

**Universidad Tecnológica Nacional**

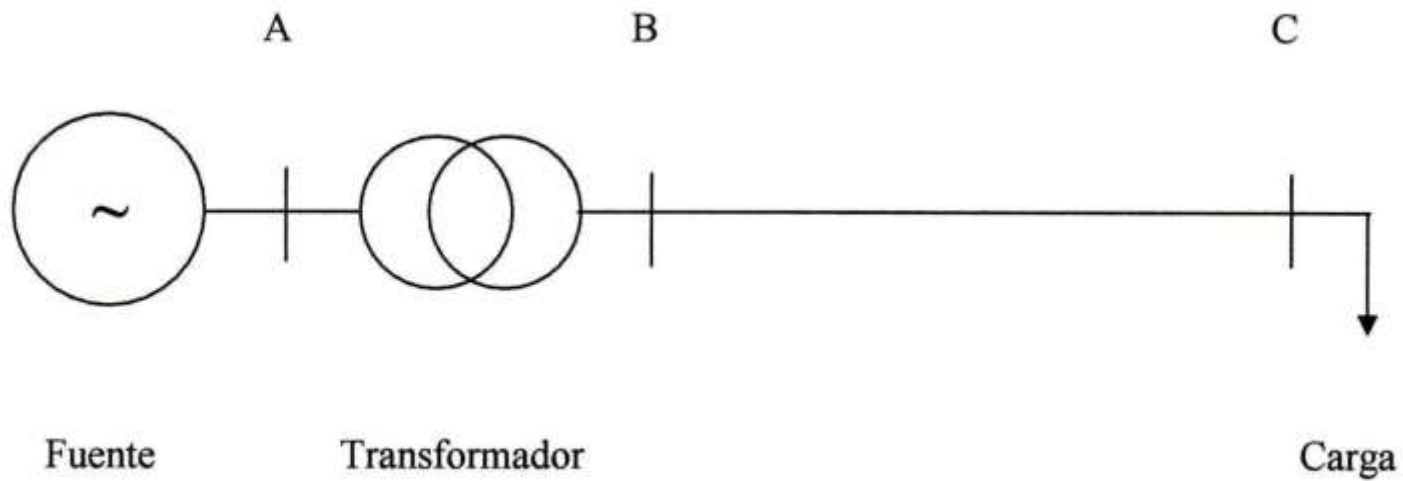
Facultad Regional Buenos Aires

**Dispositivos de Protección contra Sobrecargas y  
Cortocircuitos**

**Asignatura: Máquinas e Instalaciones Eléctricas**

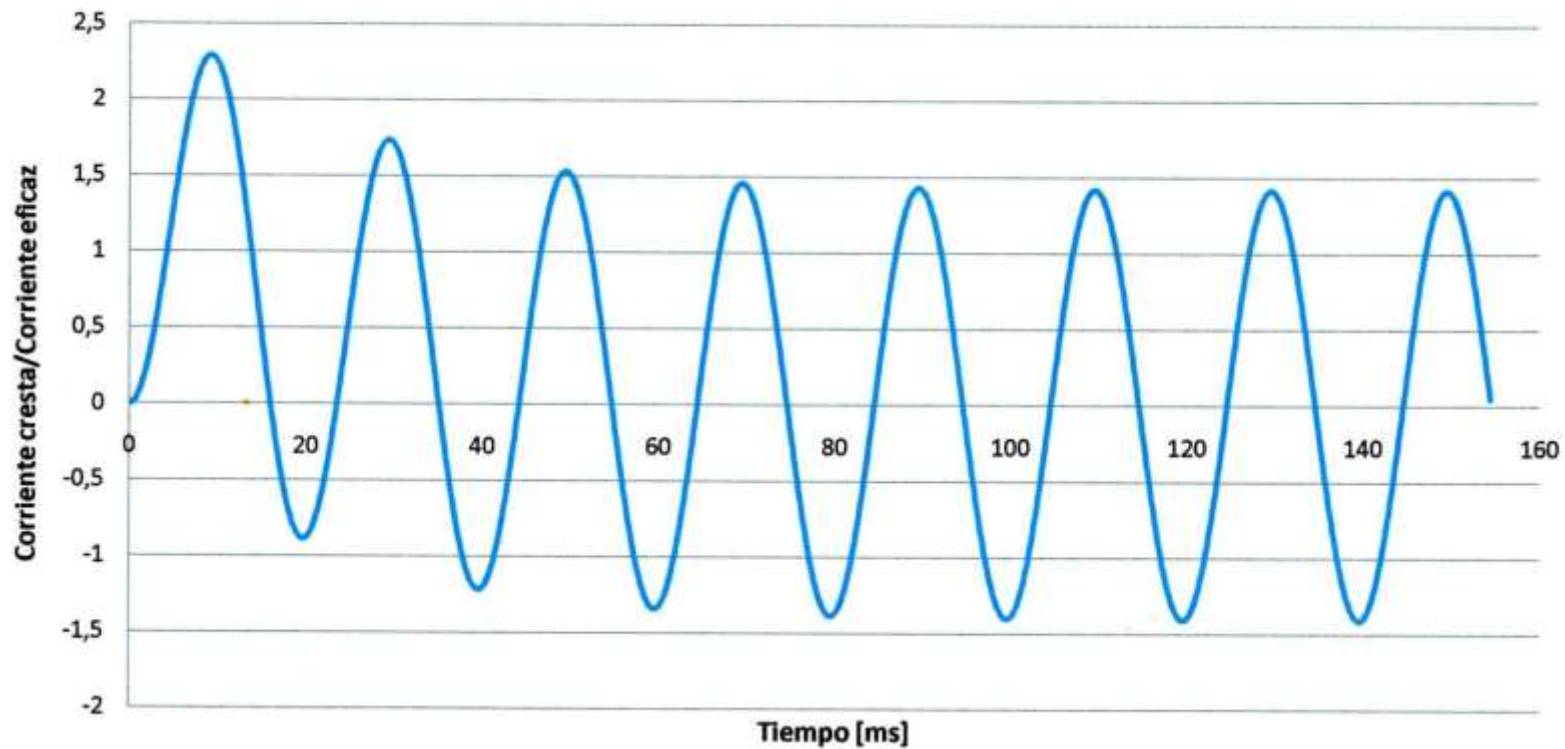
Profesor: Ing. Mario Marcelo Flores

# DISPOSITIVOS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN



# DISPOSITIVOS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN

Forma de onda de corriente en circuito R-L serie



# **DISPOSITIVOS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN**

## **Funciones básicas**

### **Seccionamiento**

El objetivo del Seccionamiento es aislar eléctricamente el circuito o receptor, o una parte de la instalación, del resto del sistema energizado, de forma que se puedan realizar trabajos en la parte aislada en forma segura.

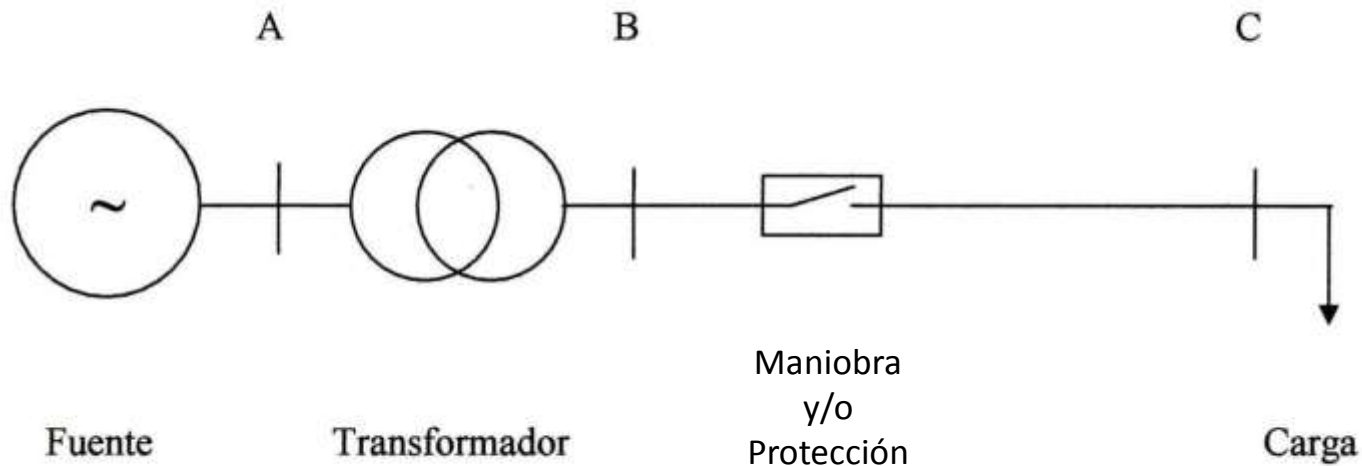
### **Comando o maniobra**

El objetivo de los dispositivos de comando es permitir al personal de operación modificar en forma segura el flujo de carga de una instalación, en cualquier momento y en cualquier nivel, según los requerimientos de explotación de la instalación.

### **Protección eléctrica**

El objetivo de la protección eléctrica es evitar o limitar las consecuencias destructivas o peligrosas de las sobrecorrientes debidas a sobrecargas, cortocircuitos y fallas de aislamiento, y separar el circuito defectuoso del resto de la instalación.

# Maniobra de Conexión y desconexión de una carga a un sistema de potencia



# EQUIPOS DE PROTECCION CONTRA SOBREINTENSIDADES

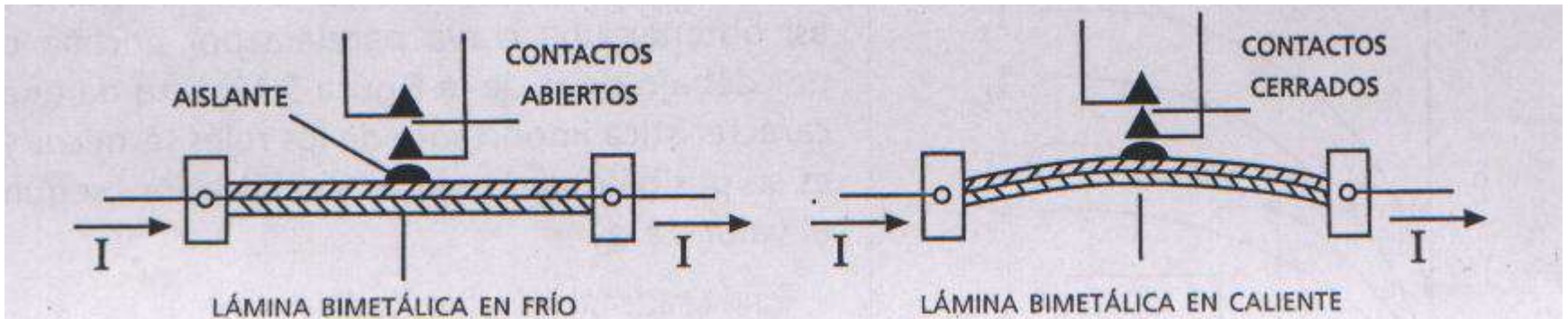
Estos equipos tienen las siguientes funciones:

- Tienen que **permitir las sobre intensidades de funcionamiento normal**, que son por ejemplo los arranques de motores, lámparas de Alumbrado Público.
- Tienen que **detectar con tiempo las sobre intensidades y desconectarlas**, si por estas se **sobrepasan en valor y duración las Temperaturas Limites** de los equipos, y no reducir su Vida Útil.
- No pueden evitar el cortocircuito, **pero deben despejarlo en el menor tiempo posible**. Así mantener el nivel de destrucción lo más bajo posible y evitar interrupciones posteriores prolongadas.

