



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



# Instalaciones Eléctricas

## Protección contra sobrecorrientes

# Protección y maniobra de una instalación eléctrica

- 1 Introducción normas y aspectos generales
- 2 Seccionamiento, comando y protección
- 3 Magnitudes eléctricas y características de los dispositivos de maniobra y protección
- 4 Dispositivos de maniobra
- 5 Dispositivos de protección contra sobrecorrientes
- 6 Selección de la protección contra sobrecorrientes
- 7 Coordinación de protecciones
- 8 Condiciones generales de instalación de los dispositivos de maniobra y protección

## Normas - Aspectos generales

En cualquier ámbito técnico, y particularmente en el sector eléctrico, para realizar una instalación que satisfaga las exigencias de cliente y de la comunidad, es condición suficiente respetar todas las normas jurídicas y técnicas sobre la materia.

El conocimiento de las normas es, entonces, la premisa fundamental para resolver todos los aspectos de una instalación, con el fin de conseguir un nivel de seguridad aceptable, ya que no es posible la seguridad absoluta.

- Normas Jurídicas
- Normas técnicas

# Normas Técnicas

Conjunto de prescripciones con las cuales debe diseñarse, fabricarse y ensayarse los equipos, materiales, maquinas e instalaciones para garantizar un funcionamiento correcto y seguro.

Esta es una clasificación de normas

	Campo de aplicación		
	Electrotécnica y electrónica	Telecomunicaciones	Mecánica, ergonomía y seguridad
Organismo internacional	IEC	ITU	ISO
Organismo europeo	CENELEC	ETSI	CEN

## IEC - Comisión Electrotécnica Internacional

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) se fundó oficialmente en 1906, con el objetivo de asegurar la cooperación internacional en estandarización y certificación en tecnologías eléctricas.

La asociación está formada por los Comités Internacionales de más de 80 países de todo el mundo.

Las normas tienen como objetivo dar lineamientos para el diseño, la fabricación de equipamiento, ensayos y la instalación de los mismos, para garantizar la protección de las personas, los bienes y poder explotar las instalaciones de una forma más eficiente y de forma segura.

UNIT (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas) es miembro y representa a Uruguay en la IEC.

# Normas Técnicas

## Ejemplos

### Normas técnicas de productos:

- Dispositivos interruptores, contactores, etc. - **IEC 60947**
- Tableros eléctricos - **IEC 61439**
- Cables - IEC 60502
- Motores - IEC 60034
- Transformadores - IEC 60076
- Generadores

### Normas de instalación - **IEC 60364**:

- Seguridad de las personas
- Alimentación de los receptores
- Durabilidad en el tiempo de sus características

En la instalación en Uruguay se debe respetar el reglamento de baja tensión de UTE basado en las normas técnicas IEC

# Maniobra y protección de una instalación eléctrica

Los dispositivos de maniobra y protección de una instalación eléctrica tienen las siguientes funciones básicas:

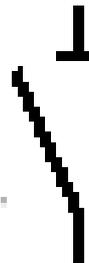
- Seccionamiento.
- Comando.
- Protección eléctrica.

## Seccionamiento

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

Un dispositivo de seccionamiento debe cumplir con:

- Todos los polos del circuito, incluido el neutro, deben poder ser abiertos.
- Debe ser posible el bloqueo una vez abierto
- Cumplir la norma IEC 60947-3, distancia entre contactos, capacidad de resistencia a sobretensiones, etc
- Verificar que el dispositivo está abierto (visualmente o por indicador mecánico)
- Marcado en el frente



# Comando

El objetivo del comando es modificar en forma segura el flujo de carga de una instalación

**Comando funcional:** operaciones de maniobra en condiciones normales de servicio para desconectar o conectar la alimentación de una parte de la instalación, o un receptor, etc.

**Comando de emergencia:** el comando de emergencia esta previsto para desconectar la alimentación de un circuito que pueda volverse peligroso (riesgo de incendio o de choque eléctrico).

# Protección Eléctrica

**Objetivo:** evitar o limitar las consecuencias destructivas o peligrosas de las sobrecorrientes debido a sobrecargas, cortocircuitos, y fallas de aislación, y separar el circuito defectuoso del resto de la instalación.

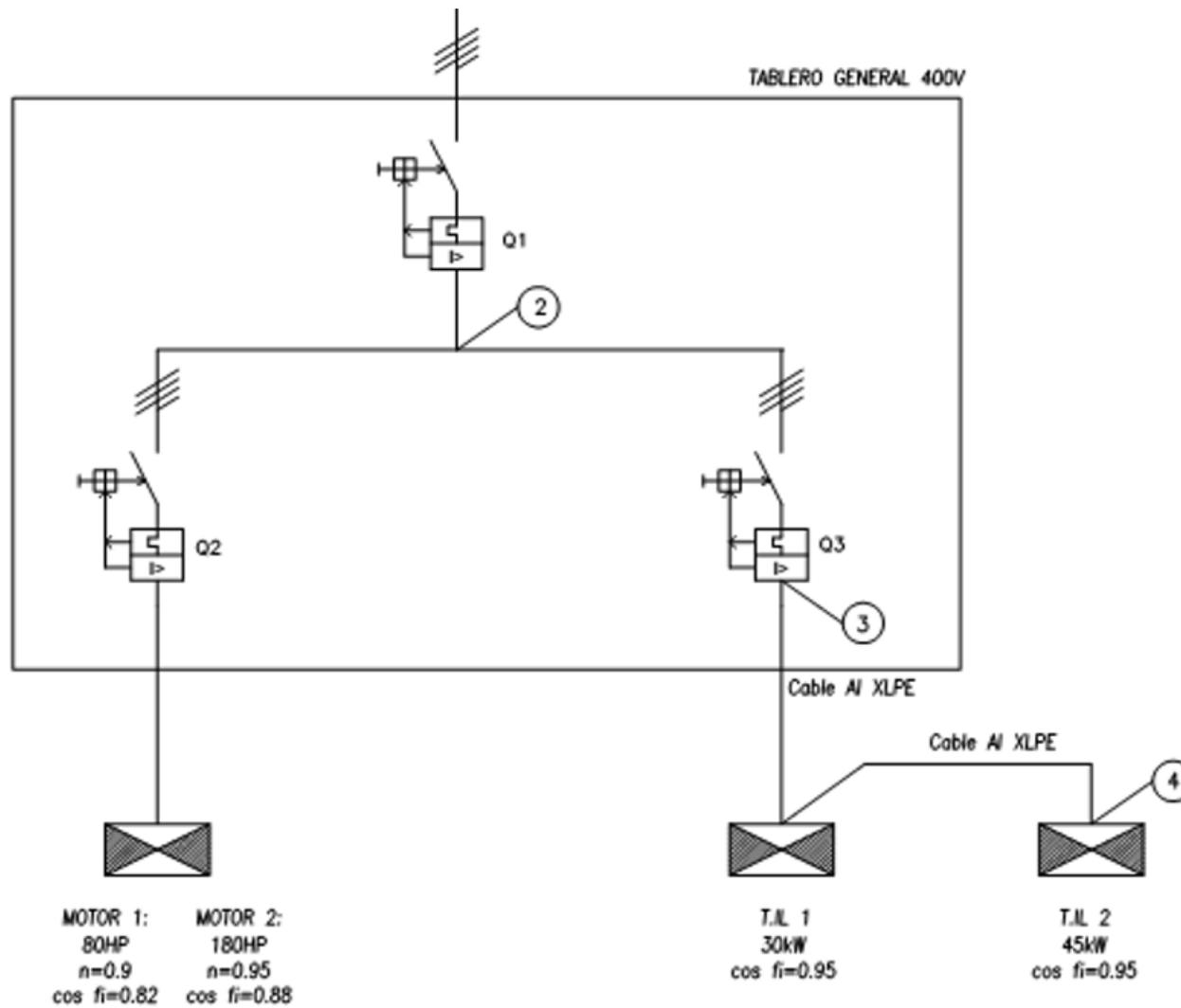
Se hace una distinción entre la protección de:

- Los elementos que constituyen la instalación eléctrica: cables, canalizaciones, dispositivos etc. (circuito eléctrico)
- Las personas.
- Los receptores alimentados por la instalación.

En este capítulo nos ocuparemos de la protección del circuito eléctrico, protección contra **sobrecargas** y **cortocircuitos**.

Los dispositivos de protección son:

- fusibles
- interruptores automáticos



## Norma internacional IEC (Comisión electrotécnica internacional)

Los elementos de protección y maniobra están desarrollados, fabricados y ensayados según las normas internacionales:

- IEC 60947 (uso industrial)
  - IEC 60947- 1: Equipamiento de control y maniobra de BT (generalidades)
  - IEC 60947- 2: Interruptores
  - IEC 60947- 3: Seccionadores
  - IEC 60947- 4: Contactores y arrancadores
  - IEC 60947- 5: Dispositivos de control de circuito y maniobra
- IEC 60898 (Interruptores de uso doméstico)
- IEC 60269 (Fusibles)

## Magnitudes eléctricas

La norma IEC define para dispositivos baja tensión:

**Tensión empleo ( $U_e$ ):** La tensión asignada de empleo de un aparato es un valor que, junto con la intensidad asignada de empleo ( $I_e$ ), determina el uso de dicho aparato y se toma como referencia para definir los ensayos aplicables y la categoría de utilización.

**Tensión nominal de aislamiento ( $U_i$ ):** valor de tensión eficaz ( $V_{rms}$ ) al cual son referidos los ensayos dieléctricos y las distancias de aislamiento. El máximo valor de tensión de empleo no debe superar la tensión nominal de aislamiento ( $U_e \leq U_i$ ).

**Tensión nominal de impulso ( $U_{imp}$ ):** valor de tensión de cresta ( $kV_{cresta}$ ) de la onda de impulso de tensión, de forma y polaridad determinada, que es capaz de resistir el equipo sin falla, bajo condiciones específicas de ensayo. La forma de onda es la simulación de un impulso atmosférico (1,2/50  $\mu\text{seg}$ ). [Slide 12](#)

## Magnitudes eléctricas

**La Corriente Nominal ( $I_n/I_u$ )** es el valor eficaz de la corriente de régimen continuo que el dispositivo debe ser capaz de conducir indefinidamente, sin que la elevación de temperatura de sus diferentes partes exceda los valores especificados, en las condiciones previstas por la norma correspondiente.

La norma IEC define para dispositivos baja tensión:

**Corriente de empleo ( $I_e$ ):** la corriente de empleo es definida por el fabricante y tiene en cuenta la tensión de empleo ( $U_e$ ), la frecuencia de empleo, el régimen de trabajo, la categoría de utilización.

**Corriente térmica nominal ( $I_{th}$ ):** valor de corriente (valor eficaz en CA o valor en régimen permanente en CC) que el dispositivo puede conducir en un régimen de 8 horas, sin que la elevación de temperatura de sus diferentes partes exceda límites especificados.

$$I_{th} \geq I_e \text{ máxima}$$

## Magnitudes eléctricas - IEC 60947

**Capacidad de interrupción:** es el valor máximo de corriente de interrupción presumida que un dispositivo es capaz de interrumpir a la tensión nominal y en las condiciones prescritas de funcionamiento.

**Capacidad de cierre:** es el valor de cresta máximo de la corriente de cierre presumida que el dispositivo es capaz de cerrar a la tensión nominal y en las condiciones prescritas de funcionamiento.

**Corriente asignada de corta duración** es aquella que el dispositivo puede soportar en la posición de cerrador durante un tiempo corto en condiciones de empleo

## Magnitudes eléctricas - IEC 60947

**Corriente de cortocircuito presumida:** es la máxima corriente que puede circular en el circuito en el caso de un cortocircuito de impedancia despreciable.

**Capacidad de interrupción en cortocircuito:** es el valor máximo de corriente de cortocircuito de interrupción presumida que un dispositivo es capaz de interrumpir a la tensión nominal y en las condiciones prescritas de funcionamiento.

**Capacidad de cierre en cortocircuito ( $I_{cm}$ ):** es el valor de cresta máximo de la corriente de cierre presumida de cortocircuito que el dispositivo es capaz de cerrar a la tensión nominal y en las condiciones prescritas de funcionamiento.

**Corriente asignada de corta duración ( $I_{cw}$ )** es aquella que el dispositivo puede soportar en la posición de cerrador durante un tiempo corto en condiciones de empleo

## Seccionador

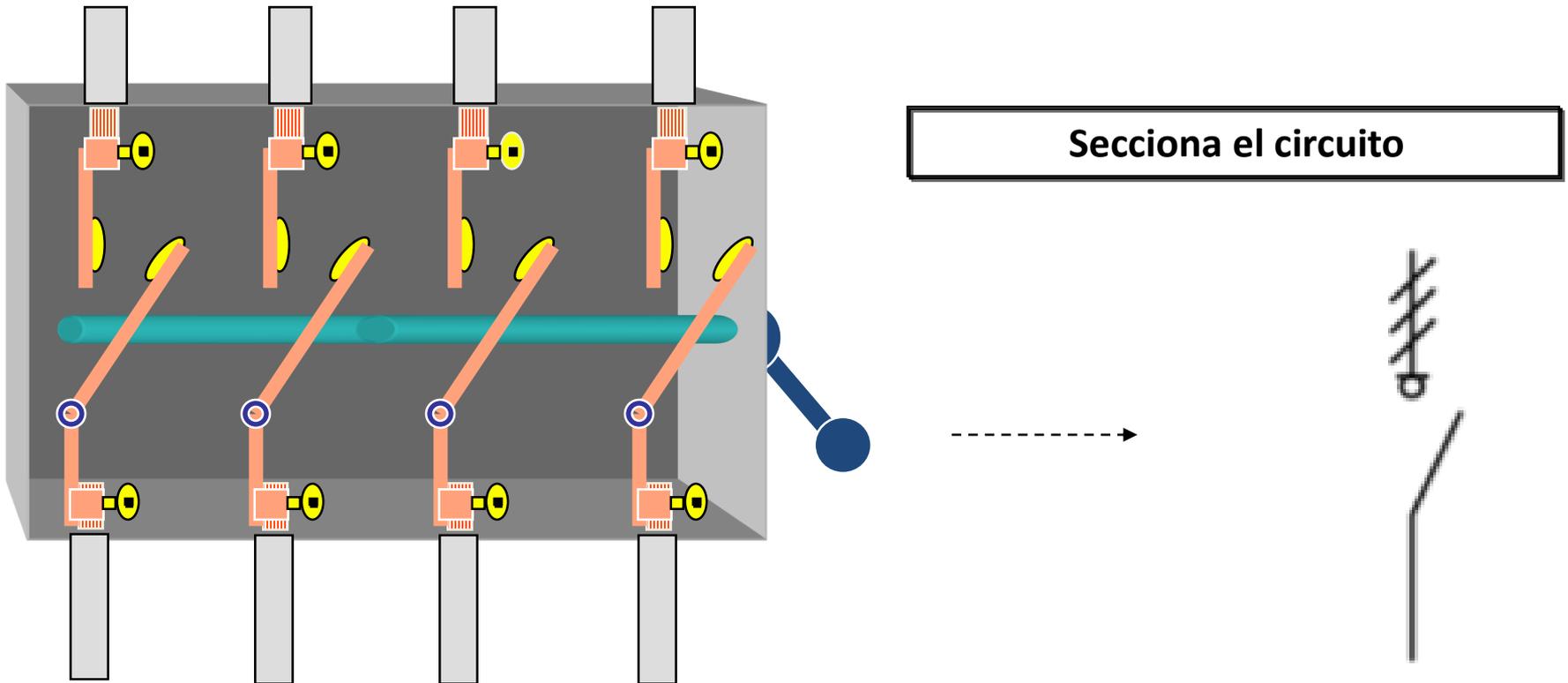
<b>Categoría de utilización</b>	<b>Aplicación típica</b>
AC-20	Conexión y desconexión sin carga
AC-21	Maniobra de cargas resistivas, incluyendo sobrecargas moderadas
AC-22	Maniobra cargas resistivas e inductivas mezcladas, incluyendo sobrecargas moderadas
AC-23	Maniobra de cargas tipo motor o otras cargas altamente inductivas

### Características del seccionador bajo carga:

- Corriente nominal de operación ( $I_e$ )
- Capacidad de cierre ( $I_{cm}$ )
- Corriente de corta duración ( $I_{cw}$ )
- Endurancia mecánica
- Endurancia eléctrica

# Seccionador

Esquema de un seccionador tetrapolar

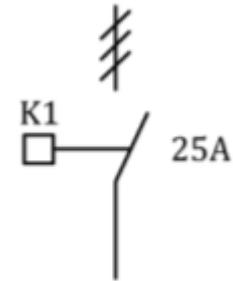


# Contactor

Es un dispositivo operado por un solenoide, donde generalmente para mantenerlo cerrado se requiere de una pequeña corriente a través de la bobina.

## Características del contactor:

- Corriente nominal de empleo ( $I_e$ )
- Categoría de utilización/servicio (AC..., DC..)
- Endurancia mecánica
- Endurancia eléctrica



Estos dispositivos se estudian con mayor profundidad en el Capítulo 7 de *“Comando y Protección de Motores”*.

