Coordinación de protecciones

Baja Tensión

Mayo 2016

Manuel Antonio Arroyo

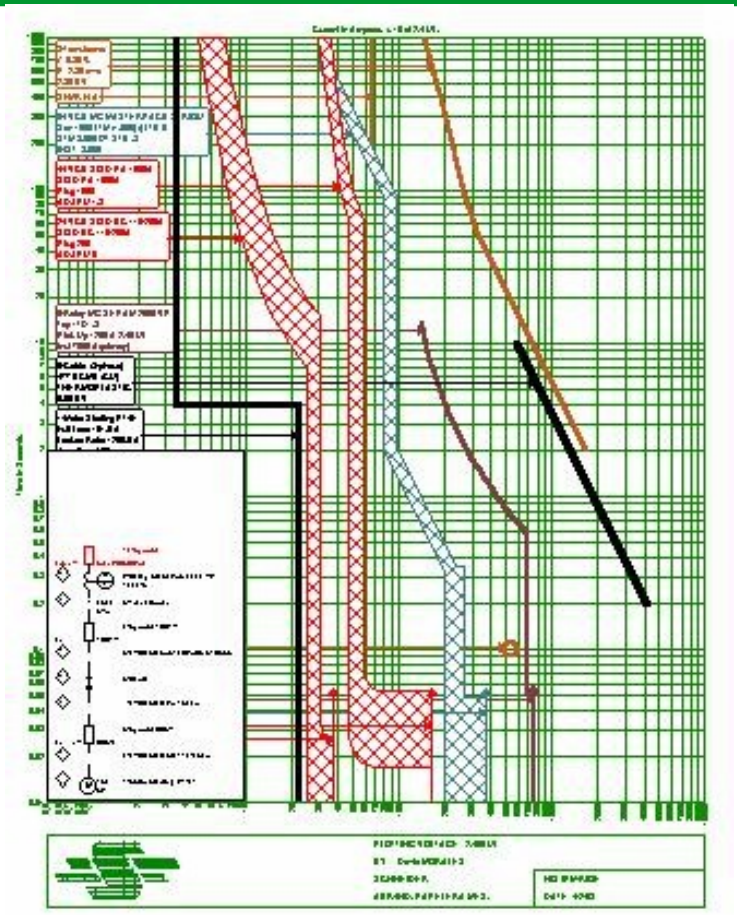
Objetivo

> Explicar de manera breve la metodología para realizar una coordinación de las protecciones en dispositivos de BT

Confidential Property of Schneider Electric

Coordinación de las protecciones

> Es la aplicación sistemática de dispositivos de protección en un sistema de distribución, los cuales en respuesta a una falla, retirarán solamente una mínima cantidad de equipo del sistema, logrando con ello la continuidad de servicio

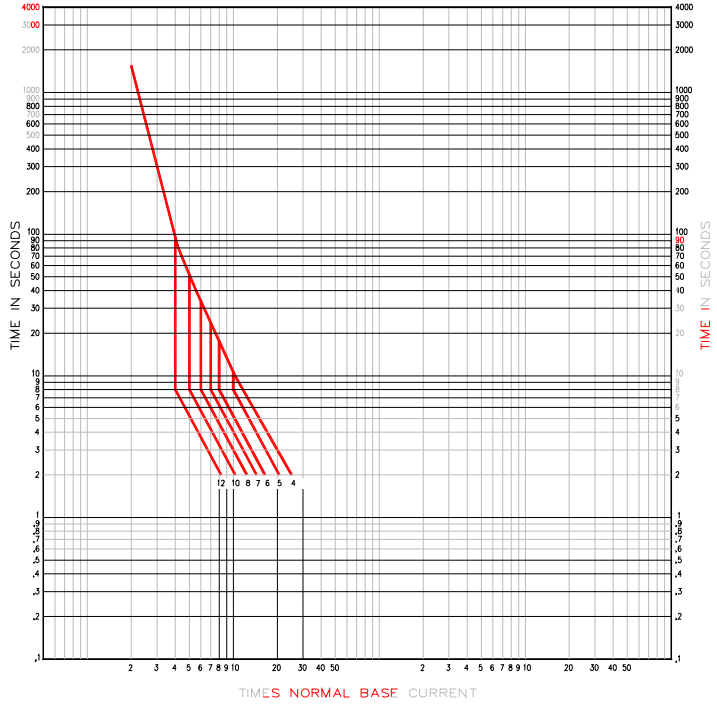


Confidential Property of Schneider Electric

Coordinación de las protecciones

> **Curvas Tiempo vs Corriente**

> Para cada uno de los **dispositivos de protección** se deben tener previamente las características tiempo vs corriente suministradas por los fabricantes del equipo.
> Asi mismo se deben calcular las **curvas de daño** de los transformadores y cables del sistema, de acuerdo a sus características y considerando las respectivas ecuaciones.
> No se debe olvidar las **curvas de arranque** de los motores del sistema.

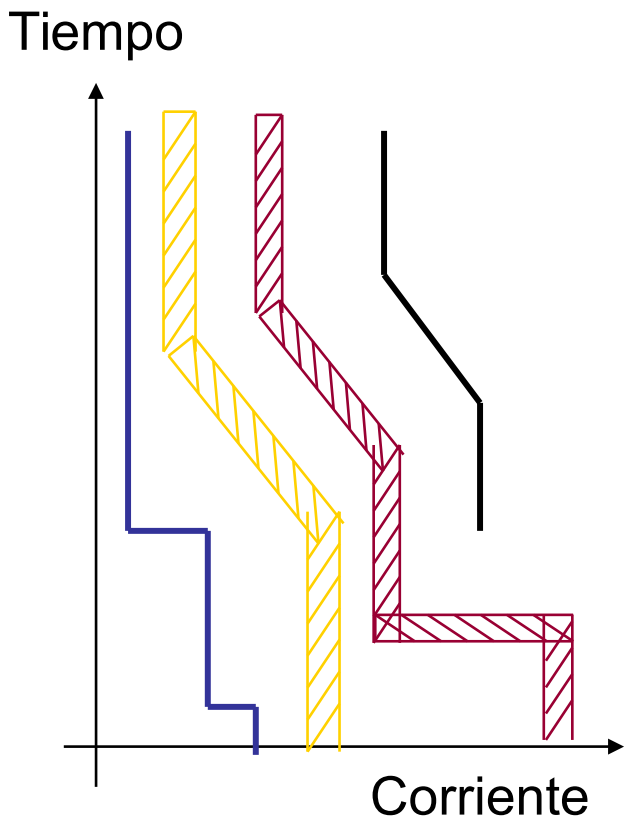


Protection Curves for liquid-Immersed Category IV Transformers

Coordinación de las protecciones

- **Análisis Gráfico**

- El proceso de coordinación de protecciones es el mismo ya sea en alta, media o baja tensión y consiste en el **“análisis gráfico”** para probar selectividad.
- El método consiste en **graficar** las **curvas características** de los dispositivos de sobrecorriente que se encuentran instalados en serie, cuidando de que no se traslapen entre si, al igual que las curvas de daño de los equipos a proteger.



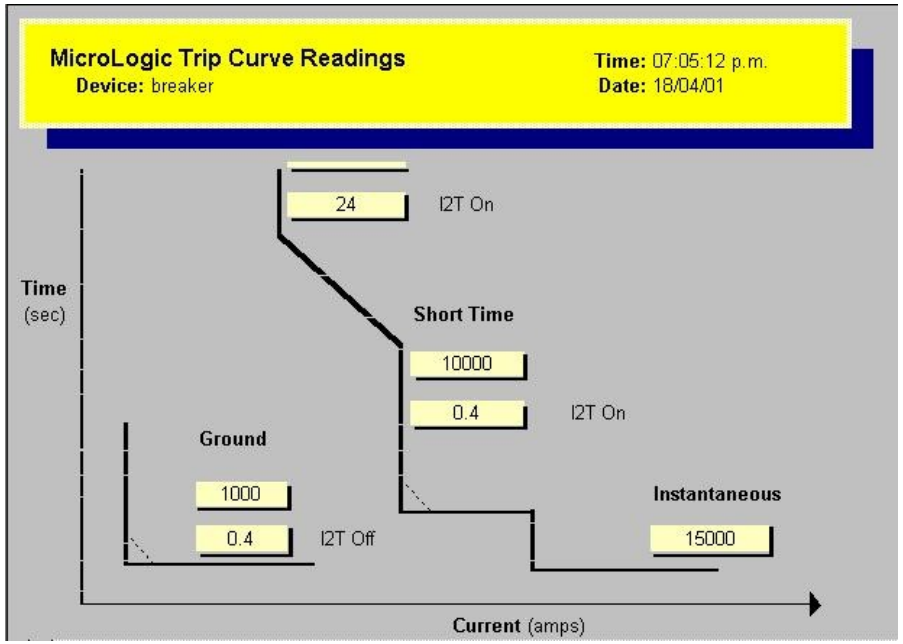
Confidential Property of Schneider Electric

Criterios de ajuste de protecciones

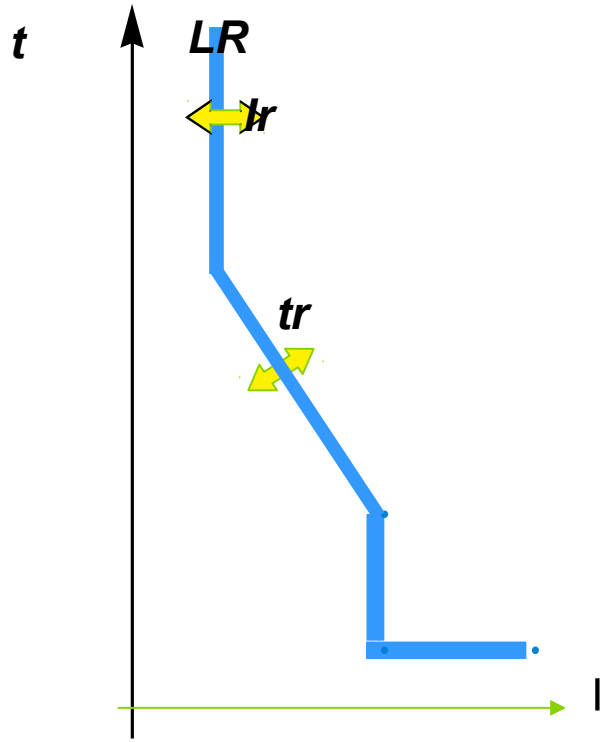
- **Interruptores con unidad electrónica**

  Para ajustar estas unidades se debe considerar lo siguiente:

- La unidad de retardo largo (L) protegerá contra sobrecargas
- La unidad de retardo corto (S) protege contra cortocircuito y ayuda a garantizar la selectividad con las protecciones aguas abajo.
- La unidad instantánea (I) protege contra cortocircuitos francos. Su ajuste debe permitir el arranque de los motores y transformadores derivados, sin desproteger el equipo.
- La unidad de tierra (G) protege contra fallas a tierra del sistema.



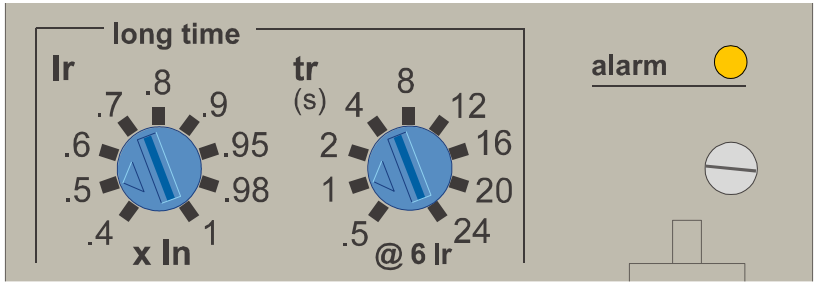
Protección contra sobrecargas



Protección tiempo largo de fases :

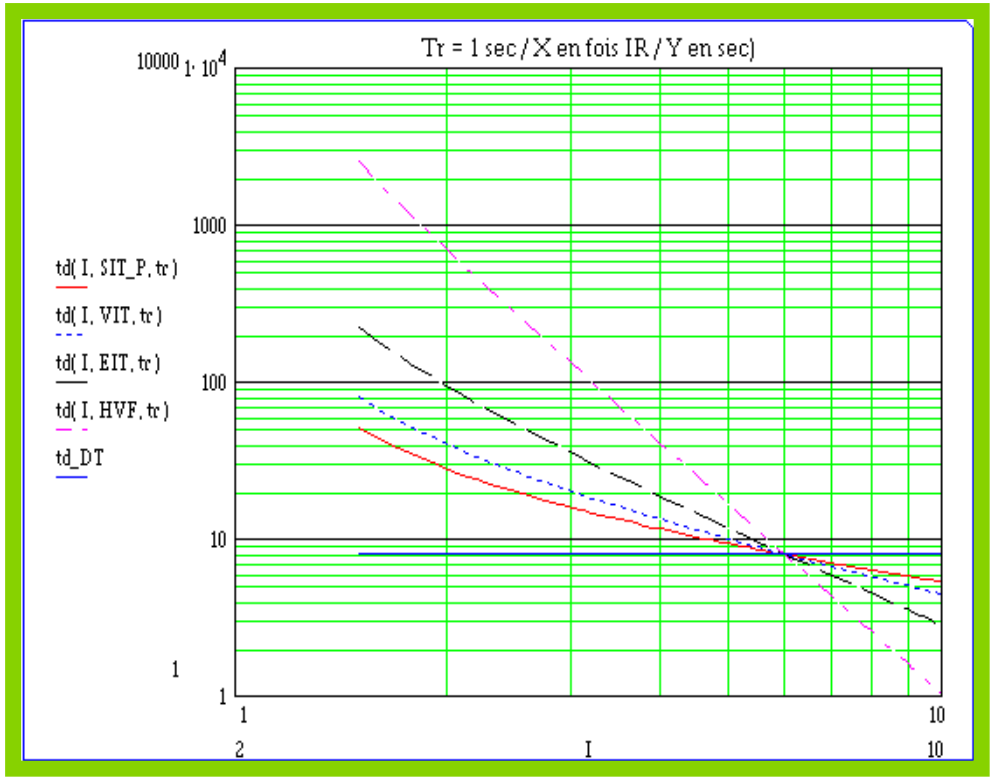
Micrologic 2.0, 5.0, 6.0 y 7.0

- Protege contra el envejecimiento prematuro de los cables y equipos.
- 9 rangos de regulación del Ir
- Siempre es ajustable el tr



Protección IDMTL en interruptores de disparo eléctronico

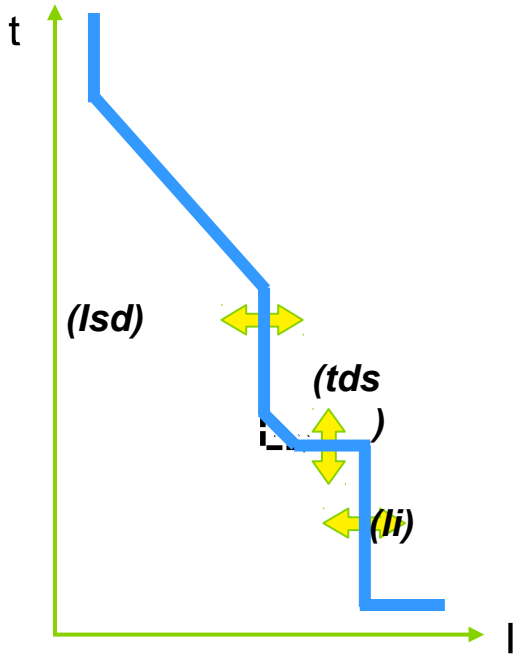
- En las unidades electrónicas es posible seleccionar el tipo de pendiente para la protección de Tiempo Largo.
- Protección tiempo largo de las fases de tipo IDMTL (Inverse definite minimum time lag)
  - **Tiempo definido**
  - **Tiempo inverso normal**
  - **Tiempo muy inverso**
  - **Tiempo extremadamente inverso**
  - **Fusibles para alta tensión**