# EQUIPOS DE PROTECCION CONTRA SOBREINTENSIDADES

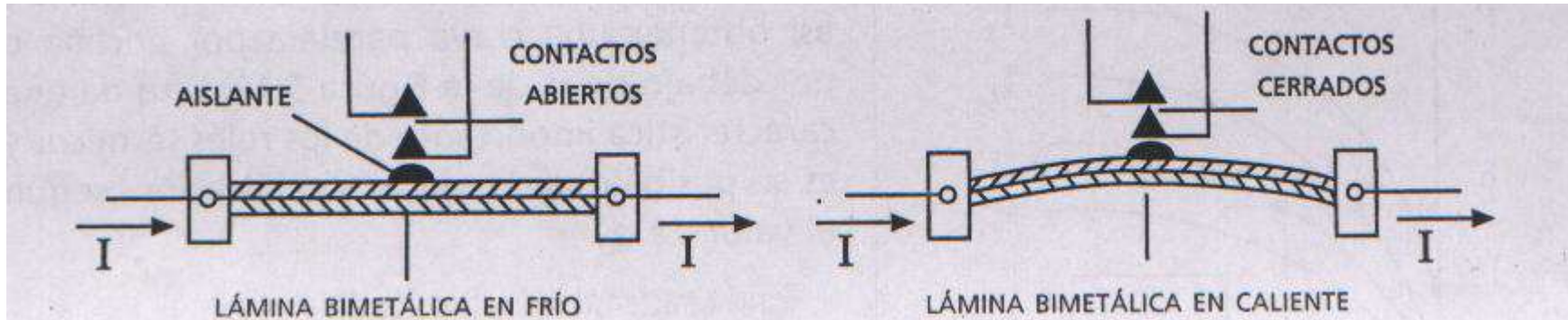
## Relé o Relevo Térmico

El relé térmico está basado en la dilatación de una lámina bimetálica al ser atravesada por una corriente eléctrica. Dicha lámina está constituida por dos metales (hierro-níquel) unidos entre sí, siendo distinto su coeficiente de dilatación lineal. De esta manera se conseguirá una curvatura determinada en función de la corriente que atraviese ambos metales. La corriente producirá un calentamiento por efecto Joule y la lámina alcanzará una temperatura determinada. En la figura siguiente se representa una configuración sencilla del relé térmico.



# EQUIPOS DE PROTECCION CONTRA SOBREINTENSIDADES

## Relé o Relevo Térmico

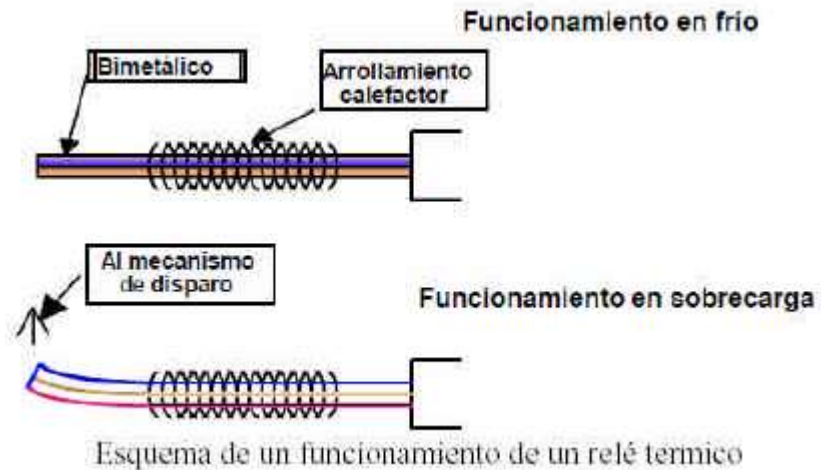


El relé se curvará hacia el material cuyo coeficiente de dilatación sea mayor. Si la temperatura es pequeña, la dilatación no será suficiente para cerrar los contactos, pero si alcanza un valor determinado, puede cerrar los contactos correspondientes, los cuales actuarán para producir la desconexión del circuito cuya intensidad es elevada.



# EQUIPOS DE PROTECCION CONTRA SOBREINTENSIDADES

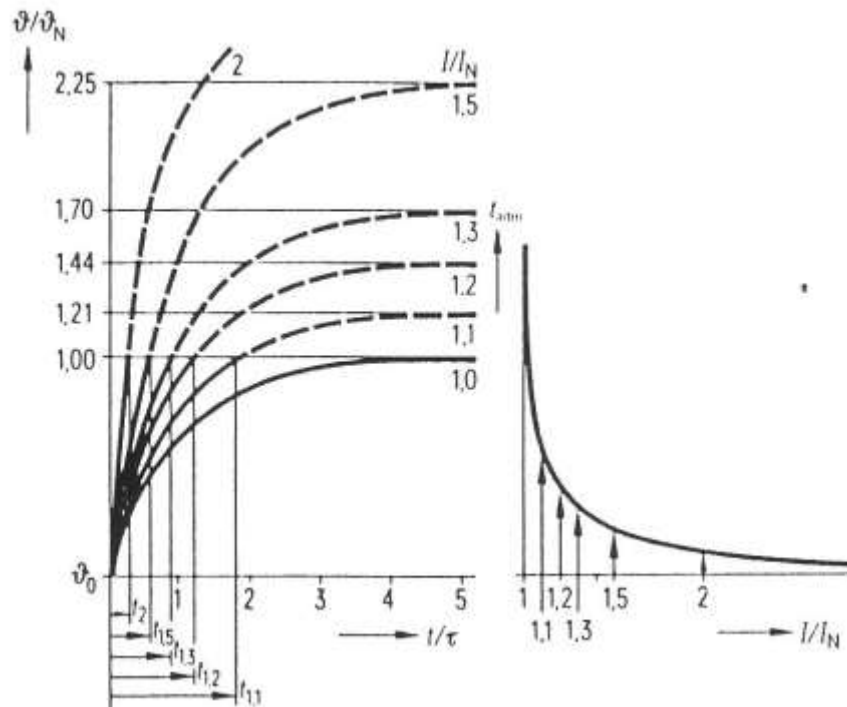
## Relé o Relevo Térmico



# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

## Equipos de protección contra sobreintensidades

### Rele Térmico



Aquí se ve la **Curva de Calentamiento** de un motor para su  $I_N$  y distintas sobre intensidades, y la correspondiente **Curva de Carga**, que es la base de la curva de disparo del equipo de protección contra sobre intensidades.

# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

## Equipos de protección contra sobreintensidades

### Rele Térmico

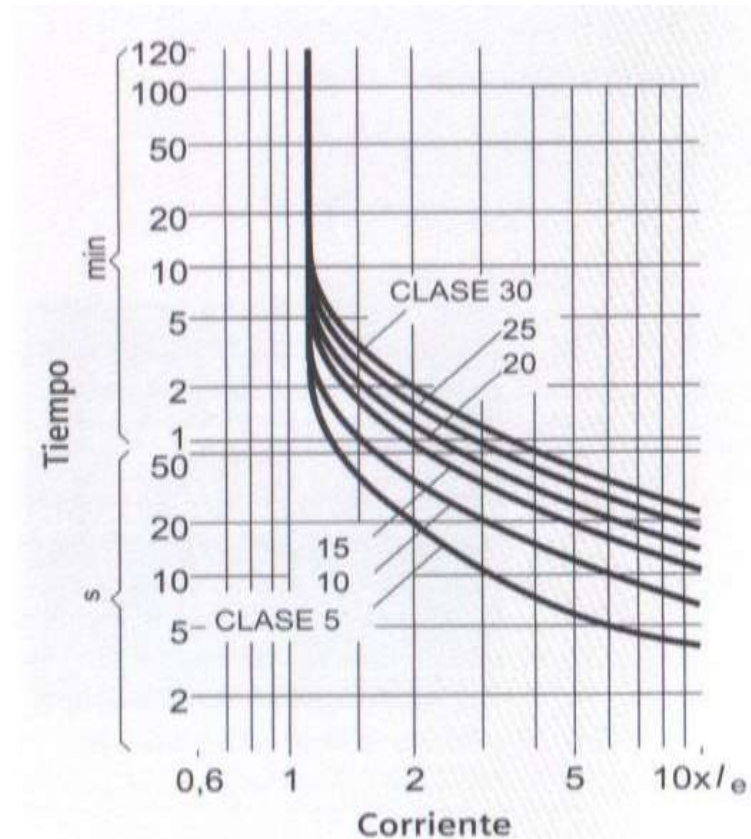


FIG 6.1 CURVAS CARACTERISTICAS DE DISPARO PARA RELES TERMICOS CON CARGA TRIFASICA

# EQUIPOS DE PROTECCION CONTRA SOBREINTENSIDADES

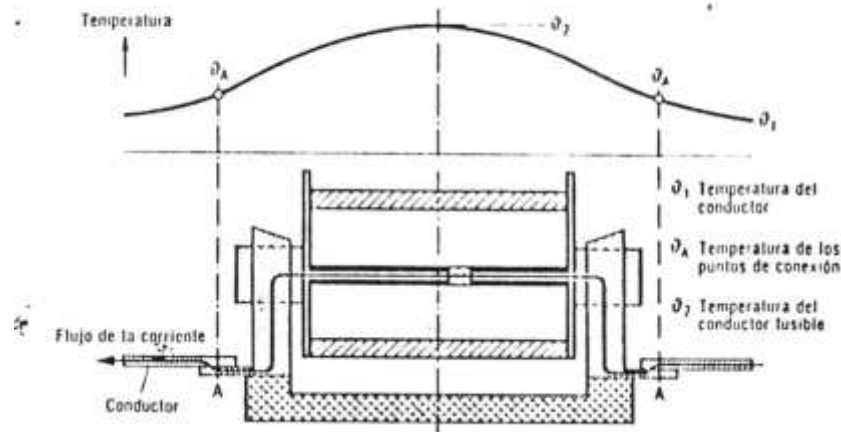
Relé o Relevo Térmico



# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

## Equipos de protección contra sobreintensidades Fusible

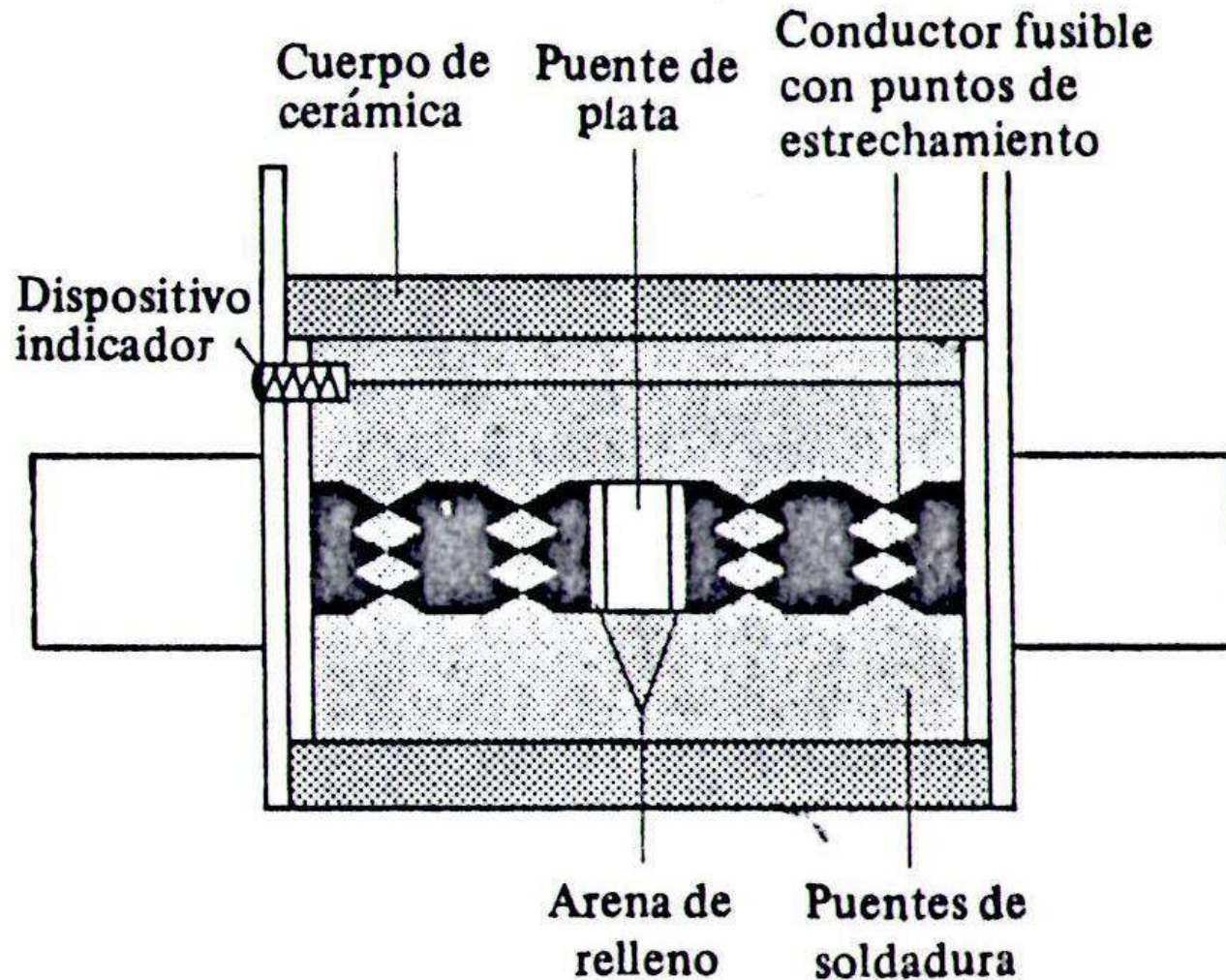
Dispositivo con los que se interrumpen los circuitos por la fusión de partes determinadas, bajo el efecto del propio calor generado por la corriente, cuando su intensidad sobrepasa ciertos valores durante tiempos determinados



Gradiente de temperatura entre los puntos de conexión del “conductor fusible”

# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

## Corte de un fusible NH



# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

## Equipos de protección contra sobreintensidades Fusible





# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

## Equipos de protección contra sobreintensidades Fusible





# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

## Fusible tipo Diazed para BT



# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

## Fusible HH para Media Tensión – Alta capacidad de ruptura



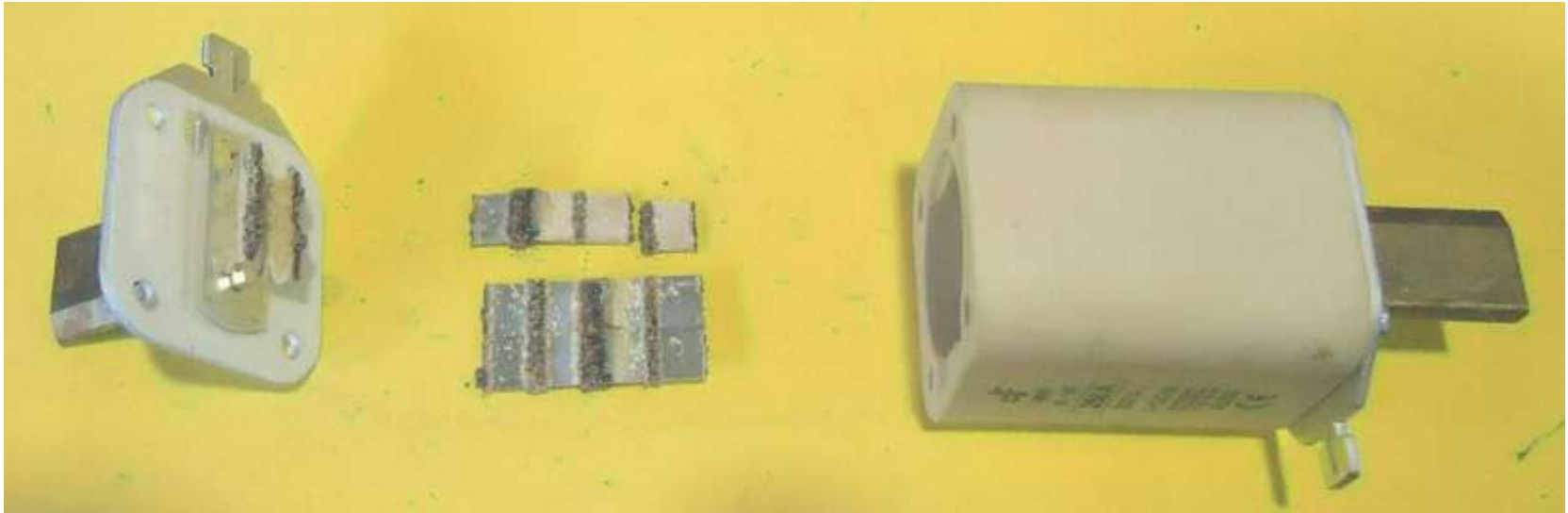
# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

## Fusible de expulsión – Tipo Kearney



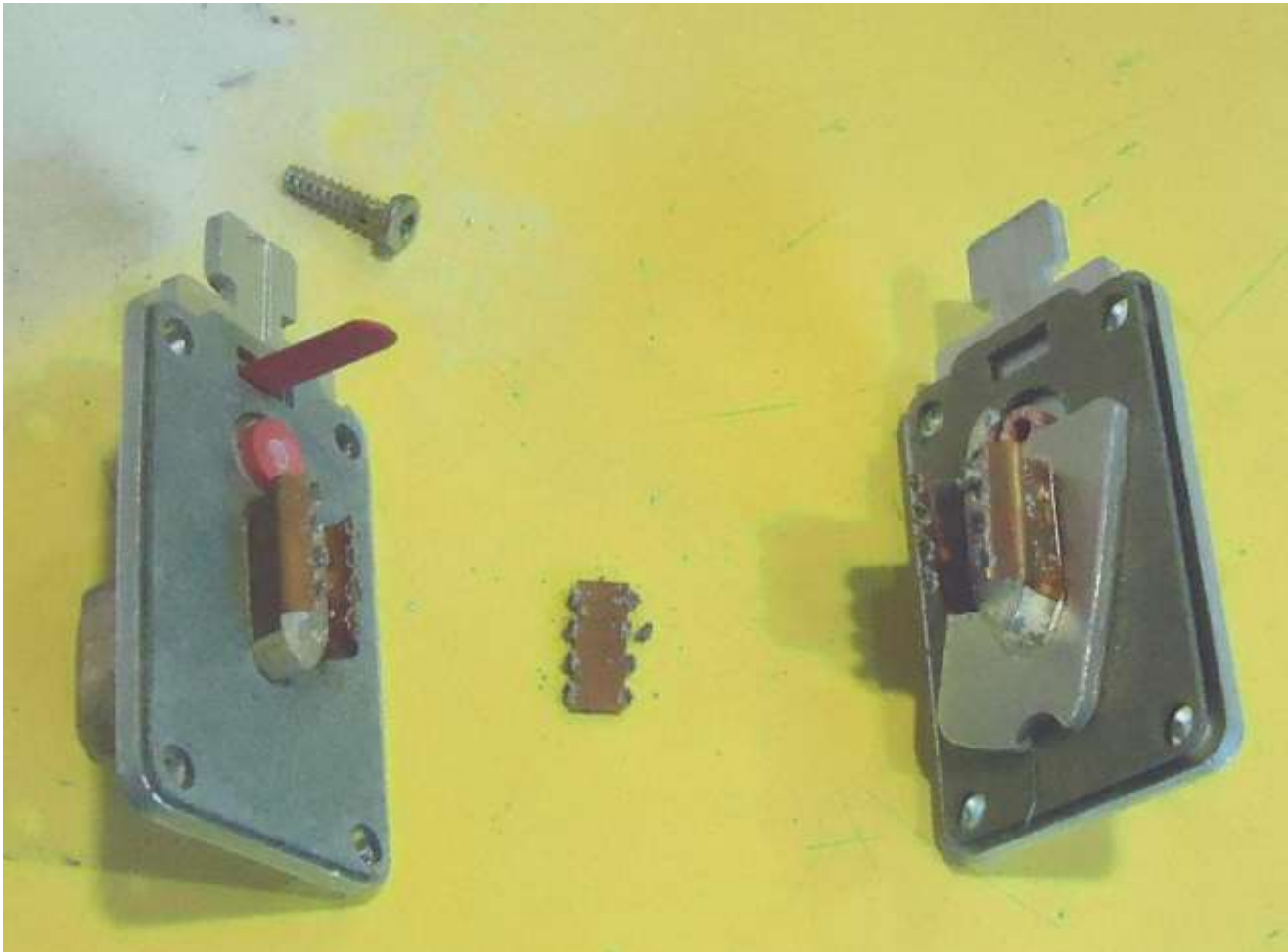
# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