# Contactor

## Aplicaciones en alterna:

**AC-1:** Cargas no inductivas, generalmente cargas solo resistivas.

**AC-2:** Arranque y maniobra de motores de anillos rozantes

**AC-3:** Arranque y maniobra de motores de jaula de ardilla

**AC-4:** Arranque, paro, arranque lanzado, de motores de jaula de ardilla. (Típico de las grúas)

**AC-5a:** Maniobra de lámparas de descarga

**AC-5b:** Maniobra de lámparas incandescentes

**AC-6a:** Maniobra de transformadores

**AC-6b:** Maniobra de bancos de condensadores

**AC-8a:** Control de motor de compresor de refrigeración hermético con rearme manual del relé de sobrecarga

**AC-8b:** Control de motor de compresor de refrigeración hermético con rearme automático del relé.

## Aplicaciones en continua:

**DC-1:** Cargas no inductivas, generalmente cargas solo resistivas

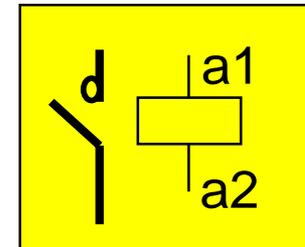
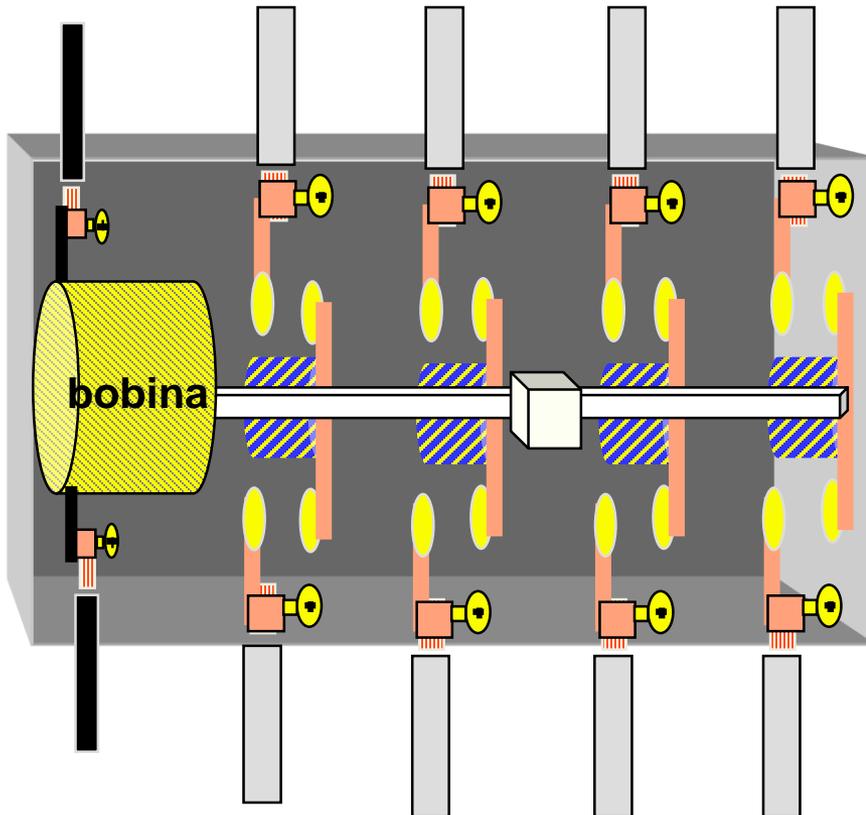
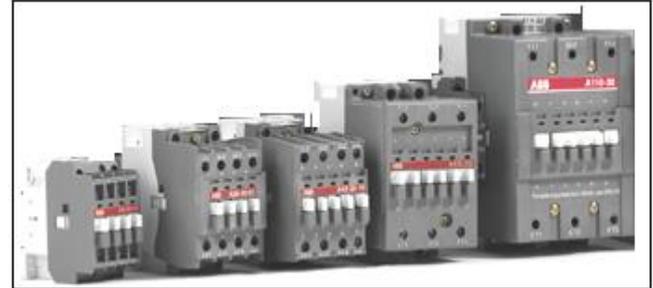
**DC-3:** Maniobra de motores de continua tipo Shunt

**DC-5:** Maniobra de motores de continua tipo serie

**DC-6:** Maniobra de lámparas incandescentes

# Contactor

- Elevada durabilidad eléctrica y mecánica.
- Características:  $I_e$ , AC-XX,  $U_c$



## Contactador

Elemento que cumple únicamente la función de comando y está diseñado para tener una durabilidad eléctrica y mecánica muy superior a los otros dispositivos. Estas características dependerán de utilización/servicio.

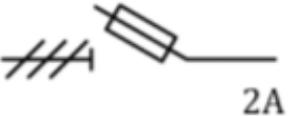


## Dispositivo fusible

Es la protección más antigua en las instalaciones eléctricas, y su operación consiste en la fusión del elemento fusible cuando la corriente excede determinado valor durante determinado tiempo.

El elemento fusible:

- conductor de sección muy pequeña, alta resistencia
- relación entre la sección del elemento fusible y la del conductor protegido, ocurrirá la fusión del elemento fusible

<p>Fusible fijo. Se indica su tipo, corriente nominal y clase.</p>	
<p>Fusible seccionable. Se indica su tipo, corriente nominal y clase.</p>	

## Dispositivo fusible

La norma internacional IEC que regulan la fabricación de los fusibles es la IEC 60269, y consta de las siguientes partes:

IEC 60269-1	<i>“Reglas generales para fusibles de baja tensión”</i>
IEC 60269-2	<i>“Fusibles de baja tensión de alta capacidad de ruptura para uso industrial”</i>
IEC 60269-3	<i>“Fusibles de baja tensión para instalaciones domésticas y análogas”</i>

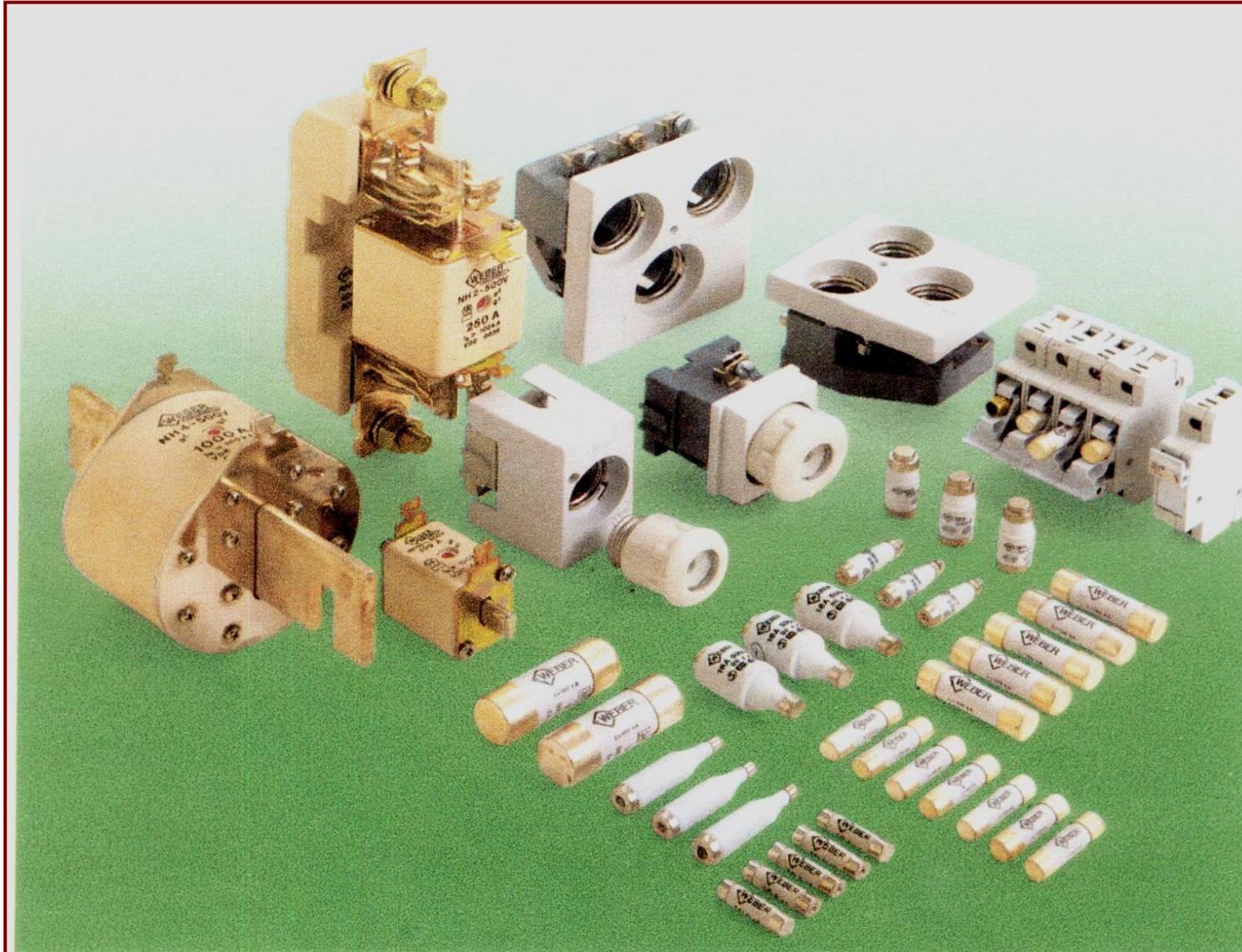
## Dispositivo fusible

Para la protección contra sobrecorrientes de circuitos de baja tensión se utilizan esencialmente dos tipos de características de dispositivos fusibles:

**gG** : Son de aplicación general, utilizados en la protección de circuitos contra corrientes de sobrecarga y contra corrientes de cortocircuito.

**aM** - Son destinados a la protección de motores contra corrientes de cortocircuito, no son adecuado para la protección contra cortocircuitos ya que comienzan a operar para un valor de corriente de alrededor de 4 veces la nominal.

## Dispositivo fusible

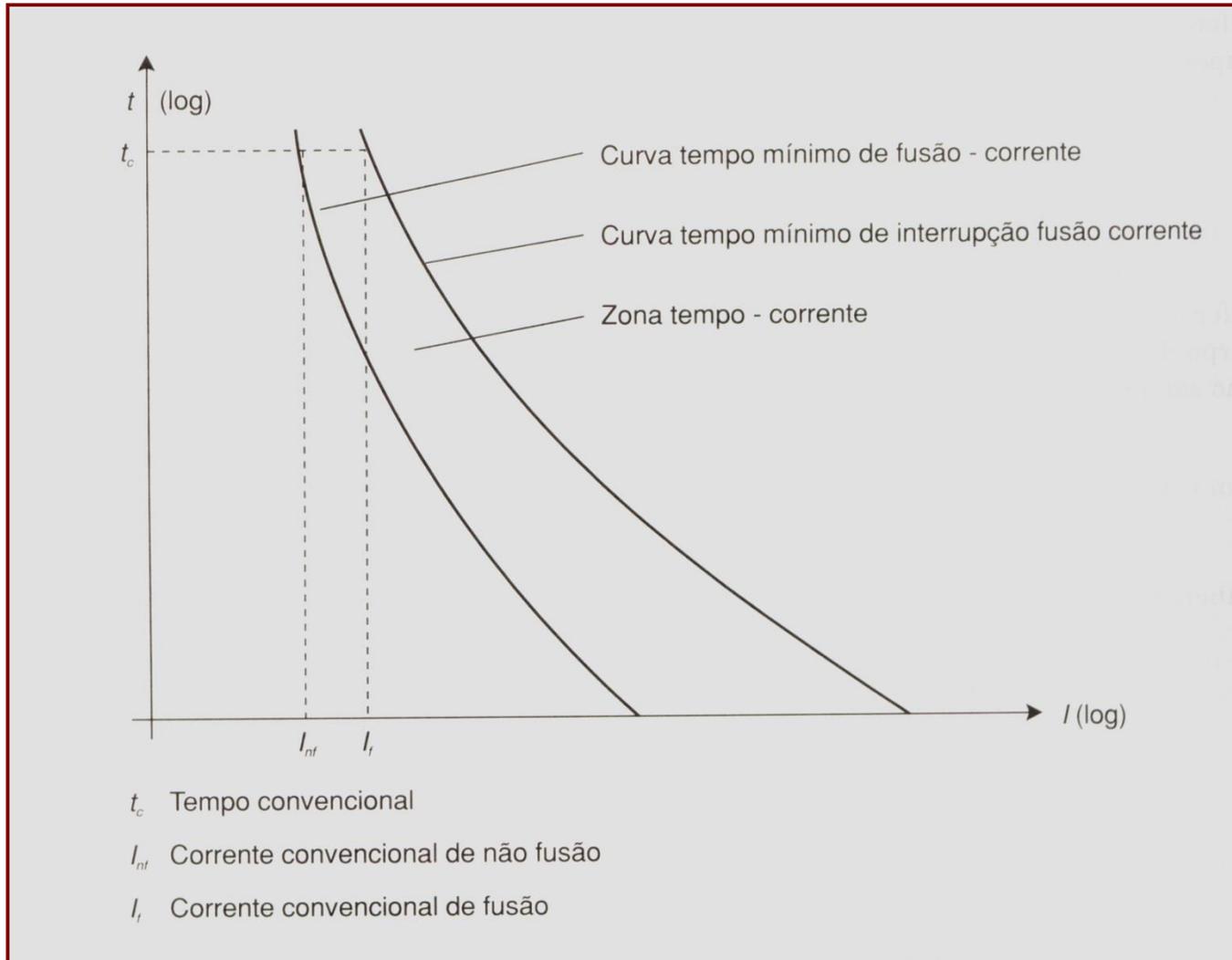


# Dispositivo fusible

## Característica tiempo-corriente

La característica tiempo-corriente de un dispositivo fusible da el tiempo virtual de fusión o de interrupción, en función de la corriente presumida simétrica bajo condiciones específicas de operación. La faja comprendida entre la característica de tiempo mínimo de fusión y la de tiempo máximo de interrupción de corriente se denomina zona de fusión tiempo-corriente

## Dispositivo fusible - Características tiempo corriente



# Dispositivo fusible

## Ventajas

- Son de operación simple.
- Son de bajo costo.
- Actúan de forma rápida frente a un cortocircuito
- Son limitadores, tienen altos valores de capacidad de cortocircuito

## Desventajas

- No poseen capacidad de efectuar maniobras
- Son unipolares, en consecuencia pueden causar daños a las cargas
- Su característica tiempo-corriente no es ajustable
- No son de operación repetitiva
- Lentos para corrientes de sobrecarga

## Interruptor automático

**Interruptor automático:** Aparato mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en las condiciones normales del circuito, así como **establecer** y **soportar** durante un tiempo determinado e **interrumpir** corrientes en condiciones anormales tales como las de cortocircuito (IEC 60947-2 def. 2.1)

### Características asociadas a las funciones definidas

<b>establecer</b>	Poder de Cierre ( $I_{cm}$ )
<b>soportar</b>	Corriente asignada de corta duración ( $I_{cw}$ )
<b>interrumpir</b>	Poder de Corte ( $I_{cu} - I_{cs}$ )

Dispositivo con capacidad de seccionamiento bajo carga, comando y protección

Posibilidad de colocar accesorios, para obtener distintas funcionalidades

## Interrupción automática - Definiciones de la IEC 60947

**Capacidad de interrupción de cortocircuito último ( $I_{cu}$ ):** Es la máxima intensidad de cortocircuito que dicho interruptor puede cortar dos veces, con un ciclo de operación O-t-CO, a la tensión de empleo correspondiente. Tras el ciclo de apertura y cierre, no se requiere que el interruptor automático conduzca permanentemente su corriente asignada. (IEC 60947-2 def. 4.3.5.2.1)

**Capacidad de interrupción de cortocircuito en servicio ( $I_{cs}$ ):** Es la intensidad que dicho interruptor puede cortar tres veces, con un ciclo de operación O-t-CO-t-CO, a una determinada tensión de servicio ( $U_e$ ) y con un factor de potencia dado. Después del ciclo el interruptor automático debe poder conducir su corriente asignada. (IEC 60947-2 def. 4.3.5.2.2).

$I_{cs}$ , se expresa como un porcentaje de  $I_{cu}$ , generalmente 25, 50 o 100 %.

En el curso llamamos a  $I_{cu}$  = Poder de corte ( $PdC$ )

## Interruptor automático - Definiciones de la IEC 60947

**Poder de cierre en cortocircuito ( $I_{cm}$ ):** es el valor instantáneo máximo de corriente que el interruptor automático es capaz de establecer cuando el mismo cierra en cortocircuito. Este valor es asignado por el fabricante para la tensión nominal, frecuencia nominal y un factor de potencia especificado.