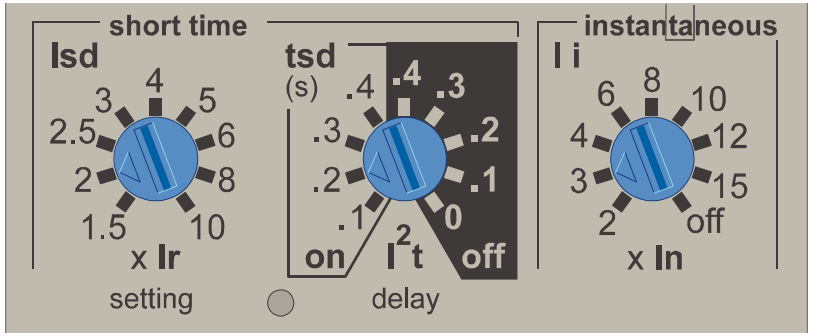


Mejora la selectividad con los fusibles u otros relevadores de media tensión

Protección contra cortocircuitos

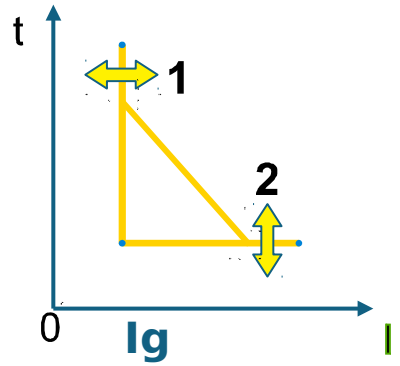
- > Protección tiempo corto
- > Micrologic 2.0, 5.0, 6.0 y 7.0
  - > Para cortocircuitos impedantes (80% de las fallas)
  - > I²t ON para mejorar la discriminación con protecciones aguas abajo, protección de tiempo inverso de hasta 10Ir
- > Protección instantánea
- > Micrologic 5.0, 6.0 y 7.0
  - > Para cortocircuitos francos





Protección contra riesgos destructivos

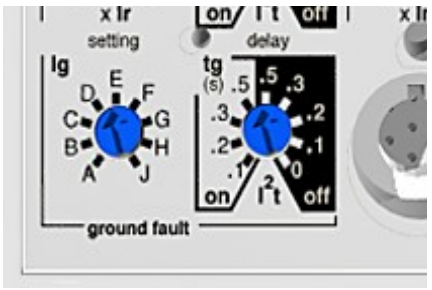
Protección contra Fallas a Tierra



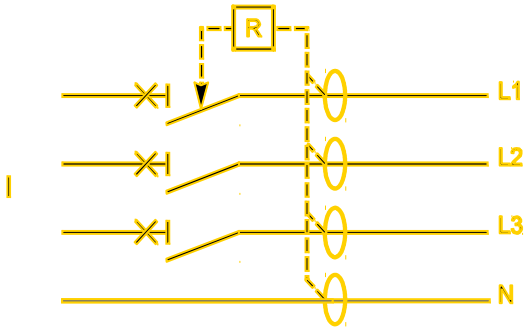
> **Protección falla a tierra**

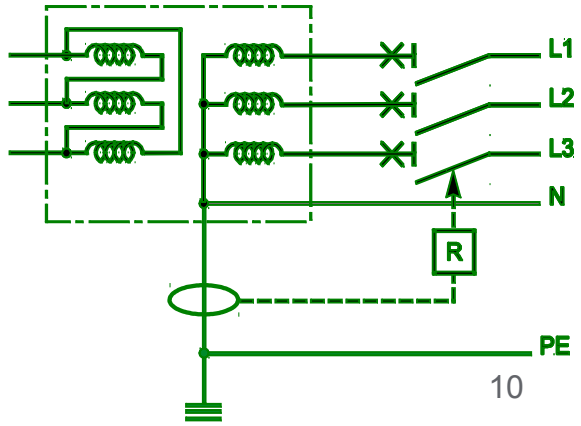
> Obligatoria por la NOM-001-SEDE-2012

> **Tipo Residual** **Tipo regreso a la fuente (SGR)**



Evita riesgos de fuego





Confidential Property of Schneider Electric

Protección contra Fallas a Tierra

Falla a tierra = 70 % de las sobrecorrientes

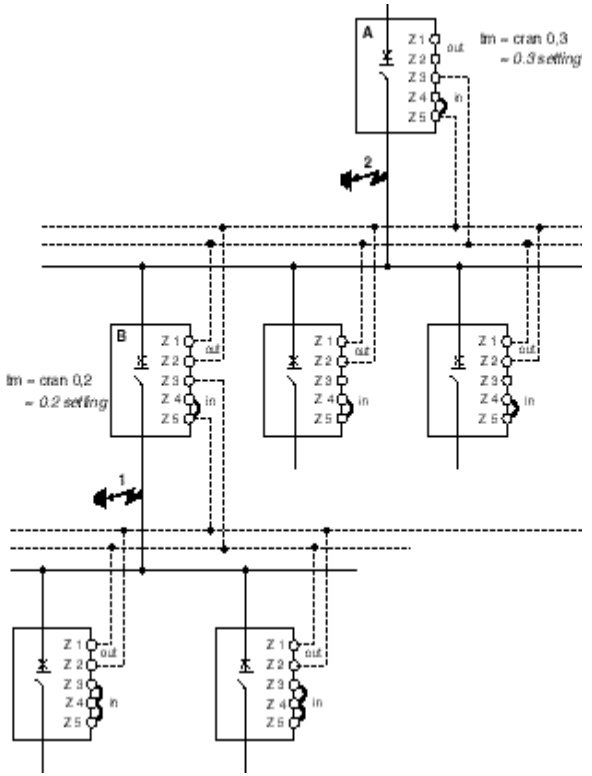
Reglamentado en articulo 230-95 de la NOM-001-SEDE-2012

- Circuitos estrella sólidamente aterrizados
- Tensión no mayor de 150 V entre fase y tierra
- Interruptor mayor de 1000 amperes
- Máxima calibración de falla = 1200 amperes
- Máxima apertura a 3000 amperes en1 segundo

Confidential Property of Schneider Electric

Enclavamiento Selectivo de Zona (ZSI)

- **Principio :**
  - ZSI capacita a la unidad de control para comunicarse con otras unidades. El sistema es capaz de localizar el cortocircuito o la falla a tierra y limpiarla.
- **Funcionamiento :**
  - ZSI permite al interruptor ignorar su retardo preestablecido cuando sea necesario. La falla es limpiada por el interruptor aguas arriba más cercano, sin retardo de tiempo intencional.
- **Ventajas :**
  - Tiempo de disparo más rápido sin sacrificar la coordinación
  - Limitación de esfuerzos en el sistema al reducir la cantidad de energía « let through ».

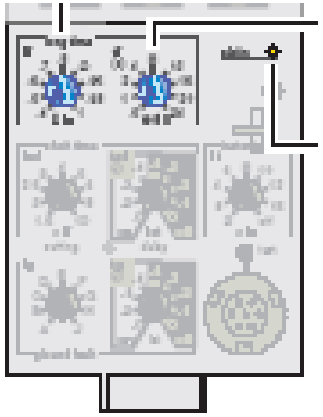


Limite : 100 interruptores interconectados sin importar la configuración

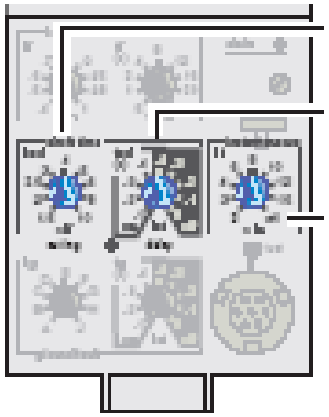
Confidential Property of Schneider Electric

Ejemplo de Calibración

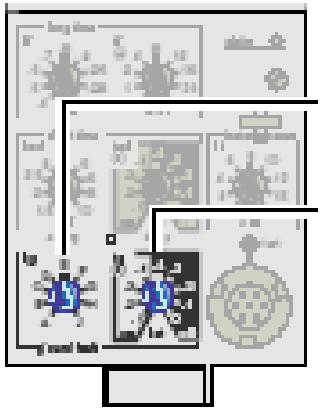
Tiempo Largo



Tiempo Corto



Falla a Tierra



Instantáneo

Confidential Property of Schneider Electric

Datos del planteamiento

> Suponiendo que tenemos un transformador trifásico de 2000kVA, 13800/480V, 60Hz, en arreglo delta-estrella, que queremos proteger.

> El primer paso es el cálculo de la corriente nominal del transformador en el lado de baja tensión:

$$I_{nom\ (tranformador)} = \frac{2000 * 1000}{\sqrt{3} * 480} = 2408.5A$$

> Para la selección del dispositivo de protección contra sobrecorriente recurrimos a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 artículo 240.

$$I_{interruptor} = 1.25 * I_{nom\ (transformador)}$$

$$I_{interruptor} = 1.25 * 2408.47 = 3010.6A$$

Confidential Property of Schneider Electric

Datos del planteamiento

> Con los datos anteriores se selecciona un interruptor de 3 polos 3200A.

> Por tanto tenemos un interruptor Masterpact NW 3 polos 3200A con unidad de disparo Micrologic 6.0A.

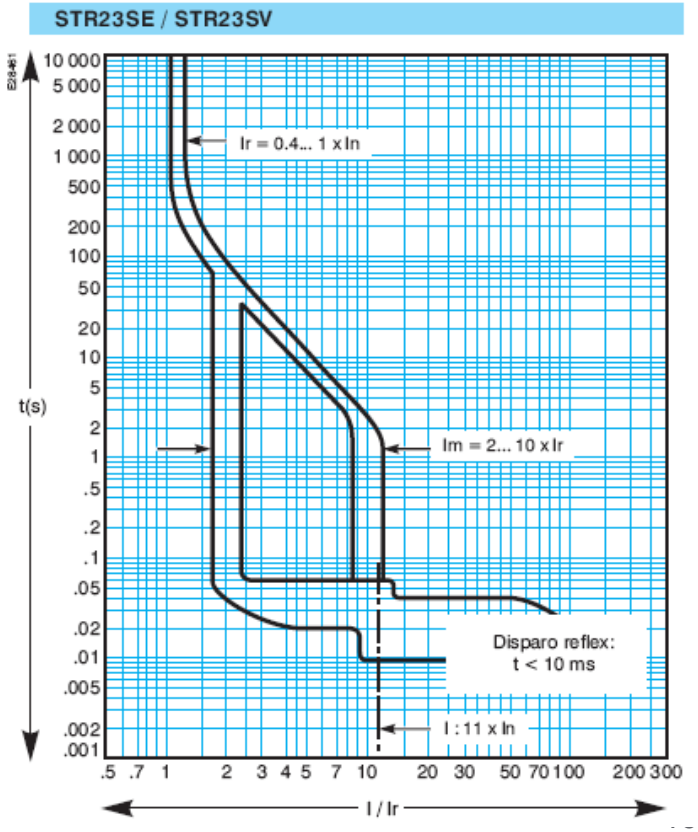
> Otro dato que es necesario conocer para el ajuste adecuado del interruptor es la demanda máxima de corriente que se presenta en ese circuito, para el caso de este ejemplo consideraremos:

Idem max = 1856A

Confidential Property of Schneider Electric

Datos del planteamiento

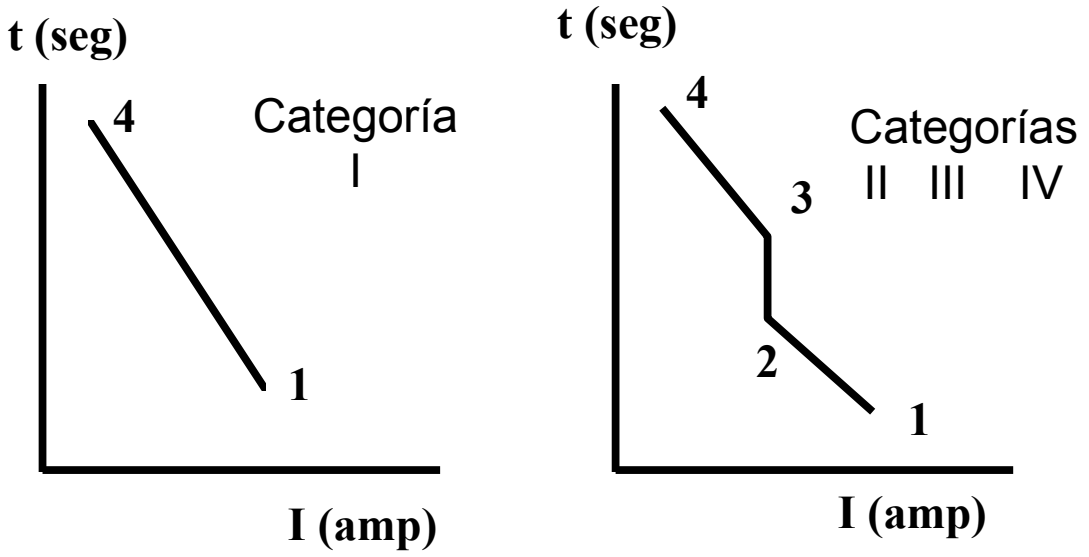
> También es necesario conocer la curva característica del interruptor derivado mayor aguas abajo del dispositivo de protección a ajustar, así como sus ajustes. Para nuestro ejemplo consideraremos un interruptor FPower NS, 3 polos, 630 A, 60Hz, con unidad de disparo electrónica.