## Equipos de protección contra sobreintensidades Fusible



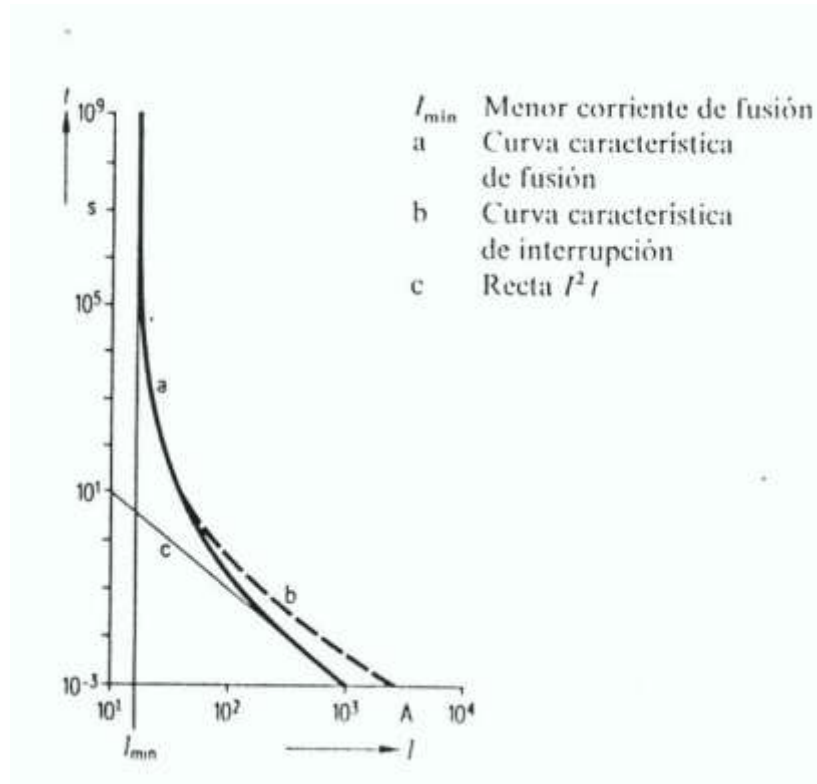
# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

## Equipos de protección contra sobreintensidades Fusible



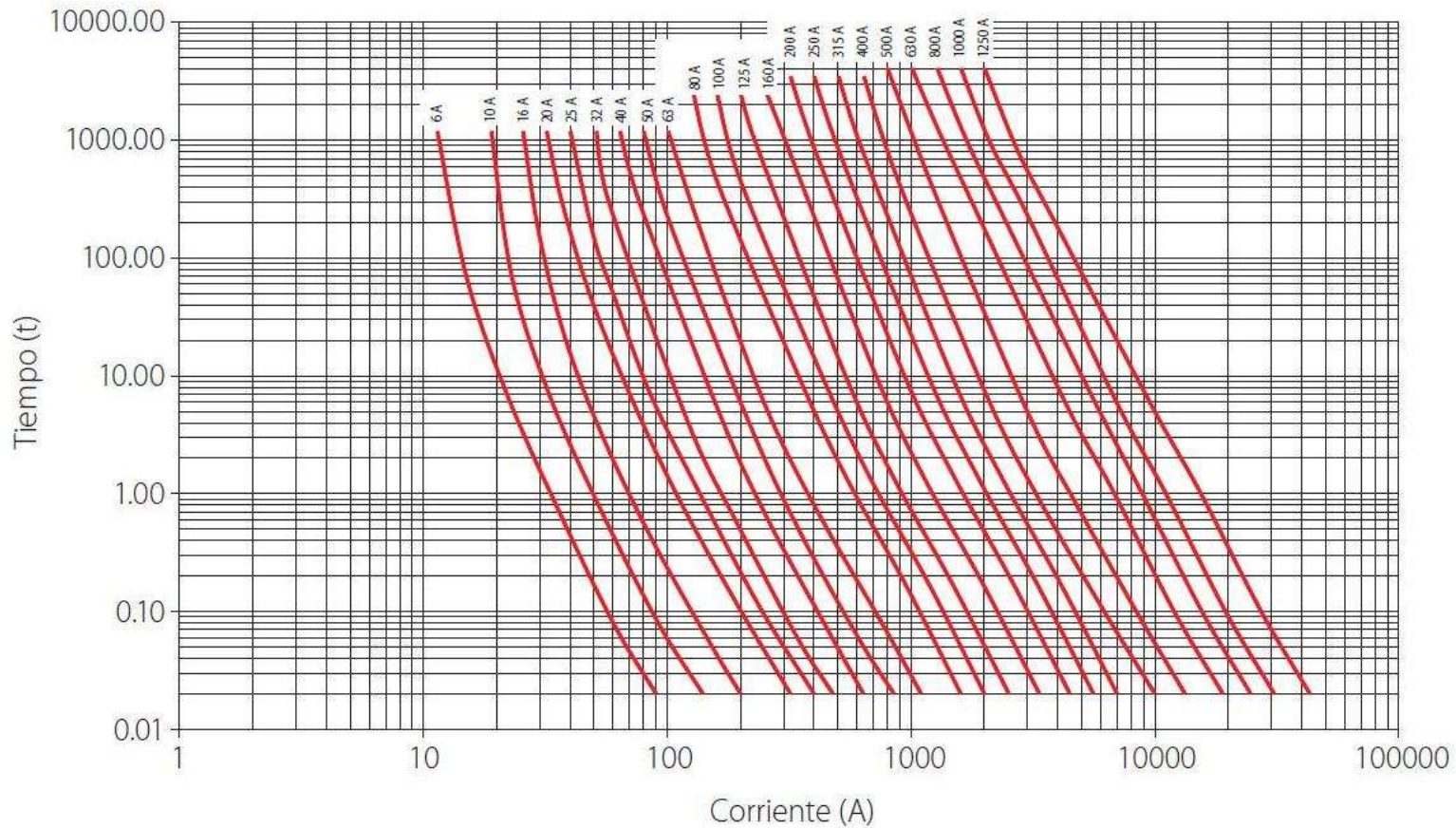
# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

## Equipos de protección contra sobreintensidades Fusible



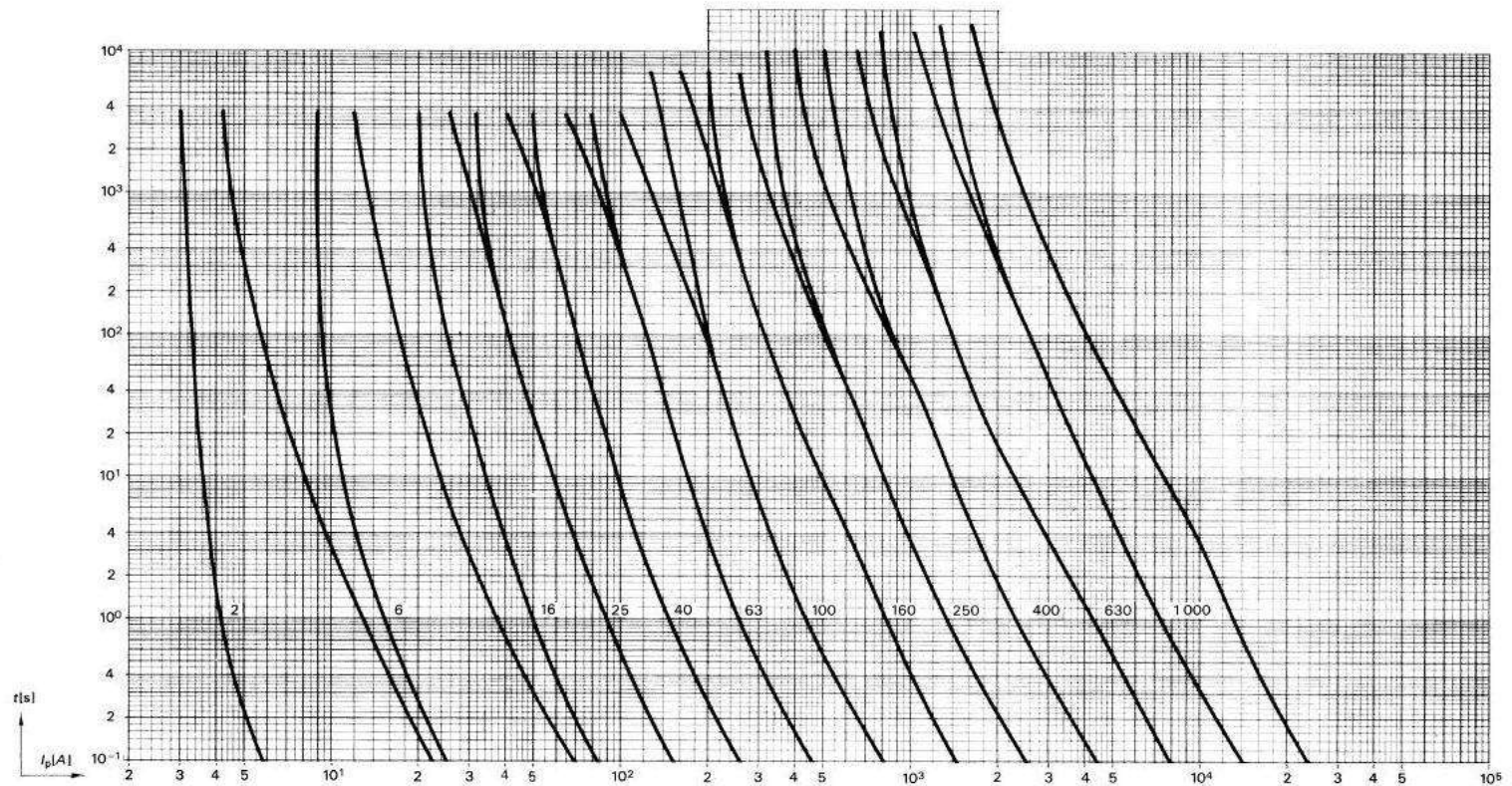
Curva característica de tiempo y corriente de un fusible





# Fusibles

## Límites de tiempo de fusión-corriente (IEC 60269-2)



IEC 408/98

Figure 4(l) – Time-current zones for "gG" fuse-link (figure continued on pages 63, 65, 67)



# **Fusibles**

## **Definiciones- IEC 60269-1**

### **5.7 Breaking range and breaking capacity**

#### **5.7.1 Breaking range and utilization category**

The first letter shall indicate the breaking range:

- "g" fuse-links (full-range breaking-capacity fuse-link);
- "a" fuse-links (partial-range breaking-capacity fuse-link).

