



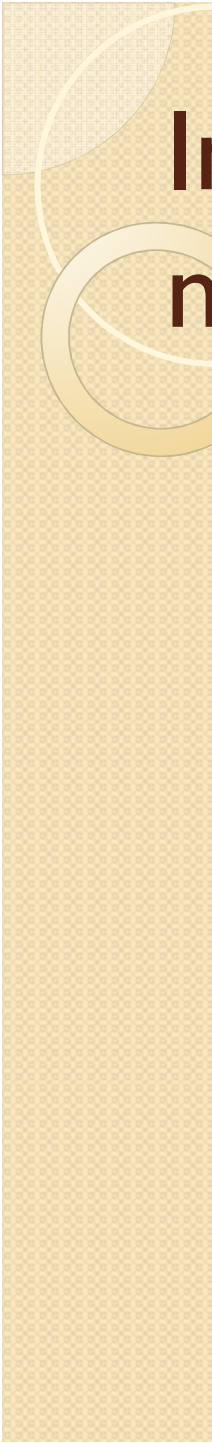
Seccionamiento, Comando y Protección: Parte 3: Interruptores termomagnéticos

Interruptor Automático, generalidades

- Otras denominaciones: “llave termomagnética”;
disyuntor
- Dispositivo de maniobra capaz de establecer, conducir y cortar **corrientes bajo condiciones normales**
- **Además** puede establecer, conducir por un determinado tiempo, y cortar, corrientes bajo condiciones de defecto (sobrecarga, cortocircuitos)
- Satisface simultáneamente **todas las funciones básicas:**
 - **Seccionamiento, Protección Eléctrica y Comando**

Interrupor Automático, generalidades

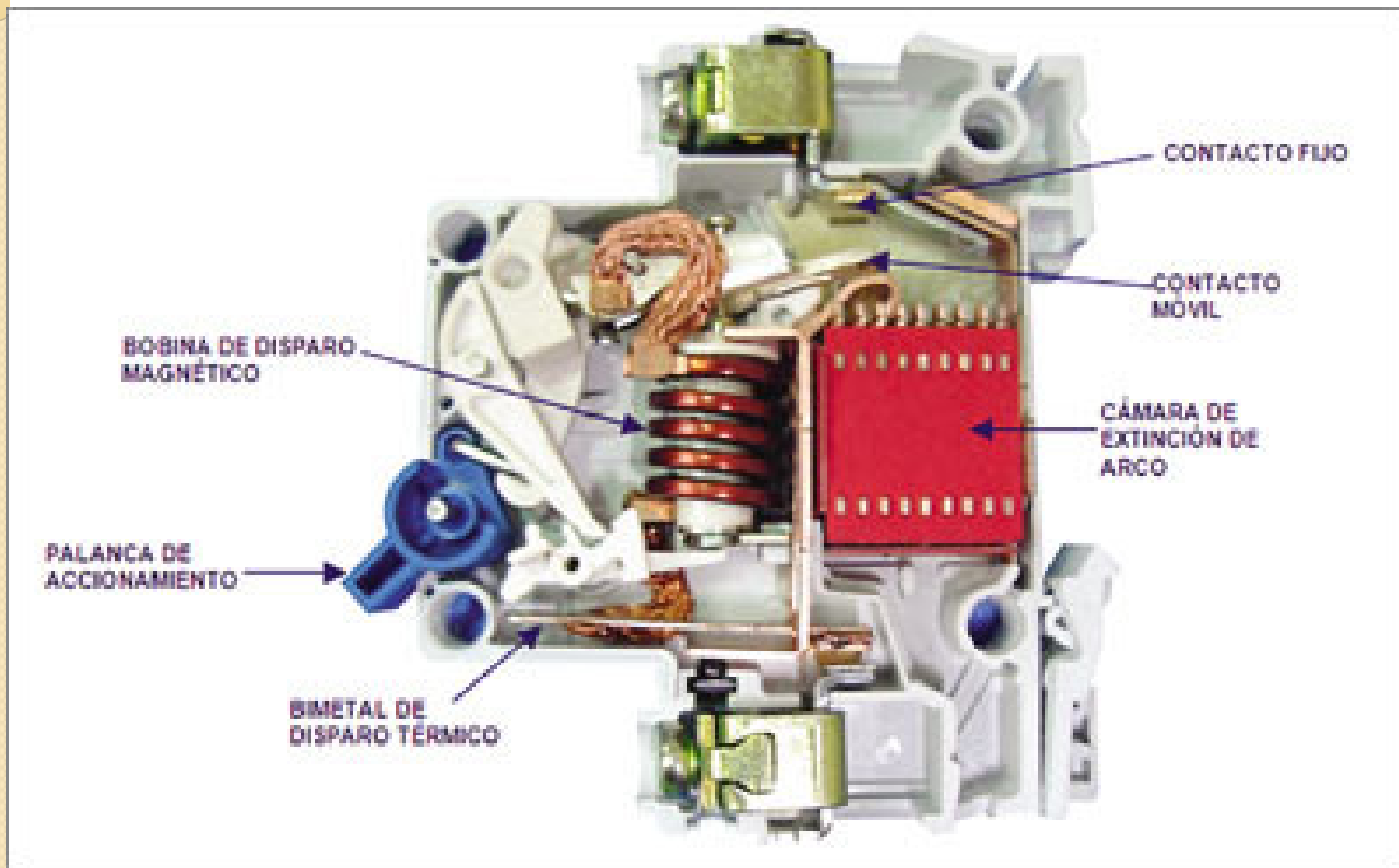
- Por medio de unidades auxiliares puede proveer otras funciones adicionales:
 - indicación de estado
 - disparo con contactos auxiliares
 - disparo por subtensión equipado con bobina de mínima tensión
 - comando remoto con bobinas de cierre y apertura
 - protección contra fallas de aislamiento equipado con relé de corriente diferencial, medida, etc.



