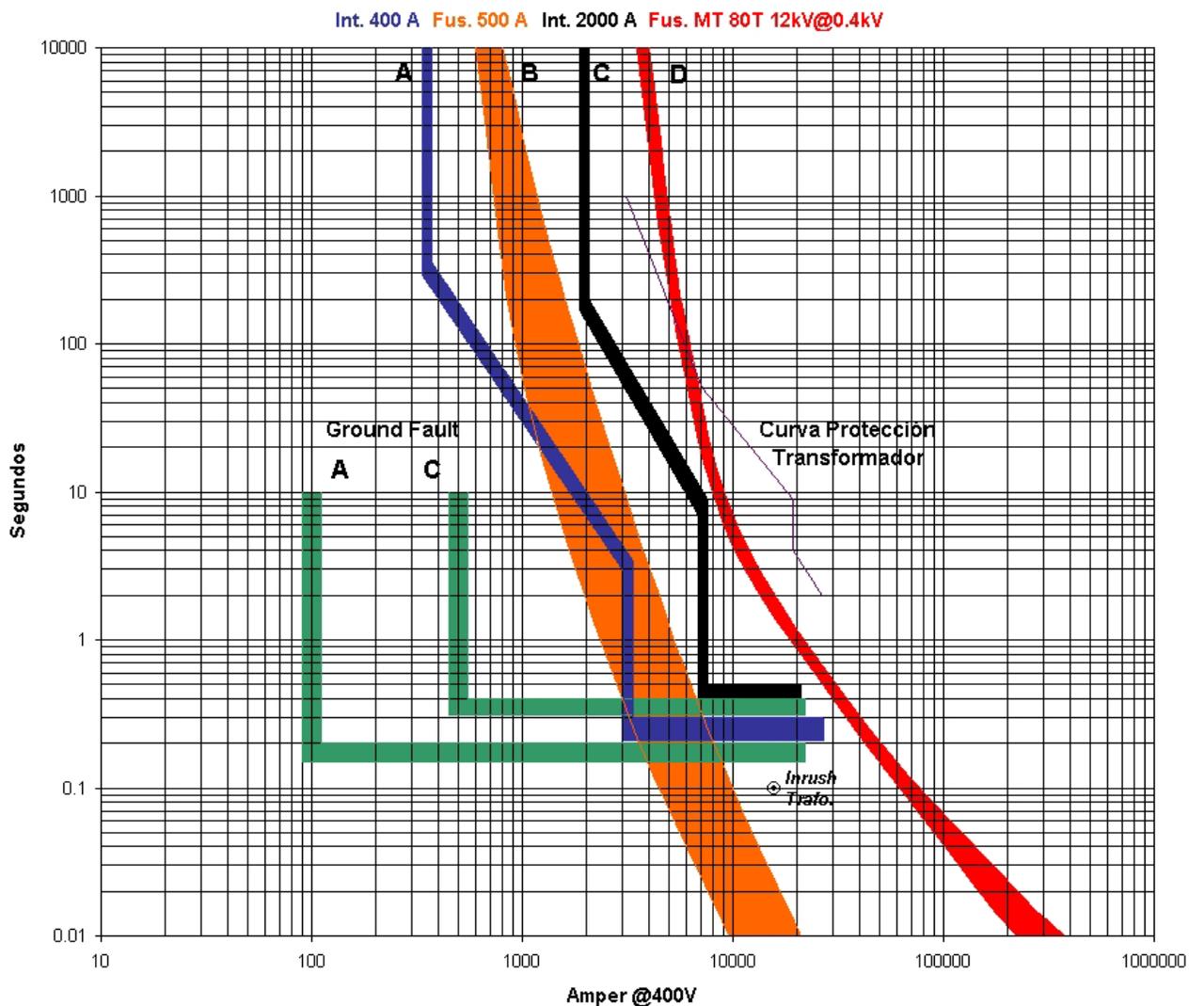
El interruptor de poder que protege a la rama F1 del sistema, se ajustará a los valores indicados en la tabla 6.1.2.4:

**Tabla 6.1.2.4.** Valores de ajustes para interruptor de poder A.

Ajustes	Valor de ajuste	In = 400 Amp.
Tiempo Largo	$0.8 \times I_n$	<b>Ir = 320 Amp</b>
Banda de tiempo	10 seg. +0 / -30% a 6xIr	
Tiempo Corto	$10 \times I_r$	<b>3200 Amp.</b>
Banda de tiempo	0.5 seg. $\pm 5\%$ . La aplicación determina el final de la curva.	
Falla a tierra	$0.25 \times I_n, \pm 10\%$	<b>100 Amp</b>
Banda de tiempo	0.2 seg. La aplicación determina el final de la curva.	