$I_{cu}$	$\cos \varphi$	$I_{cm} = k I_{cu}$
$6 \text{ kA} < I_{cu} \leq 10 \text{ kA}$	0.5	$1.7 \times I_{cu}$
$10 \text{ kA} < I_{cu} \leq 20 \text{ kA}$	0.3	$2 \times I_{cu}$
$20 \text{ kA} < I_{cu} \leq 50 \text{ kA}$	0.25	$2.1 \times I_{cu}$
$50 \text{ kA} \leq I_{cu}$	0.2	$2.2 \times I_{cu}$

**table H2.34: relation between rated breaking capacity  $I_{cu}$  and rated making capacity  $I_{cm}$  at different power-factor values of short-circuit current, as standardized in IEC 947-2.**

## Interruptor automático - Definiciones de la IEC 60947

**Corriente admisible de corta duración ( $I_{cw}$ ):** es aquella que el interruptor puede soportar en la posición de cerrado durante un tiempo corto en condiciones de empleo y comportamiento especificados. (IEC 60947-2 def. 4.3.5.5.4)

Se definen además dos **Categorías de utilización:**

**Tipo A:** Interruptores limitadores de energía, sin retardo intencional en el disparo magnético. (disparan muy rápido ante un cortocircuito)

**Tipo B :** Interruptores no limitadores de energía, interruptores selectivos, capaces de soportar una corriente de cortocircuito durante un tiempo. (es posible retardar hasta 1 segundo el disparo frente a un cortocircuito)

## Interruptor automático - Características IEC 60947

- Valores asignados ( $I_u$ ,  $U_e$ )
- Valores límites ( $I_{cu}$ ,  $I_{cs}$ ,  $I_{cw}$ ,  $I_{cm}$ )
- Valores de aislamiento ( $U_i$ ,  $U_{imp}$ )
- Categorías de utilización (A, B)

## Interruptor automático - Características IEC 60947

Las normas IEC que regulan la fabricación de los interruptores son las siguientes:

- IEC 60898 “Interruptores para instalaciones domésticas y análogas”
- IEC 60947-2 “Interruptores para instalaciones industriales”

# Interruptor automático

- Existen varios tipos de interruptores automáticos:
  - Interruptores de riel din - Miniature Circuit Breaker (MCB)
    - (“de riel”, “tipo din”, “térmicas”, “termomagnéticas”)
    - Uso doméstico e industrial
  - Interruptor en caja moldeada - Module Case Circuit Breaker (MCCB)
    - Uso industrial
  - Interruptor en aire - Air Circuit Breaker (ACB)
    - Uso industrial

## Interruptor automático de riel din - MCB

Interruptores automáticos de riel din tiene disparo termomagnético:

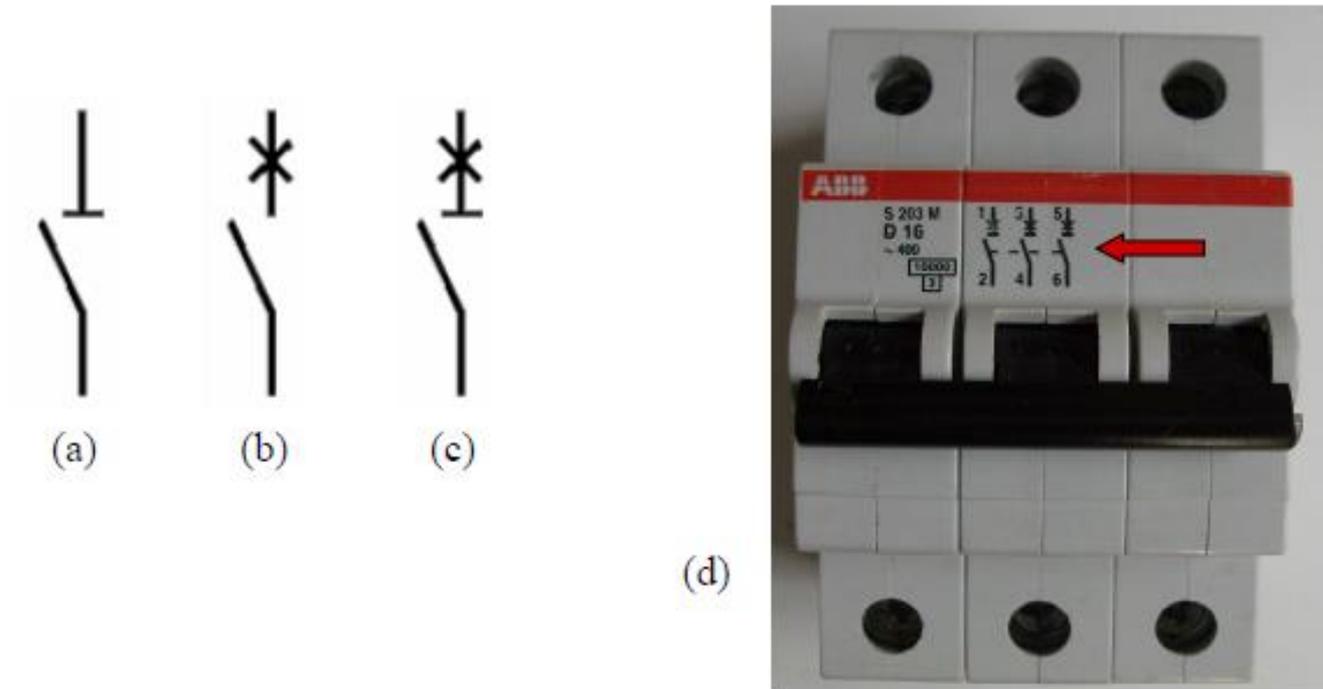
- disparador térmico para la protección contra sobrecargas.
- disparador magnético para la protección contra cortocircuitos.

## Interruptor automático de riel din - MCB



- corrientes nominales  $\leq 125A$
- Valores estándares 2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 y 125A
- utilizados en circuitos terminales de distribución secundaria

## Interruptor automático de riel din - MCB



**Figura 4.1** (a) Símbolo de seccionador , (b) Símbolo de interruptor, (c) Símbolo de interruptor seccionador, (d) Mini interruptor (MCB) con el símbolo grabado de interruptor seccionador.



# Dispositivos de protección contra sobrecorrientes

## Interruptor automático en caja moldeada

Interruptor automático alojado en una caja de material aislante moldeado que forma parte integrante del propio aparato (IEC 60947-2 def. 2.5)



Instalaciones Eléctricas – Curso



Udelar -

# Dispositivos de protección contra sobrecorrientes

## Interruptor automático en aire

Interruptor automático en el cual los contactos de apertura y cierre restan al aire a presión atmosférica (IEC 60947-2 def. 2.7) [*Interruptor automático alojado en una caja de material aislante de tipo metálico formando parte integrante del propio*]



# IEC Definiciones para CBs (IEC 60947)

## Interrupidores automáticos en caja moldeada

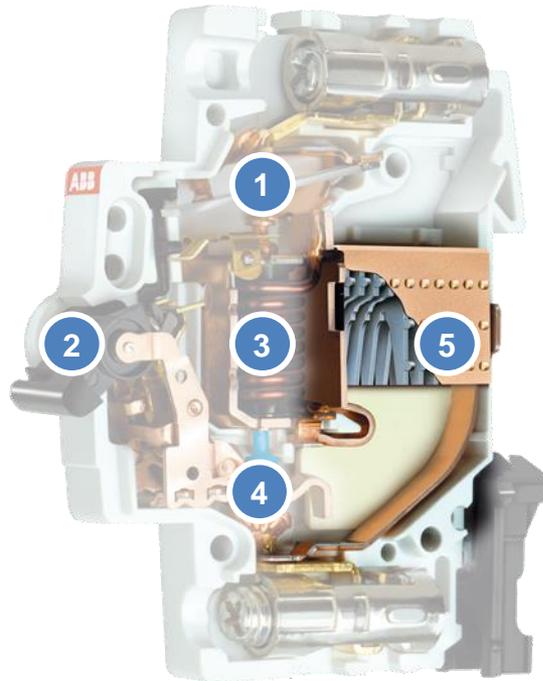
<b>Tmax T2L 160</b>	<b><math>I_n=160A</math> <math>U_e=690V</math> <math>U_i=800V</math> <math>U_{imp}=8kV</math></b>							<b>IEC 60947-2</b>
<b><math>U_e</math> (V)</b>	230	400/415	440	500	690	250	500	Made in Italy by ABB SACE  <b>CE</b>
<b><math>I_{cu}</math> (kA)</b>	150	85	75	50	10	85	85	
<b><math>I_{cs}</math> (% <math>I_{cu}</math>)</b>	75	75	75	75	75	75	75	
<b>Cat A</b>	~ 50-60Hz				2 P  3 P in series			

# IEC Definiciones para CBs (IEC 60947)

## Interrupidores automáticos en Aire

<b>SACE E3N 32</b>		$I_n=3200A$						$U_e=690V$	
		$I_{cw}=65kA \times 1$							
Cat B 		50-60 Hz						CEI EN 60947	
$U_e$ (V)		230	415	440	500	690	250	IEC 947-2	
$I_{cu}$ (kA)		65	65	65	65	65	65		
$I_{cs}$ (kA)		65	65	65	65	65	65		

## Interruptor automático de riel din - MCB

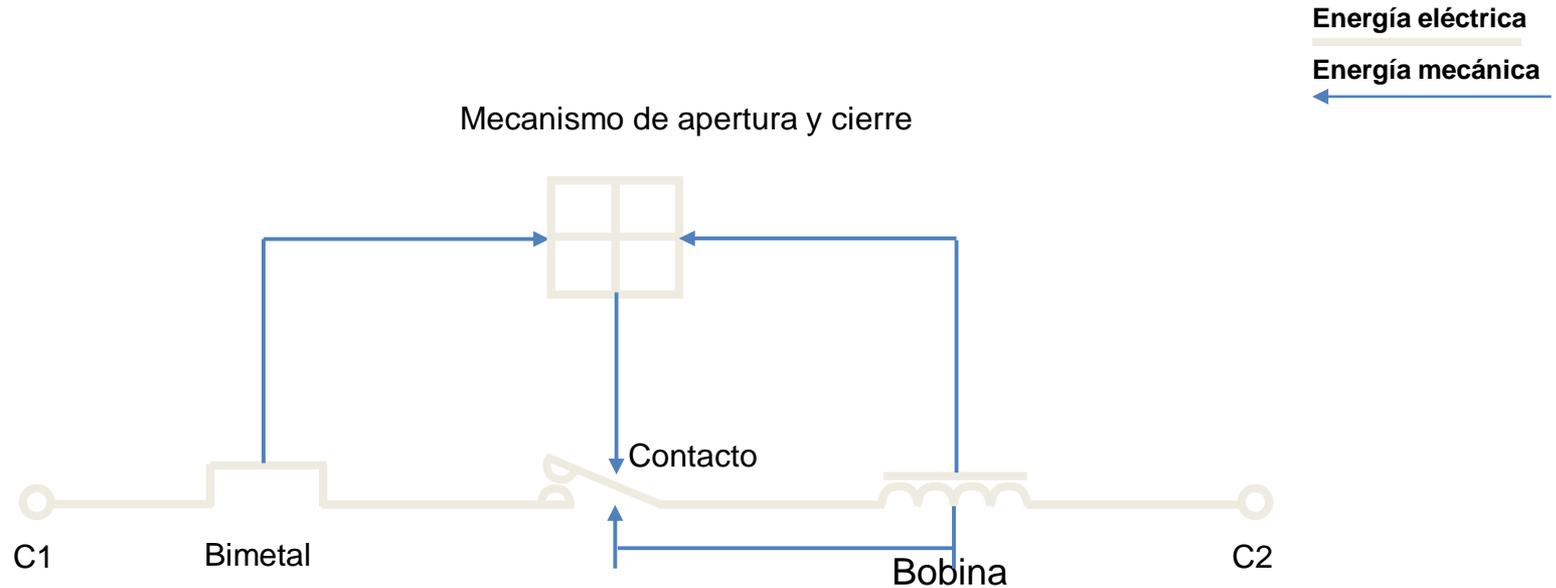


### Vista interior de un MCB:

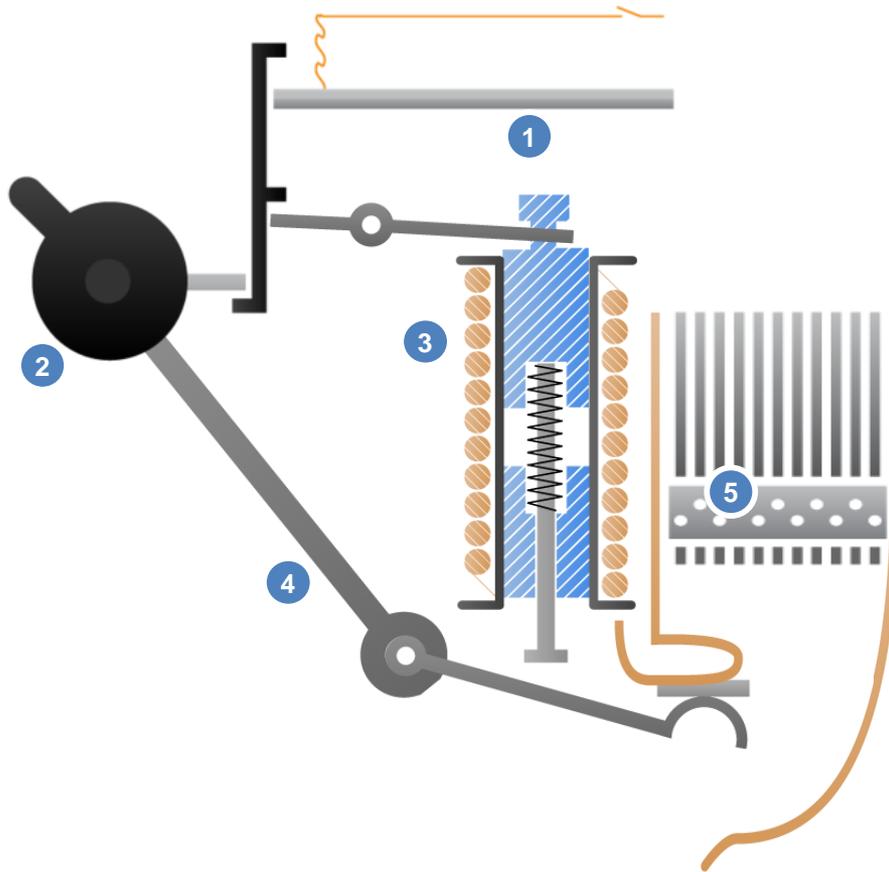
1. Bimetálico disparo por sobrecarga
2. Maneta
3. Bobina electromagnética disparo por cortocircuito
4. Mecanismo de disparo
5. Sistema de extinción del arco

# Interruptor automático termomagnético de riel din

## Diagrama de bloques de un MCB

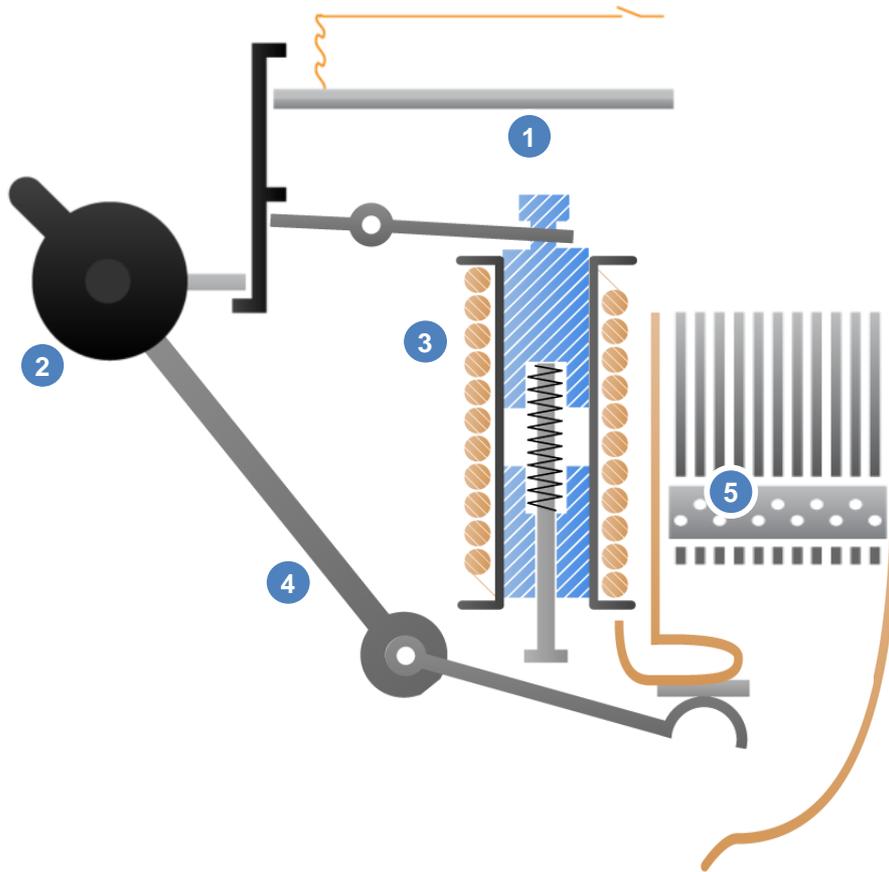


## Interruptor termomagnético de riel din - Funcionamiento



1. Bimetálico disparo por sobre carga
2. Maneta
3. Disparo electromagnético por cortocircuito
4. Mecanismo de disparo
5. Sistema de extinción del arco

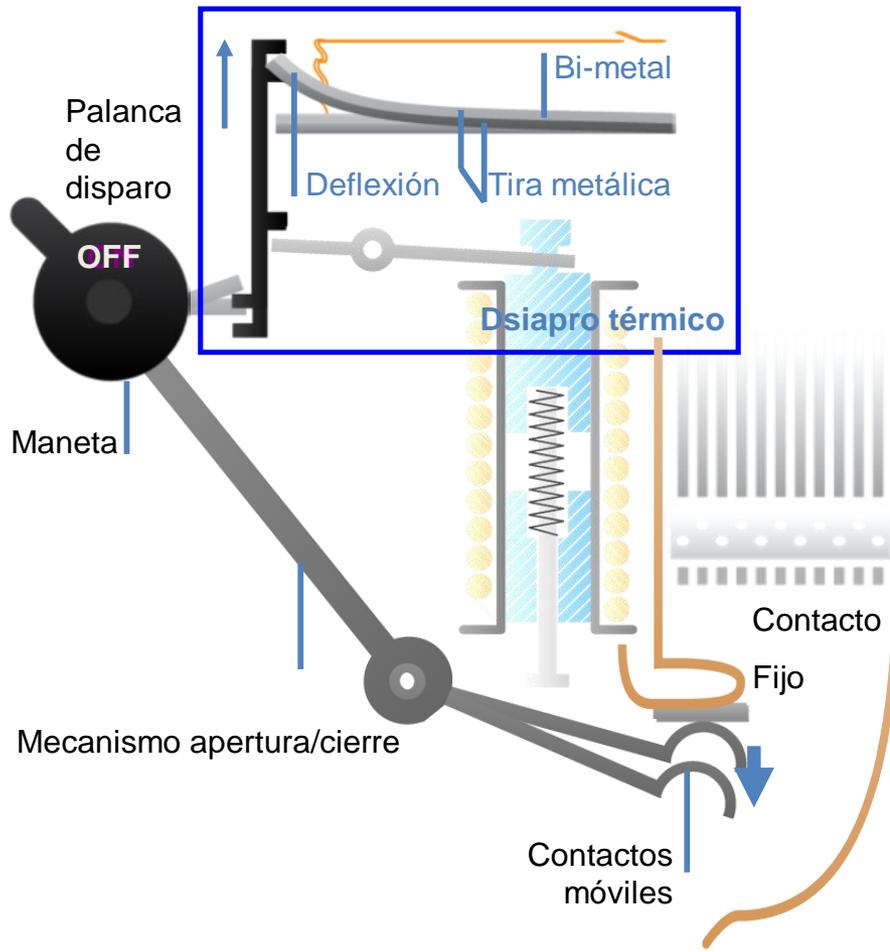
## Interrupor termomagnético de riel din - Funcionamiento



1. Bimetálico disparo por sobre carga
2. Maneta
3. Disparo electromagnético por cortocircuito
4. Mecanismo de disparo
5. Sistema de extinción del arco

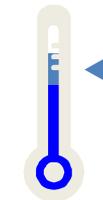
# Interruptor termomagnético de riel din - Disparo por sobrecarga

La deflexión del bi-metal depende de la intensidad de la corriente y de la duración



## Funcionamiento del bi-metal (Térmico)

- Dos tiras metálicas
- Diferentes coeficientes de temperatura



Calor



Intensidad



Duración

- En los MCB el bi-metal da la señal al mecanismo de disparo.