Confidential Property of Schneider Electric

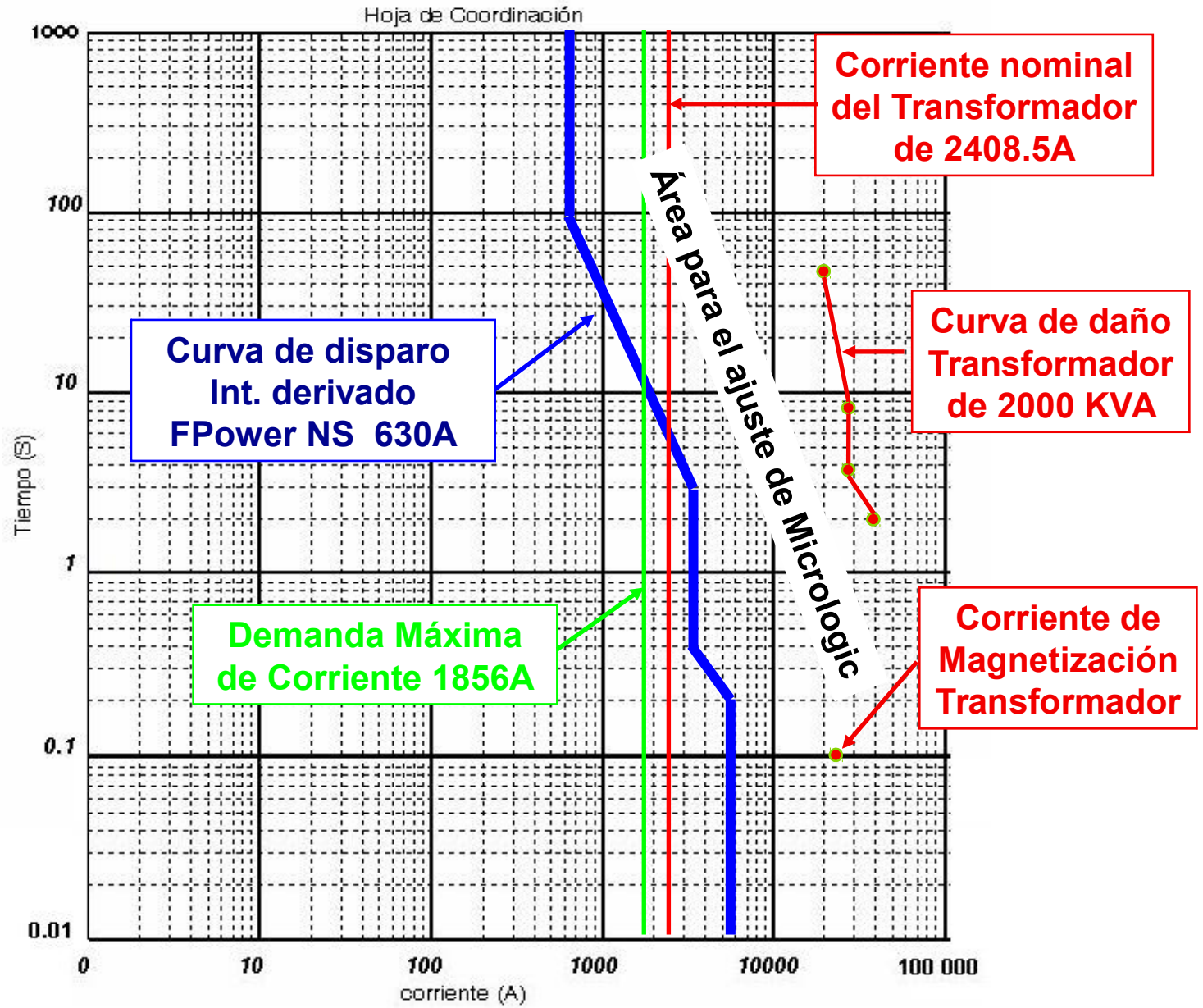
Datos del planteamiento

> Por último para tener completos los datos y comenzar con el planteamiento grafico debemos conocer la curva ANSI o curva de daño del transformador , así como la corriente de magnetización o “inrush” del mismo.



Confidential Property of Schneider Electric

Planteamiento Gráfico



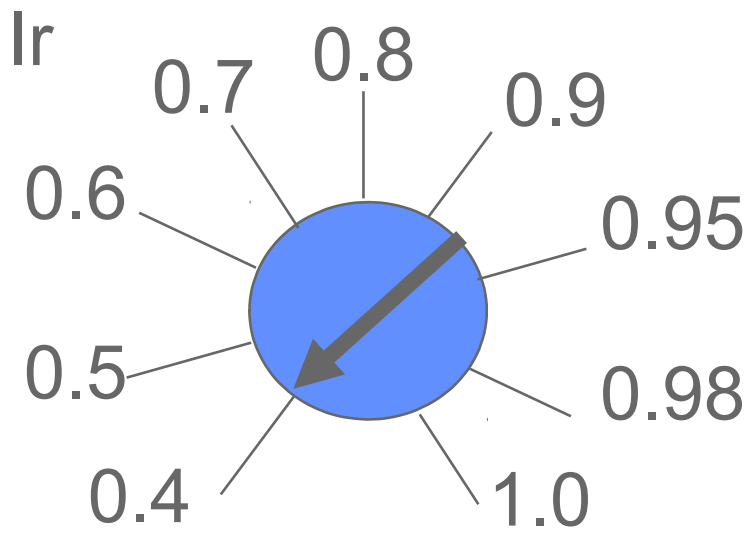
Confidential Property of Schneider Electric

Ajuste de Tiempo Largo (Ir)

> Para el ajuste de Tiempo Largo se debe considerar quedar por debajo de la corriente nominal del transformador y por arriba de la demanda máxima de corriente.
> El ajuste de Ir puede ser desde un valor de 0.4 hasta 1.0 de la corriente nominal del interruptor (3200A)
> El umbral de ajuste se puede apreciar

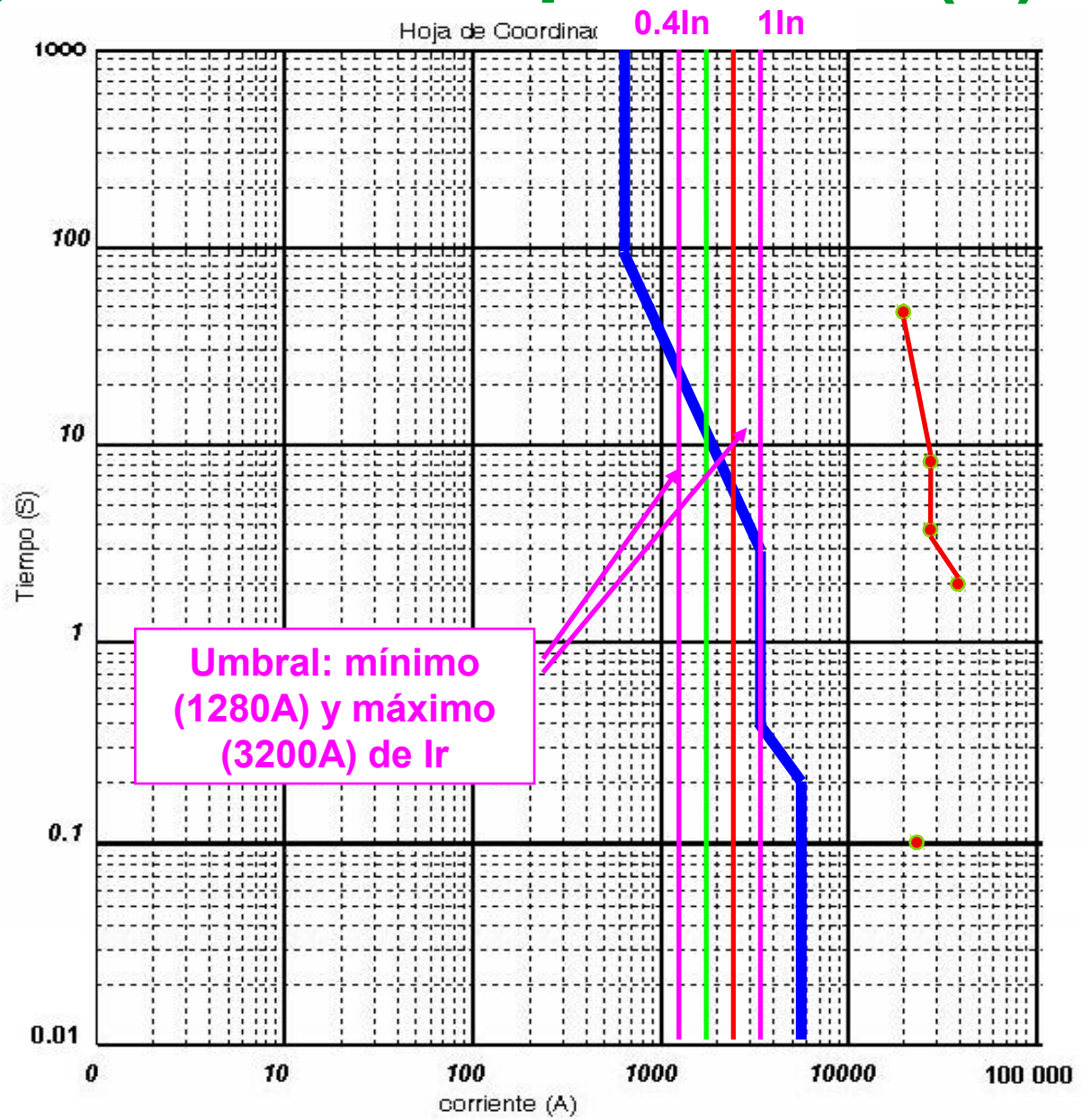
en la siguiente gráfica.

Selector de ajuste en Micrologic para calibración de Ir



Confidential Property of Schneider Electric

Umbral de ajuste de Tiempo Largo (Ir)



Confidential Property of Schneider Electric

Ajuste de Tiempo Largo (Ir)

Corriente nominal In = 3200A

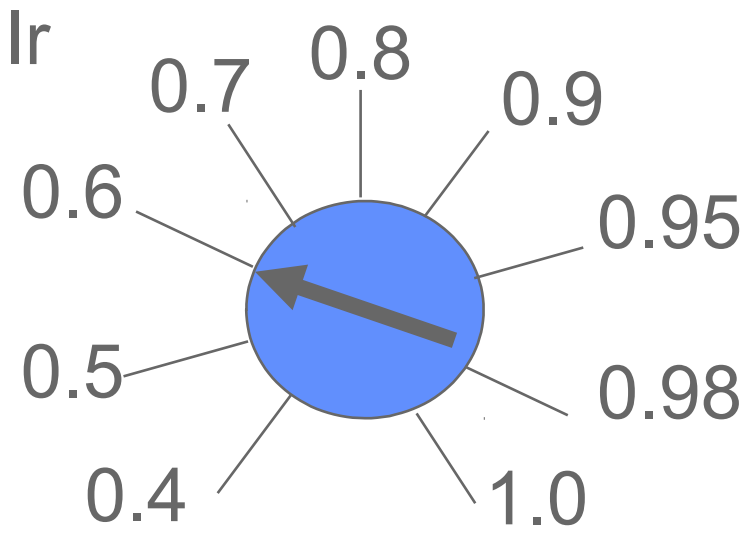
Corriente demandada Idem = 1856A

Cálculo de Ir = Idem / In

Cálculo de Ir = 1856 / 3200

Cálculo de Ir = 0.58

Ajuste de Ir > Cálculo de Ir



Disparo por sobrecarga

> El ajuste por sobrecarga es:

Ir = In x Ajuste Ir

Ir = 3200 x 0.6

Ir = 1920 A

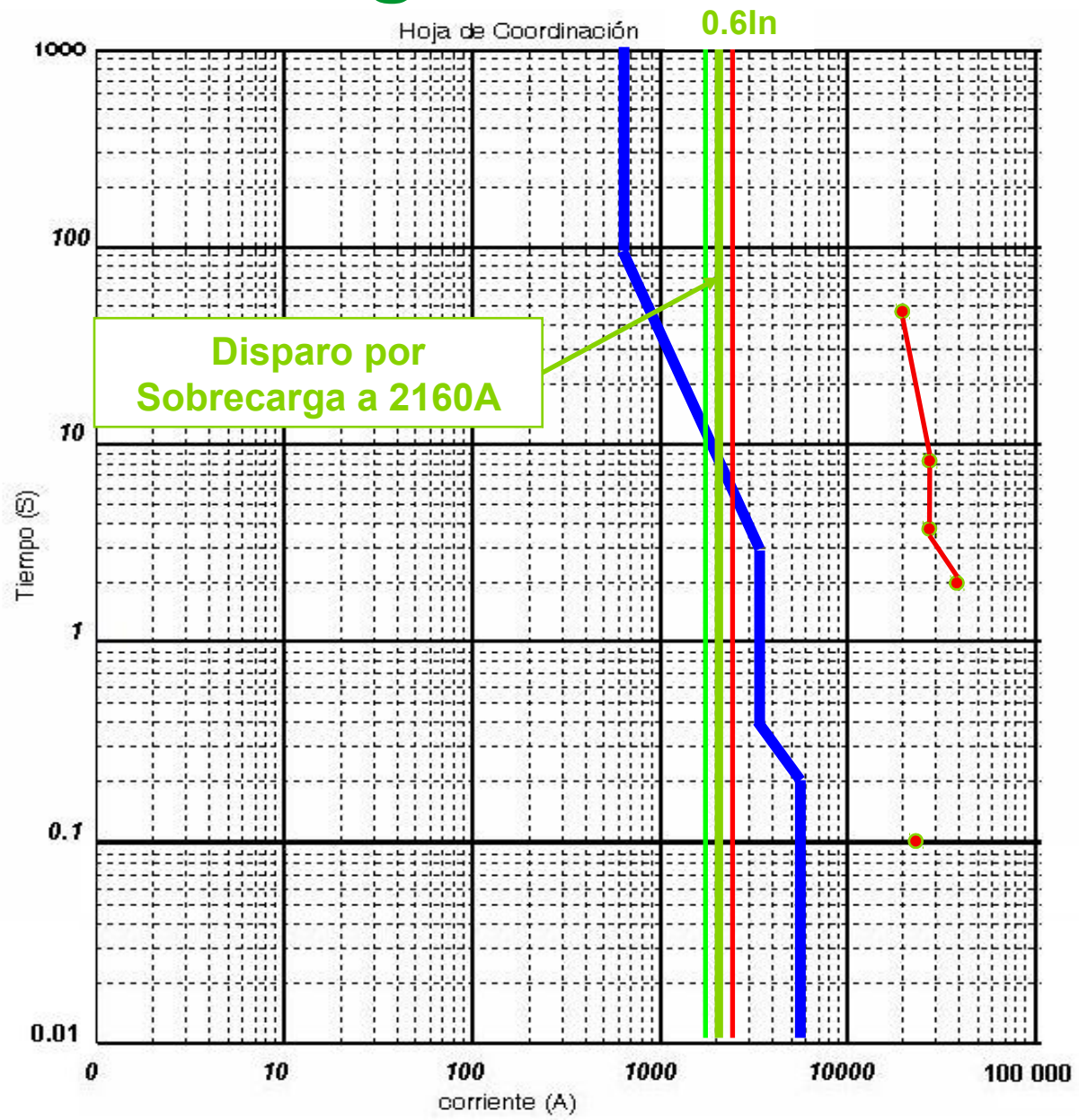
> Este valor es de ajuste, y no de disparo. El fabricante especifica que la banda de disparo es del 5 al 20 % más del valor **Ir**.