**6.1.2.5. Gráfico del Sistema de Protecciones.**

En el gráfico representativo del sistema de protecciones, deben estar graficadas las curvas de operaciones de los dispositivos involucrados en el sistema de potencia, tal como se muestra en la figura 6.1.2.5.



**Fig. 6.1.2.5.** Gráfico de curvas características tiempo-corriente del sistema de potencia utilizado para el análisis de coordinación de las protecciones del ejemplo de la figura 6.1.

Observando en el gráfico, se puede determinar que la curva del interruptor de poder (A) ubicado en la rama F1 del sistema, es capaz de despejar todas las sobrecorrientes desde la intensidad mínima del tiempo largo ( $I_r = 320 \text{ A}$ ), hasta la máxima corriente de cortocircuito que se presenta en dicha zona (aprox. 27 KA). Además, la curva de protección garantiza la interrupción de las corrientes de falla a tierra (115.4 A), y las corrientes producto de las fallas monofásicas a neutro (22314 amperes).

Es importante destacar que las curvas de operación de las protecciones están separadas y no se producen cortes entre ellas. Por ejemplo, la curva de corriente de fase del interruptor (A) y la zona de operación del fusible (B), no cortan la curva de fase del interruptor general C, y al mismo tiempo, estas tres curvas no cortan la zona de operación del fusible de media tensión del transformador (D).

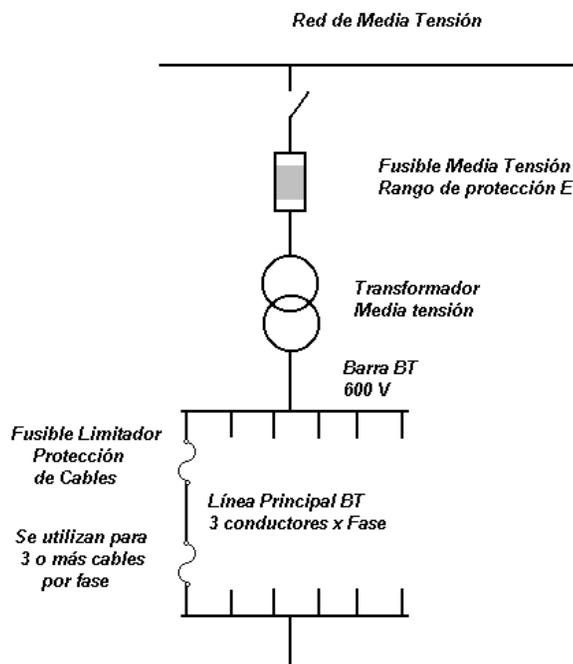
Nótese también en el gráfico, que la coordinación se presenta entre las protecciones del sistema eléctrico, y además entre la zona de operación del fusible de media tensión y el punto de Inrush del transformador, con lo cual se asegura una operación innecesaria del fusible en el momento de la conexión del equipo.

**6.2. Utilización de Fusibles Limitadores en Cables.**

Este tipo de fusibles posee un alto grado de limitación de corriente para la protección de cortocircuitos ocurridos principalmente en cables. Se utilizan para incrementar la confiabilidad de servicio en un alimentador o una línea troncal de distribución.

Los fusibles para la protección de cables no poseen un valor de corriente nominal ya que se seleccionan de acuerdo al tamaño y el tipo de cable (Aluminio o Cobre) y la configuración del sistema. Por ejemplo, un cable de 750 MCM requiere un fusible limitador de 750 MCM.

La aplicación de estos fusibles está orientada principalmente al despeje de los cortocircuitos en líneas que poseen tres o más cables por fase, y deben ubicarse en ambos extremos de la línea.