# Interruptor automático termomagnético

## Desclasamiento térmico

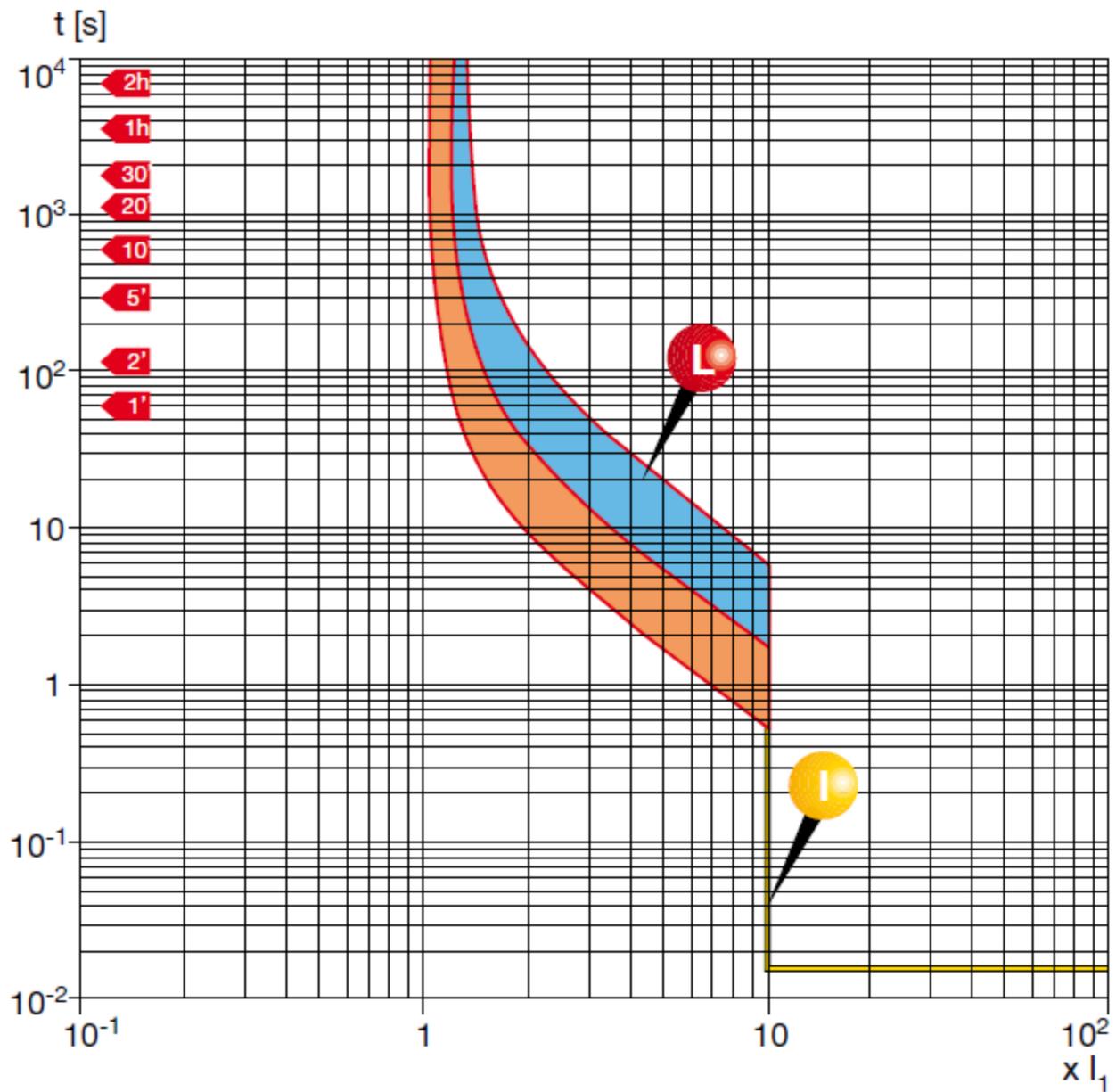
C60a. C60H: curve C. C60N: curves B and C (reference temperature: 30 °C)

rating (A)	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C	60 °C
1	1.05	1.02	1.00	0.98	0.95	0.93	0.90	0.88	0.85
2	2.08	2.04	2.00	1.96	1.92	1.88	1.84	1.80	1.74
3	3.18	3.09	3.00	2.91	2.82	2.70	2.61	2.49	2.37
4	4.24	4.12	4.00	3.88	3.76	3.64	3.52	3.36	3.24
6	6.24	6.12	6.00	5.88	5.76	5.64	5.52	5.40	5.30
10	10.6	10.3	10.0	9.70	9.30	9.00	8.60	8.20	7.80
16	16.8	16.5	16.0	15.5	15.2	14.7	14.2	13.8	13.5
20	21.0	20.6	20.0	19.4	19.0	18.4	17.8	17.4	16.8
25	26.2	25.7	25.0	24.2	23.7	23.0	22.2	21.5	20.7
32	33.5	32.9	32.0	31.4	30.4	29.8	28.4	28.2	27.5
40	42.0	41.2	40.0	38.8	38.0	36.8	35.6	34.4	33.2
50	52.5	51.5	50.0	48.5	47.4	45.5	44.0	42.5	40.5
63	66.2	64.9	63.0	61.1	58.0	56.7	54.2	51.7	49.2

NS250N/H/L (reference temperature: 40 °C)

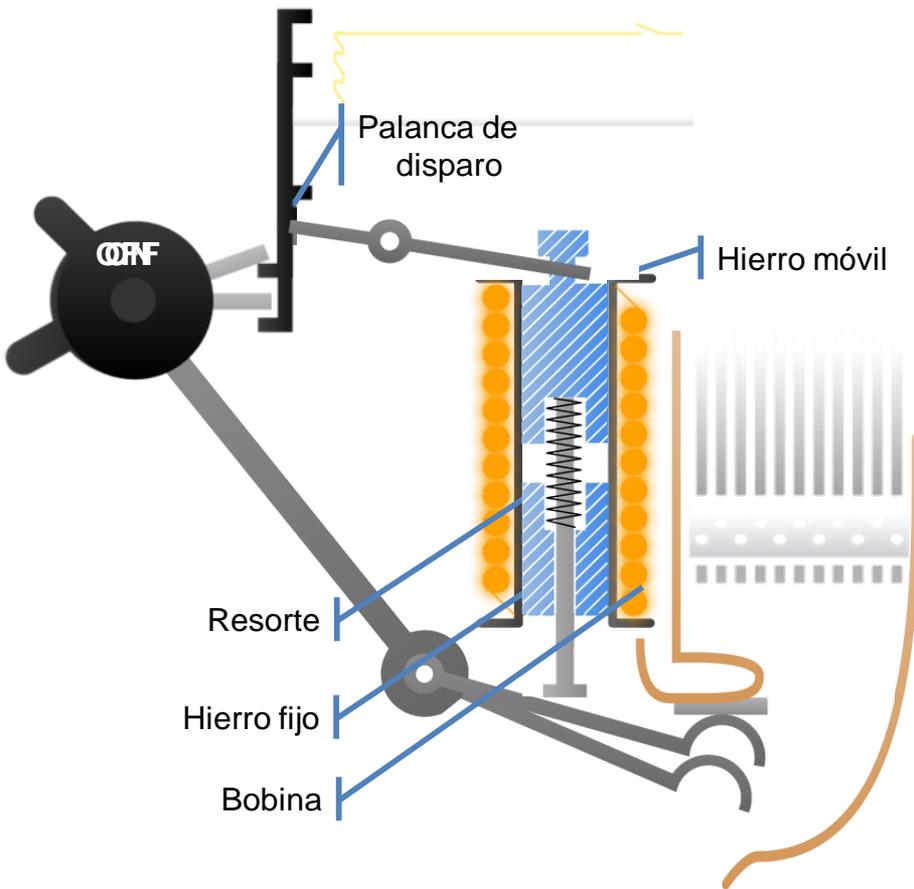
rating (A)	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C	60 °C
TM160D	160	156	152	147	144
TM200D	200	195	190	185	180
TM250D	250	244	238	231	225

tables H2-36: examples of tables for the determination of derating/uprating factors to apply to CBs with uncompensated thermal tripping units, according to temperature.



- = cold trip condition
- = hot trip condition

## Disparo electromagnético contra Cortocircuitos

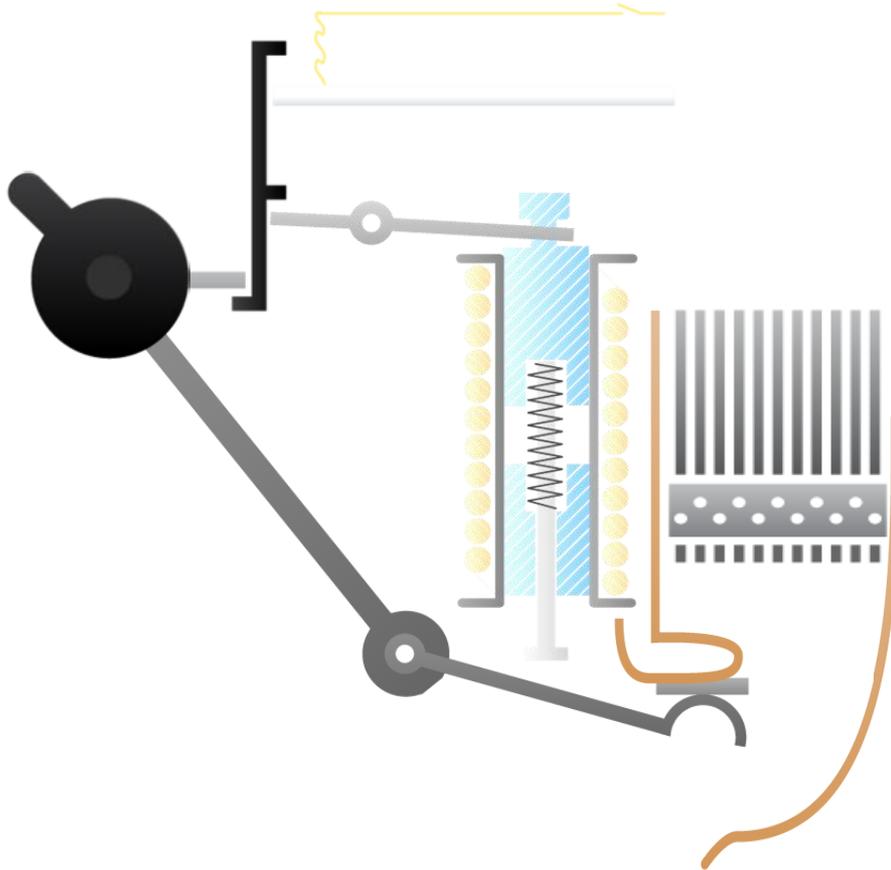


### Dispositivo de disparo electromagnético

- Consiste esencialmente en una bobina por donde pasa la corriente de carga
- Hay 2 núcleos de hierro, fijo y móvil
- Si la corriente supera un umbral, el hierro móvil activa la palanca de disparo
- El mecanismo de apertura separa los contactos principales

# Sistema de extinción de arco eléctrico

Garantiza una rápida y segura desconexión del circuito



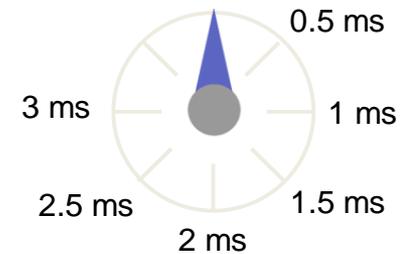
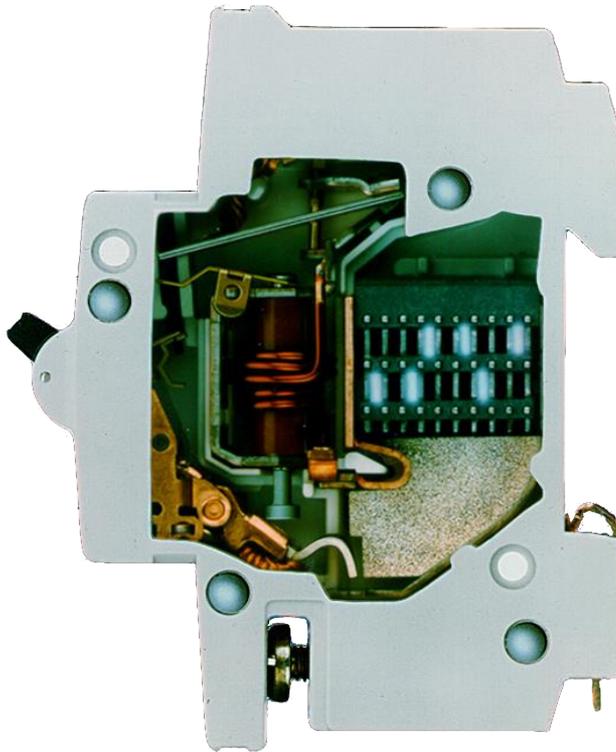
## Camara de arco:

- Separa el arco
- (mínima tensión de arco [ $V_{amin}$ ] = 30V)
- (arc voltage [ $V_a$ ] = 230V)

# Interruptor automático termomagnético

**3ms después del cortocircuito**

...la operación de disparo fue  
completada



# Interruptor automático termomagnético

## Curvas de disparo magnéticos

Los interruptores automáticos del tipo de riel vienen equipados sólo con unidad de disparo termomagnético, con disparo térmico fijo igual a la corriente nominal, y con tres curvas normalizadas de disparo magnético definidas por la IEC 60898:

**Curva B:** el disparo magnético actúa entre  $3I_n$  y  $5I_n$

**Curva C:** el disparo magnético actúa entre  $5I_n$  y  $10I_n$

**Curva D:** el disparo magnético actúa entre  $10I_n$  y  $20I_n$

## Característica tiempo corriente IEC 60898

### Tripping characteristics

Acc. to	Tripping characteristic and rated current	Thermal release ②		Tripping time	Electromagnetic release ①		Tripping time
		Current: conventional non-tripping c.	conventional tripping c.		Currents: hold current surges	trip at least at	
IEC/EN 60898-1	<b>B</b> 6 to 63 A	$1.13 \cdot I_n$	$1.45 \cdot I_n$	> 1 h	$3 \cdot I_n$	$5 \cdot I_n$	> 0.1 s
				< 1 h			< 0.1 s
	<b>C</b> 0.5 to 63 A	$1.13 \cdot I_n$	$1.45 \cdot I_n$	> 1 h	$5 \cdot I_n$	$10 \cdot I_n$	> 0.1 s
				< 1 h			< 0.1 s
	<b>D</b> 0.5 to 63 A	$1.13 \cdot I_n$	$1.45 \cdot I_n$	> 1 h	$10 \cdot I_n$	$20 \cdot I_n$	> 0.1 s
				< 1 h			< 0.1 s

# Interruptor automático termomagnético

## Curvas de disparo magnéticos

Los interruptores automáticos del tipo de riel vienen equipados sólo con unidad de disparo termomagnético, con disparo térmico fijo igual a la corriente nominal, y con tres curvas normalizadas de disparo magnético definidas por la IEC 60898:

**Curva B:** el disparo magnético actúa entre  $3I_n$  y  $5I_n$

**Curva C:** el disparo magnético actúa entre  $5I_n$  y  $10I_n$

**Curva D:** el disparo magnético actúa entre  $10I_n$  y  $20I_n$

# Curvas de disparo según IEC

## 1 Franja de disparo

Tiempo de disparo



↑  
Minutos

↑  
Segundos

— Multiplos de  $I_n(A)$  →

# Interruptores termomagnéticos

## Características tiempo-corriente

1 Corriente convencional de no disparo

2 Corriente convencional de disparo

Tiempo de disparo

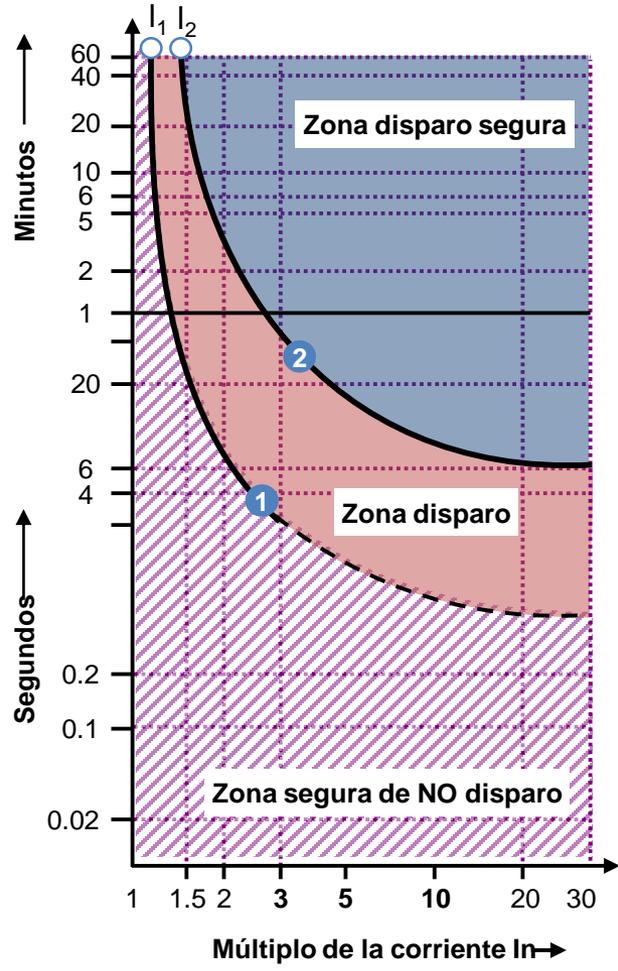
3 Cables de cobre

$$I_1 = 1.13 \times I_n$$

$$I_2 = 1.45 \times I_n$$

$$\theta_R = 30^\circ \text{ C}$$

IEC 60898 /  
B - Característica



# Interruptores termomagnéticos

## Características tiempo-corriente

1 Corriente convencional de no disparo

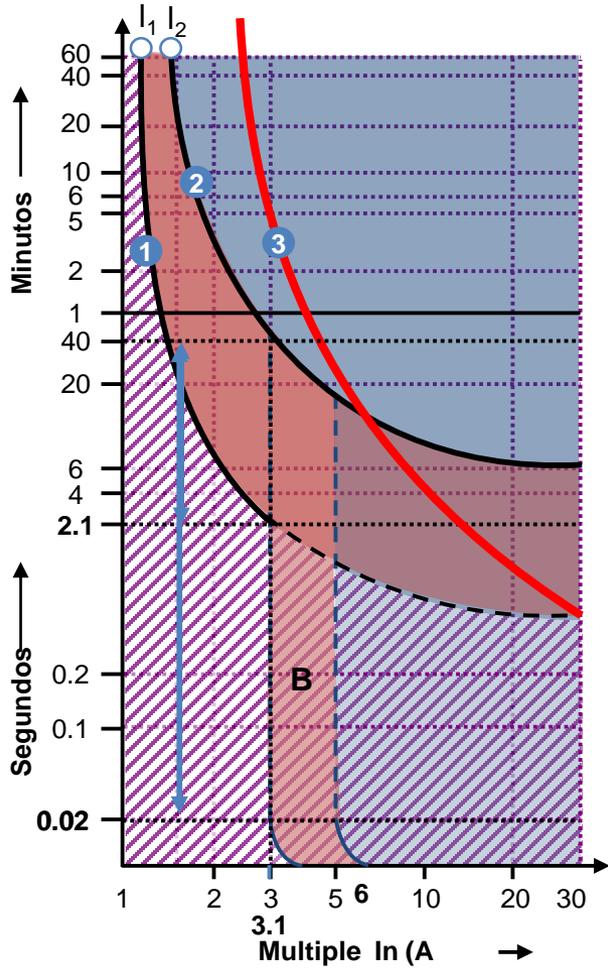
2 Corriente convencional de disparo

Tiempo de disparo

3 Cables de cobre

$I_1 = 1.13 \times I_n$   
 $I_2 = 1.45 \times I_n$   
 $\theta_R = 30^\circ C$

IEC 60898 /  
B - Característica



### Bi-metal

- Buena protección contra sobre cargas =  $3 \times I_n$
- Mala protección contracortocircuitos

### Ejemplo:

1. Sobrecorriente de  $3.1 I_n$
2. Sobrecorriente de  $6 I_n$

### Disparo electromagnético

- Buena protección contra cortocircuito
- Disparo inmediato en cortocircuito

# Interruptores termomagnéticos

## Características tiempo-corriente IEC 60898-1 y IEC 60947-2

Al igual que para los fusibles, en los interruptores automáticos se define la corriente de actuación convencional ( $I_2$ ) y la corriente de no actuación convencional ( $I_1$ ).