Interruptor Automático, normativa

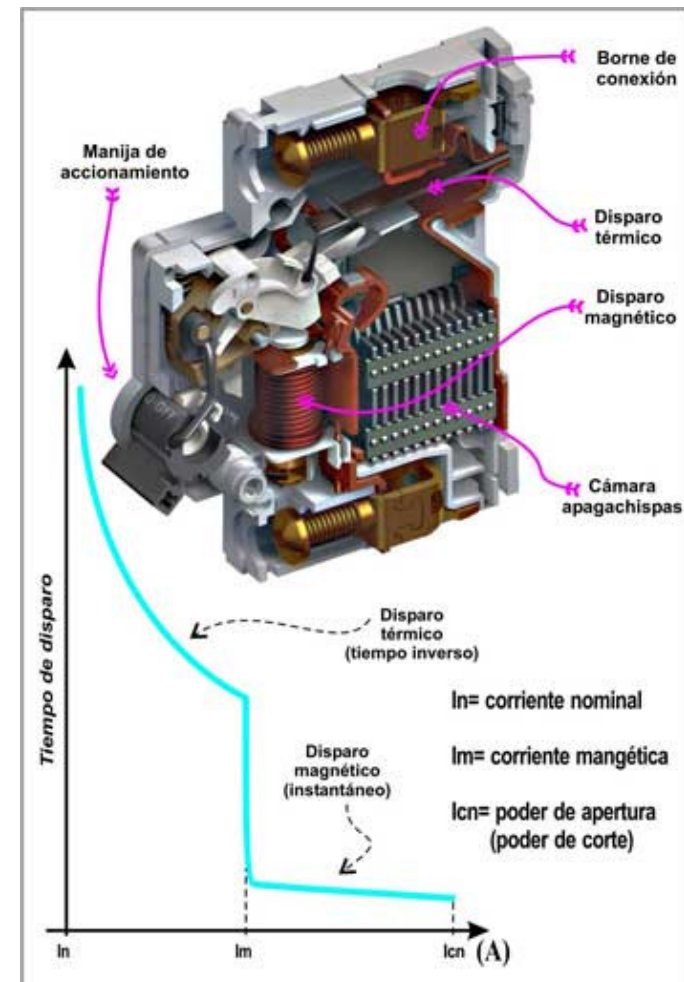
- IEC 60898: *“Interruptores para instalaciones domésticas y análogas”*
- IEC 60947-2: *“Interruptores para instalaciones industriales”*

Interrupor Automático, componentes



Interruptor Automático, componentes

- Componentes y curva de disparo



Interrupor Automático, tipos constructivos

- Compactos aislados en aire
 - De riel; $I_n \leq 125$ A, utilizados en circuitos terminales y de distribución secundaria
- De caja moldeada, $I_n \leq 3200$ A, utilizados en distribución en general o como interruptores generales



Interruptor Automático, operación

- Disparador térmico para la protección contra sobrecorrientes moderadas (sobrecargas)
- Disparador magnético para la protección contra sobrecorrientes elevadas (cortocircuitos)

ó

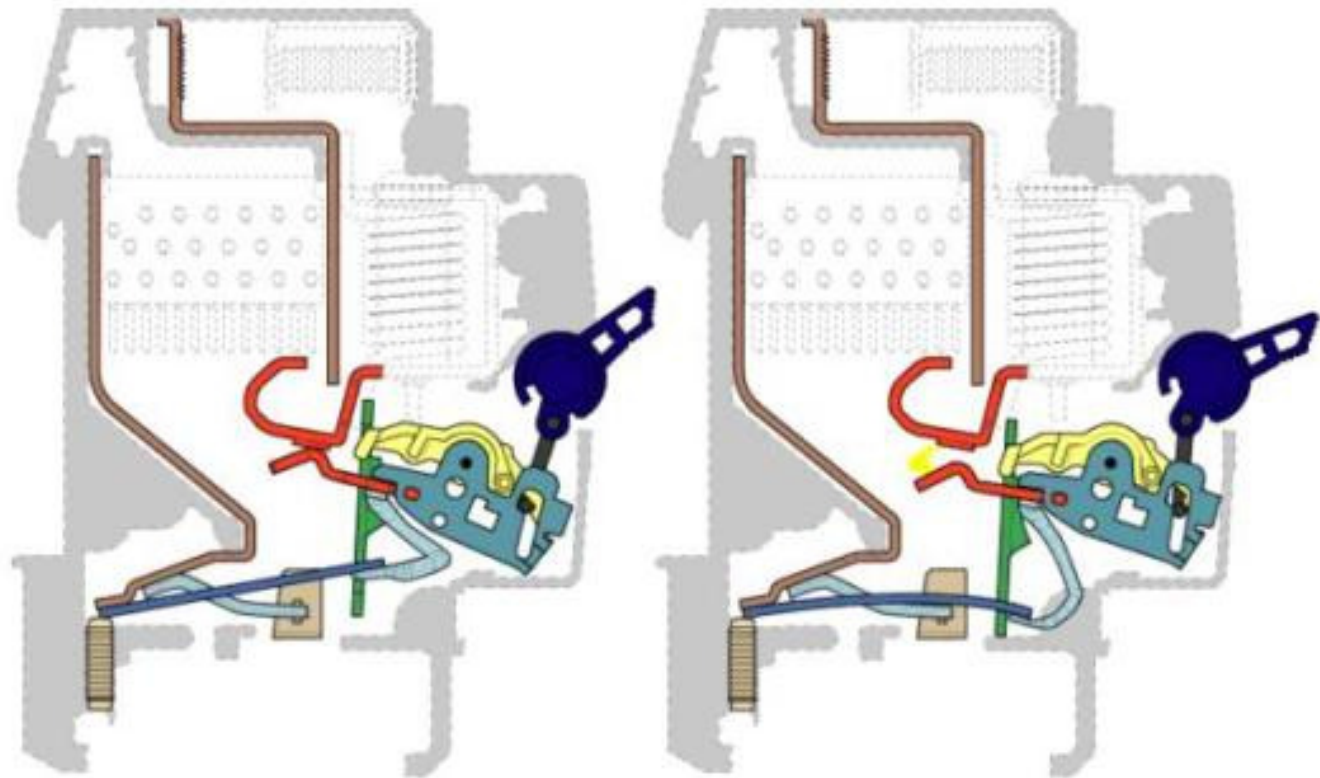
- Unidades de disparo electrónicas, con medida de la corriente a través de transformadores de corriente toroidales en cada fase (caja moldeada)