**Fig. 6.2a.** Diagrama de Protección de Cables.

Suponiendo el caso de una línea compuesta por dos cables en paralelo por fase, cada una con sus respectivos fusibles limitadores en los extremos. Cuando una falla

ocurre en uno de los cables, la mayor parte de la corriente fluye desde la fuente de alimentación hacia el lugar de la falla, provocando la operación del fusible ubicado en el inicio del cable. Luego, toda la sobrecorriente retorna por el segundo cable, provocando la fusión de los fusibles limitadores ubicados al comienzo del cable y al final, y la interrupción total de la fase.

Si se tiene un sistema de tres o más conductores por fase, y ocurre una falla en una de ellas, la corriente fluye directamente hacia el lugar de la falla ocasionando la operación del fusible ubicado al comienzo del cable. Luego, la corriente de falla retorna hacia la alimentación y se divide por el resto de los cables en paralelo. En el nodo que une los cables (extremo final), las corrientes se suman y la corriente total fluye por el extremo hacia el cable fallado, provocando la fusión del fusible ubicado en el final del cable antes que los fusibles de los otros cables en paralelo, desconectando así solamente al cable averiado.

Estos fusibles, debido a su rápida intervención frente a elevadas corrientes de falla, reducen en gran manera los esfuerzos electromagnéticos en los cables y barras conductoras, tal como se aprecia en la secuencia de imágenes de la figura 6.2b.



**Fig. 6.2b.** Secuencia de imágenes de ensayos comparativos de capacidad de interrupción.

La figura 6.2b muestra un ensayo de la capacidad de interrupción que poseen los fusibles en comparación con un interruptor tipo caja moldeada. Una corriente elevada de 12000 amperes, circula simultáneamente por dos circuitos trifásicos de prueba. El primero es protegido por fusibles limitadores de corriente, y el otro circuito es protegido por un interruptor tipo caja moldeada.

De izquierda a derecha en la imagen, se muestra la efectividad y rapidez que poseen estos dispositivos de protección trabajando en una misma condición de sobrecorriente. Dicha efectividad se puede determinar mediante la capacidad que posee la protección para reducir los esfuerzos electromagnéticos, gracias a la rápida interrupción de las corrientes de falla que los producen.

En la secuencia de imágenes, se aprecia claramente la rápida interrupción de la corriente de falla, la que solamente alcanza a deformar levemente los cables de alimentación en el circuito de fusibles. Por otra parte, la gran cantidad de corriente de falla que circula por el interruptor, no alcanza a ser despejada por éste dispositivo que finalmente es destruido producto de su limitado poder de interrupción, ocasionando notables esfuerzos electromagnéticos en los cables de alimentación.

## CONCLUSIONES

A lo largo del presente estudio han quedado de manifiesto importantes conclusiones, principalmente en lo que respecta a definir correctamente, o de tener una idea lo más completa posible acerca del lugar que ocupan los fusibles dentro de un sistema eléctrico. Las consecuencias que trae una mala aplicación y elección de estos dispositivos de protección, indudablemente que encarecen el costo que significa mantener un circuito eléctrico y todos sus componentes, ya que el valor de un fusible es mucho menor que el equipo que protege, pero además de esto, siempre debe tenerse en cuenta que una inadecuada utilización pone en riesgo la vida de las personas.

Para prevenir todas estas situaciones, es importante que al momento de solicitar, adquirir o comprar estos dispositivos de protección, se proporcione al fabricante una información clara y completa que permita una fácil identificación del fusible en cuanto a sus dimensiones y parámetros eléctricos tal como se expuso en el capítulo IV. Por lo tanto, el proyecto estudiado proporciona los conocimientos básicos para el manejo de un idioma común y una buena comunicación entre los clientes y el fabricante de fusibles.