IEC 60898			IEC 60947		
Current	Initial condition	Action	Current	Initial condition	Action
<b><math>1,13xI_n</math></b>	Cold ; Current on all poles	No trip $t \leq 1h$ ( $I_n \leq 63A$ ) $t \leq 2h$ ( $I_n > 63A$ )	<b><math>1,05xI_1</math></b>	Cold ; Current on all poles	No trip $t \leq 1h$ ( $I_n \leq 63A$ ) $t \leq 2h$ ( $I_n > 63A$ )
<b><math>1,45xI_n</math></b>	Steadily increased within 5s	Trip $t \leq 1h$ ( $I_n \leq 63A$ ) $t \leq 2h$ ( $I_n > 63A$ )	<b><math>1,3xI_1</math></b>	Steadily increased	Trip $t \leq 1h$ ( $I_n \leq 63A$ ) $t \leq 2h$ ( $I_n > 63A$ )
<b><math>2,55xI_n</math></b>	Cold	Trip $1s \leq t \leq 60s$ for $I_n \leq 32A$ $1s \leq t \leq 120s$ for $I_n > 32A$			

# Dispositivos de protección contra sobrecorrientes

## Interruptor automático en caja moldeada

Interruptor automático alojado en una caja de material aislante moldeado que forma parte integrante del propio aparato (IEC 60947-2 def. 2.5)



Instalaciones Eléctricas – Curso



Udelar -

# Dispositivos de protección contra sobrecorrientes

## Interruptor automático en aire

Interruptor automático en el cual los contactos de apertura y cierre restan al aire a presión atmosférica (IEC 60947-2 def. 2.7) [*Interruptor automático alojado en una caja de material aislante de tipo metálico formando parte integrante del propio*]



# Dispositivos de protección contra sobrecorrientes

## Interruptor automático en caja moldeada y aire

Interruptores automáticos con unidades de disparo termomagnético ó electrónica:

Relé de protección termomagnético (regulable o fijo):

- Un disparador térmico para la protección contra sobrecargas.
- Un disparador “magnético” para la protección contra cortocircuitos.
- Descalamiento térmico.

Relé de protección electrónico:

- Protección contra sobrecarga y cortocircuitos con umbrales regulables.
- Umbrales de descalamiento térmico superiores

Posibilidad de colocar accesorios, para obtener distintas funcionalidades

# Dispositivos de protección contra sobrecorrientes

## Interruptor automático en caja moldeada

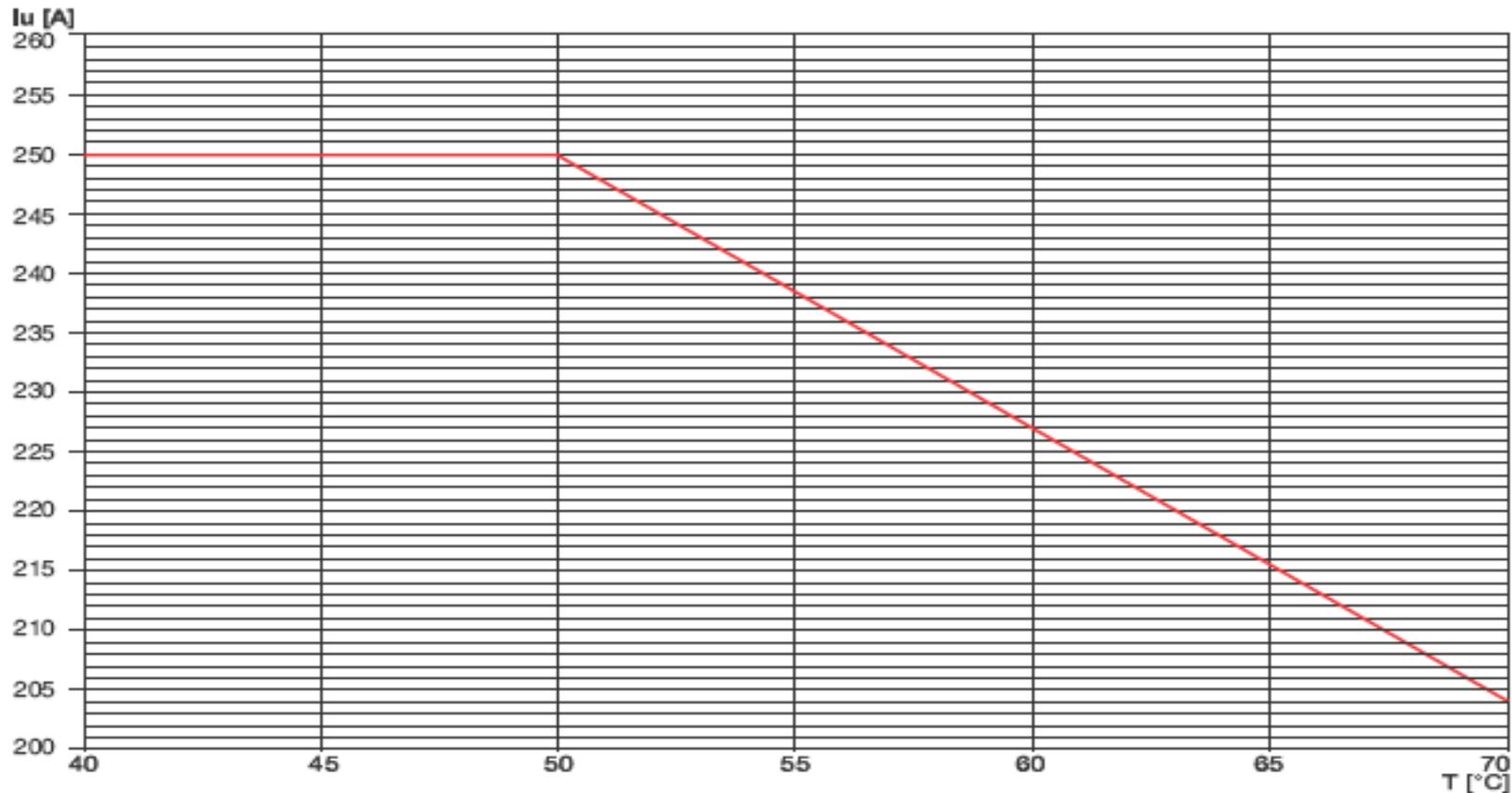
### Declasamiento térmico

T3 250 y T3D 250

Fijo

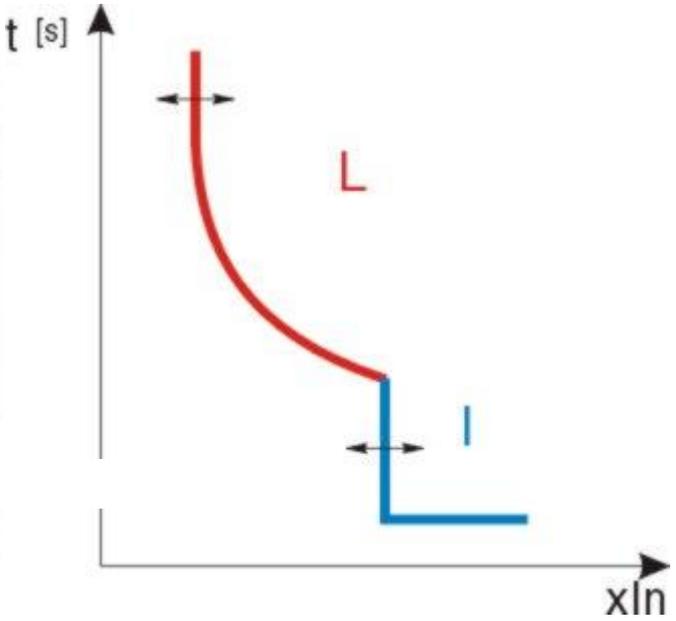
	hasta 40 °C	50 °C	60 °C	70 °C
	$I_{max}$ [A]	$I_{max}$ [A]	$I_{max}$ [A]	$I_{max}$ [A]
F	250	250	227	204

F = Anteriores de pletina



# Dispositivos de protección contra sobrecorrientes

## Interruptor automático en caja moldeada



Uso en:

- Protección de capacitores
- Distribución AC/DC
- Protección de transformadores

	L	I
TMF	$I1 = I_n$	$I3 = 10 \times I_n$
TMD	$I1 = 0,7..1 \times I_n$	$I3 = 10 \times I_n$
TMA	$I1 = 0,7..1 \times I_n$	$I3 = 5..10 \times I_n$

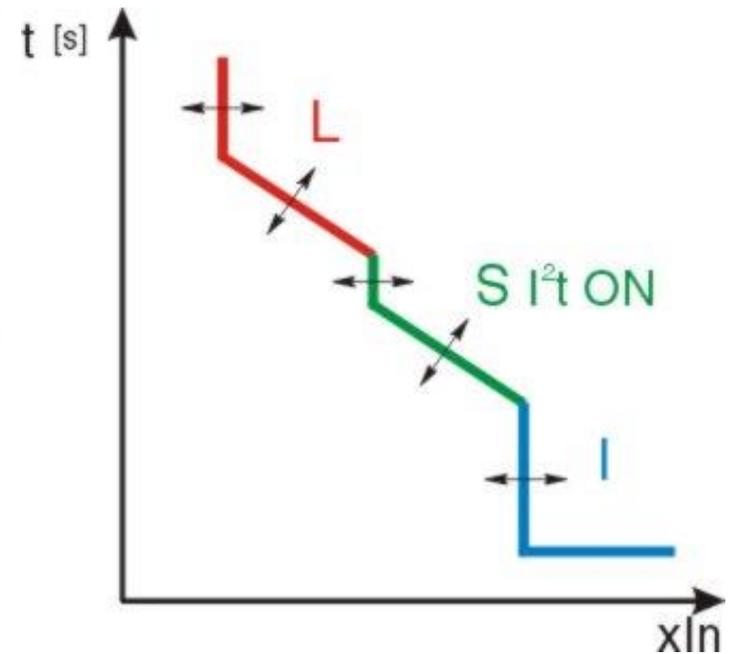
# Dispositivos de protección contra sobrecorrientes

## Interruptor automático en caja moldeada



Uso en:

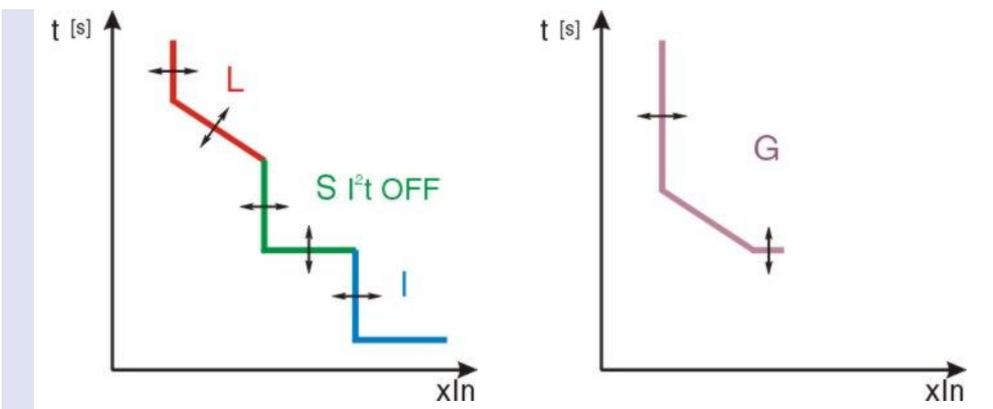
- Instalaciones de distribución CA
- Protección de los condensadores
- Protección de los transformadores
- Protección de los generadores
- Protección de cables en largas líneas



# Relés de protección electrónicos – PR223DS

## Funciones de protección y parametrización

Funciones de protección		Umbral de actuación	Curvas tiempos corrientes (1)
	Contra cortocircuito con intervención retardada a tiempo corto inverso y característica de intervención con tiempo dependiente ( $I^2t = \text{constante}$ )		Manual setting $t1 = 0,18...1 \times I_n$ $t1 = 3...18s$
	Contra cortocircuito con intervención retardada a tiempo corto inverso y característica de intervención con tiempo dependiente ( $I^2t = \text{constante}$ )	$I^2t=k$	$t2 = 0,05...0,5s$
		$t=k$	$t2 = 0,05...0,5s$
	Contra cortocircuito con intervención instantánea regulable		$I3 = 1,5...12 \times I_n(3)$ instantaneous $\leq 25 \text{ ms}$
	Contra defecto a tierra con intervención retardada a tiempo corto inverso y característica de intervención según una curva a tiempo dependiente ( $I^2t = \text{constante}$ )		$I4 = 0,2...1 \times I_n$ $t4 = 0,1...0,8 \times I_n$

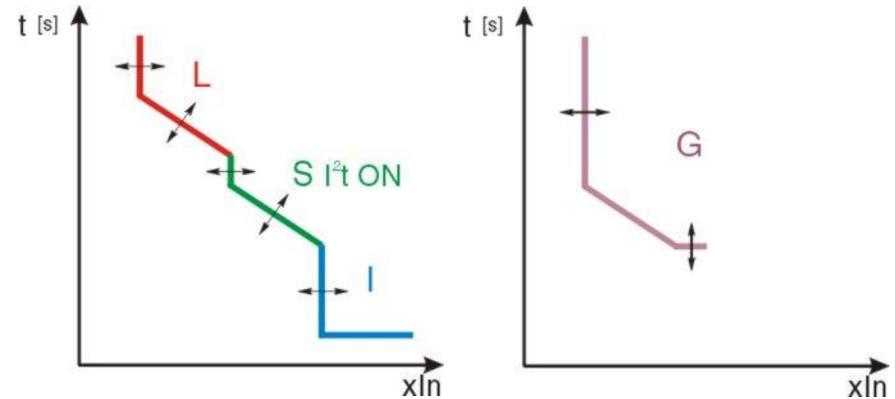


# Reles de protección electrónicos – PR332/P

## Current sensors

In [A]	400	630	800	1000	1250	1600
T7 800	✓	✓	■			
T7 1000	✓	✓	✓	■		
T7 1250	✓	✓	✓	✓	■	
T7 1600	✓	✓	✓	✓	✓	■

Versions: LI  
LSI  
LSIG  
LSIRc

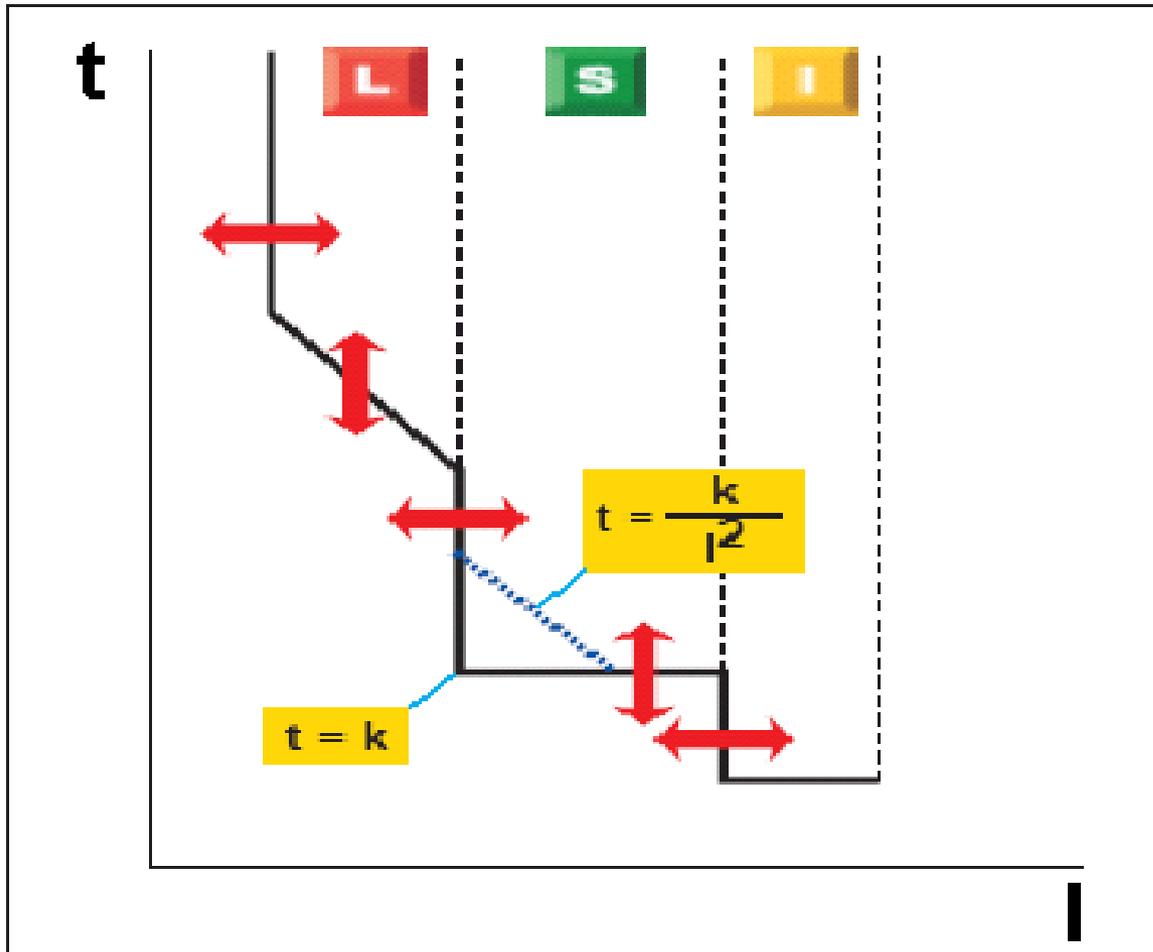


## Uso en:

- Instalaciones de distribución CA
- Protección de los condensadores
- Protección de los transformadores
- Protección de los generadores
- Protección de cables en largas líneas