Isc Mínima = 1920 x 1.05 = 2016A

Isc Máxima = 1920 x 1.20 = 2304A

Isc Promedio = 2160A

Disparo por sobrecarga



Confidential Property of Schneider Electric

Retardo de Tiempo Largo (tr)

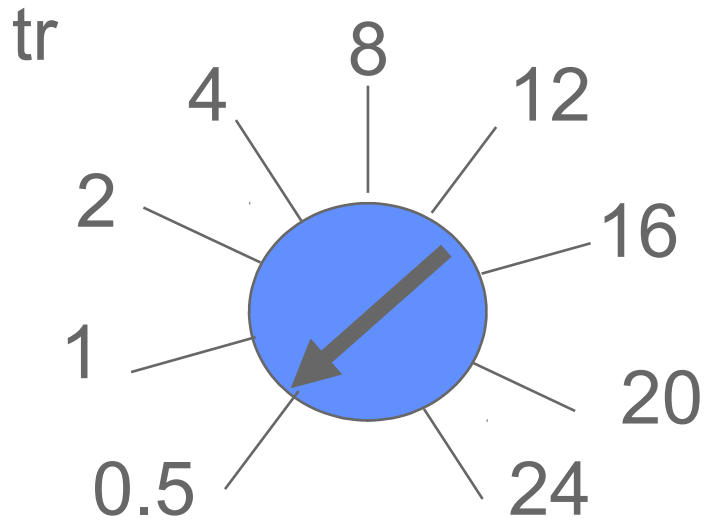
> El ajuste “**tr**” (retardo de tiempo largo) indica en cuantos segundos se desea que el interruptor dispare cuando se presente una sobrecarga del 600%. Para este ejemplo:

> **600% Ir**

> **6 * 1920**

> **11520A**

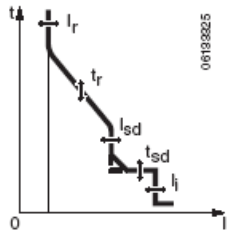
Selector de ajuste en Micrologic para calibración de tr



tr a 6 Ir

Confidential Property of Schneider Electric

Umbral de Retardo de Tiempo Largo



Verificar que la tabla corresponda a la unidad de disparo seleccionada

Table 24: Micrologic 5.0A and 6.0A Trip Unit Settings

Long-time Protection	Current setting (A) Tripping between 1.05 and 1.20 x I_r	$I_r = I_n$ x...	IEC:	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	0.95	0.98	1.00
			UL/ANSI:	0.40	0.45	0.50	0.60	0.63	0.70	0.80	0.90	1.00
			Other ranges are available by changing rating plug									
	Maximum time delay (s) Accuracy: 0 to –20%	t_r at 1.5 x I_r		12.5	25	50	100	200	300	400	500	600
		t_r at 6 x I_r		0.5	1	2	4	8	12	16	20	24
		t_r at 7.2 x I_r		0.34	0.69	1.38	2.7	5.5	8.3	11	13.8	16.6
	Thermal imaging			20 minutes before or after tripping								
Short-time Protection	Current setting (A) Accuracy: ±10%	$I_{sd} = I_r$ x...		1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10
	Maximum time delay (s) at 10 x I_r	Settings	I^2t OFF	0	0.1	0.2	0.3	0.4				
			I^2t ON		0.1	0.2	0.3	0.4				
		t_{sd}	Min. trip time (ms)	20	80	140	230	350				
			Max. trip time (ms)	80	140	200	320	500				
Instantaneous Protection	Current setting (A) Accuracy: ±10%	$I_i = I_n$ x...		2	3	4	6	8	10	12	15	off

12.5s a 2880A

600s a 2880A

t_r at 1.5 x I_r	12.5	25	50	100	200	300	400	500	600
t_r at 6 x I_r	0.5	1	2	4	8	12	16	20	24
t_r at 7.2 x I_r	0.34	0.69	1.38	2.7	5.5	8.3	11	13.8	16.6

Umbral

0.5s a 11520A

24s a 11520A

Confidential Property of Schneider Electric

Umbral de retardo de Tiempo Largo

> Para poder trazar el umbral de retardo de Tiempo Largo se graficarán los tiempos mínimos y máximos a una sobrecarga del 600% es decir;

11520A con 0.5 y 24 segundos como indica el selector

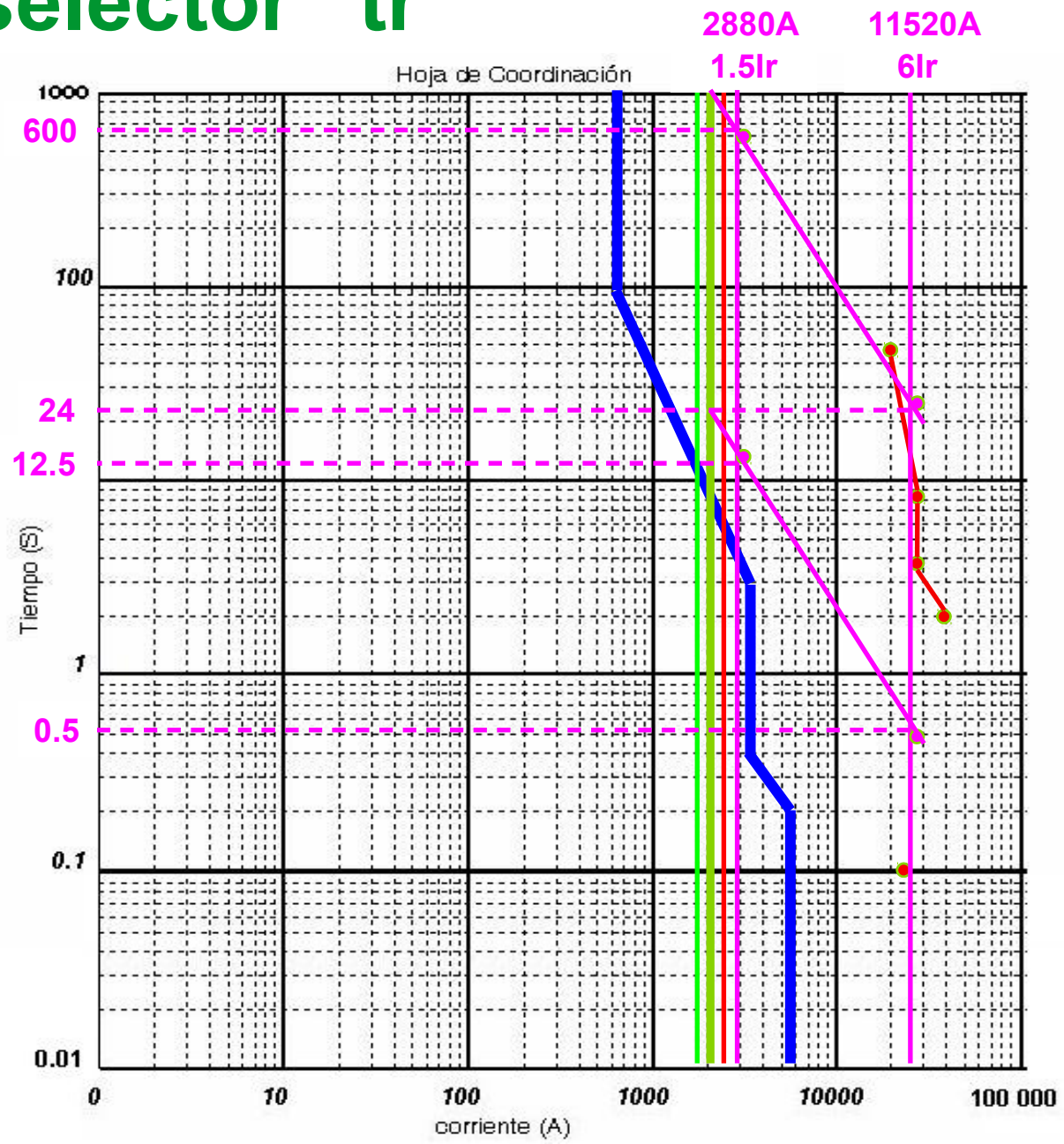
> Se trazarán además los tiempos equivalentes a 1.5Ir

1.5 * Ir = 1.5 * 1920 = 2880A

2880A con 12.5 y 600 segundos como se indica en la tabla anterior.

Confidential Property of Schneider Electric

Umbral del selector ”tr”



Confidential Property of Schneider Electric

Ajuste del retardo de Tiempo Largo “tr”

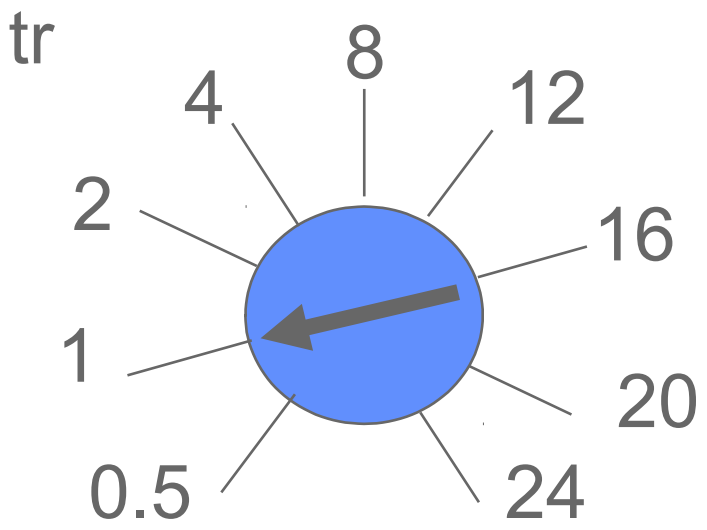
> Dejando el ajuste del selector en 1 segundo se libra la curva característica de disparo del interruptor derivado FPower NS que se encuentra aguas abajo del interruptor bajo ajuste.

> Además como se puede observar en la gráfica el interruptor dispararía en 45 segundos cuando se presentara una sobrecarga de 1920A.

25s a 2880A

t_r at 1.5 x I_r	12.5	25	50	100	200	300	400	500	600
t_r at 6 x I_r	0.5	1	2	4	8	12	16	20	24
t_r at 7.2 x I_r	0.34	0.69	1.38	2.7	5.5	8.3	11	13.8	16.6

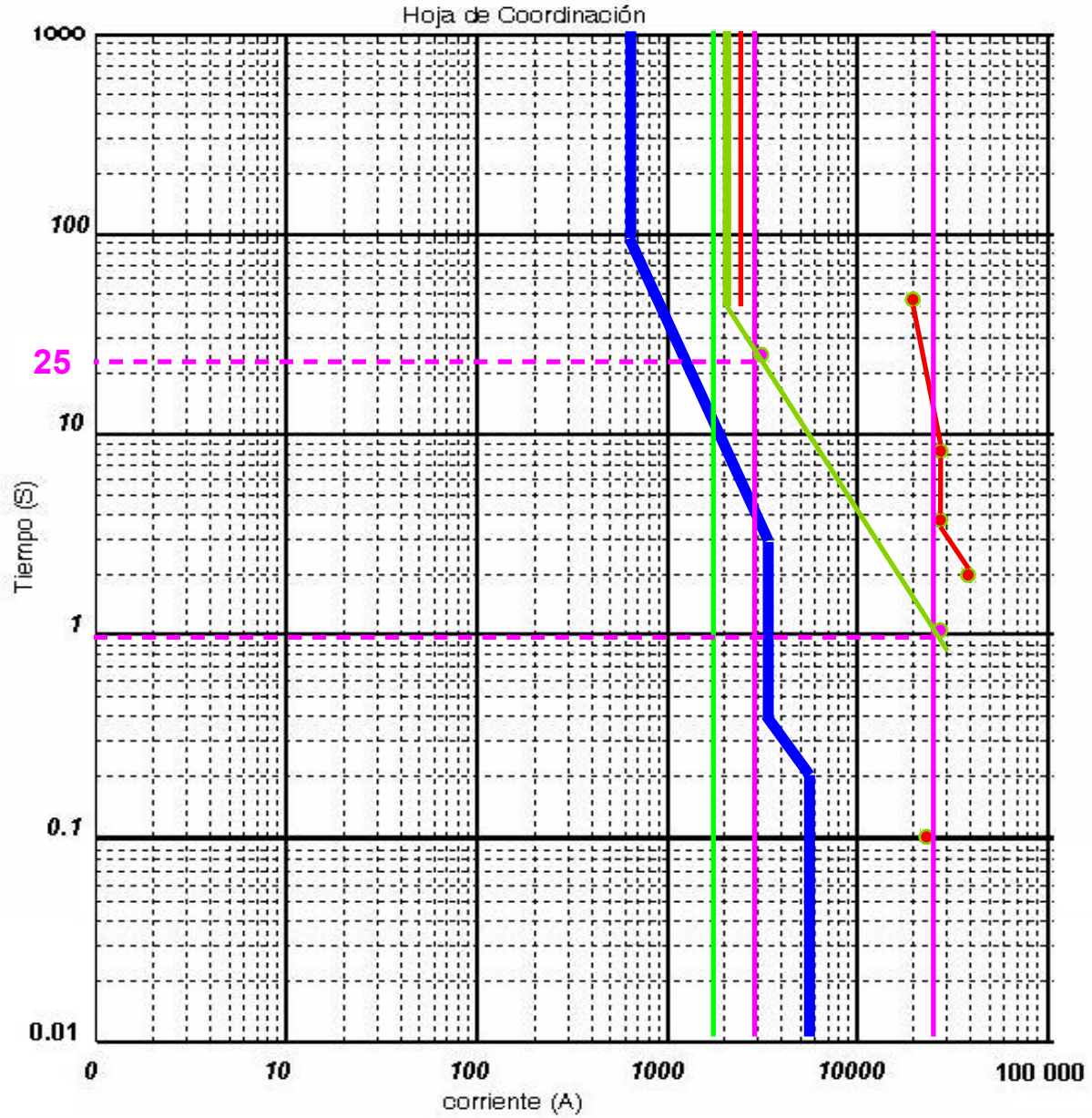
1s a 11520A



tr a 6 Ir

Confidential Property of Schneider Electric

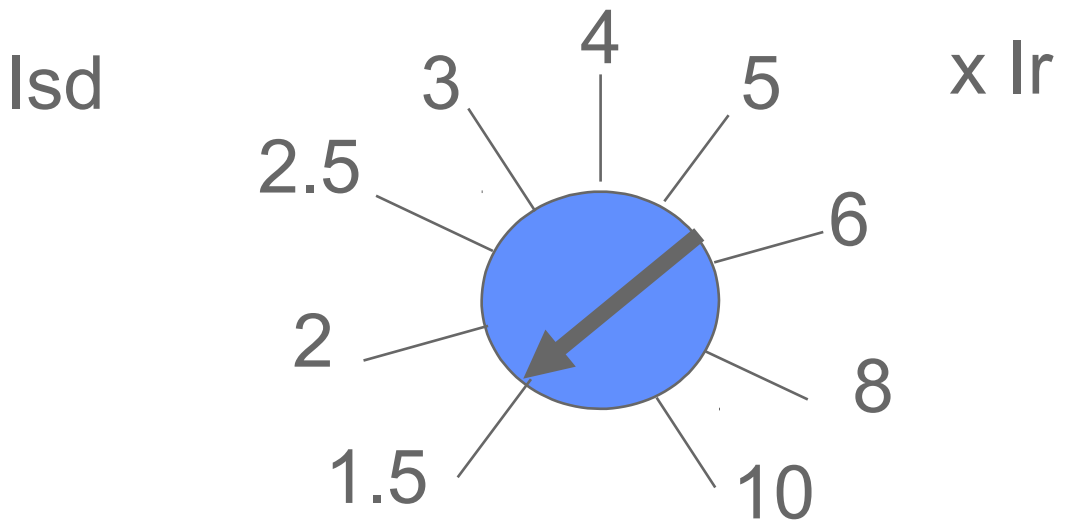
Ajuste del retardo de Tiempo Largo “tr”