El campo ocupacional que poseen los fusibles es cada vez más extenso debido en gran parte a una creciente tendencia de localizar y aislar los puntos de falla dentro de un sistema eléctrico, sin embargo a pesar de los continuos avances tecnológicos para optimizar la gran diversidad de dispositivos de protección, los fusibles difícilmente podrán ser reemplazados, a no ser por otros dispositivos fusibles más modernos. Esta afirmación puede ser comprobada por ejemplo en las redes de distribución secundaria, donde los antiguos fusibles de Reja están siendo reemplazados por los fusibles tipo NH. Las ventajas que poseen los fusibles en lo que respecta a sus cualidades eléctricas, como su alta capacidad de ruptura y limitación de corriente, lo convierten en una excelente opción en el momento de proteger un determinado circuito. Además, la rentabilidad de un sistema eléctrico depende, entre otros factores, de los costos de los dispositivos de protecciones a utilizar, y las ventajas constructivas y dimensionales que poseen los fusibles en comparación con otros dispositivos de protección, indudablemente que aportan a la rentabilidad del sistema, pero más importante aún es la seguridad y confianza que entregan frente a una determinada situación de falla.

Por todos los antecedentes mencionados a lo largo de éste estudio, es de vital importancia contar con los conocimientos necesarios para determinar la correcta utilización de los fusibles de acuerdo a la construcción, el diseño y el campo de aplicación. Solo así se puede lograr una optimización de los sistemas de protecciones para mantener una buena continuidad de servicio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Suplemento Aniversario 59 Años de Chilectra, 1° Septiembre 1921 – 1° Septiembre 1980.
- Evolución Histórica del Sistema Interconectado Chileno, Abril 1997, Mayo 1997.
- Encina y Castedo. Historia de Chile.
- Edison Fusegear. Product Catalog 1993.
- Física General. Francis W. Sears y Mark W. Zemansky 1954.
- Shawmut Advisor. Gould Shawmut Catalog.
- Siemens. High – Voltage Switchgear up to 36 kV. Load – Break Switches, High – Voltage HRC Fuses, Catalog HG12 – 1980.
- Catálogo Legrand 2001 / 2002.
- Cutler – Hammer. Margnum DS, Metal – Enclosed, Low – Voltage Switchgear Technical Data, May. 1998.
- NCh 2025/1.Of87. Fusibles de baja tensión - parte 1: Requisitos Generales.
- ANSI C37.43-1969 Specifications for distribution fuse links for use in distribution enclosed, open and open-link cutouts.
- ANSI/UL 198 B,C,D,E,H. Class Fuses.
- ANSI/NEMA FU 1-1986 Low Voltage Cartridge Fuses.
- BS88: Part 1:1975. Cartridge fuses for voltages up to and including 1000Vac and 1500Vdc.
- BS88 4265:1968. Cartridge fuse links for miniature fuse.
- IEC 269-2. Low-Voltage Fuses.
- IEC 282-1. High voltage fuses.
- Low-Temperature Properties of Silver. Journal of Research of the national Institute of Standards and Technology.

### Material de consulta en Internet.

- [www.iicv.net](http://www.iicv.net)
- [www.infineon.com](http://www.infineon.com)
- [www.htee.tu-bs.de](http://www.htee.tu-bs.de)
- [descom.jmc.utfsm.cl](http://descom.jmc.utfsm.cl)

ANEXOS

Curva Característica de Tiempo Largo y Tiempo Corto para interruptores de poder Cutler-Hammer.