- Seteo: MAN y ELT (BT030, PR330/D-M)
- Neutro OFF, 50-100-200%
- $f$  = Seteo 50-60Hz
- Rating plug
- Alarmas y prealarmas LEDs
- i-TEST
- Ajuste fino para la L
- Comunicación wireless bluetooth
- Dialogo modbus
- Memoria termica
- Selectividad de zona
- data logger
- Amplio display

# Curvas de protección con relés electrónicos



# Interruptores automáticos

## Principales características

- Son los únicos dispositivos de maniobra y protección que pueden cumplir con todas las funciones básicas de una instalación eléctrica.
- Generalmente son más caros que los dispositivos fusibles.
- Son unipolares o multipolares a diferencia de los fusibles.
- Ofrecen un amplio rango de corrientes nominales, permitiendo en muchos casos regulación de los disparadores, facilitando la coordinación de las protecciones.
- Su operación es repetitiva, pudiendo ser puestos en servicio luego de su operación sin ser remplazados.
- Disponen de unidades auxiliares que permiten obtener control remoto, medida, indicación de estado y de falla, etc.
- Cumplen con la norma IEC 947 en todo lo que respecta a la seguridad de las maniobras, siendo por lo tanto una protección mucho más segura para los operadores y las instalaciones.

### Datos comunes

#### Tensiones

Tensión asignada de empleo $U_e$	[V]	690 ~
Tensión asignada de aislamiento $U_i$	[V]	1000
Tensión asignada soportada a impulso $U_{imp}$	[kV]	12
Temperatura de empleo	[°C]	-25.....+70
Temperatura de almacenamiento	[°C]	-40.....+70
Frecuencia $f$	[Hz]	50 - 60
Número de polos		3 - 4
Ejecución		Fija - Extraíble

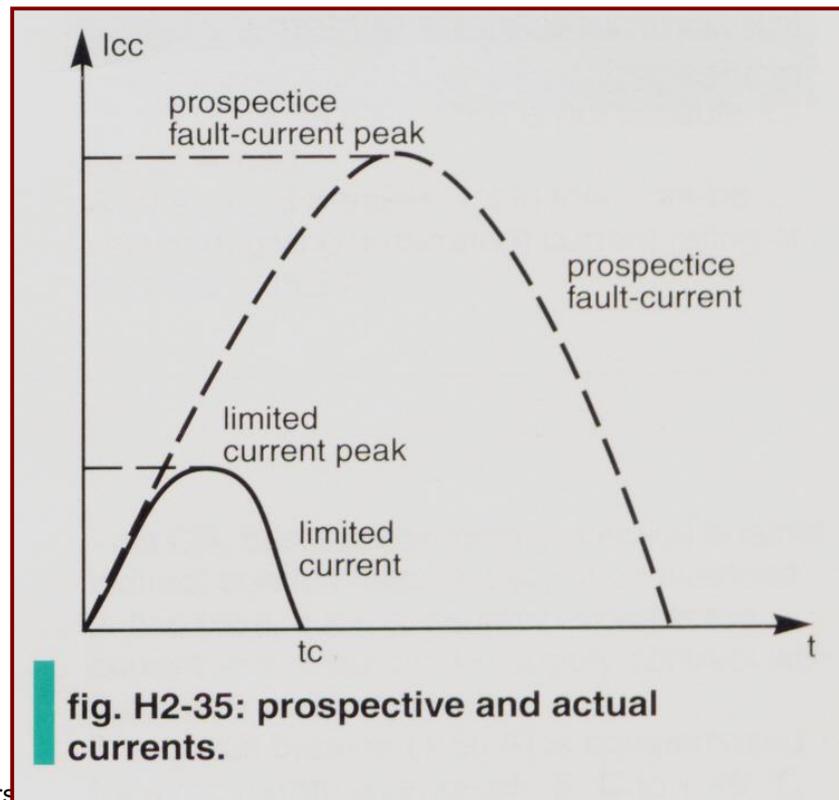


		E1		E2			
		B	N	B	N	S	L
<b>Niveles de prestación</b>							
<b>Corriente permanente asignada (a 40 °C) <math>I_u</math></b>	[A]	800	800	1600	1000	800	1250
	[A]	1000	1000	2000	1250	1000	1600
	[A]	1250	1250		1600	1250	
	[A]	1600	1600		2000	1600	
	[A]					2000	
	[A]						
	[A]						
Capacidad de corriente del polo neutro para interr. tetrapolares	[% $I_u$ ]	100	100	100	100	100	100
<b>Poder asignado de corte último en cortocircuito <math>I_{cu}</math></b>							
220/230/380/400/415 V ~	[kA]	42	50	42	65	85	130
440 V ~	[kA]	42	50	42	65	85	110
500/525 V ~	[kA]	42	50	42	55	65	85
660/690 V ~	[kA]	42	50	42	55	65	85
<b>Poder asignado de corte de servicio en cortocircuito <math>I_{cs}</math></b>							
220/230/380/400/415 V ~	[kA]	42	50	42	65	85	130
440 V ~	[kA]	42	50	42	65	85	110
500/525 V ~	[kA]	42	50	42	55	65	65
660/690 V ~	[kA]	42	50	42	55	65	65
Corriente asignada admisible de corta duración $I_{cw}$	(1s) [kA]	42	50	42	55	65	10
	(3s) [kA]	36	36	42	42	42	-
<b>Poder asignado de cierre en cortocircuito (valor de cresta) <math>I_{cm}</math></b>							
220/230/380/400/415 V ~	[kA]	88,2	105	88,2	143	187	286
440 V ~	[kA]	88,2	105	88,2	143	187	242
500/525 V ~	[kA]	75,6	75,6	84	121	143	187
660/690 V ~	[kA]	75,6	75,6	84	121	143	187
<b>Categoría de empleo</b> (según IEC 60947-2)		B	B	B	B	B	A
<b>Aptitud al seccionamiento</b> (según IEC 60947-2)		■	■	■	■	■	■

# Interruptores limitadores de corriente

## Categoría de utilización A

Existen interruptores que tienen la capacidad de limitar la corriente presunta de cortocircuito y se denominan *Interruptores Limitadores de Corriente*. Estos interruptores interrumpen la corriente de cortocircuito antes del primer pico, por lo cual la corriente de cortocircuito nunca alcanza el valor de cresta presumido.



# Interruptores limitadores de corriente

## Integral de Joule o Energía Específica ( $I^2t$ )

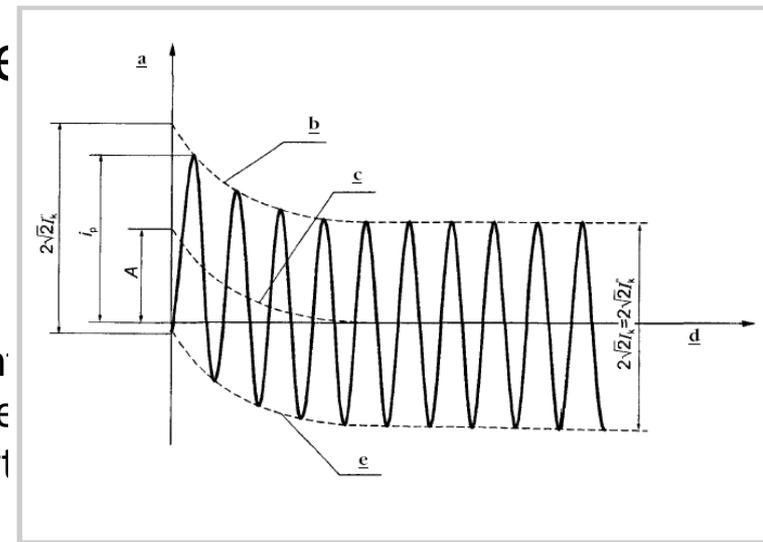
La *Integral de Joule* representada por el símbolo ( $I^2t$ ) es el valor de la energía térmica por unidad de resistencia ( $1 \text{ A}^2\text{s} = 1 \text{ J}/\Omega$ ) liberada en un circuito y se denomina Energía Específica:

$$\left(I^2t\right) = \int_0^t i^2 \cdot dt$$

# Interruptores limitadores de corriente

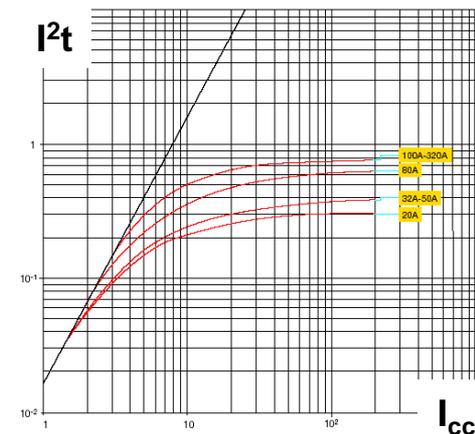
## Energía específica ( $I^2t$ )

- Esta magnitud asume una importancia fundamental en el estudio de los efectos térmicos resultantes de la circulación de corriente durante la duración como es el caso de las corrientes de cortocircuito.

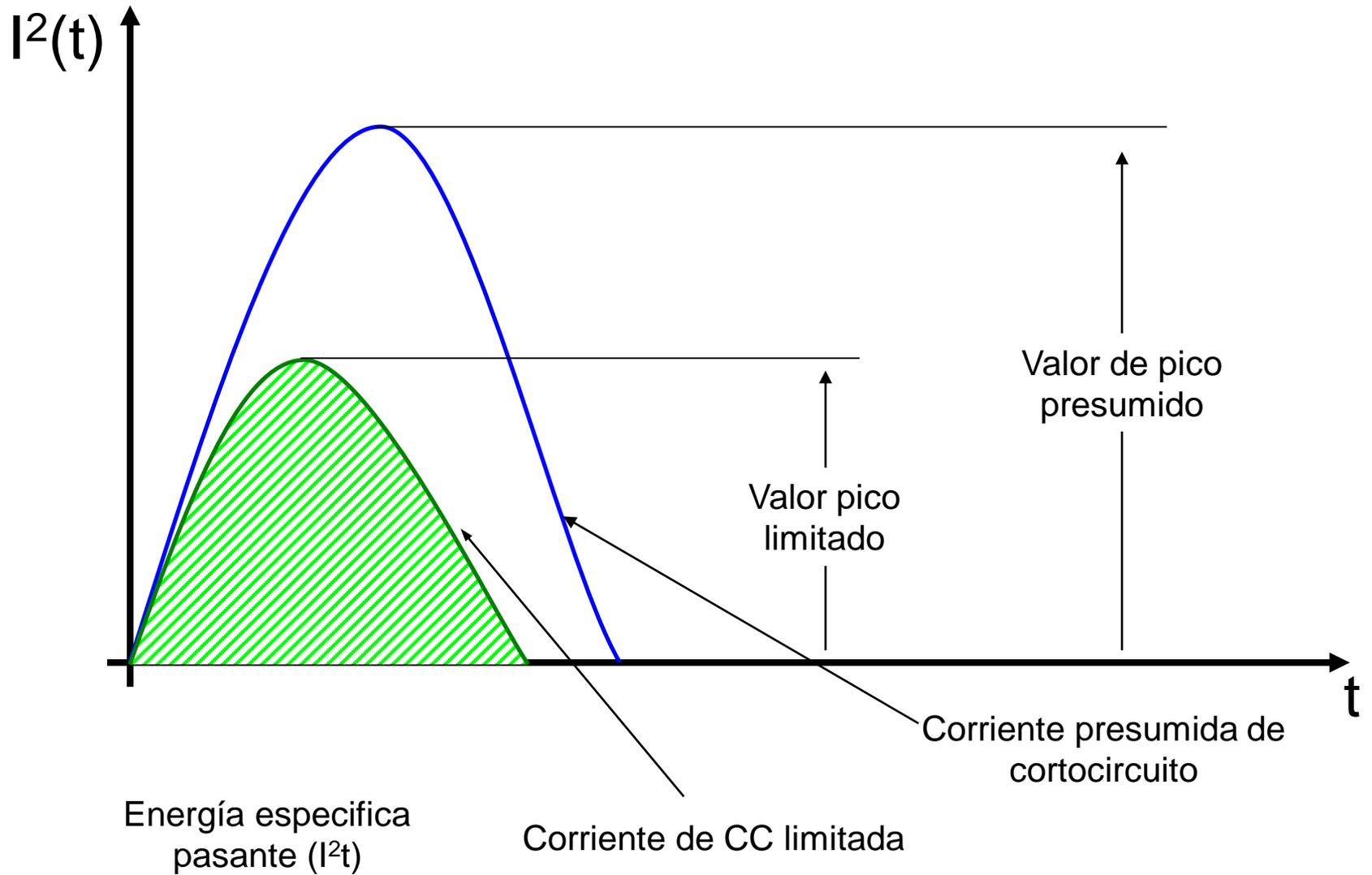


- Debido a la forma de onda de la corriente de cortocircuito en los primeros ciclos posteriores al cortocircuito, no es válido considerar constante el valor eficaz de la corriente. Por lo que para el estudio de los efectos térmicos, en particular el calentamiento de los conductores y la selección de los dispositivos de protección, no se puede separar la *Corriente* del *Tiempo*, y es necesario considerar la Energía Específica.

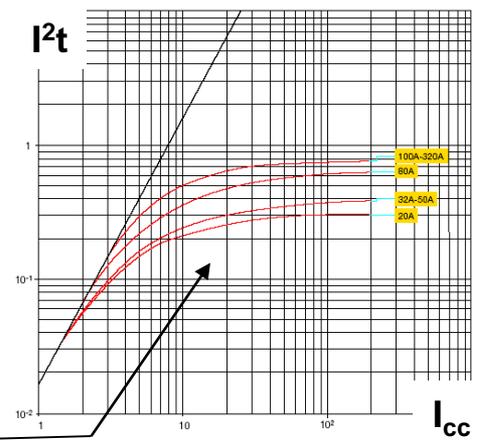
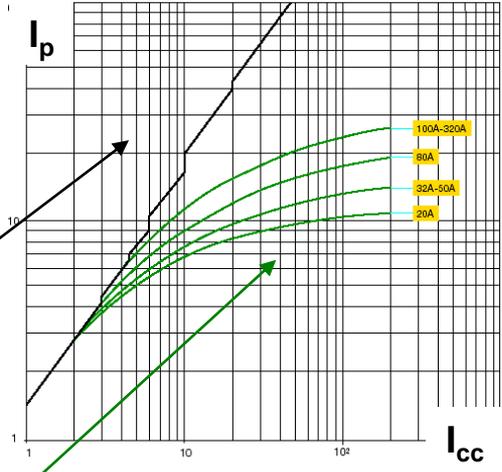
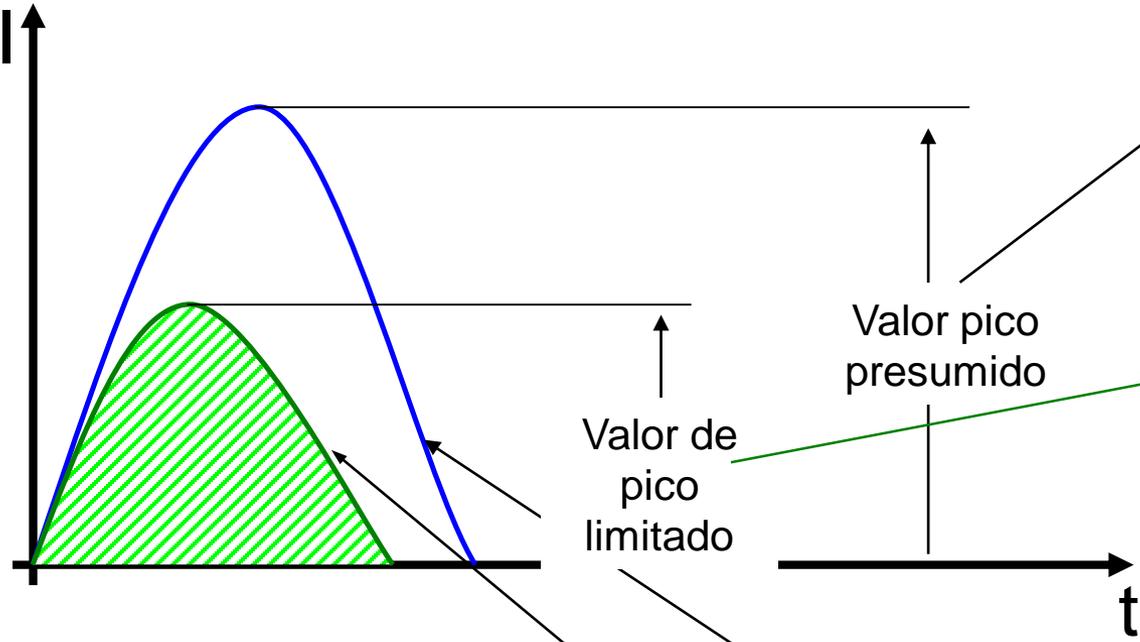
- Utilizar curvas suministradas por los fabricantes