Confidential Property of Schneider Electric

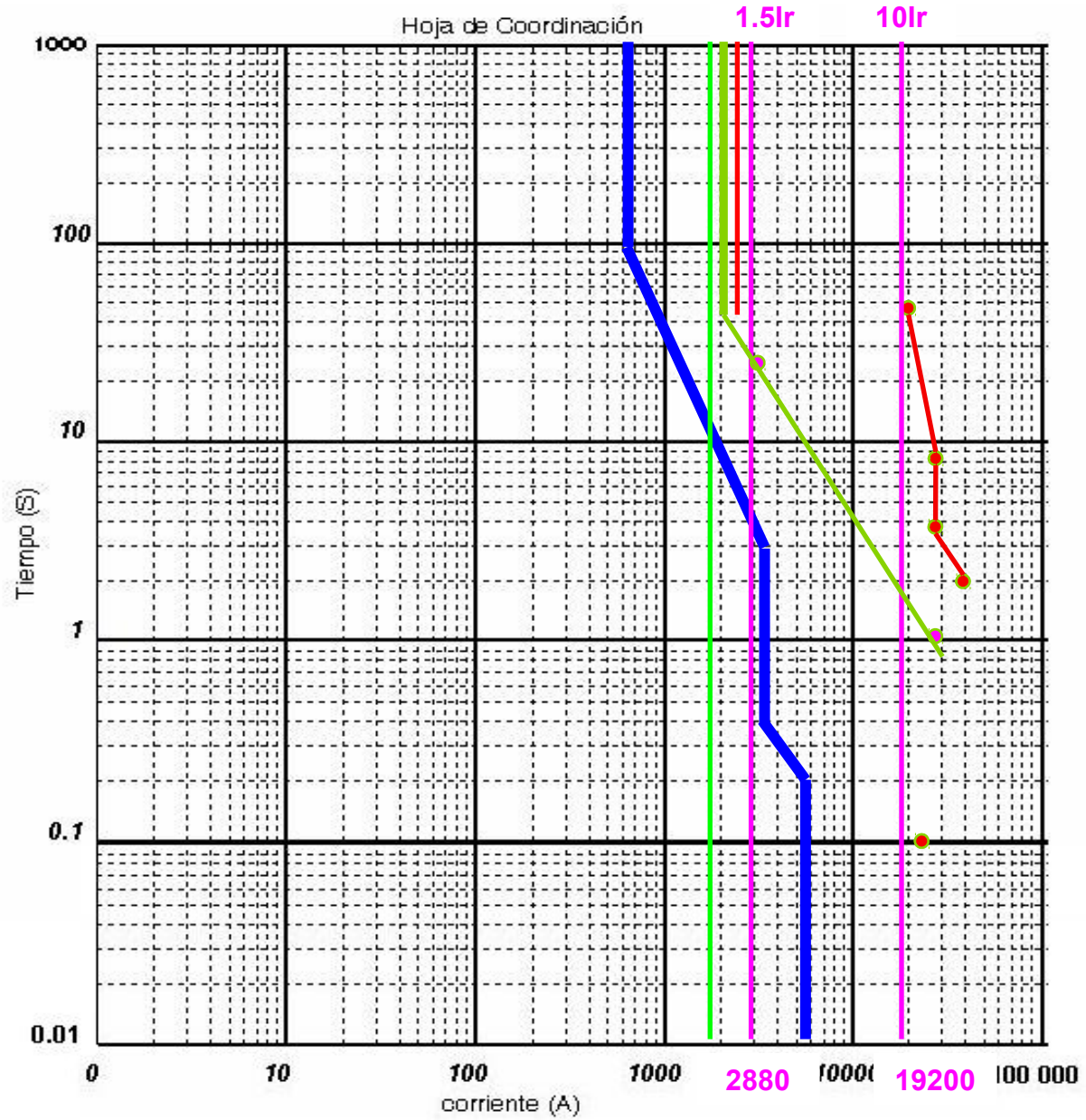
Ajuste de Tiempo Corto “Isd”

> En el ajuste de Tiempo Corto trazaremos también el umbral para saber entre que valores nos podemos desplazar que en este caso con el selector nos permite desplazarnos desde 1.5 hasta 10, solo que en esta ocasión no será un múltiplo de la corriente nominal del interruptor, sino más bien del valor anterior, es decir de “Ir”.



Confidential Property of Schneider Electric

Umbral de Tiempo Corto (Isd)



Confidential Property of Schneider Electric

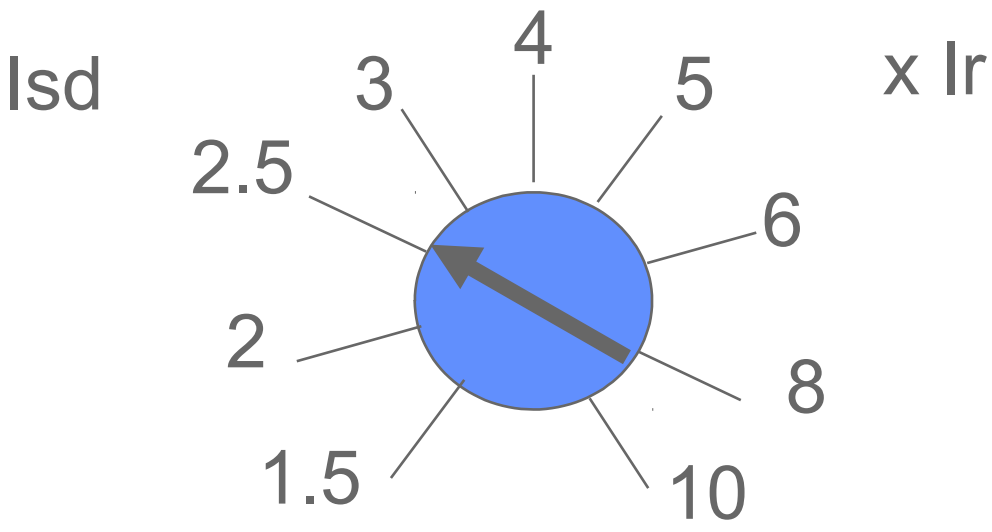
Ajuste del selector de Tiempo Corto (Isd)

> Tenemos que colocar el valor del selector Isd de modo que no toque la curva de disparo del interruptor FPower NS.

$I_{selectividad} = Isd \times Ir$

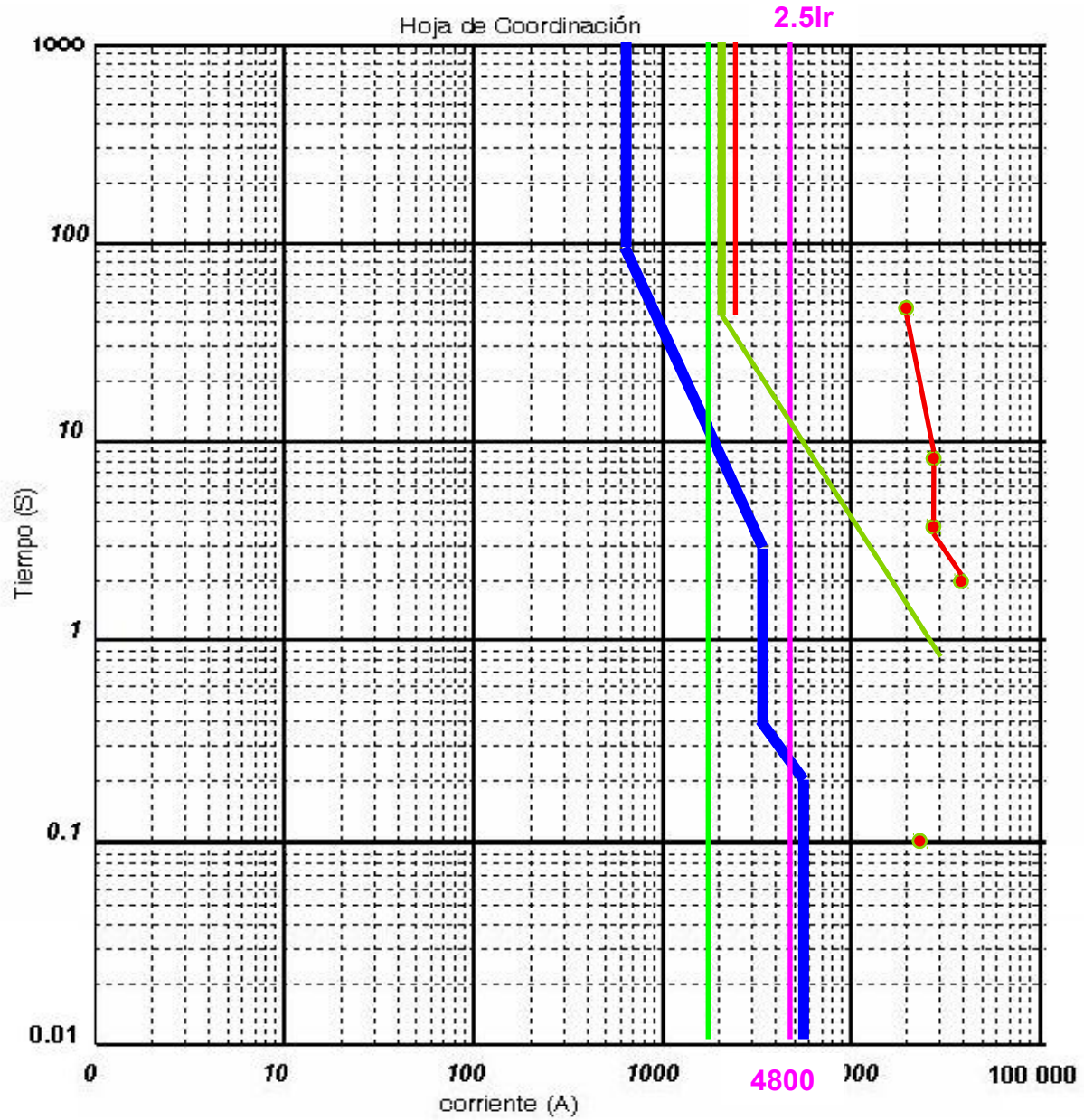
$I_{selectividad} = 2.5 \times 1920$

$I_{selectividad} = 4800\ A.$



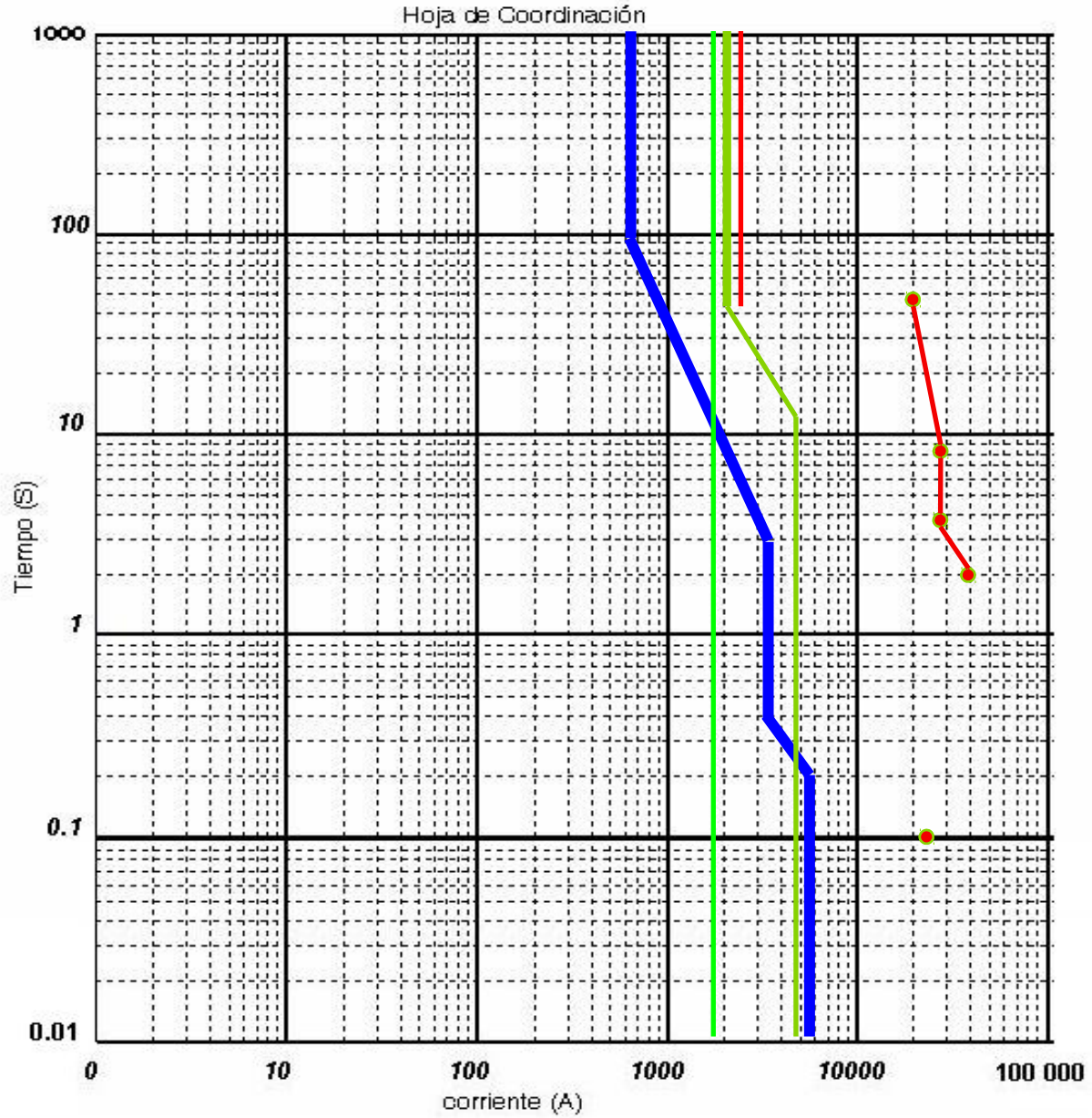
Confidential Property of Schneider Electric

Ajuste de Tiempo Corto “Isd”



Confidential Property of Schneider Electric

Ajuste de Tiempo Corto “Isd”



Confidential Property of Schneider Electric

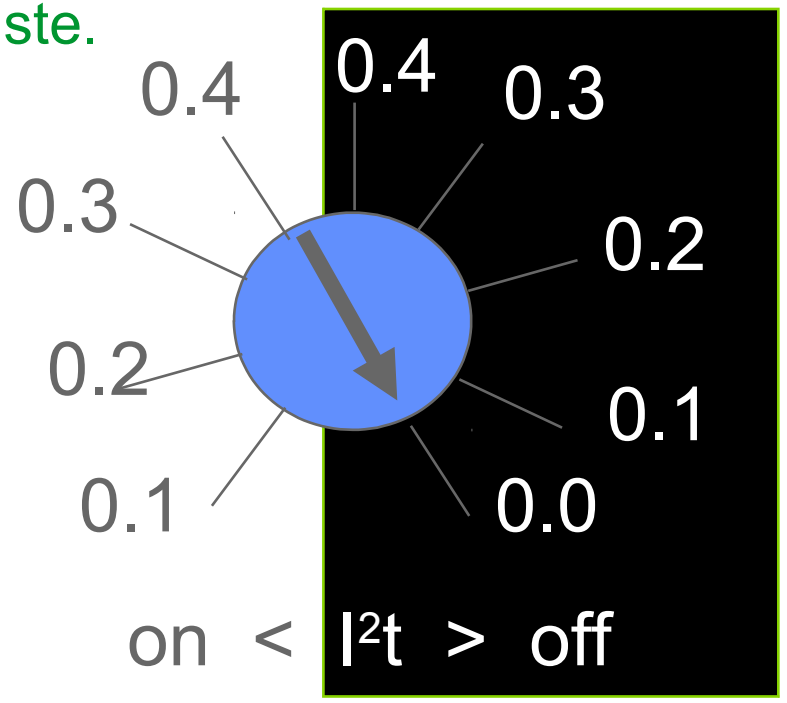
Ajuste del retardo de Tiempo Corto “tsd”

> Una vez que tenemos seleccionada la magnitud de corriente de Tiempo Corto, necesitamos definir un retardo de tiempo para este ajuste.