# Fusibles

## Definiciones- IEC 60269-1

The second letter shall indicate the utilization category; this letter defines with accuracy the time-current characteristics, conventional times and currents, gates:

For example

- "gG" indicates fuse-links with a full-range breaking capacity for general application;
- "gM" indicates fuse-links with a full-range breaking capacity for the protection of motor circuits;
- "aM" indicates fuse-links with a partial range breaking capacity for the protection of motor circuits;
- "gD" indicates time-delay fuse-links with a full range breaking capacity;
- "gN" indicates non-time-delay fuse-links with a full range breaking capacity.

NOTE 1 – At present "gG" fuse-links are often used for the protection of motor circuits, which is possible when their characteristics are suitable to be capable of withstanding the motor starting current.

NOTE 2 – A "gM" fuse-link, which has a dual rating is characterized by two current values. The first value  $I_n$  denotes both the rated current of the fuse-link and the rated current of the fuse-holder; the second value  $I_{ch}$  denotes the time-current characteristic of the fuse-link as defined by the gates in tables 2, 3 and 6.

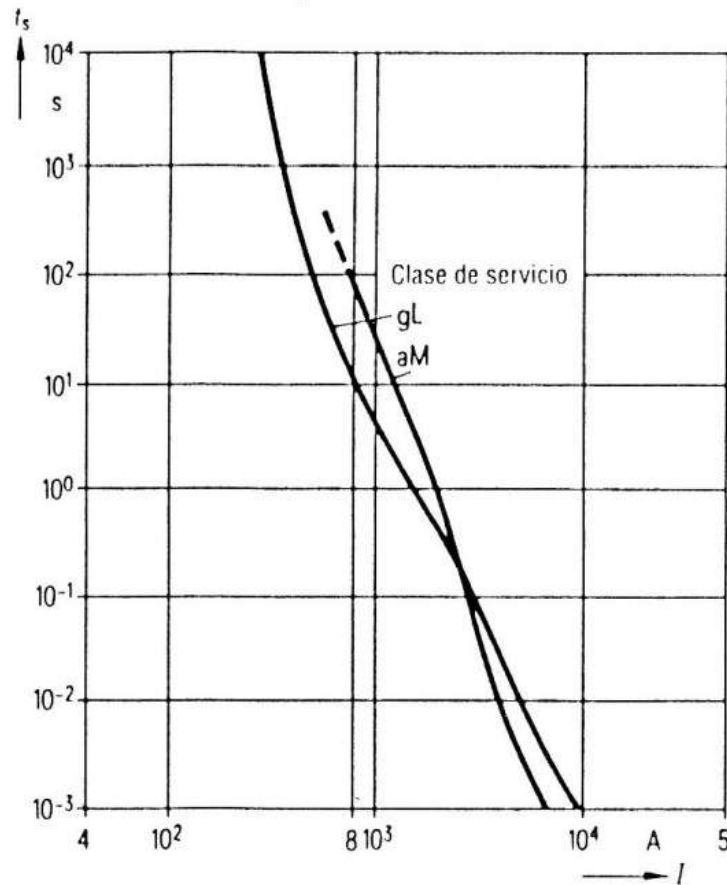
These two ratings are separated by a letter which defines the applications.

For example:  $I_n M I_{ch}$  denote a fuse intended to be used for protection of motor circuits and having the characteristic G. The first value  $I_n$  corresponds to the maximum continuous current for the whole fuse and the second value  $I_{ch}$  corresponds to the G characteristic of the fuse-link.

NOTE 3 – An "aM" fuse-link is characterized by one current value  $I_n$  and time-current characteristics as defined in 8.4.3.3.1 and figure 2.

# Fusibles

Aquí se ven las curvas de fusión para los fusibles tipo gL y aM



$t_s$  Tiempo de fusión

# Fusibles

## Tiempos y corrientes convencionales

**Table 2 – Conventional time and current for "gG" and "gM" fuse-links**

Rated current $I_n$ for «gG» Characteristic current $I_{ch}$ for «gM»** A	Conventional time h	Conventional current	
		$I_{nf}$	$I_t$
$I_n < 16$	1	*	*
$16 \leq I_n \leq 63$	1		
$63 < I_n \leq 160$	2	$1,25 I_n$	$1,6 I_n$
$160 < I_n \leq 400$	3		
$400 < I_n$	4		
* Under consideration.			
** For "gM" fuse links, see 5.7.1.			

# Fusibles

**Table 3 – Gates for specified pre-arcing times of "gG" and "gM" fuse-links**

1	2	3	4	5
$I_n$ for "gG" $I_{ch}$ for "gM"	$I_{min}$ (10 s) <sup>***</sup>	$I_{max}$ (5 s) <sup>***</sup>	$I_{min}$ (0,1 s)	$I_{max}$ (0,1 s)
A	A	A	A	A
16	33	65	85	150
20	42	85	110	200
25	52	110	150	260
32	75	150	200	350
40	95	190	260	450
50	125	250	350	610
63	160	320	450	820
80	215	425	610	1 100
100	290	580	820	1 450
125	355	715	1 100	1 910
160	460	950	1 450	2 590
200	610	1 250	1 910	3 420
250	750	1 650	2 590	4 500
315	1 050	2 200	3 420	6 000
400	1 420	2 840	4 500	8 060
500	1 780	3 800	6 000	10 600
630	2 200	5 100	8 060	14 140
800	3 060	7 000	10 600	19 000
1 000	4 000	9 500	14 140	24 000
1 250	5 000	13 000	19 000	35 000

\* Values for fuses with rated current less than 16 A are under consideration.

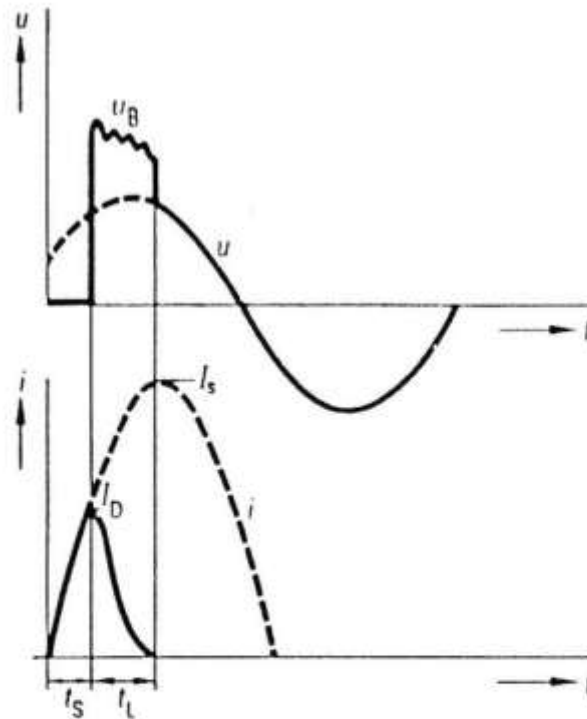
\*\* For "gM" fuse-links see 5.7.1.

\*\*\*  $I_{min}$  (10 s) is the minimum value of current for which the pre-arcing time is not less than 10 s.

$I_{max}$  (5 s) is the maximum value of current for which the operating time is not more than 5 s (see figure 1).

# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

## Equipos de protección contra sobreintensidades - Fusible



$I_S$  Corriente de choque  
 $I_D$  Corriente de cortocircuito limitada  
 $t_S$  Tiempo de fusión  
 $t_L$  Tiempo de extinción  
 $u_B$  Tensión del arco

Oscilograma de una interrupción de un cortocircuito por un fusible. Oscilograma de una interrupción de un cortocircuito por un fusible

# Fusibles

## Definiciones- IEC 60269-1

### 2.3.12

#### **$I^2t$ (Joule integral)**

integral of the square of the current over a given time:

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

NOTE 1 – The pre-arcing  $I^2t$  is the  $I^2t$  integral extended over the pre-arcing time of the fuse.

NOTE 2 – The operating  $I^2t$  is the  $I^2t$  integral extended over the operating time of the fuse.

NOTE 3 – The energy in joules released in  $1 \Omega$  of resistance in a circuit protected by a fuse is equal to the value of the operating  $I^2t$  expressed in  $A^2s$ .

### 2.3.13

#### **$I^2t$ characteristic**

curve giving  $I^2t$  values (pre-arcing  $I^2t$  and/or operating  $I^2t$ ) as a function of prospective current under stated conditions of operation

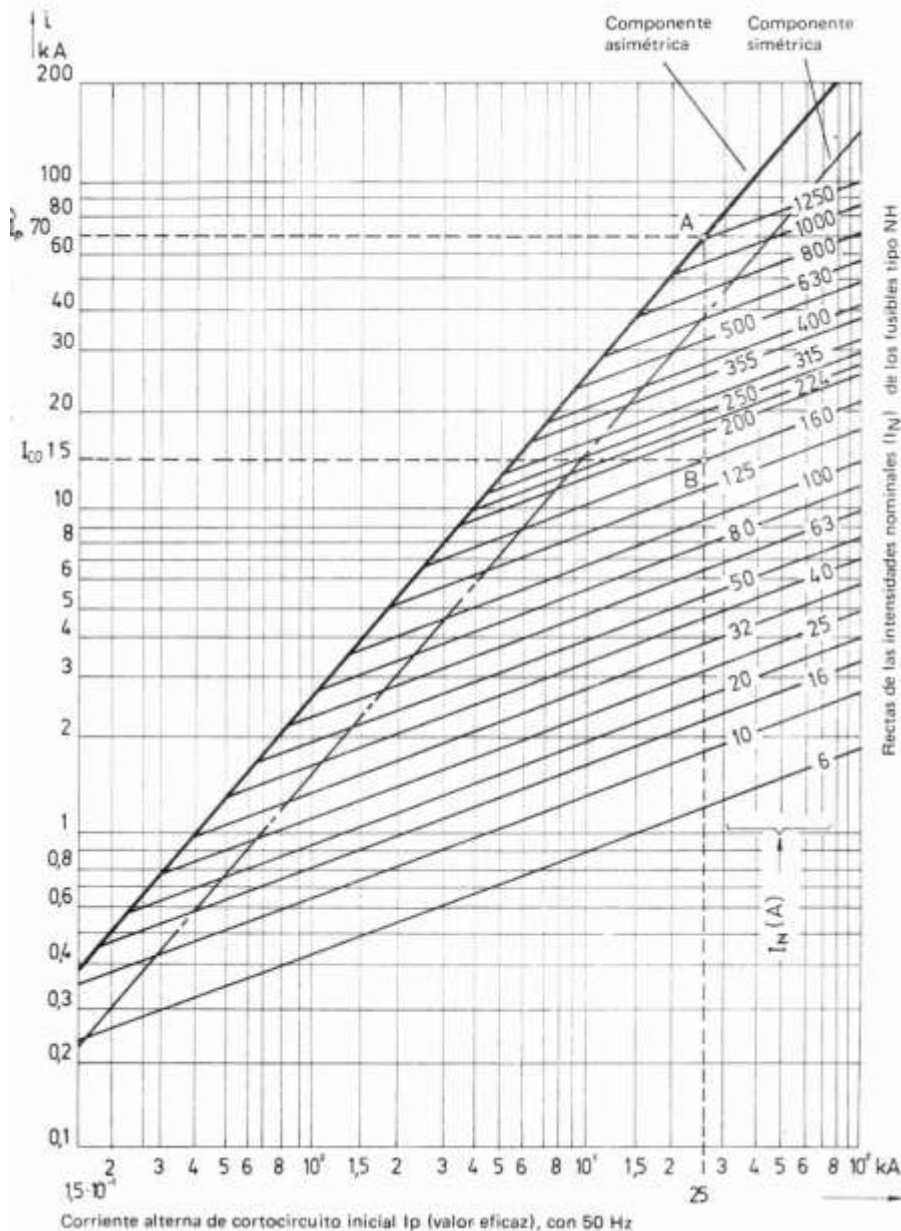
### 2.3.14

#### **$I^2t$ zone**

range contained by the minimum pre-arcing  $I^2t$  characteristic and the maximum operating  $I^2t$  characteristic, under specified conditions

Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windows

# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos



## Curva de Limitación de la Corriente de Cortocircuito de Fusible

Aquí puede verse el efecto limitador, ingresando con el valor eficaz  $I_p$  e intersectando:

- La recta de la corriente presunta de paso en  $I_{pmax}$ .
- Las rectas que tienen como parámetros la  $I_N$  de los Fusibles en  $I_{co}$ .