Technical Data

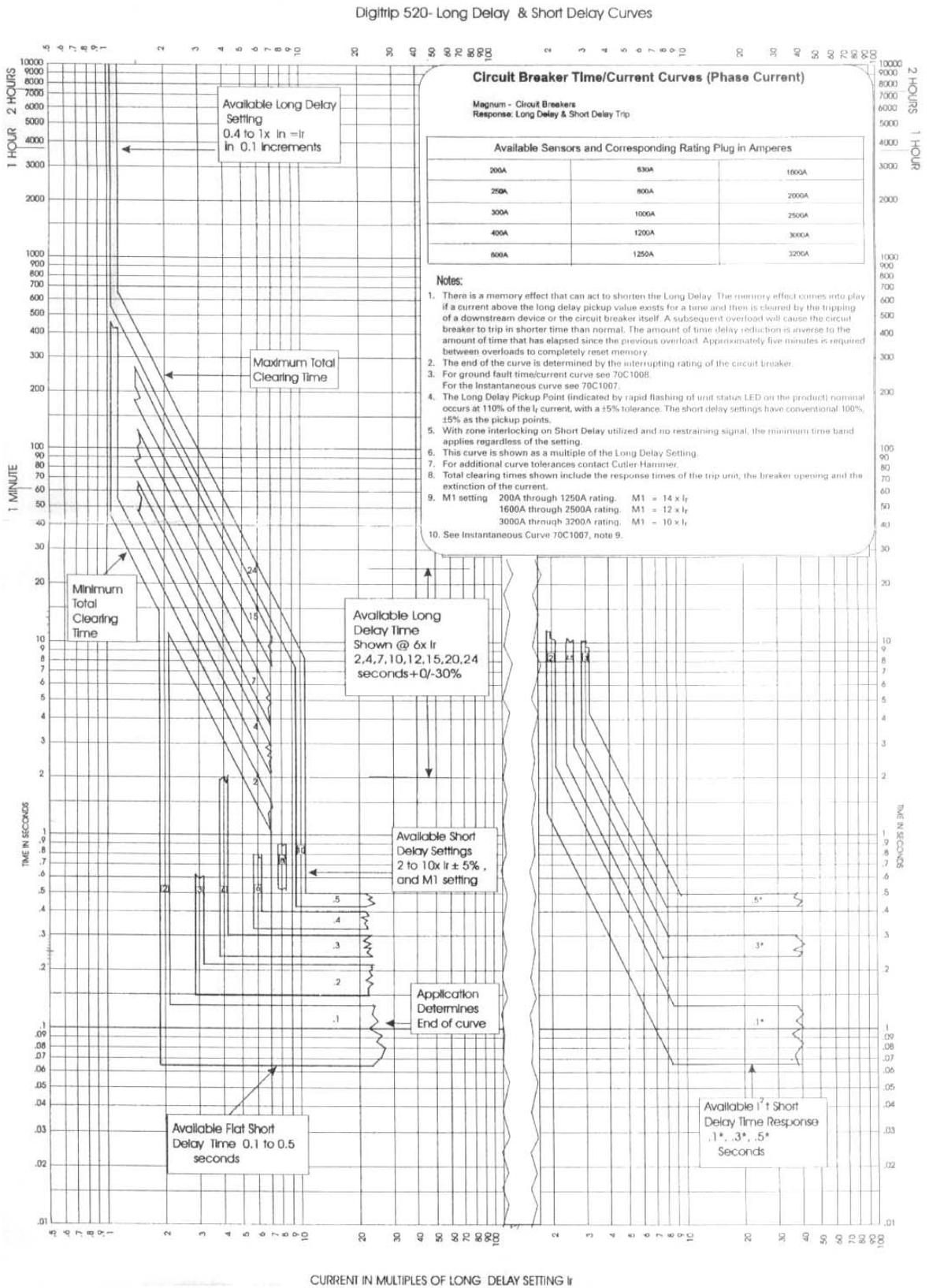
Page 6

Effective: May 1998

Magnum DS  
Metal-Enclosed  
Low-Voltage Switchgear

Ratings

Table R10 – Magnum DS Circuit Breakers with Digitrip RMS 520 Trip Unit  
Typical Long Delay and Short Delay Time/Phase Current Characteristic Curve (LS)



Curva Característica de Falla a Tierra para interruptores de poder Cutler-Hammer.