Las opciones **on** , **off** permiten trabajar una rampa de tiempo definida a 10 veces Ir.

Los ajustes pueden ir desde 0.1 hasta 0.4 segundos.

Y también trazaremos el umbral del mismo.

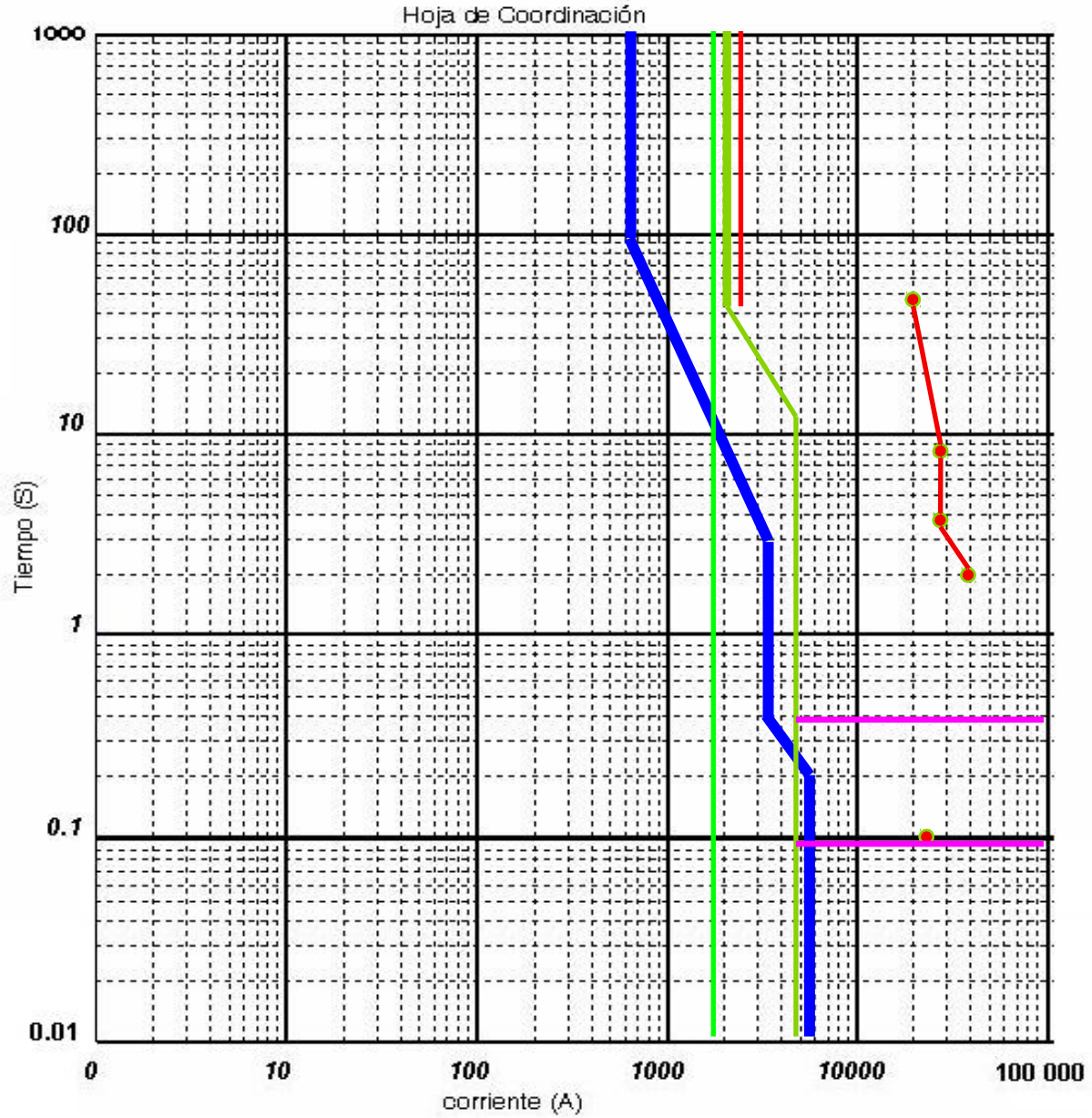


tsd a 10 Ir

Confidential Property of Schneider Electric

Umbral de retardo de Tiempo Corto “tsd”

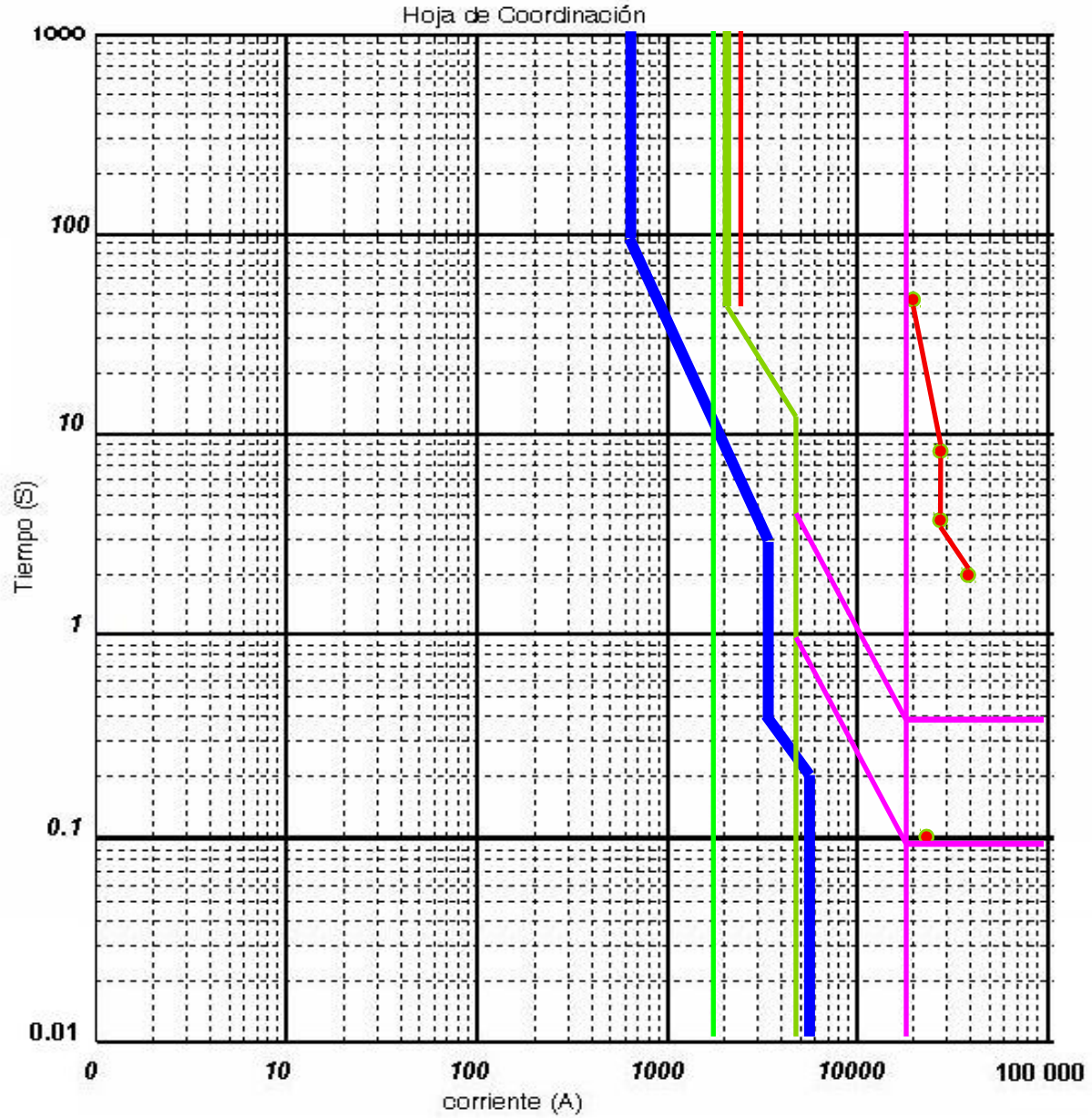
SIN RAMPA



Confidential Property of Schneider Electric

Umbral de retardo de Tiempo Corto “tsd”

CON RAMPA A 10Ir



Confidential Property of Schneider Electric

Ajuste de retardo de Tiempo Corto “tsd”

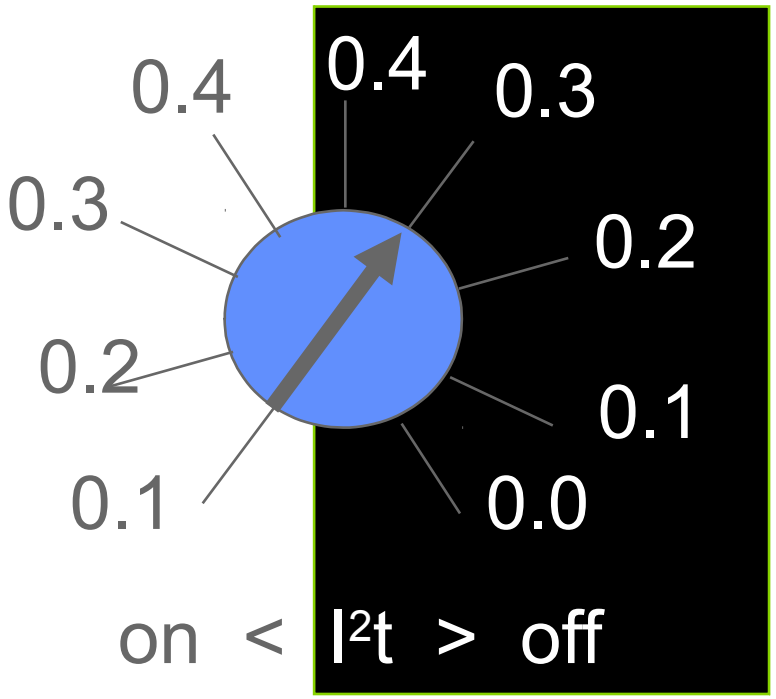
> Como es necesario que las curvas no se traslapen en ningún punto podríamos utilizar el ajuste sin rampa en 0.3 segundos o un ajuste más bajo de tiempo utilizando la rampa en 0.1 segundos.

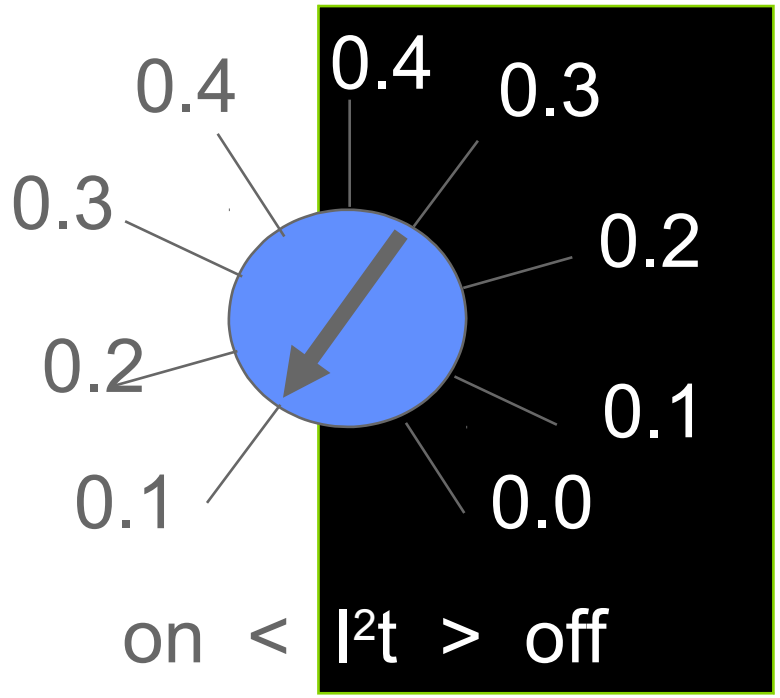
Ajuste 1:

0.3 con característica I^2t en OFF

Ajuste 2:

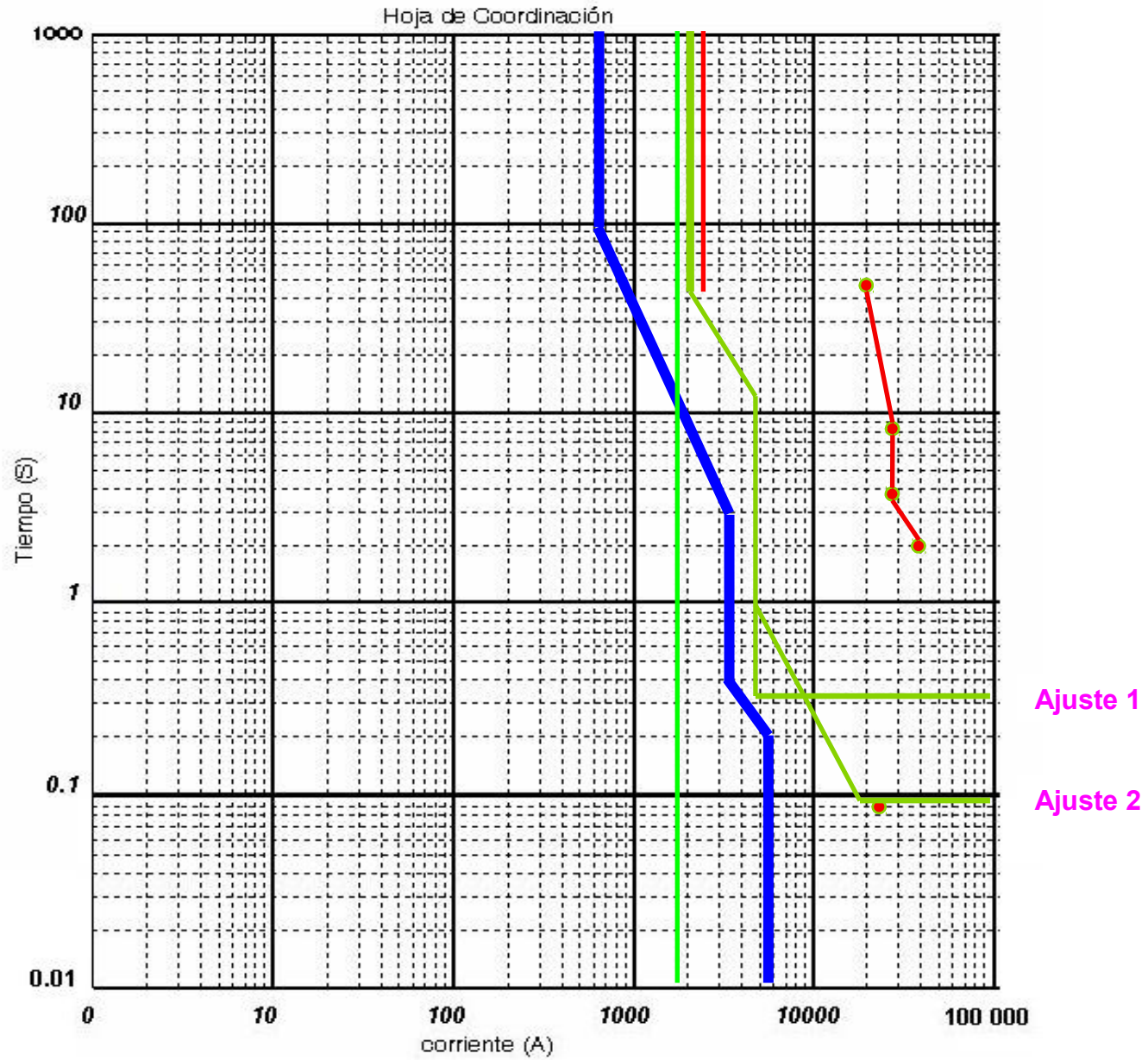
0.1 con característica I^2t en ON





Confidential Property of Schneider Electric

Ajuste de retardo de Tiempo Corto “tsd”