Interruptor Automático, «térmico»

- Los disparadores térmicos operan para sobrecorrientes moderadas
- Elemento bimetálico, “par termoeléctrico”
- Dos láminas metálicas con diferente coeficiente de dilatación, unidas por soldadura.
- La lámina de mayor coeficiente de dilatación provoca la curvatura del bimetálico y el disparo del interruptor a través de un mecanismo apropiado

Interruptor Automático, térmico

- Mecanismo de disparo



Interruptor Automático, térmico, regulación

- Regulación de la corriente de disparo térmico:
 - Se actúa sobre la curvatura de las láminas.
- Para los interruptores automáticos del tipo caja moldeada las unidades de disparo térmico son reemplazables
- El disparo térmico debe operar a partir de una corriente determinada, referida a una temperatura de calibración (T_{ref}).
- Si $T < T_{ref}$ el disparo podría darse a corrientes menores que la presunta de actuación

Interruptor Automático, térmico, regulación

- Compensación de temperatura, para cierto rango
- La corriente nominal de las llaves, está definida para una determinada temperatura ambiente:
 - 30 °C para interruptores de uso doméstico (IEC 60898)
 - 40 °C para interruptores de uso industrial (IEC60947-2).
- Unidades de disparo electrónicas: no son afectadas por la variación de temperatura dentro de un rango.

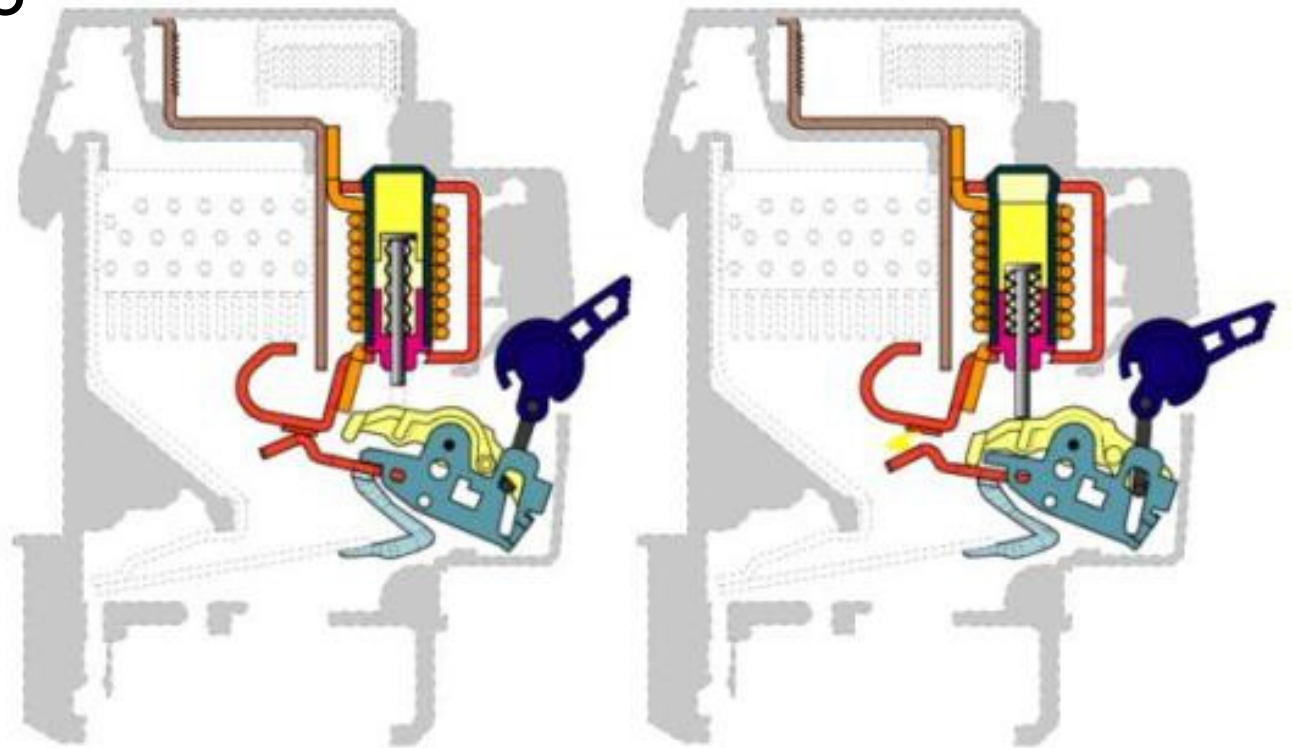
Interrupor Automático, térmico, regulación

- Compensación por temperatura:

Tipo de interruptor			I _n (A)	Temperatura ambiente (°C)						
				10	20	30	40	50	60	70
MA125 ME125B			16	18	17	17	16	15	14	13
			20	22	21	21	20	19	18	13
			25	28	26	26	25	24	23	22
			32	36	34	33	32	39	29	28
			40	45	43	42	40	38	37	36
			50	55	53	52	50	48	47	46
			63	70	68	66	63	60	58	55
			80	92	88	84	80	76	72	68
			100	112	108	104	100	96	92	88
			125	140	135	130	125	120	115	110
ME 160B	ME 250N	MA250	160	205	190	175	160	145	130	115
			250	310	290	270	250	230	210	190
	MA400 MA630MT		320	422	384	352	320	288	256	225
			400	528	480	440	400	360	320	280
			630	735	705	670	630	600	570	540

Interruptor Automático, magnético

- La armadura es tensionada mediante un resorte
- A partir de cierto valor de corriente, la fuerza magnética vence al resorte: se produce el disparo