Technical Data

Page 8

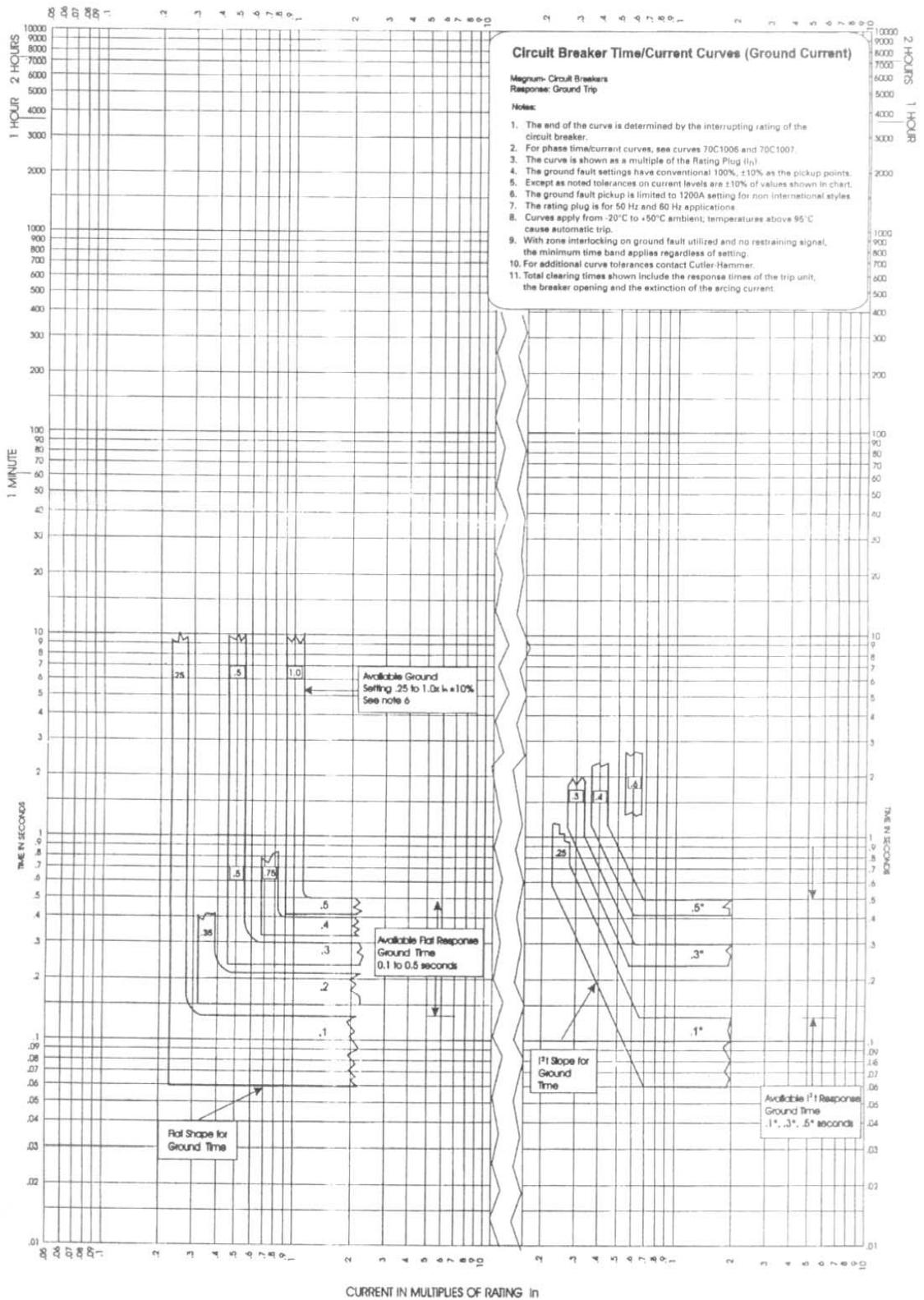
Effective: May 1998

Magnum DS Metal-Enclosed Low-Voltage Switchgear

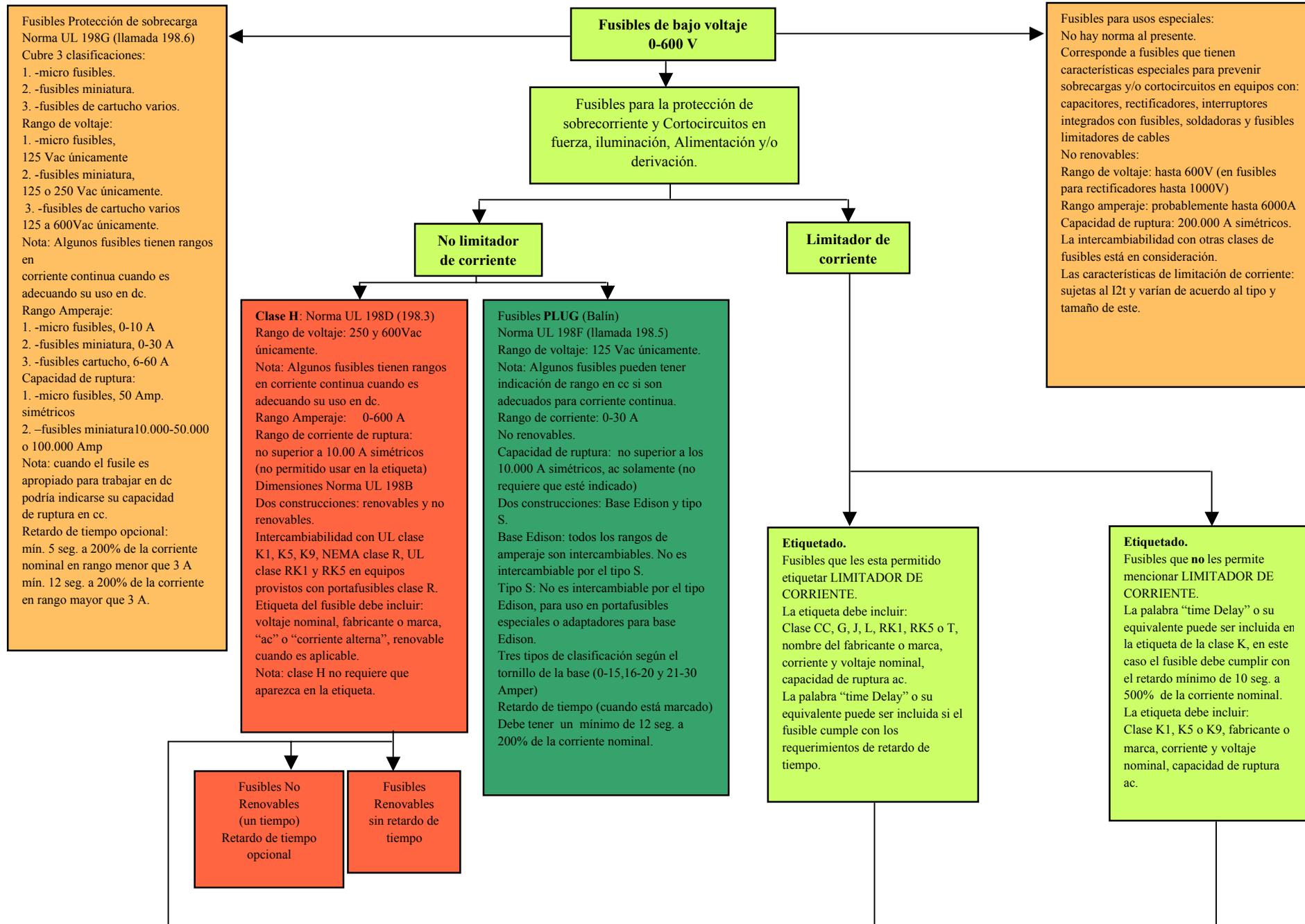
Ratings

Table R12 - Magnum DS Circuit Breakers with Digitrip RMS 520 Trip Unit Typical Ground Fault Time/Phase Current Characteristic Curve (G)

Digitrip 520- Ground Curve



# CLASIFICACIÓN DE FUSIBLES SEGÚN NORMAS UL



TIEMPO DE OPERACION CLASES H - J - K - L - R - T				
Rango Fusible	Tiempo máximo			Tiempo mínimo
	135%	150%	200%	500%*
Amper	min.	min.	min.	seg.
0-30	60	/	2	10**
31-60	60	/	4	10
61-100	120	/	6	10
101-200	120	/	8	10
201-400	120	/	10	10
401-600	120	/	12	10
601-6000	/	240	/	10

\* Fusibles marcados como **Acción Lenta**

\*\* 8 seg. en rango de 0-30 Amper 250 V

**Clase K**  
Standard UL 198D (198.3)  
Rango de voltaje: 250 y 600 Vac únicamente.  
Nota: algunos fusibles pueden tener un rango de cuando son adecuados para corriente continua.  
Rango de corriente: 0-600 Amper  
Tres rangos de capacidad de ruptura son permitidos: 50.000, 100.000 y 200.000 amper simétricos.  
No renovables.  
Dimensiones norma UL 198D.  
Intercambiabilidad con UL clase H, NEMA clase H, UL clase RK1 y RK5 en equipos provistos de portafusibles clase H.  
Requiere que tenga un grado especificado de limitación de corriente.

**Clase CC**  
Norma UL 198.2 (siguiente revisión sería 198C)  
Rango voltaje: 600 V  
Rango de corriente: 0-30 A  
Capacidad de ruptura: 200.000 A simétricos.  
No renovables.  
Dimensiones norma UL 198.2  
No es intercambiable con ninguna clase de fusibles en equipos provistos con portafusibles clase CC.  
Sin retardo de tiempo.