# Fusibles

## IEC 60269-1

**Table 6 – Pre-arcing  $I^2t$  values at 0,01 s for "gG" and "gM" fuse-links**

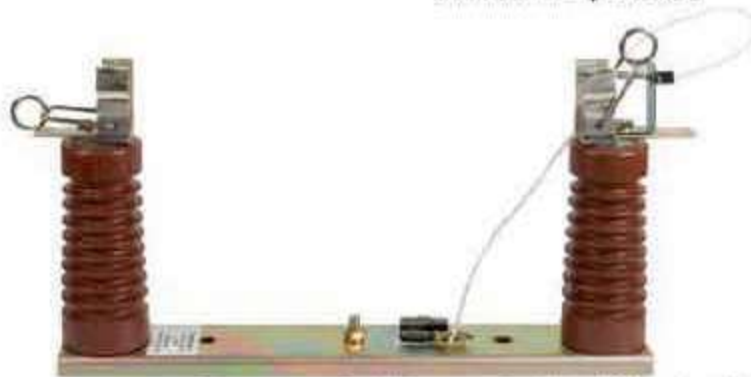
$I_n$ for "gG" $I_{ch}$ for "gM" <sup>*</sup> A	$I^2t_{min}$ $10^3 \times (A^2s)$	$I^2t_{max}$ $10^3 \times (A^2s)$
16	0,3	1,0
20	0,5	1,8
25	1,0	3,0
32	1,8	5,0
40	3,0	9,0
50	5,0	16,0
63	9,0	27,0
80	16,0	46,0
100	27,0	86,0
125	46,0	140,0
160	86,0	250,0
200	140,0	400,0
250	250,0	760,0
315	400,0	1 300,0
400	760,0	2 250,0
500	1 300,0	3 800,0
630	2 250,0	7 500,0
800	3 800,0	13 600,0
1 000	7 840,0	25 000,0
1 250	13 700,0	47 000,0

<sup>\*</sup> For "gM", see 5.7.1.

# EQUIPOS DE PROTECCION CONTRA SOBREINTENSIDADES



Fusible HH para MT



Base portafusible para fusible HH – Fusible NH para BT

# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

## Equipos de protección contra sobreintensidades

### Interrruptor termomagnetico

**INTERRUPTOR:** es un aparato con capacidad de maniobra suficiente como para soportar las solicitaciones que se presentan al conectar y desconectar medios de servicio y partes de la instalación existiendo o no perturbaciones, y especialmente bajo las condiciones propias del cortocircuito.

**INTERRUPTOR** es un aparato mecánico de maniobra **capaz de establecer, conducir e interrumpir corrientes durante las condiciones normales** del circuito como así también **establecer, conducir durante un tiempo específico e interrumpir** automáticamente las corrientes **durante las condiciones anormales** especificadas del circuito como las de cortocircuito.

# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

## Equipos de protección contra sobreintensidades

### Interrruptor termomagnetico

Table 7 – Time-current operating characteristics

Test	Type	Test current	Initial condition	Limits of tripping or non-tripping time	Result to be obtained	Remarks
a	B, C, D	$1,13 I_n$	Cold <sup>a</sup>	$t \leq 1 \text{ h}$ (for $I_n \leq 63 \text{ A}$ ) $t \leq 2 \text{ h}$ (for $I_n > 63 \text{ A}$ )	No tripping	
b	B, C, D	$1,45 I_n$	Immediately following test 'a'	$t < 1 \text{ h}$ (for $I_n \leq 63 \text{ A}$ ) $t < 2 \text{ h}$ (for $I_n > 63 \text{ A}$ )	Tripping	Current steadily increased within 5 s
c	B, C, D	$2,55 I_n$	Cold <sup>a</sup>	$1 \text{ s} < t < 60 \text{ s}$ (for $I_n \leq 32 \text{ A}$ ) $1 \text{ s} < t < 120 \text{ s}$ (for $I_n > 32 \text{ A}$ )	Tripping	
d	B C D	$3 I_n$ $5 I_n$ $10 I_n$	Cold <sup>a</sup>	$t \leq 0,1 \text{ s}$	No tripping	Current established by closing an auxiliary switch
e	B C D	$5 I_n$ $10 I_n$ $20 I_n$ <sup>b</sup>	Cold <sup>a</sup>	$t < 0,1 \text{ s}$	Tripping	Current established by closing an auxiliary switch

NOTE An additional test, intermediate between c and d, is under consideration for circuit-breakers of type D.

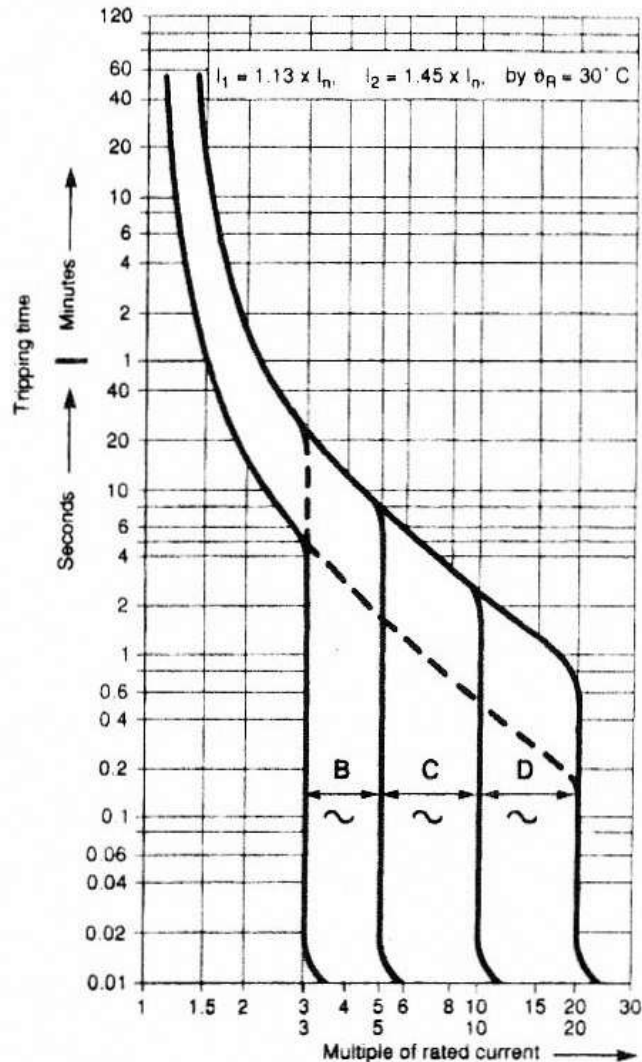
<sup>a</sup> The term "cold" means without previous loading, at the reference calibration temperature.

<sup>b</sup>  $50 I_n$  for special cases.

# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

## Equipos de protección contra sobreintensidades

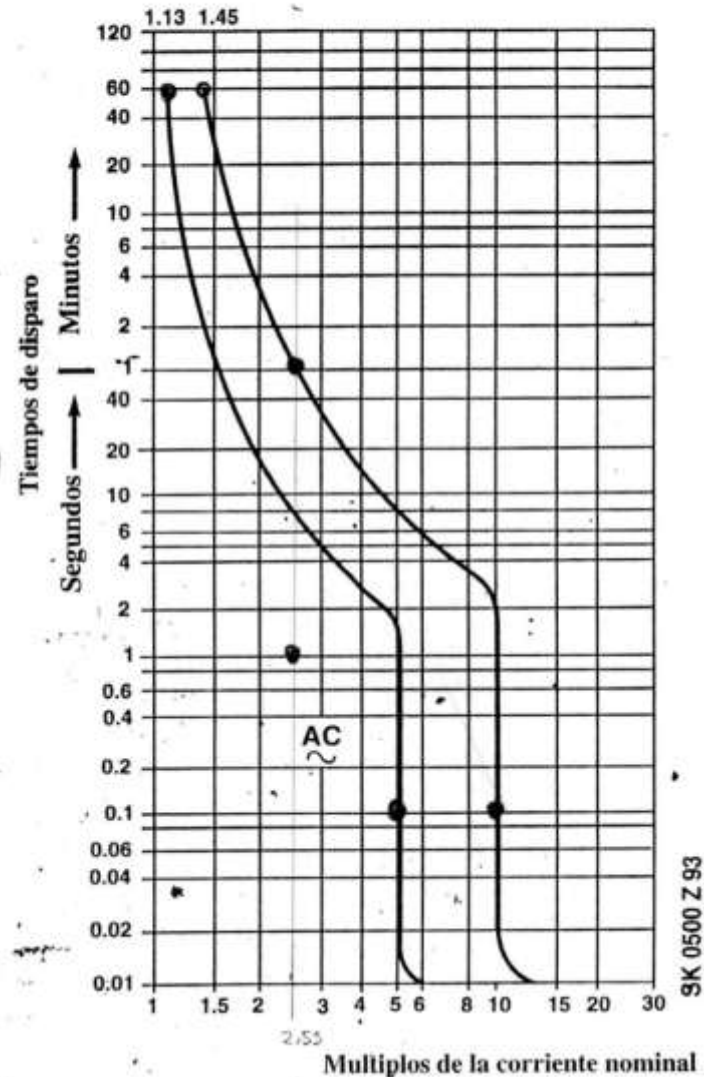
### Interrruptor termomagnetico



Curva de actuación por sobrecarga  
(térmico) y sin retardo  
(electromagnético) por cortocircuito

# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

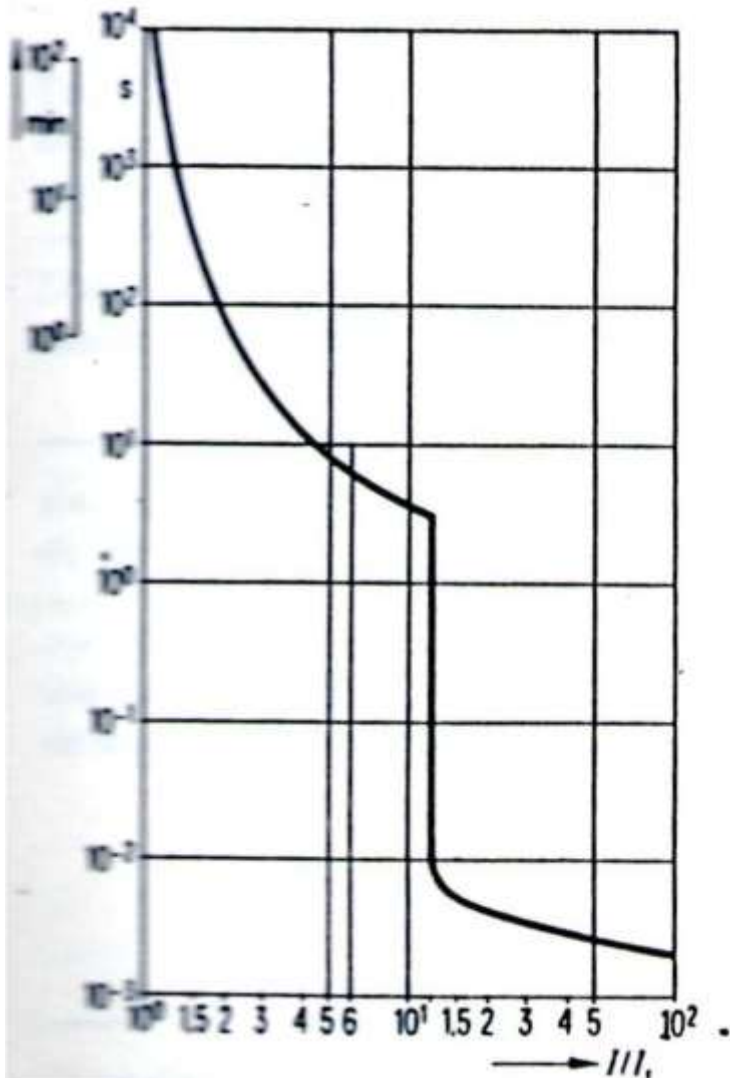
INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO S 060  
Característica de disparo C, según Norma IEC 898-8  
 $I_n = 6A \dots\dots\dots 63a$



# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

## Equipos de protección contra sobreintensidades

### Interrruptor termomagnetico



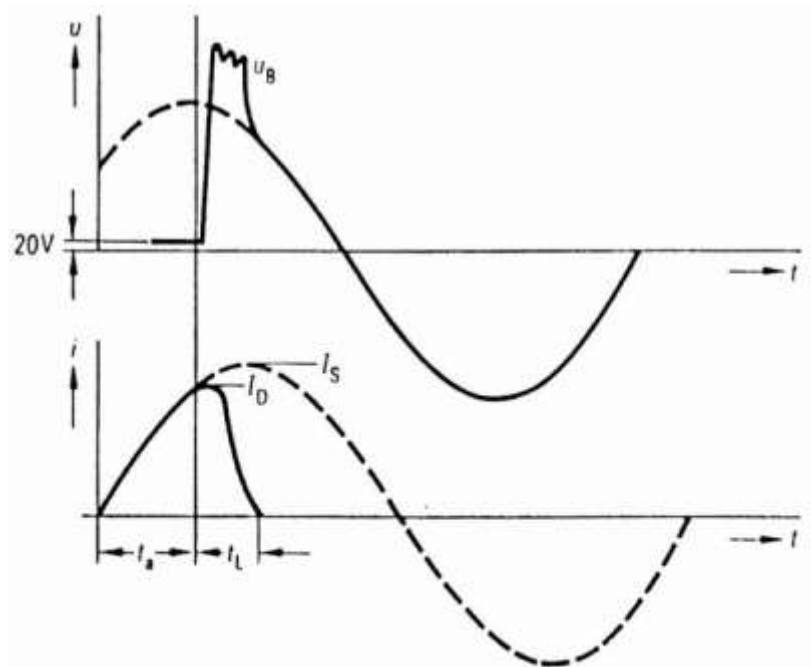
Curva de actuación por sobrecarga  
(térmico) y sin retardo  
(electromagnético) por cortocircuito

# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

## Equipos de protección contra sobreintensidades

### Interrruptor termomagnetico

Oscilograma de la corriente y tensión durante la interrupción con un interruptor limitador de la corriente

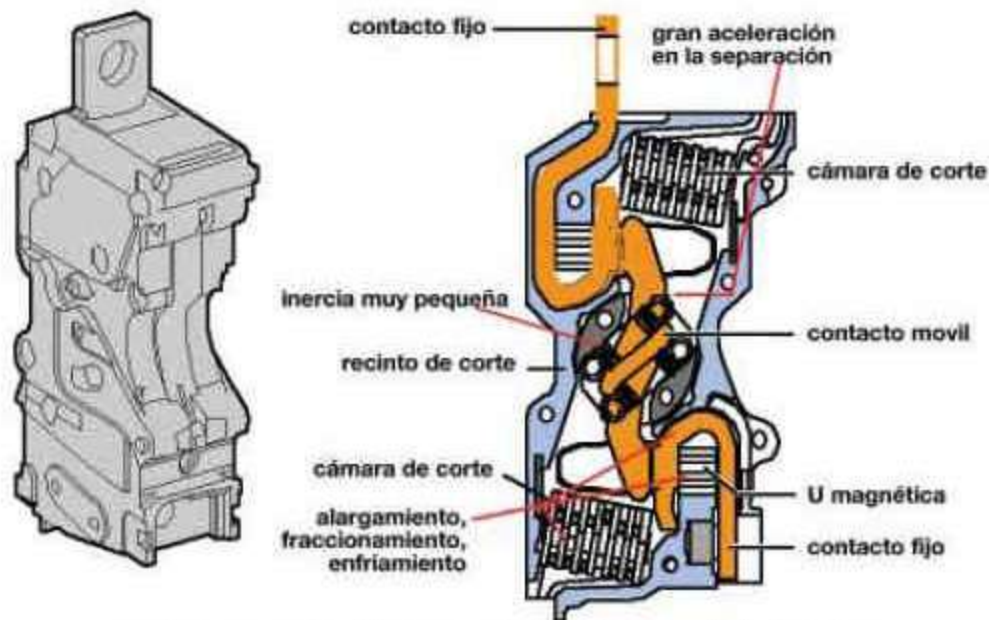


- $t_a$  Retardo de desconexión
- $t_L$  Duración del arco
- $u_B$  Tensión del arco
- $I_D$  Corriente de cortocircuito limitada
- $I_S$  Corriente de choque



# EQUIPOS DE PROTECCION CONTRA SOBREINTENSIDADES

## Interrruptor termomagnetico



Vista y corte de un polo de interruptor para BT (Compact)

# EQUIPOS DE PROTECCION CONTRA SOBREINTENSIDADES

## Interrruptor termomagnetico



Interrruptor MT hasta 40,5kV – Relé de protección – Interruptor de BT – Termomagnética Bipolar

# EQUIPOS DE PROTECCION CONTRA SOBREINTENSIDADES

Interrupor Categoría A (Caja Moldeada) 400 A – 400 / 230 V



# EQUIPOS DE PROTECCION CONTRA SOBREINTENSIDADES

Interruptor Categoría B 400/230 V – 2000 A



# Curvas de Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

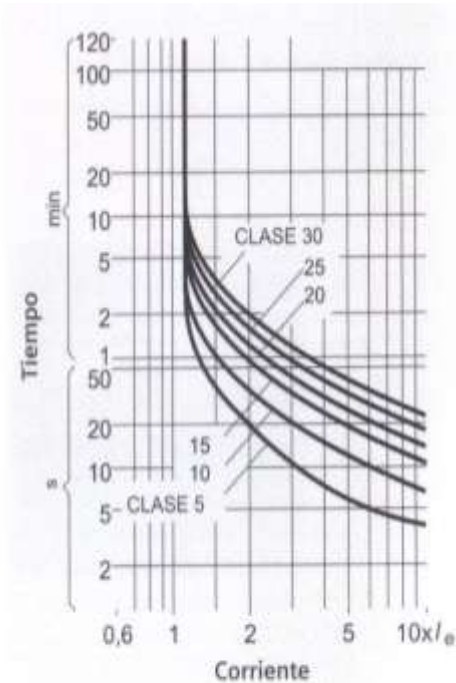
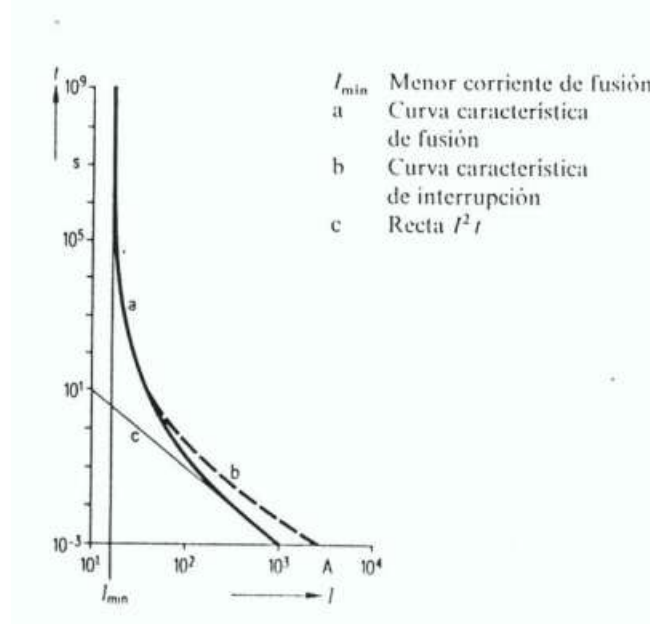
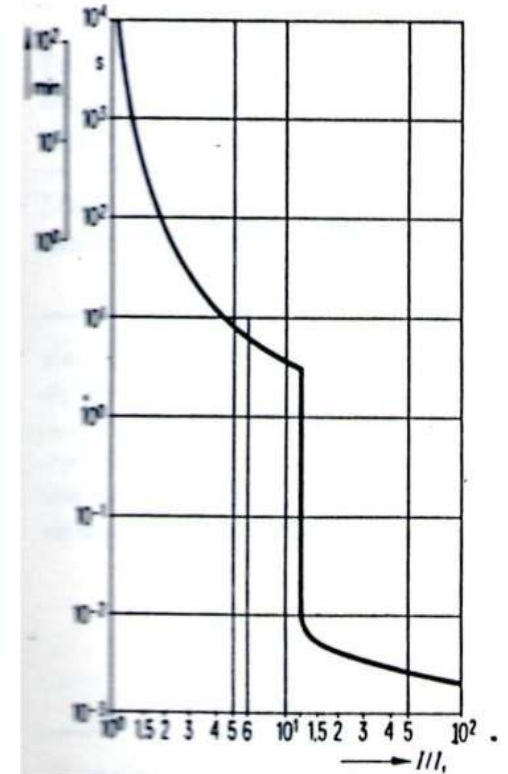