Interruptor Automático, magnético, regulación

- En unidades de disparo termomagnéticas regulables, el ajuste se realiza por la variación del entrehierro o de la tensión del resorte
- El disparo magnético puede ser instantáneo (cuando no existe ninguna temporización intencional) o temporizado

Interruptor Automático, características eléctricas

- Se había definido: tensión nominal, tensión nominal de aislamiento, tensión nominal de impulso, corriente térmica nominal, corriente ininterrumpida nominal, etc.
- Capacidad de interrupción de cortocircuito último (I_{cu} ó I_{cn}):
 - es el valor de corriente de cortocircuito de interrupción asignado por el fabricante a la tensión nominal y en las condiciones de ensayo especificadas, correspondiente a la secuencia de operación **O-t-CO** (Apertura –Tiempo de retardo – Cierre – Apertura). Se expresa como el valor eficaz de la componente de alterna de la corriente de cortocircuito presumida en kArms.

Interruptor Automático, características eléctricas

- Capacidad de interrupción de cortocircuito en servicio (I_{cs}):
 - Valor de corriente de cortocircuito de interrupción asignado por el fabricante para la tensión nominal y en las condiciones de ensayo especificadas, correspondiente a la secuencia de operación **O-t-CO-t-CO**. Se expresa como un porcentaje de I_{cu} , generalmente 25, 50 o 100 %.

Interruptor Automático, características eléctricas

- La corriente I_{cu} representa la máxima corriente que el Interruptor pueda necesitar cortar, siendo la corriente de cortocircuito presumida. Esta corriente es bastante superior a la real
- I_{cs} que representa la corriente que puede cortar el interruptor; sin que ello comprometa la continuidad del servicio.
 - Luego de la secuencia se realizan los ensayos de rigidez dieléctrica, calentamiento a corriente nominal, de relés y mecanismos de disparo, para verificar el normal funcionamiento

Interruptor Automático, características eléctricas

- Corriente admisible de corta duración (I_{cw}):
 - Valor de corriente que un dispositivo es capaz de conducir en posición cerrada, durante un intervalo de tiempo especificado, en las condiciones prescritas de funcionamiento sin sufrir daños.
 - Para corriente alterna es el valor eficaz de la componente de alterna de la corriente de cortocircuito presumida, constante durante el tiempo especificado generalmente 1 segundo

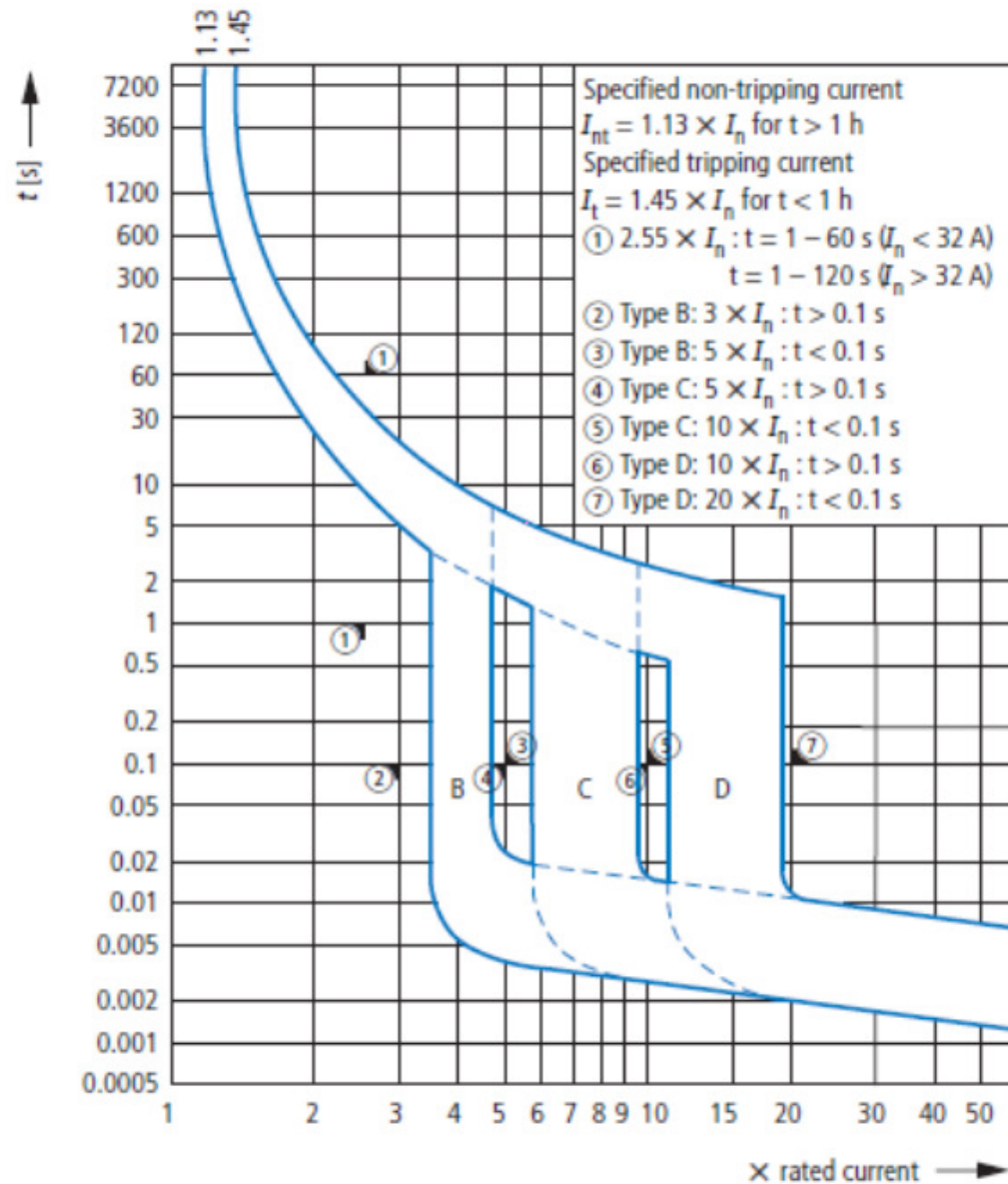
Interruptor Automático, características eléctricas