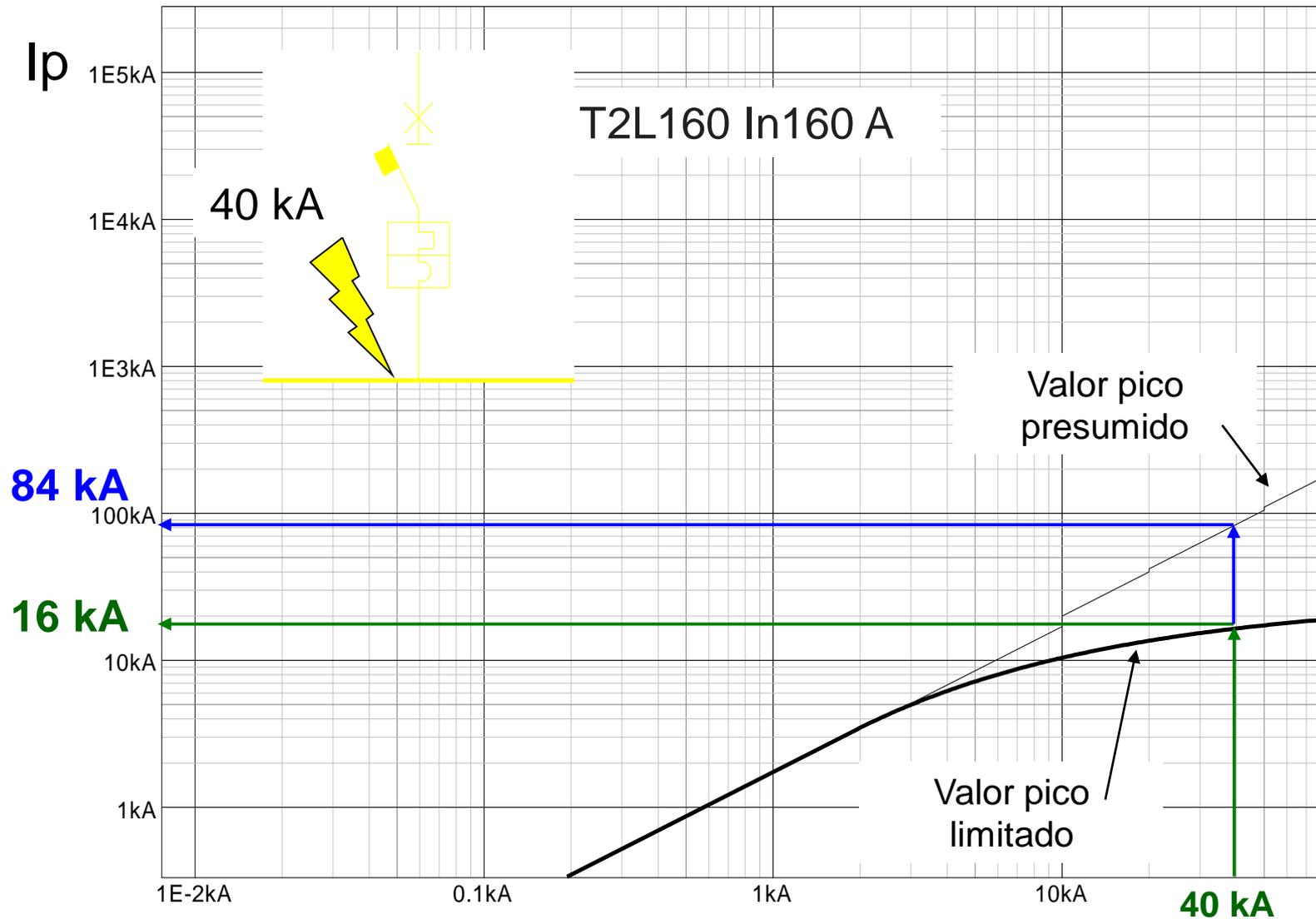
# Interruptores limitadores de corriente



# Interruptores limitadores de corriente

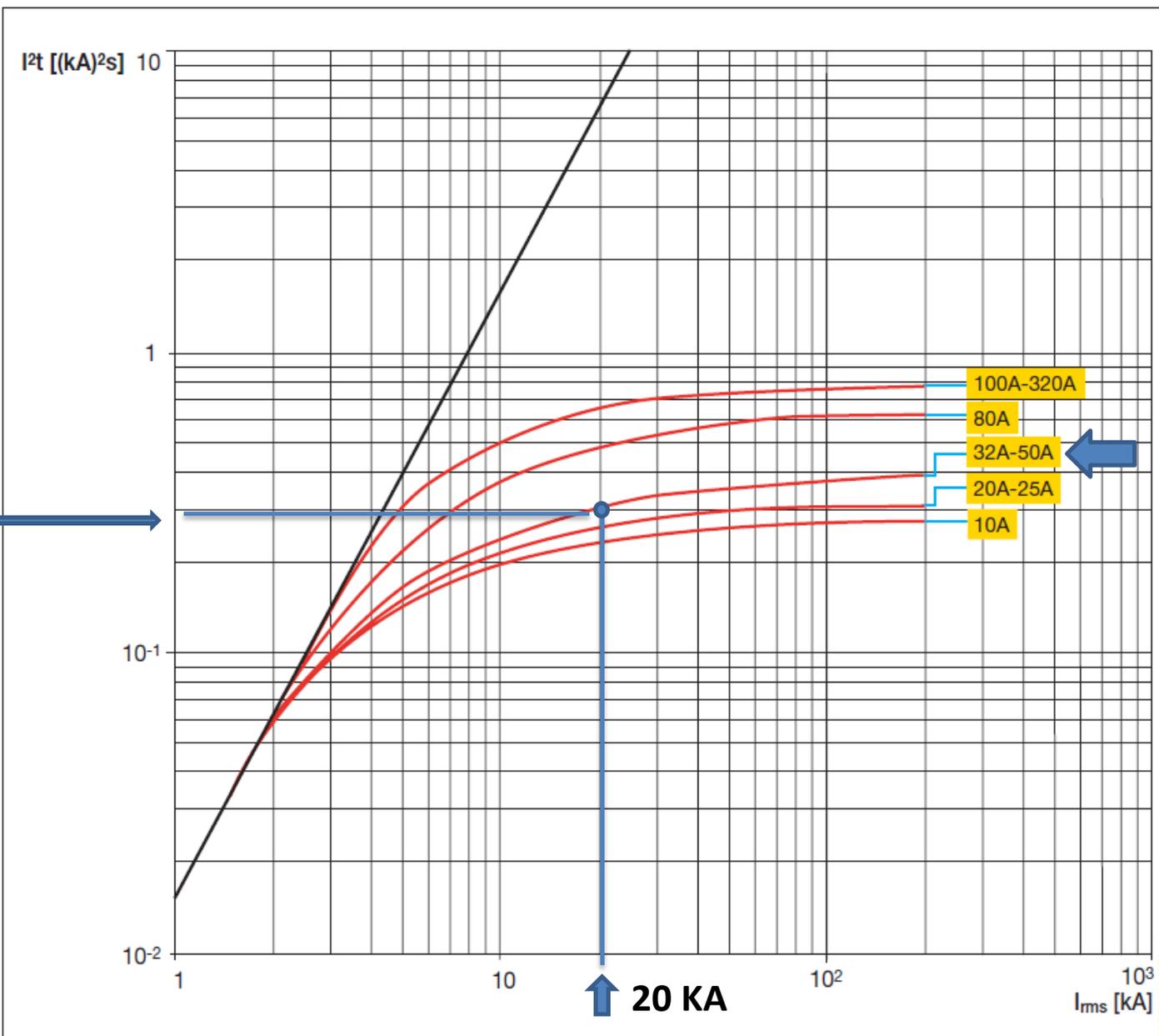


# Interruptores limitadores de corriente



# T4 250/320

400-440 V



300.000 A<sup>2</sup>.S

$$(I^2t)_{I_{ccm\acute{a}x}} \leq K^2 S^2$$

20 kA

$I_{rms}$  [kA]





Limited energy classes

Short-circuit rated capacity (A)	Limited energy classes					
	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>	
	$I^2t$ max (A <sup>2</sup> s)		$I^2t$ max (A <sup>2</sup> s)		$I^2t$ max (A <sup>2</sup> s)	
	B-C Type	B Type	C Type	B Type	C Type	
3000	No	31000	37000	15000	18000	
4500	limits	60000	75000	25000	30000	
6000	are	100000	120000	35000	42000	
10000	specified	240000	290000	70000	84000	

# Interruptores limitadores de corriente

## Ventajas del uso

- **Limita la energía específica** por lo que reduce los efectos térmicos debidos a las corrientes de cortocircuito. En particular reduce el calentamiento de los conductores del circuito aguas abajo en caso de cortocircuito.
- **Limita la corriente de cresta presumida** de cortocircuitos por lo que reduce los efectos mecánicos. Las fuerzas electrodinámicas son menores con un menor riesgo de deformación de barras y posible ruptura de aisladores, etc.

En particular, por medio de la limitación de energía se puede obtener una economía de la instalación utilizando el procedimiento de “Back-up” que veremos en el punto de Coordinación de Protecciones.

# Selección de la protección contra sobrecorrientes

- Un dispositivo de protección debe ser instalado en cada punto donde exista una reducción de la *Corriente admisible del circuito I<sub>z</sub>*, en particular en el origen de cada circuito.
- El dispositivo de protección debe permitir el flujo de la corriente de diseño del circuito protegido en forma indefinida.
- El dispositivo debe interrumpir las sobrecorrientes en un tiempo menor al dado por la característica térmica del cable.
- El dispositivo debe tener una Capacidad de Interrupción  $\geq$  corriente de cortocircuito máxima presumida en el punto donde se instale el mismo.
- El uso de dispositivos de protección con una Capacidad de Interrupción menor a la corriente de cortocircuito presumida en el punto de instalación es permitido por la norma IEC cuando se utiliza el concepto de *Back-up* que veremos en el punto de *Coordinación de Protecciones*.

# Selección de dispositivos de protección - norma IEC

## Protección contra sobrecargas

Se deben verificar las dos condiciones siguientes:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_Z$$

$I_B$  Corriente de diseño del circuito.

$I_n$  Corriente nominal del dispositivo de protección, en el caso de que el dispositivo sea con relé térmico regulable debe ser la Corriente de ajuste  $I_r$ .

$I_Z$  Corriente admisible del circuito.

$I_2$  Corriente convencional de actuación del dispositivo, en el caso de un fusible será la corriente convencional de fusión

# Protección contra sobrecorrientes según norma IEC

## Protección contra sobrecargas con interruptor automático

Corriente de convencional de disparo

$I_2 = 1.45 I_n$  Interruptores de uso doméstico (IEC 60898)

$I_2 = 1.30 I_n$  Interruptores de uso industrial (IEC 60947)

Entonces para interruptores automáticos (normas IEC) alcanza con verificar:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

# Protección contra sobrecorrientes según norma IEC

## Protección contra sobrecargas con dispositivos fusibles tipo gG

Fusibles tipo gG que cumplen con IEC60269:

Corriente convencional de fusión

$$I_2 = k_1 I_n$$

Por lo tanto para fusibles se debe verificar:

$$I_B \leq I_n \leq k_2 \cdot I_Z$$

$I_n$	$k_1$	$k_2$
$I_n \leq 4A$	2.1	0.69
$4A < I_n \leq 16A$	1.9	0.76
$16A < I_n$	1.6	0.90

# Selección de dispositivos de protección - norma IEC

## Protección contra cortocircuitos

Condición 1

$$PdC \geq I''_{k_{MAX}}$$

Condición 2

$$(I^2 t) \leq K^2 S^2$$

**PdC** Capacidad de interrupción en cortocircuito del dispositivo de protección en kArms, Icu.

$I''_{k_{MAX}}$  Corriente de cortocircuito máxima presumida en el punto de instalación del dispositivo en kArms.

$(I^2 t)$  Energía específica que el dispositivo de protección deja pasar en caso de cortocircuito en A2s.

$K^2 S^2$  La energía que puede absorber el cable en régimen adiabático.

**S** Sección del cable o conductor en mm<sup>2</sup>.

**K** Factor que depende del material del conductor y de su aislamiento.

Material Conductor	K	
	PVC	XLPE
Cobre	115	143
Aluminio	76	94

# Selección de dispositivos de protección - norma IEC

## Protección contra cortocircuitos

La **condición 2)**  $(I^2 t) \leq K^2 S^2$  debe cumplirse a lo largo de todo el cable protegido por el dispositivo. En la práctica con interruptores automáticos es suficiente con verificar las dos condiciones siguientes:

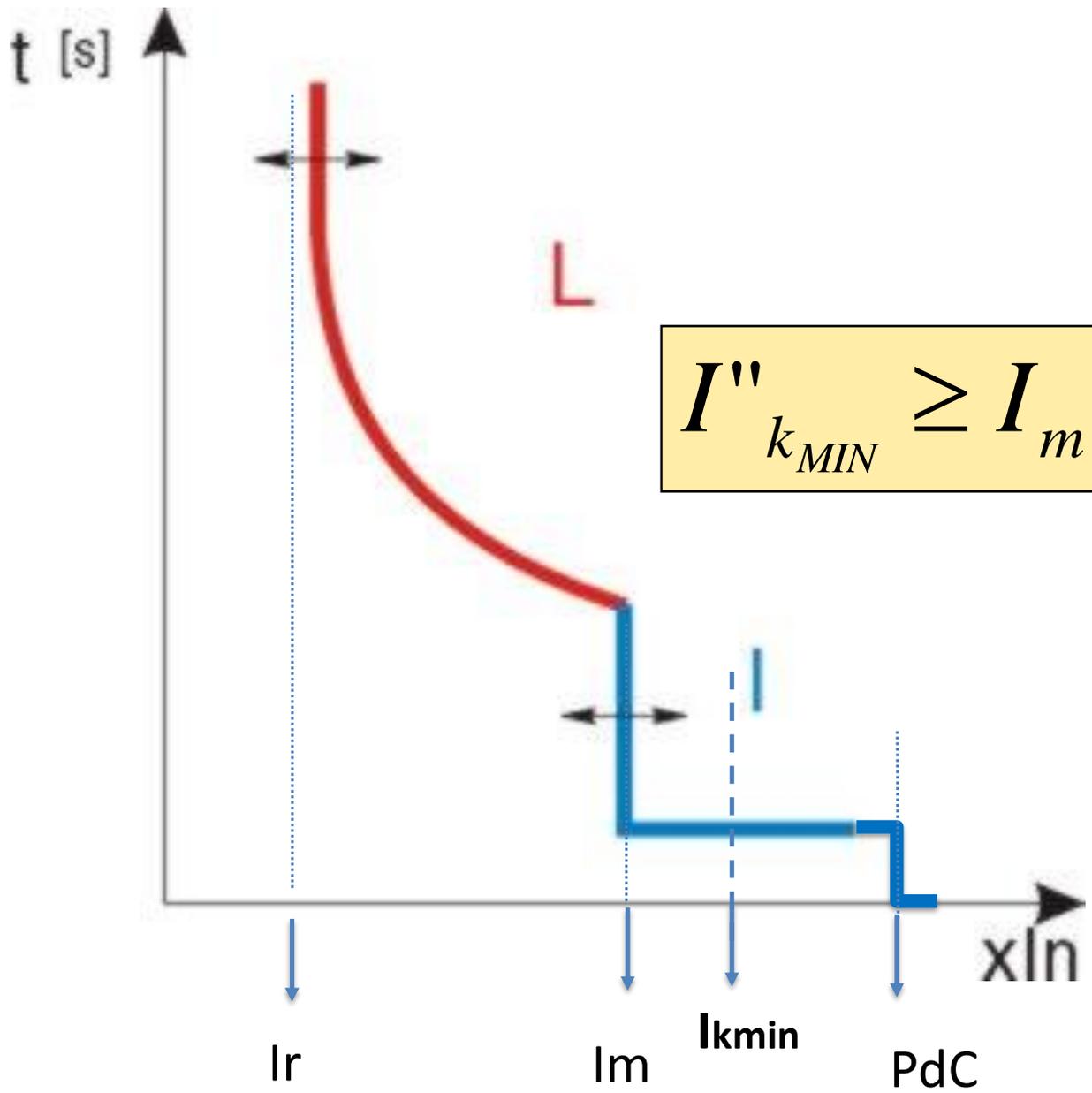
$$(I^2 t)_{I_{ccm\acute{a}x}} \leq K^2 S^2$$

Verificar esta condición para la corriente de cortocircuito máxima presumida.

Mediante curvas proporcionadas por fabricante.

$$I''_{k_{MIN}} \geq I_m$$

Verificar esta condición para la corriente de cortocircuito mínima. Esta condición impone un largo máximo para el circuito.



# Coordinación de Protecciones

La coordinación relaciona a dos dispositivos de protección contra sobrecorrientes, cuando aparece una sobrecarga o un cortocircuito aguas abajo del dispositivo más alejado de la fuente.