FIG 6.1 CURVAS CARACTERISTICAS DE DISPARO PARA RELES TERMICOS CON CARGA TRIFASICA



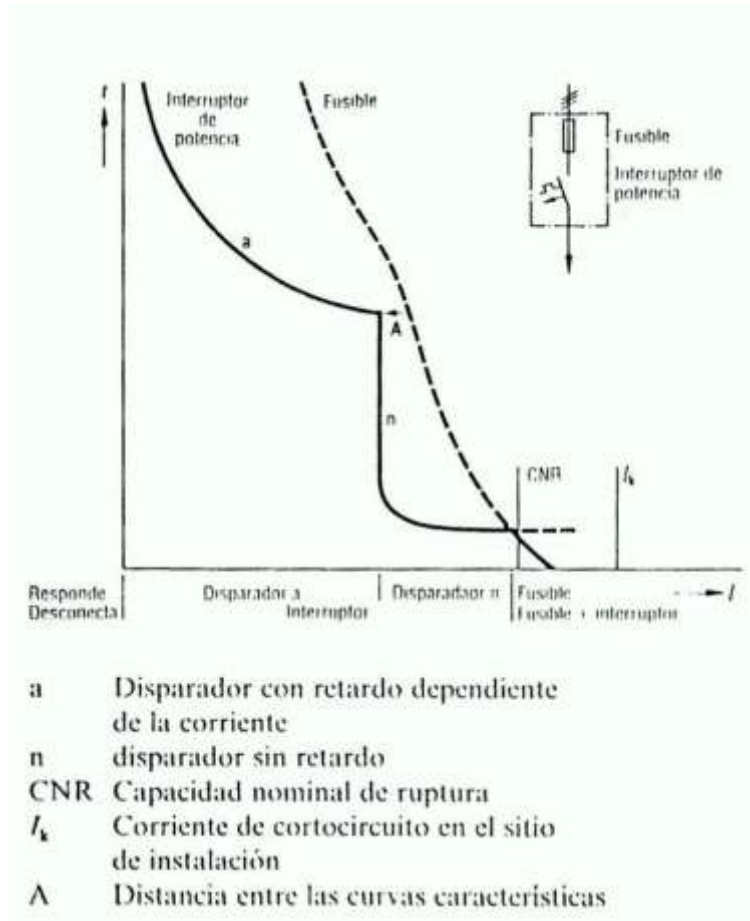
Curva característica de tiempo y corriente de un fusible



Curva de actuación por sobrecarga (térmico) y sin retardo (electromagnético) por cortocircuito

# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

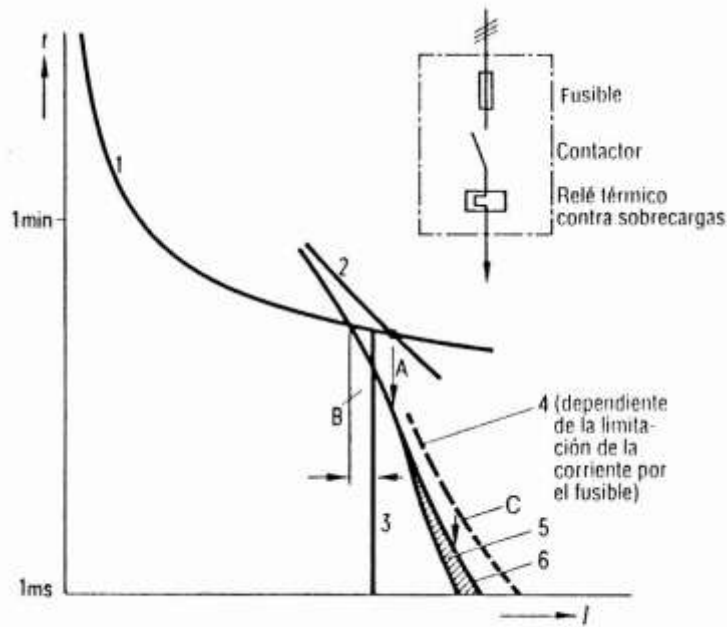
## Combinación de maniobra “fusible e interruptor de protección”



La curva característica del fusible corre a una distancia *A* por encima de la curva de disparo por sobrecarga térmica *a* del interruptor, la protección contra sobrecargas es exclusiva del interruptor.

# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

## Combinación de maniobra “fusible, contactor y relé bimetálico”

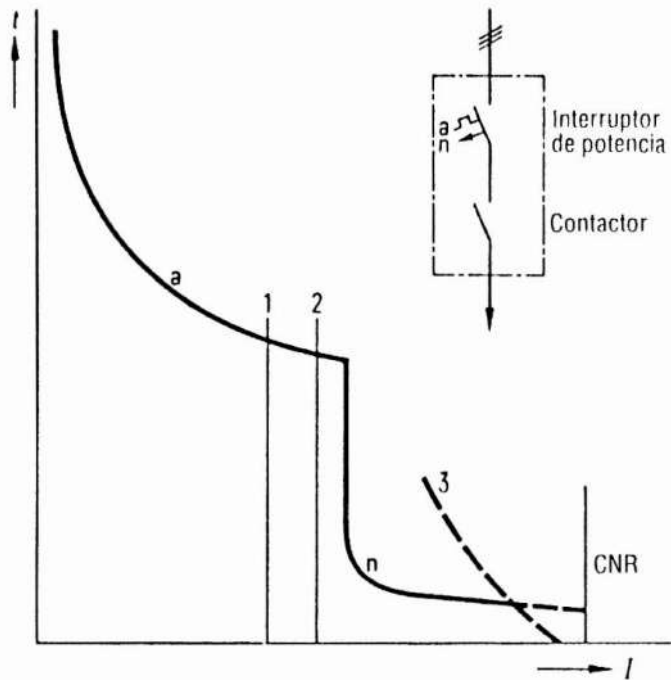


- 1 Curva característica de disparo del relé térmico contra sobrecargas
- 2 Curva característica de destrucción del relé térmico contra sobrecargas
- 3 Capacidad de ruptura del contactor
- 4 Curva característica de contactor, para una soldadura fácil de romper de los contactos
- 5 Curva característica de fusión del fusible de la clase de servicio aM
- 6 Curva característica del tiempo total de interrupción del fusible de la clase de servicio aM

La protección contra cortocircuitos del relé, contactor, conductores y motor está a cargo del fusible.

# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

## Combinación de maniobra “Interruptor de protección – contactor”



- 1 Capacidad de ruptura del contactor
- 2 Capacidad de conexión del contactor
- 3 Curva característica del contactor, para una soldadura de los contactos fácil de romper
- a Disparador con retardo dependiente de la corriente
- n Disparador sin retardo contra cortocircuitos
- CNR Capacidad nominal de ruptura

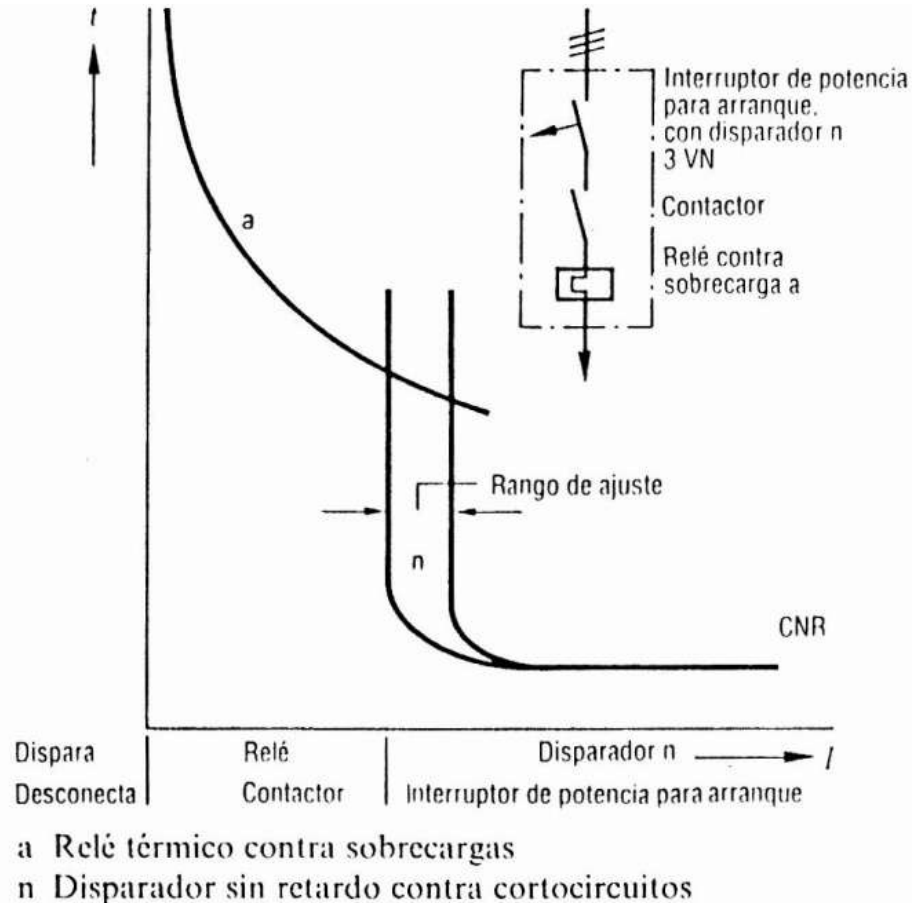
La protección contra sobrecargas y cortocircuito se reserva al interruptor de protección.

La maniobra, funciones de conexión y desconexión se reserva al contactor.



# Protecciones contra sobrecargas y Cortocircuitos

Combinación de maniobra “interruptor de protección con disparador ajustable sin retardo contra cortocircuito – contactor - relé bimetálico.



La protección contra sobrecargas es tomada por el relé bimetálico en combinación con el contactor. Corrientes más elevadas las interrumpe el interruptor de protección. Su disparador contra cortocircuito (disparador  $n$ ) se ajusta escasamente sobre la corriente de arranque del motor.