- *Poder de cierre en cortocircuito (I_{cm}):*
 - 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. Se especifica cómo múltiplo de I_{cu}

Interruptor Automático, categorías

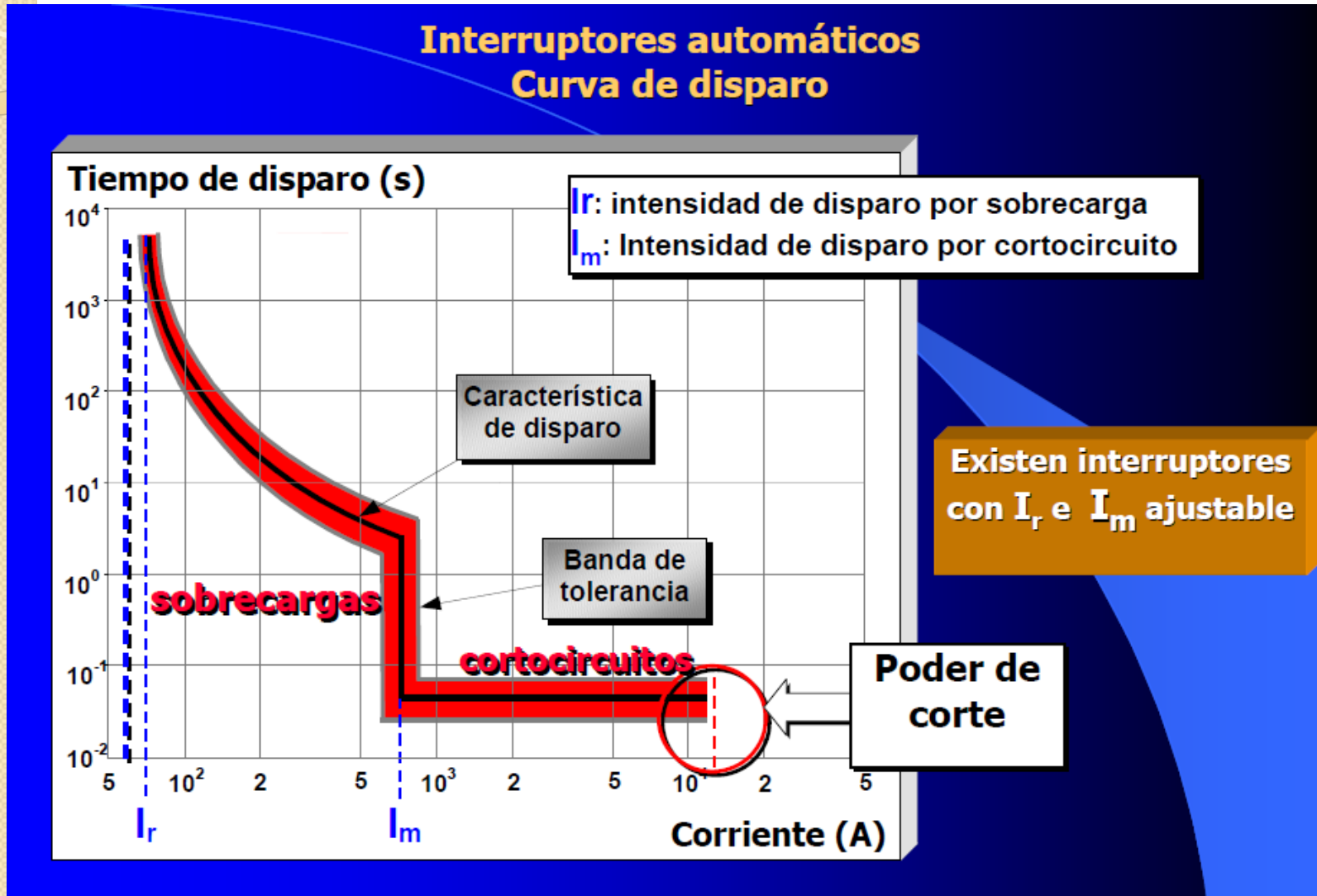
- *Categorías de utilización*, con relación a si el interruptor esta diseñado específicamente para obtener selectividad, con un tiempo de retardo intencional en la apertura de corrientes de cortocircuitos
 - *Categoría A*: interruptor automático sin un retardo intencional en la operación del disparo magnético frente a cortocircuitos.
 - *Categoría B* : con el objeto de obtener selectividad, es posible disponer de un tiempo de retardo intencional en el disparo, cuando la corriente de cortocircuito es menor a **I_{cw}**