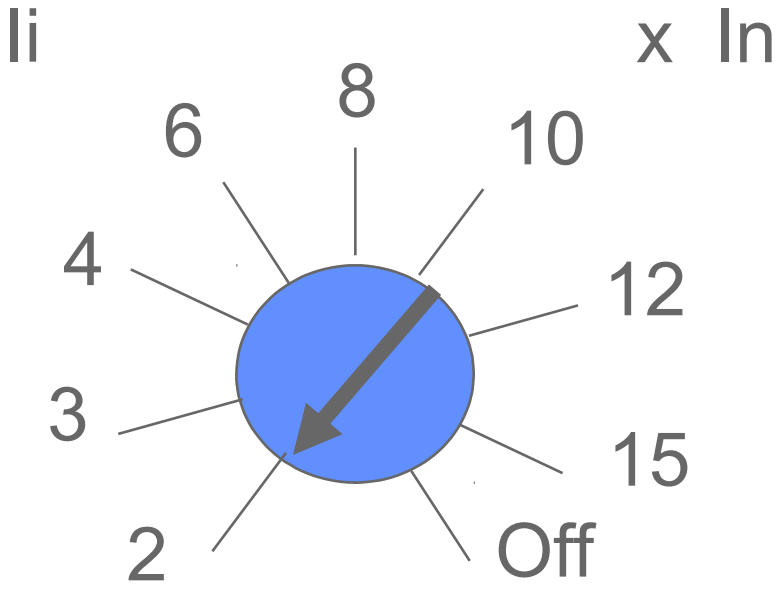


Confidential Property of Schneider Electric

Ajuste del Instantáneo “Ii”.
Protección de cortocircuito

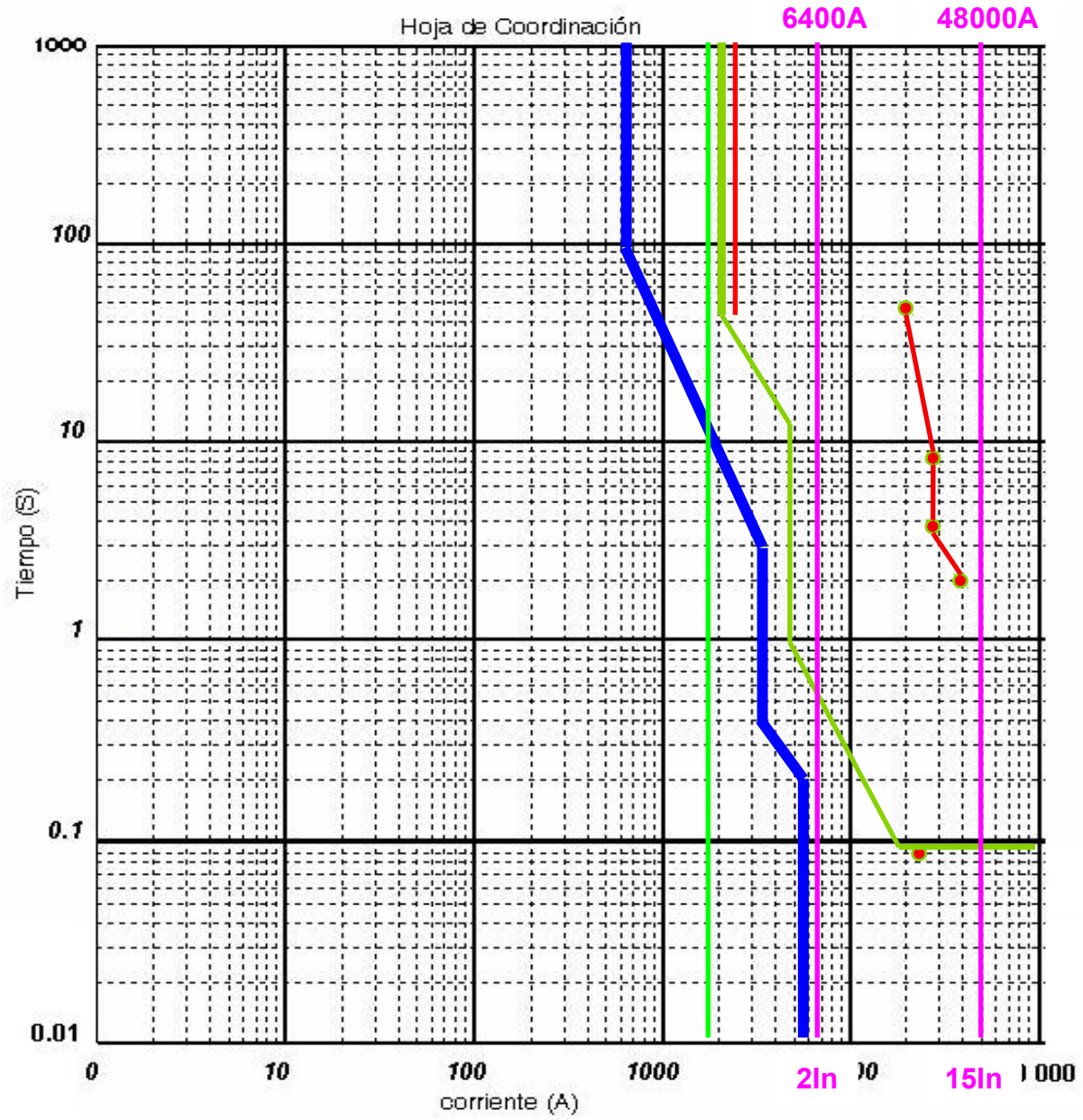
> El cálculo de cortocircuito indica la corriente máxima de falla que puede presentarse en el lugar en donde se instala el **Micrologic**; por lo que el resultado se utiliza para el ajuste de la protección contra este tipo de falla.

Trazaremos el umbral de ajuste al igual que en los casos anteriores, que para el caso de la protección contra cortocircuito el selector permitirá valores desde 2 hasta 15 veces la corriente nominal del interruptor.



Confidential Property of Schneider Electric

Umbral del Instantáneo “Ii”

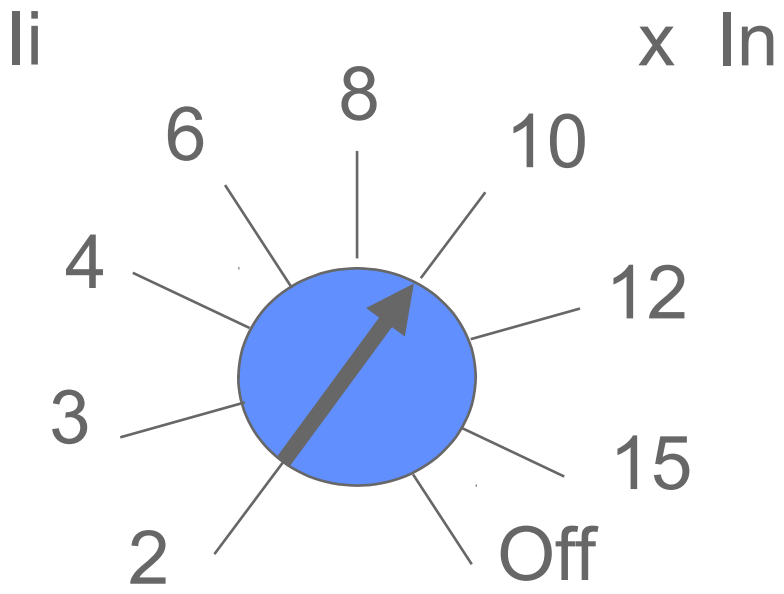


Confidential Property of Schneider Electric

Ajuste del Instantáneo “Ii”

> El ajuste de cortocircuito debe estar por debajo de:

- El valor obtenido en el cálculo.
- Las curvas daño de los equipos.



- Si por ejemplo, en el cálculo de cortocircuito es de 36 KA.

Seleccionando el 10

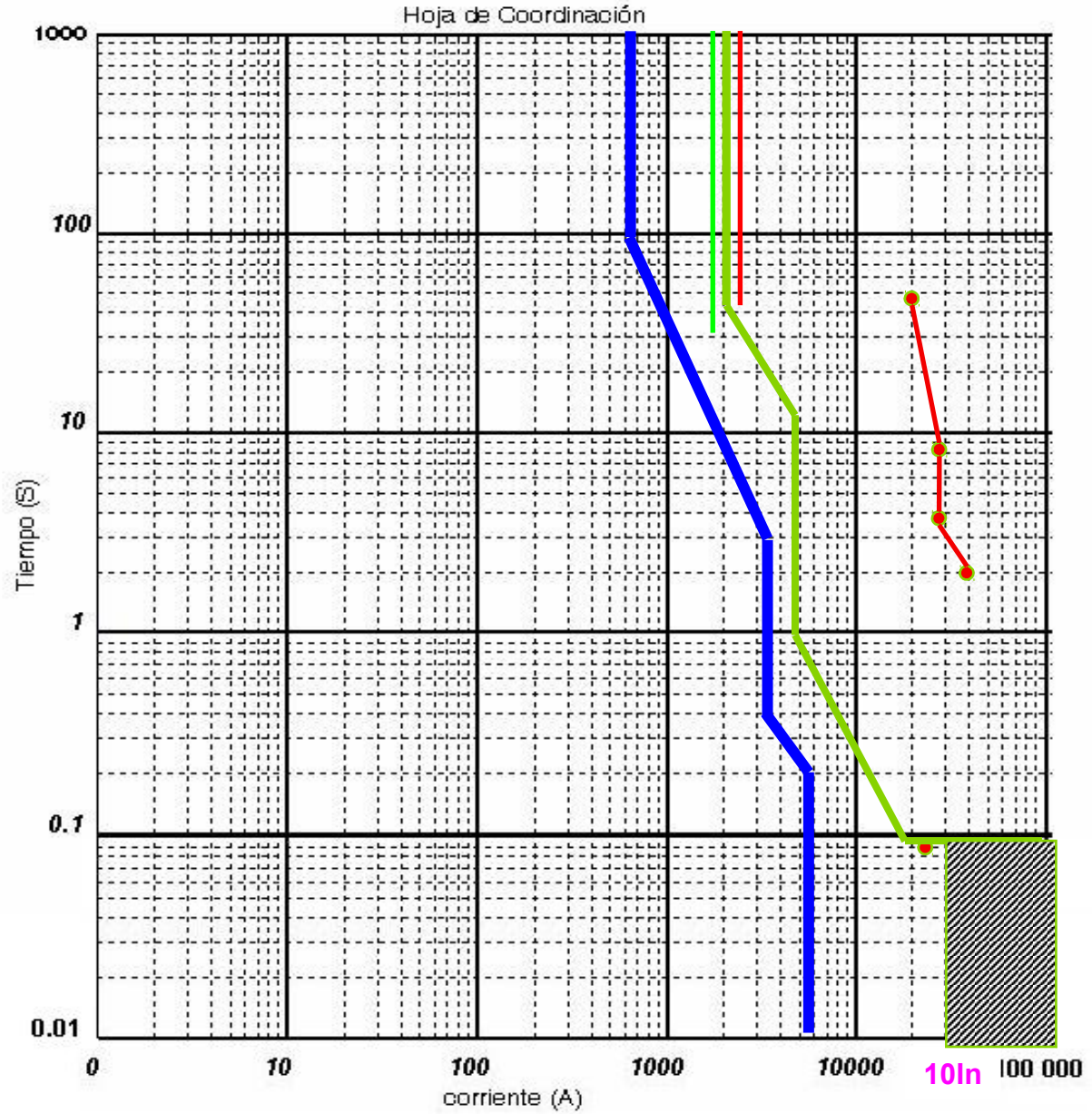
Icc = I x P

Icc = 10 x 3200

Icc = 32kA.

Confidential Property of Schneider Electric

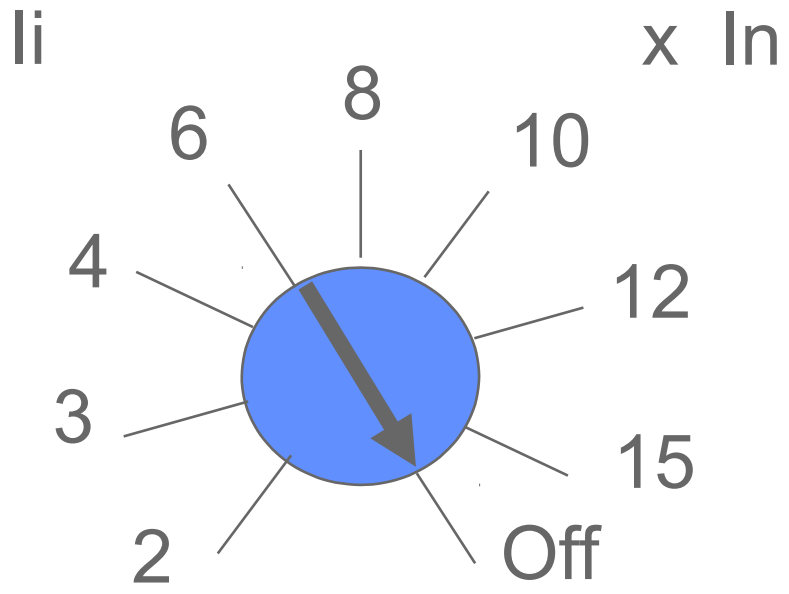
Ajuste del selector Instantáneo “Ii”