Definiremos dos conceptos en la coordinación de protecciones definidos en la norma IEC 60947-2:

- Selectividad
- Back-up

# Coordinación de Protecciones

## ¿Para qué es importante un buen sistema de protección?

- Garantizar la seguridad de la instalación y de las personas en todo momento
- Identificar y aislar rápidamente la zona de falta sin afectar la continuidad de servicio en áreas no relacionadas con ella
- Garantizar un adecuado respaldo en caso el aparato destinado a despejar la falta no actúe correctamente
- Reducir los efectos de la falta sobre otras partes de la instalación (pérdidas de tensión, pérdida de estabilidad en las máquinas rotativas, etc.)
- Reducir el esfuerzo en los componentes y los daños en la zona afectada.

# Coordinación de Protecciones

Para poder cumplir con estos objetivos un buen sistema de protección debe estar en condiciones de:

- Identificar qué ha sucedido y donde, discriminando entre situación anormal pero tolerable y situación de falta dentro de su zona de influencia.
- Actuar lo más rápido posible para reducir los daños (destrucción, envejecimiento acelerado, etc.), salvaguardando la estabilidad de la instalación

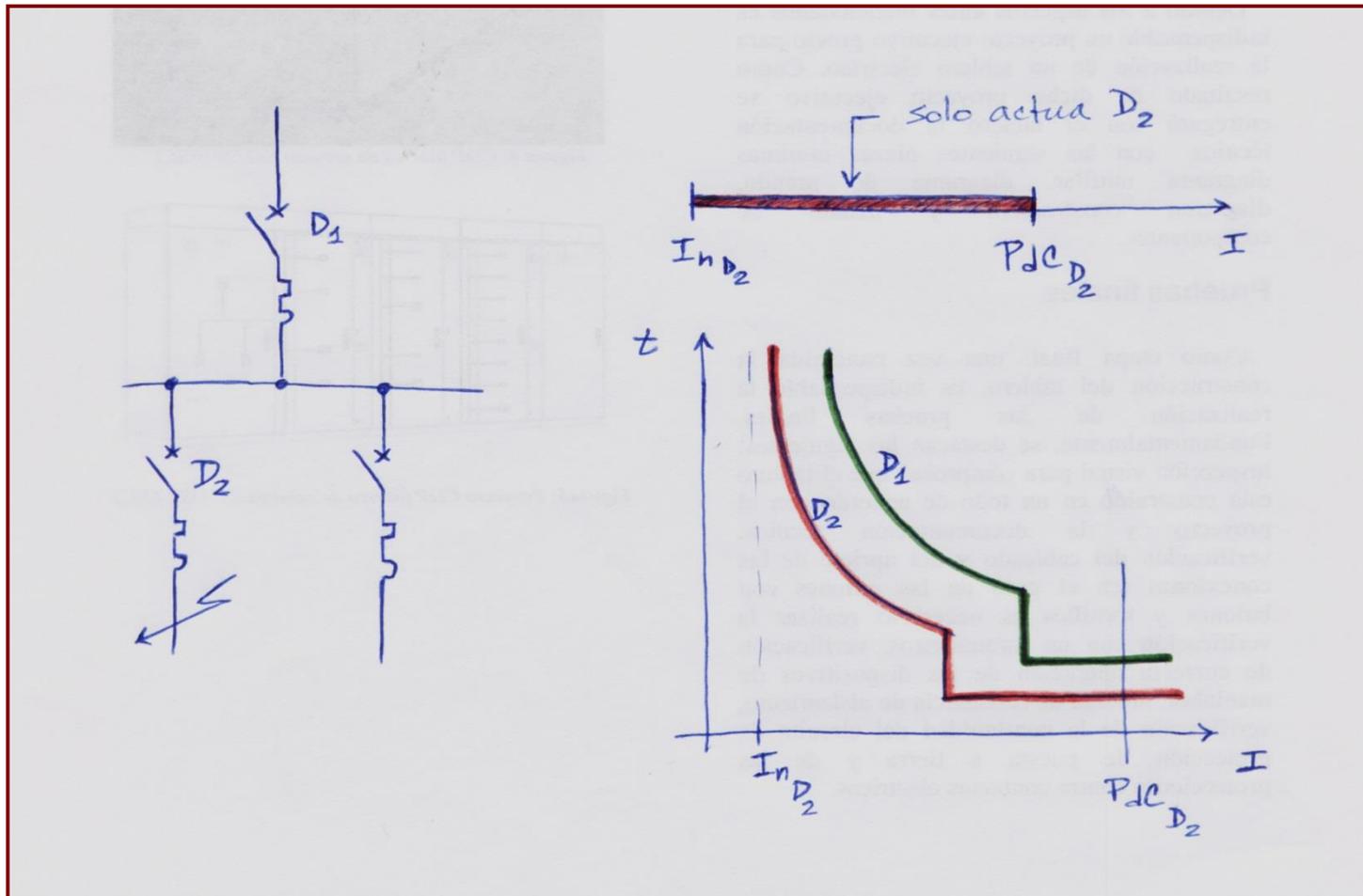
**Identificación precisa de la falta y rápida intervención!!!**



# Coordinación de Protecciones

## Selectividad total

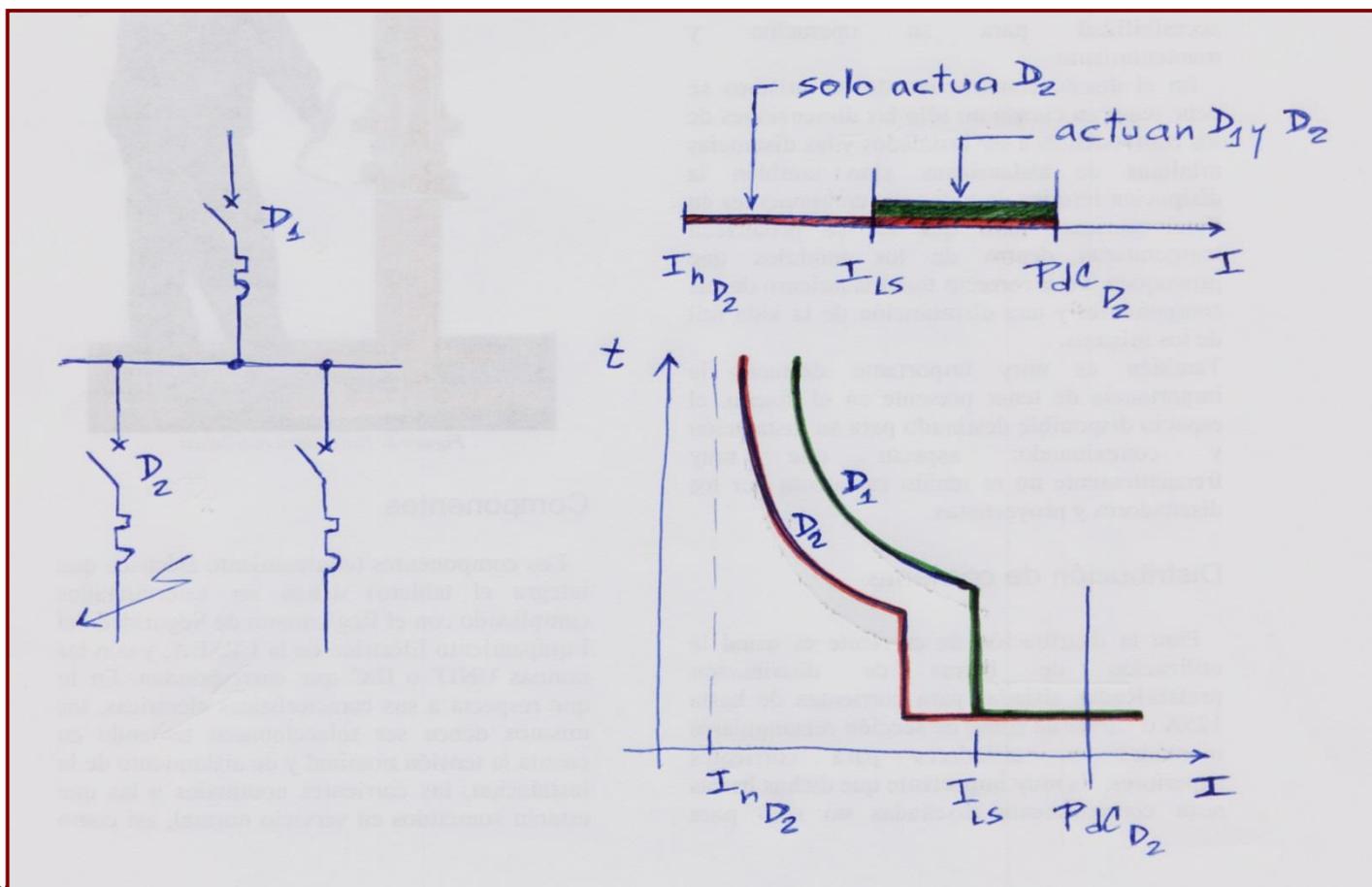
Selectividad total: la selectividad entre dos dispositivos D1 y D2 es total, si para cualquier corriente en el circuito protegido por D2 (sobrecarga o cortocircuito hasta el PdC del dispositivo D2), sólo opera el dispositivo D2.



# Coordinación de Protecciones

## Selectividad parcial

**Selectividad parcial:** la selectividad entre dos dispositivos  $D_1$  y  $D_2$  es parcial cuando sólo opera el dispositivo  $D_2$  para una corriente  $< I_{LS}$  (corriente límite de selectividad), y en el caso de corrientes  $\geq I_{LS}$  operan ambos dispositivos  $D_1$  y  $D_2$ .





**selectividad de las protecciones** (continuación)

**aguas arriba : Compact NS**  
**aguas arriba : Multi 9**

aguas arriba		NS100N/H/L unidad de disparo TM-D						NS160N/H/L unidad de disparo TM-D			
aguas abajo	cal. (A)	16	25	40	63	80	100	80	100	125	160
DPNN curva B-C-D	≤ 10	0,19	0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	15		0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	20			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	25				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	32				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
XC40 curva B-C	≤ 10	0,19	0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	4	5	5	5
	15		0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	4	5	5	5
	20			0,5	0,5	0,63	0,8	4	5	5	5
	25			0,5	0,5	0,63	0,8	4	5	5	5
	32				0,5	0,63	0,8	4	5	5	5
C60a curva C	≤ 10	0,19	0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	16		0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	20			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	25			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	32				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
C60N curva B-C-D	≤ 10	0,19	0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	16		0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	20			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	25			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	32				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
C60H curva C	≤ 10	0,19	0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	16		0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	20			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	25			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	32				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
C60L curva B-C curva K curva Z	≤ 10	0,19	0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	1	T
	16		0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	1	T
	20			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	25			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	32				0,5	0,63	0,8	15	T	T	T
NC100H curva B-C	40				0,5	0,63	0,8	15	T	T	T
	50					0,63	0,8		T	T	T
	63						0,8		T	T	T
	80									T	T
	100										T
NC100H curva D	50					0,63	0,8	2,5	2,5	2,5	2,5
	63						0,8		2,5	2,5	2,5
	80									2,5	2,5
	100										2,5
	100										
NC100LH curva C	≤ 16			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	20			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	25				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	32				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	40					0,63	0,8	T	T	T	T
NC125H curva C	50					0,63	0,8	T	T	T	T
	63						0,8		T	T	T
	125									T	T

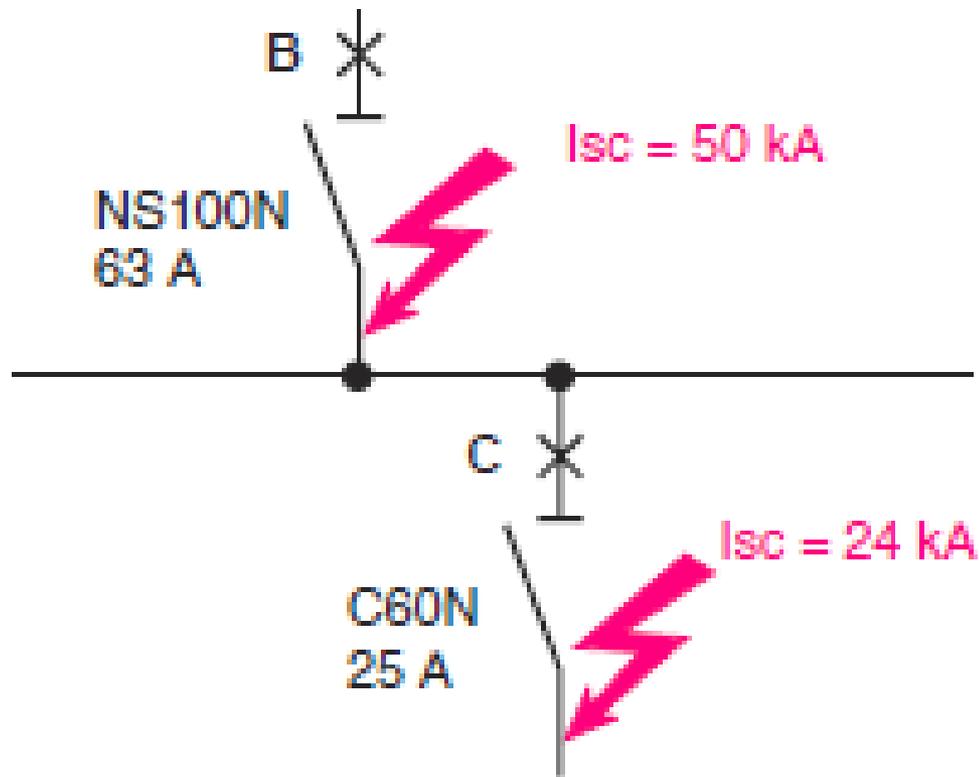
Nota : el límite de selectividad está expresado en kA

			Supply s.	T1											
			Version	B, C, N											
			Release	TM											
			$I_u$ [A]	160											
Load s.	Char.	$I_{cu}$ [kA]	$I_n$ [A]	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	
S200	C	10	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
			3	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
			4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	B-C		6	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	T	T	T	T	T
			8		5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	T	T	T	T	T
			10			3	3	3	4.5	7.5	8.5	T	T	T	
			13				3	3	4.5	7.5	7.5	T	T	T	
			16					3	4.5	5	7.5	T	T	T	
			20						3	5	6	T	T	T	
			25							5	6	T	T	T	
			32								6	7.5	T	T	
			40									7.5	T	T	
	50										7.5	T			
	63											T			
	D	10	≤2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
			3	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		
			4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		
			6	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	T	T	T	T	
			8		5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	T	T	T	T	
			10			3	3	3	3	5	8.5	T	T	T	
			13						2	2	3	5	8	T	
			16						2	2	3	5	8	T	
			20							2	3	4.5	6.5	T	
			25								2.5	4	6	9.5	
32											4	6	9.5		
40												5	8		
50											5	9.5			
63												9.5			

# Coordinación de Protecciones

## Back-up

Como se indicó anteriormente, en la actualidad muchos interruptores automáticos son limitadores de corriente y de energía, lo que permite coordinar interruptores utilizando el concepto de Back-up.



# Coordinación de Protecciones

## Back-up

Dado que la corriente es limitada en todo el circuito controlado por el interruptor limitador, el Back-up es aplicable a todos los interruptores instalados aguas abajo, no quedando restringido sólo a dos interruptores consecutivos.

El Back-up está muy asociado a la tecnología de los interruptores y sólo puede ser garantizado con ensayos de laboratorio, por lo que cada proveedor entrega tablas que permiten seleccionar los interruptores aplicando el concepto de Back-up.

# Back-up

Supply side circuit-breaker: MCCB

Load side circuit-breaker: MCB

## MCCB - MCB @ 415 V

Load s.	Char.	$I_n$ [A]	Supply s.	T1	T1	T1	T2	T3	T4	T2	T3	T4	T2	T3	
			Version	B	C	N				S			H		
			$I_{cu}$ [kA]	16	25	36				50			70		
S200L	C	6..10	6	16	25	30	36	36	36	36	40	40	40	40	40
		13..40						16			16				
S200	B,C,K,Z	0.5..10	10	16	25	30	36	36	36	36	40	40	40	40	40
		13..63						16			16				
S200M	B,C,D	0.5..10	15	16	25	30	36	36	36	50	40	40	70	60	40
		13..63						25			25				
S200P	B, C, D, K, Z	0.5..10	25			30	36	36	36	50	40	40	70	40	40
		13..25				30	36	30	36	50	30	40	60	40	40
		32..63		16	25	30	36	25	36	50	25	40	60	40	40
S280	B,C	80, 100	6	16	16	16	36	16	30	36	16	30	36	36	36
S290	C,D	80..125	15	16	25	30	36	30	30	50	30	30	70	70	70
S500	B,C,D	6..63	50										70	70	70

# Principales condiciones a cumplir en la instalación

## **Seccionamiento**

Todo circuito debe poder ser seccionado en cada uno de sus conductores activos, incluido el neutro. Si las condiciones de servicio lo permite el seccionamiento de un grupo de circuitos puede ser realizado por un único dispositivo.

En caso de utilizar dispositivos unipolares en circuitos con neutro la desconexión del neutro nunca debe ser realizada antes que los conductores de fase y su conexión siempre debe realizarse antes o al mismo tiempo que los conductores de fase.

## Comando

Comando funcional: un dispositivo de comando funcional debe ser previsto para cada circuito eléctrico o parte de un circuito que requiera ser comandado independientemente de otras partes de la instalación. Los dispositivos de comando funcional no requieren necesariamente comandar todos los conductores activos del circuito.

No se deben instalar dispositivos de comando unipolares en el conductor de neutro.

Comando de emergencia: deben ser previstos dispositivos de comando de emergencia para cualquier parte de la instalación en la que pueda ser necesario desconectar la alimentación con el fin de suprimir rápidamente un peligro inesperado.

Estos dispositivos deben ser claramente identificados y fácilmente accesibles.

## **Protección**

Debe instalarse un dispositivo de protección contra las corrientes de sobrecarga y cortocircuito para todos los conductores de fase de un circuito eléctrico. Si la desconexión de una sola fase puede causar daños, como por ejemplo en el caso de los motores trifásicos, se recomienda utilizar dispositivos de protección multipolares.

Cuando la sección del conductor de neutro es inferior a la de los conductores de fase del circuito se debe instalar dispositivo de protección contra sobrecorrientes en el conductor de neutro adecuada a la sección del mismo.

Se prohíbe instalar dispositivos unipolares de protección contra sobrecorrientes en el conductor de neutro.