Interrupor Automático, curvas t-I



INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

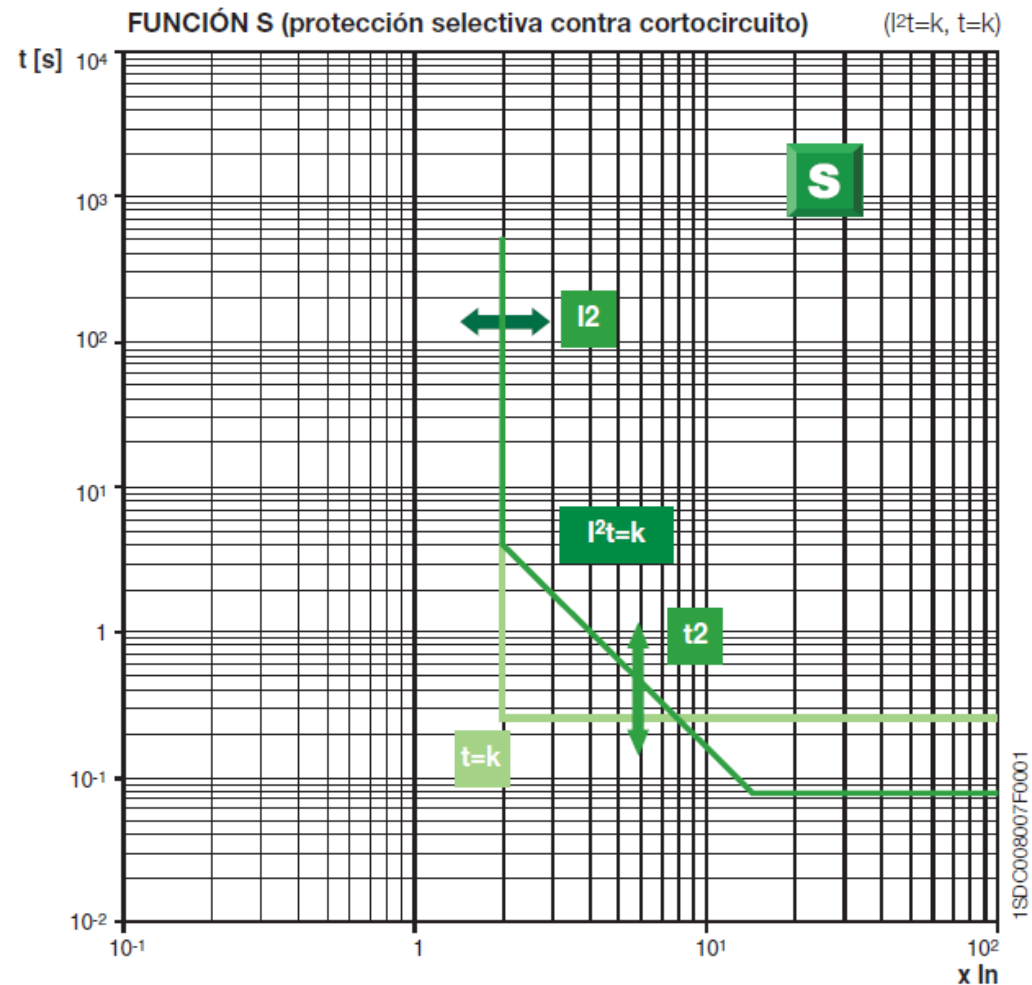
CURVA T-I



INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

CURVA T-I (RELÉ ELECTRÓNICO)