Confidential Property of Schneider Electric

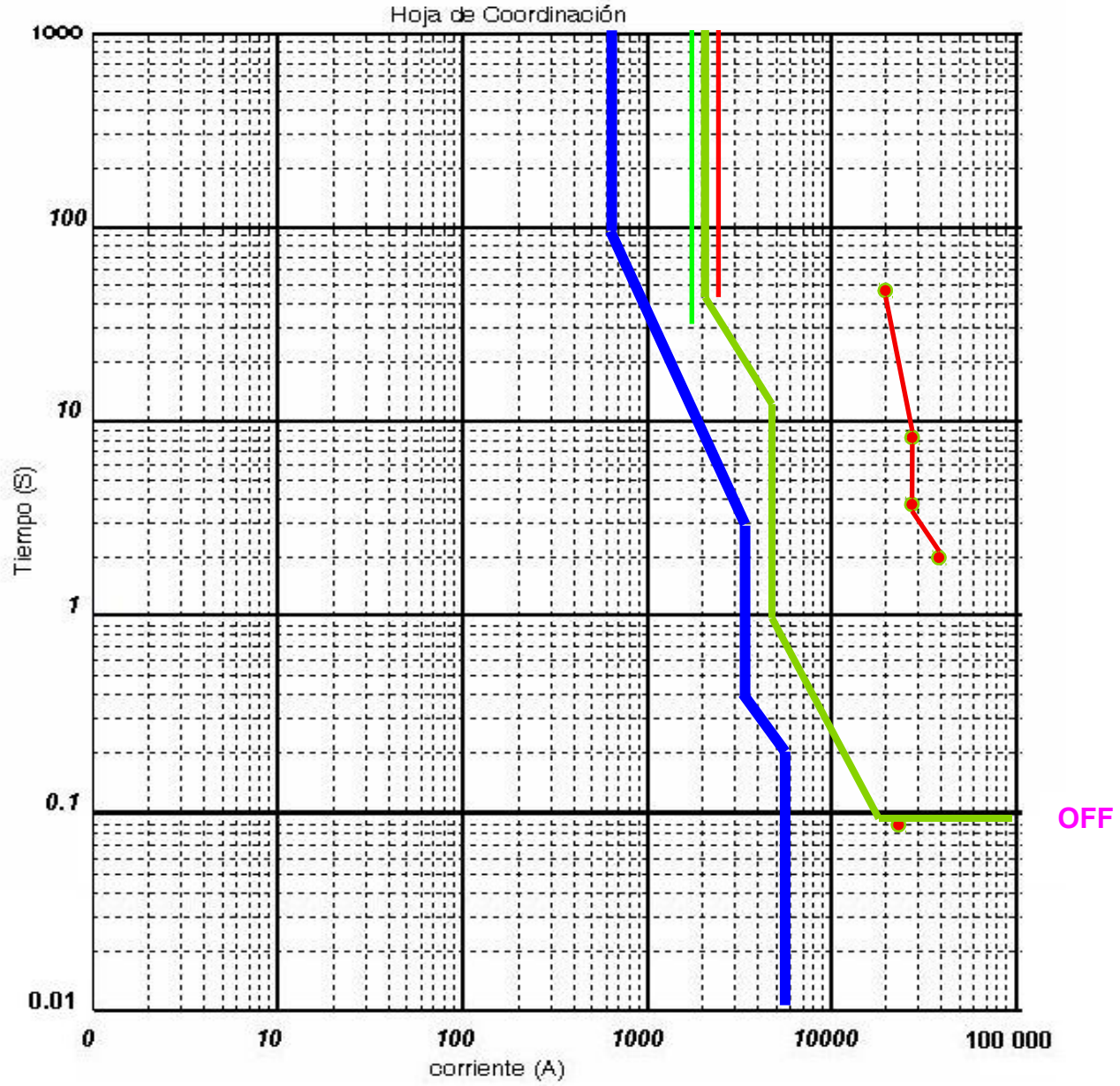
Ajuste del selector Instantáneo “Ii”

> Cuando se selecciona la posición **off**, el interruptor inhibe el disparo por la magnitud de corriente, y la protección se hace en función del tiempo de falla, quedando ajustado al valor establecido en “tsd”.



Confidential Property of Schneider Electric

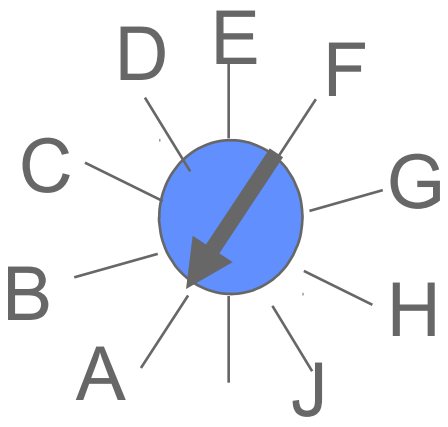
Ajuste del selector Instantáneo “Ii”

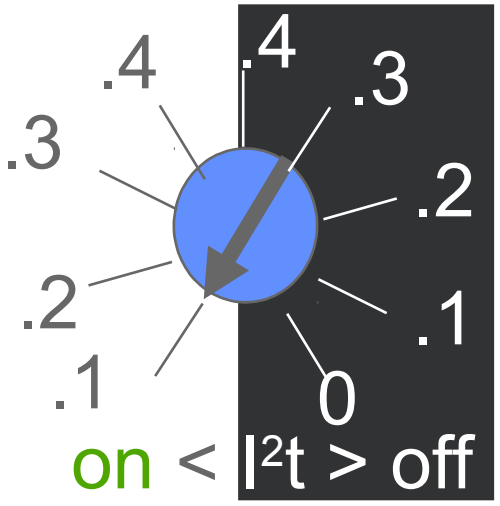


Confidential Property of Schneider Electric

Ajuste de los Selectores “Ig”, “tg”

> Los ajustes de la protección de falla a tierra, están directamente expresados en amperes y segundos, con posibilidad de rampa de tiempo habilitada.





Umbral de los selectores “Ig”, “tg”

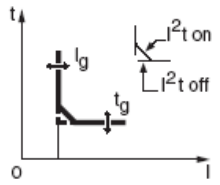


Table 25: Micrologic 6.0A Trip Unit Ground-fault Settings

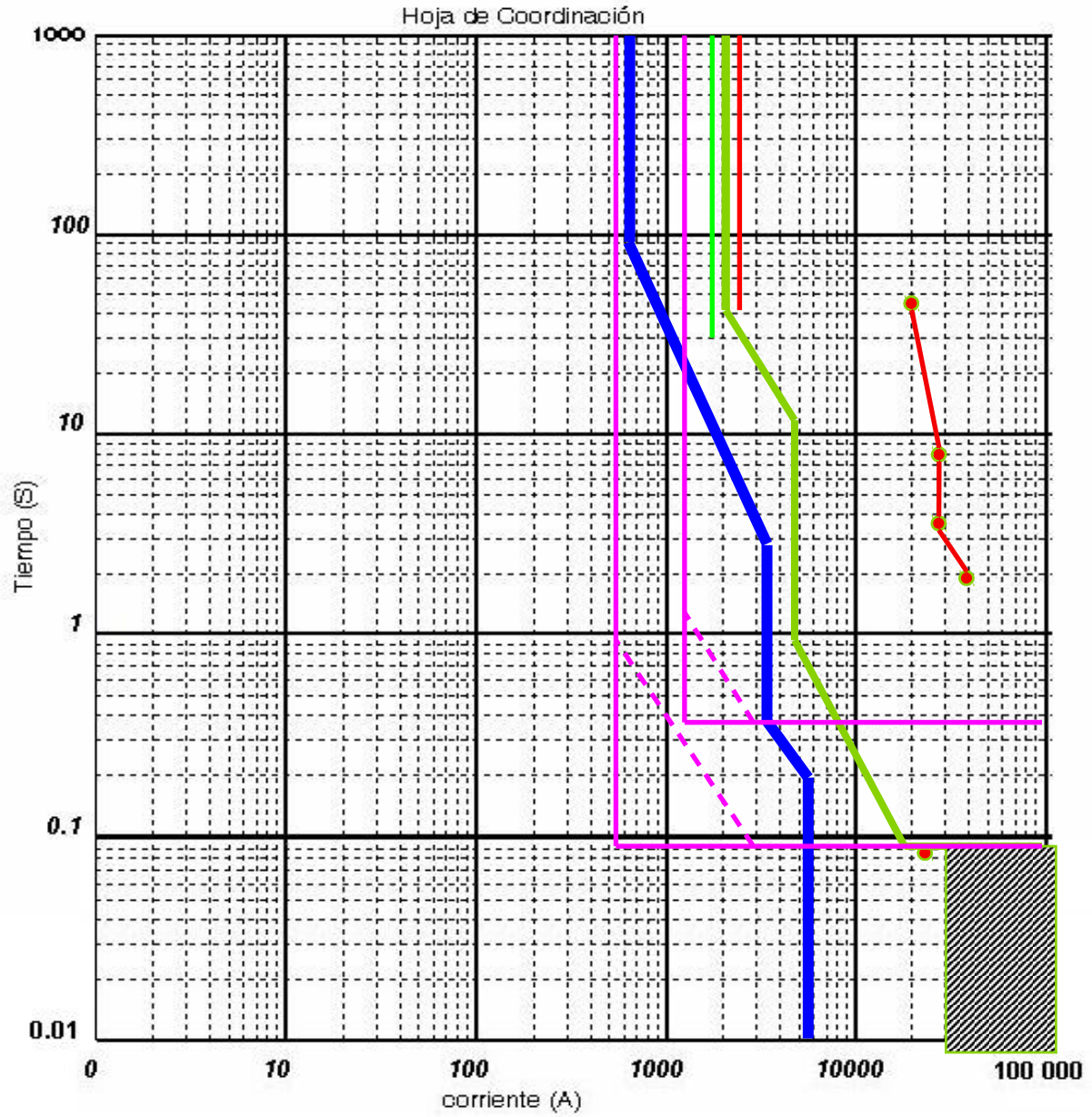
		$I_g = I_n$ x...	A	B	C	D	E	F	G	H	J
Ground-fault pickup (A) Accuracy: ±10%		$I_n \leq 400$ A	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
		400 A < $I_n \leq 1200$ A	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
		I_n > 1200 A	500	640	720	800	880	960	1040	1120	1200
Maximum time delay (s) at 10 x I_r	Settings	I^2t OFF	0	0.1	0.2	0.3	0.4				
		I^2t ON		0.1	0.2	0.3	0.4				
	t_g	Minimum trip time (ms)	20	80	140	230	350				
		Maximum trip time (ms)	80	140	200	320	500				

A	B	C	D	E	F	G	H	J
0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
500	640	720	800	880	960	1040	1120	1200

Umbral

Confidential Property of Schneider Electric

Umbral de los selectores “Ig”, “tg”

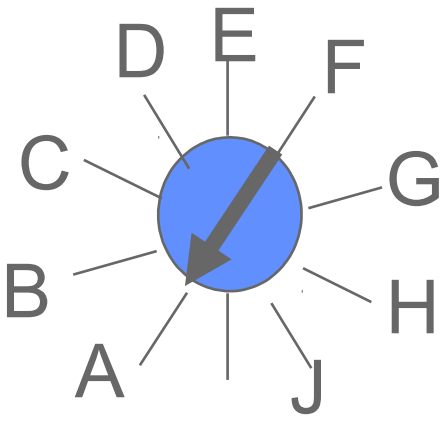


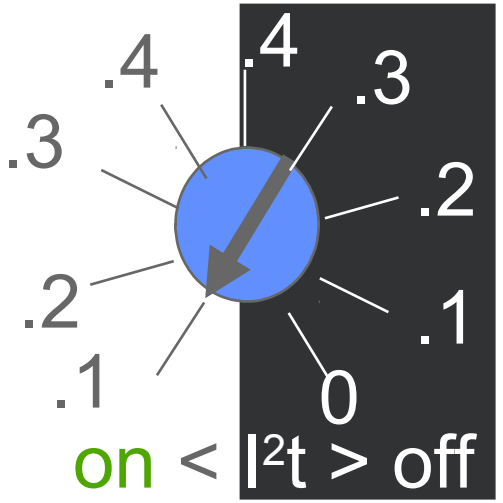
Confidential Property of Schneider Electric

Ajuste de los selectores “Ig”, “tg”

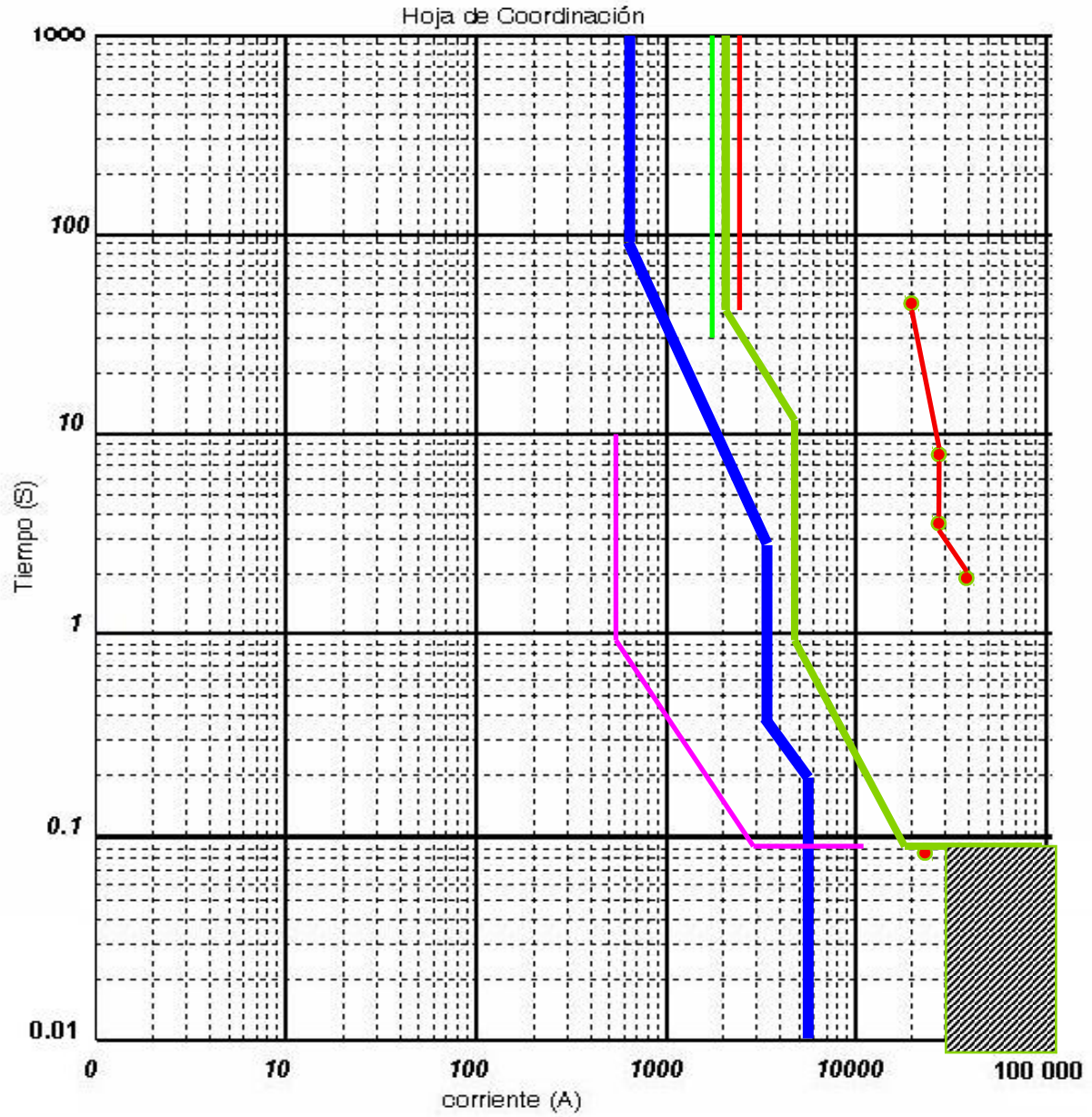
> En el caso de que existan más dispositivos con protección de falla a tierra tendrán que coordinarse todos ellos y el ajuste de los mismos será en base a esta misma coordinación de las protecciones de todos los dispositivos de protección que cuenten con esta misma.

> En caso contrario, es decir en caso de que solo se cuente en este interruptor la protección de falla a tierra, se deberá hacer un ajuste tan bajo como sea posible.





Ajuste de los selectores “Ig”, “tg”



Confidential Property of Schneider Electric

Make the most of your energy℠

©2014 Schneider Electric. All Rights Reserved.
All trademarks are owned by Schneider Electric Industries SAS or its affiliated companies or their respective owners.

Schneider Electric