**Clase G**  
Norma UL 198.2 (siguiente revisión sería 198C)  
Rango de voltaje: 300 Vac únicamente.  
Rango de corriente: 0-60 Amper  
Capacidad de ruptura: 100 kA simétricos.  
No renovables.  
Dimensiones norma UL 198.2  
No es intercambiable con ninguna otra clase de fusibles en tamaños correspondientes a: 0-15 y 31-60 Amper.  
Retardo de tiempo opcional.  
El retardo debe tener como mínimo 12 seg. a 200% de la corriente nominal según UL 198.2 (no confundir con los 10 seg. a 500% de la corriente nominal para la clase RK1 y RK5)

**Clase J**  
Norma UL 198.22 (siguiente revisión sería 198C)  
Rango de voltaje: 600V ac únicamente.  
Rango de corriente: 0-600 A  
Capacidad de ruptura: 200.000 Amper simétricos.  
No renovables.  
Dimensiones norma UL 198.2.  
No es intercambiable con ninguna otra clase de fusible.  
Sin retardo de tiempo (fusibles con indicación de retardo de tiempo, no deben ser etiquetados como clase J, esos fusibles deben indicar si tienen características de las clases RK1 ó RK5)

**Clase K1**  
Alto grado de limitación de corriente.  
Retardo de tiempo opcional.  
Las mismas características en cuanto al grado de limitación de corriente que la clase RK1 a 100.000 Amper simétricos.

**Clase K5**  
Moderado grado de limitación de corriente.  
Retardo de tiempo opcional.  
Las mismas características en cuanto al grado de limitación de corriente que la clase RK5 a 10.000 Amper simétricos.

**Clase K9**  
Bajo grado de limitación de corriente.  
Retardo de tiempo opcional.

TIEMPO DE OPERACION CLASES CC Y G			
Rango fusible	Tiempo máximo		Tiempo mínimo
Amper	135%	200%	200%
	min.	min.	seg.
0-30	60	2	12
31-60	60	4	12

**Clase L**  
Norma UL 198.2 (siguiente revisión sería UL 198 C)  
Rango de voltaje: 600 Vac únicamente.  
Rango de corriente: 601-6000 Amper  
Capacidad de ruptura: 200.000 Amper simétricos.  
No renovables.

**Clase R**  
Norma UL 198E(1lamada 198.4)  
Rango de voltaje: 250 y 600 V ac únicamente.  
Rango de corriente: 0-600 Amper  
Capacidad de ruptura: 200.000 amper simétricos.  
Dos clases: RK1 y RK2.

**Clase T**  
Norma UL 198H  
Rango de voltaje: 300 y 600 Vac únicamente.  
Rango de corriente: 0-1200 A (300V), y 0-800 A (600V)  
Capacidad de ruptura: 200.000 A simétricos.

simétricos.  
No renovables.  
Dimensiones norma UL 198.2  
No tiene intercambiabilidad con ninguna otra clase de fusibles.  
Clase L puede ser marcado "Lento" (dado que UL no ha investigado el retardo de tiempo en la clase L, existe considerable variación entre los distintos fabricantes.

simétricos.  
Dos clases: RK1 y RK2.  
No renovable.  
Dimensiones norma UL 198E.  
No tiene intercambiabilidad con ninguna otra clase de fusibles en equipos provistos con portafusibles clase H.  
Retardo de tiempo opcional para clase RK1 y RK5 (mínimo 10 seg. a 500% de la corriente

Capacidad de ruptura: 200.000 A  
simétricos.  
No renovables.  
Dimensiones no finalizadas pero menor que la clase J.  
No es intercambiable con ninguna otra clase de fusible.  
Limitación de corriente similar a la clase J pero con menores valores de  $I_p$

**Clase RK5**  
Moderado grado de limitación de corriente.  
Similar en características a la clase K5 a 100.000 Amper simétricos.  
Retardo de tiempo opcional.

**Clase RK1**  
Alto grado de limitación de corriente.  
Similar en características a la clase RK1 a 100.000 Amper simétricos.  
Retardo de tiempo opcional.