3 Características generales



Interruptor Automático, rangos de disparo

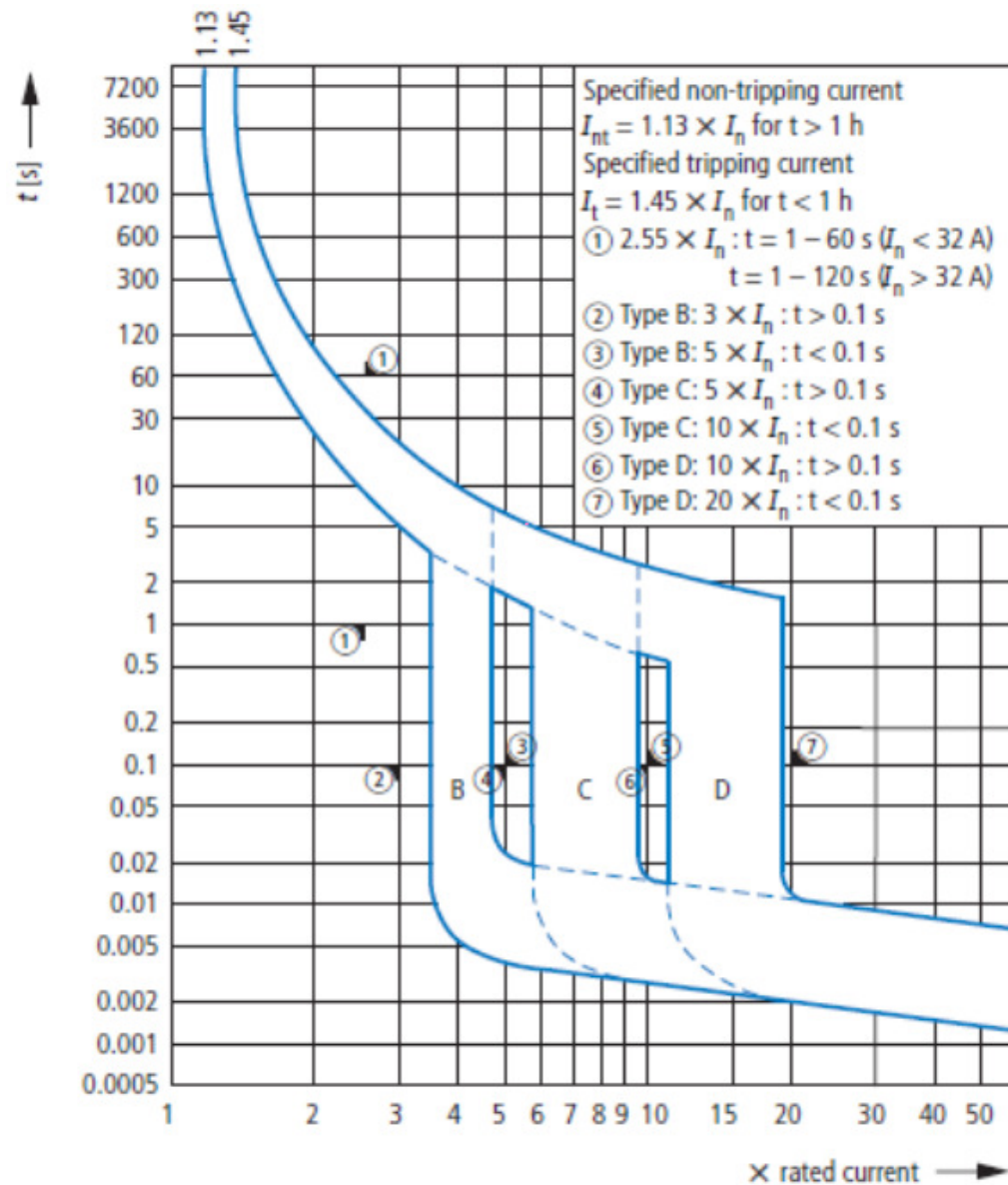
- *Valores Standard de regulación*

VALORES NORMALIZADOS DE REGULACIÓN					
NORMA	TIPO DE PROTECCIÓN	SOBRECARGA	CORTOCIRCUITO		
IEC60898	termomagnética	$I_r = I_n$ (fija)	$3I_n \leq I_m < 5I_n$	$5I_n \leq I_m < 10I_n$	$10I_n \leq I_m < 20I_n$
IEC60947-2	termomagnética	$I_r = I_n$ (fija)	<i>Fija $I_m \approx 7$ a $10 I_n$</i>		
		$0,7I_n \leq I_r < I_n$ (ajustable)	<i>Ajustable seteo bajo: 2 a $5 I_n$ Ajustable estándar: 5 a $10 I_n$</i>		
	electrónica	$0,4I_n \leq I_r < I_n$	<i>Corto retardo (ajustable): $1,5 I_r \leq I_m < 10 I_r$ Instantáneo (fijo) $I \approx 12$ a $15 I_n$</i>		

Interruptor Automático, Curvas B-C-D

- Los interruptores automáticos del tipo de riel vienen equipados sólo con unidad de disparo termomagnética:
 - Disparo térmico fijo ($1,03 \times 1,25$ veces I_n)
 - Curvas normalizadas de disparo magnético:
 - 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 $20I_n$

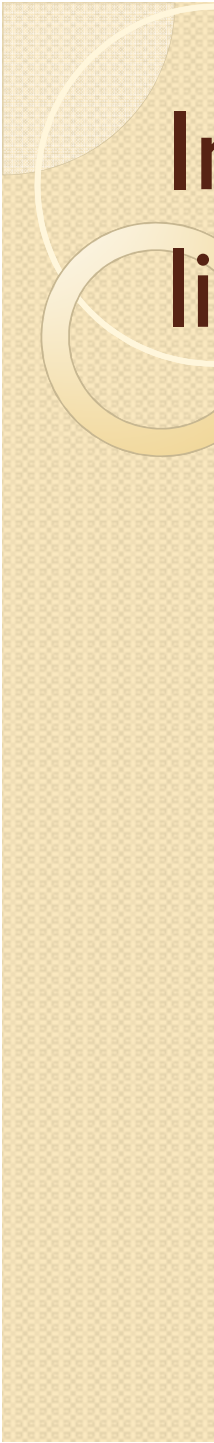
Interrupor Automático, curvas t-I



Interruptor Automático, VALORES CONVENCIONALES

- 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):

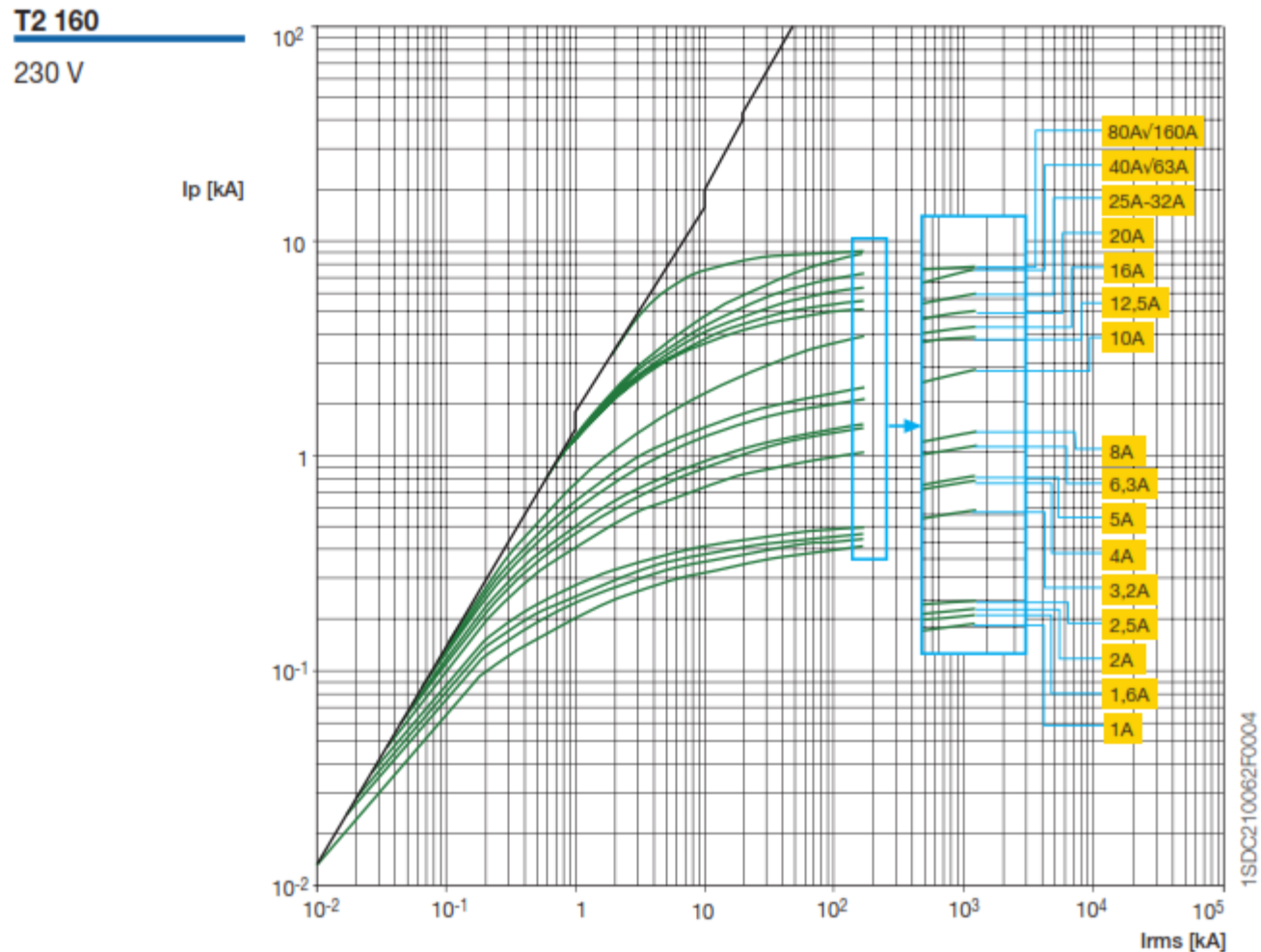
Corriente de regulación I_r	I_1/I_r	I_2/I_r	t_c (h)
≤ 63 A	1,05	1,30	1
> 63 A	1,05	1,25	2



Interruptor Automático, limitación de I_{cc}

- Existen interruptores que tienen la capacidad de limitar la corriente 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. Similar a los fusibles.

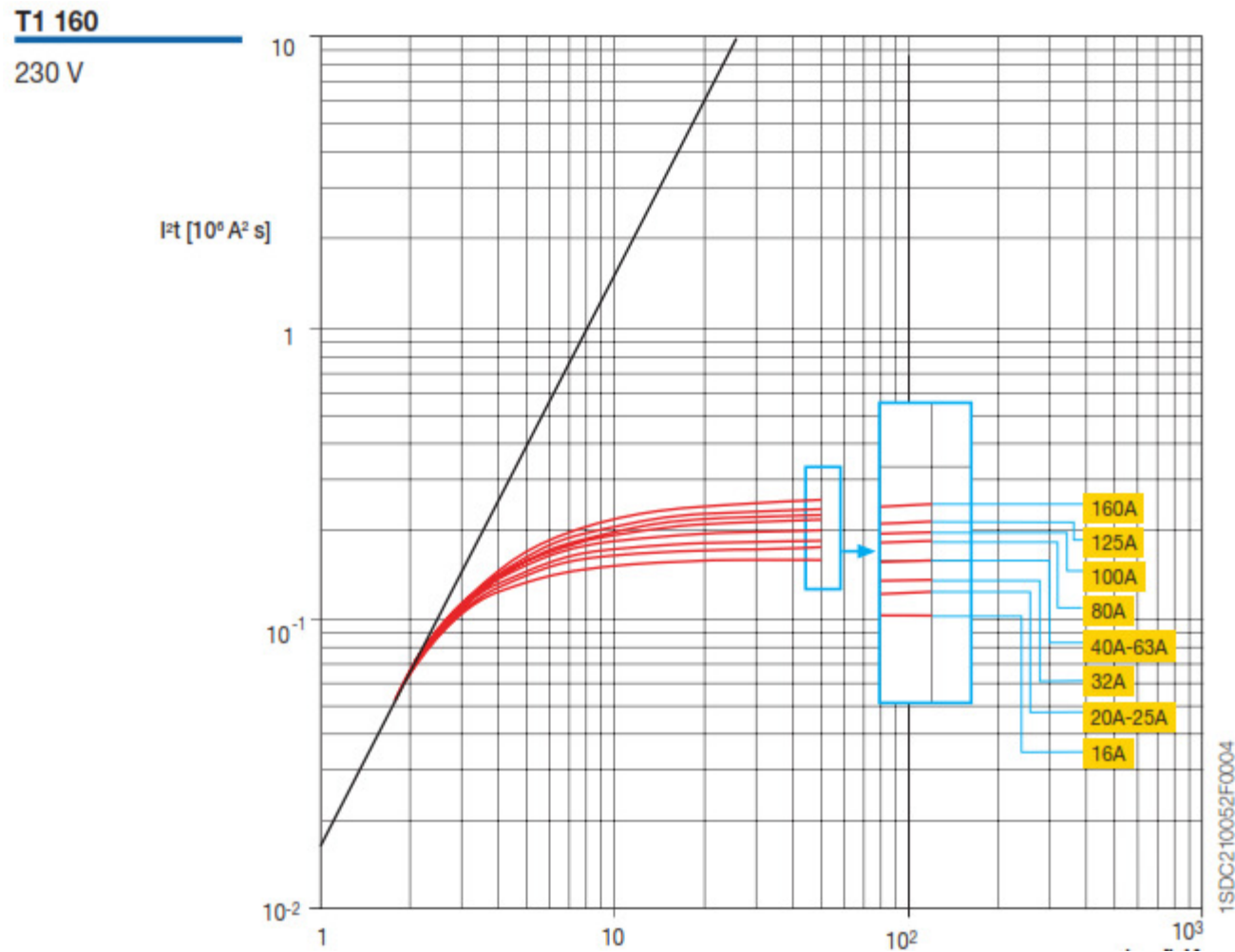
Interruptor Automático, limitación de I_{cc}



Interruptor Automático, limitación Icc

- La *Integral de Joule* representada por el símbolo (I^2t) es el valor de la energía térmica por unidad de resistencia liberada en un circuito: ($1 \text{ A}^2\text{s} = 1 \text{ J/ohm}$)
- Se denomina Energía Específica
- Importante para estudio de los problemas térmicos debido a las corrientes de cortocircuito

Interruptor Automático, limitación Icc



Interruptor Automático, limitación Icc, ventajas

- Reduce el calentamiento de los conductores del circuito aguas abajo en caso de cortocircuito
- Limita la corriente de cresta, por lo que reduce los efectos mecánicos
- En particular, por medio de la limitación de energía se puede obtener una economía de la instalación utilizando el procedimiento de “filiación”

Interruptor Automático, características

- Son los únicos dispositivos de maniobra y protección que pueden cumplir con todas las funciones básicas definidas en el punto I.
- Generalmente son más caros que los dispositivos fusibles.
- Son unipolares o multipolares (1, 2, 3 o 4 polos) 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.

Interruptor Automático, características

- 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.
- Se trata de una protección mucho más segura para los operadores y las instalaciones.