

El principio de la coordinación

HGR
www.hgr.com.ar

Para todo dispositivo de protección de líneas, la norma de instalación IEC 60364-4-43:1977 establece que su poder de corte (PdC) debe ser como mínimo igual a la corriente de cortocircuito máxima ($I_{cc\text{ máx.}}$) en el punto donde esté instalado el dispositivo: $PdC \geq I_{cc\text{ máx.}}$

De esta regla se desprende:

- » que cada aparato, individualmente, permite el corte del circuito donde se da el defecto;
- » que, si bien esta solución asegura la continuidad de los circuitos aguas arriba, su puesta en práctica, en ciertos casos, puede resultar cara. Sin embargo, es posible optimizar el costo de la instalación.

La técnica de la coordinación (también llamada "asociación" o "back-up") es precisamente la que nos permite utilizar un dispositivo de protección con un poder de corte inferior a la corriente de cortocircuito calculada en el punto donde esté instalado. Para ello debe haber aguas arriba otro aparato protector que tenga el poder de corte necesario. Además, interruptor automático de aguas abajo debe soportar la energía que dejar pasar durante su apertura. Es decir, las características de los dispositivos deben estar coordinadas.

¿Qué ocurre en la coordinación?

En caso de cortocircuito, el paso de corriente implica una energía que el interruptor automático debe limitar y disipar en un tiempo suficientemente corto como para evitar que se deteriore. El valor de esta energía depende:

- » del valor de la corriente de cortocircuito;
 - » del tiempo de interrupción del cortocircuito.
- De aquí se deduce:
- » que al PdC del interruptor automático le corresponde una energía máxima admisible;

- » que si el valor de la corriente de cortocircuito es superior al poder de corte del interruptor automático, la energía que se debe disipar en el momento del corte será superior a la energía máxima admisible. Se debe pues, limitar esta energía a su valor límite admisible. Para ello, hay que limitar a) la corriente de cortocircuito, y b) el tiempo de interrupción del cortocircuito.

¿Cómo se interrumpe la corriente de cortocircuito en un interruptor automático limitador?

Justo en el momento de la detección del cortocircuito, se abren los contactos del interruptor automático y se genera un arco eléctrico que se canaliza hacia la cámara de corte, donde se apaga.

Este arco se considera como una impedancia que se añade a la del interruptor automático con el efecto siguiente:

- » por un lado, limita el valor de la corriente del cortocircuito;
- » por otro lado, genera una diferencia de potencial, la llamada "tensión de arco" entre sus bornes.

En la figura 1, se observa el efecto de esta tensión de arco. En el punto A, se observa que es superior a la tensión de la red. La intensidad de la corriente de cortocircuito disminuye hasta valer cero (punto O). Y la corriente se corta, al extinguirse el arco. Los efectos de este fenómeno son:

- » por un lado, limitar la corriente de cortocircuito (por ejemplo, quince kiloamperes estimados se reducen a cinco)
- » por otro lado, reducir el tiempo de interrupción del cortocircuito (por ejemplo, diez milisegundos se reducen a cinco).

De ello, resulta que para limitar a la vez el valor de la corriente (punto *B*) y el tiempo de interrupción (punto *O*), y por tanto la energía disipada, la tensión de arco debe ser lo antes posible superior al valor de tensión de la red (punto *A*).

Lo dicho, se puede conseguir aumentando la tensión de arco. Una forma sería sumando dos tensiones. La apertura simultánea de dos interruptores automáticos instalados en serie implica la suma de dos tensiones.

Efectos de la apertura simultánea de interruptores automáticos

La figura 2 describe el fenómeno de apertura simultánea de interruptores automáticos. El resultado es que se reduce la corriente de cortocircuito y el tiempo total de disparo, con lo que se reduce la

energía que pasa por el interruptor aguas abajo, con lo que este puede soportar una corriente de cortocircuito superior a su PdC, y se consigue la coordinación.

Aplicar la coordinación en la instalación

En la práctica, la coordinación permite determinar el valor máximo de la corriente de cortocircuito admisible en los bornes de un interruptor automático, en función de sus características propias y de las del interruptor automático instalado aguas arriba. Los datos están agrupados en las llamadas "tablas de coordinación" indicadas en los catálogos de los fabricantes.

El resultado es el poder de corte de la asociación de interruptores o valor máximo de la corriente admisible en los bornes del interruptor automático situado aguas abajo. Se pueden distinguir dos casos de coordinación:

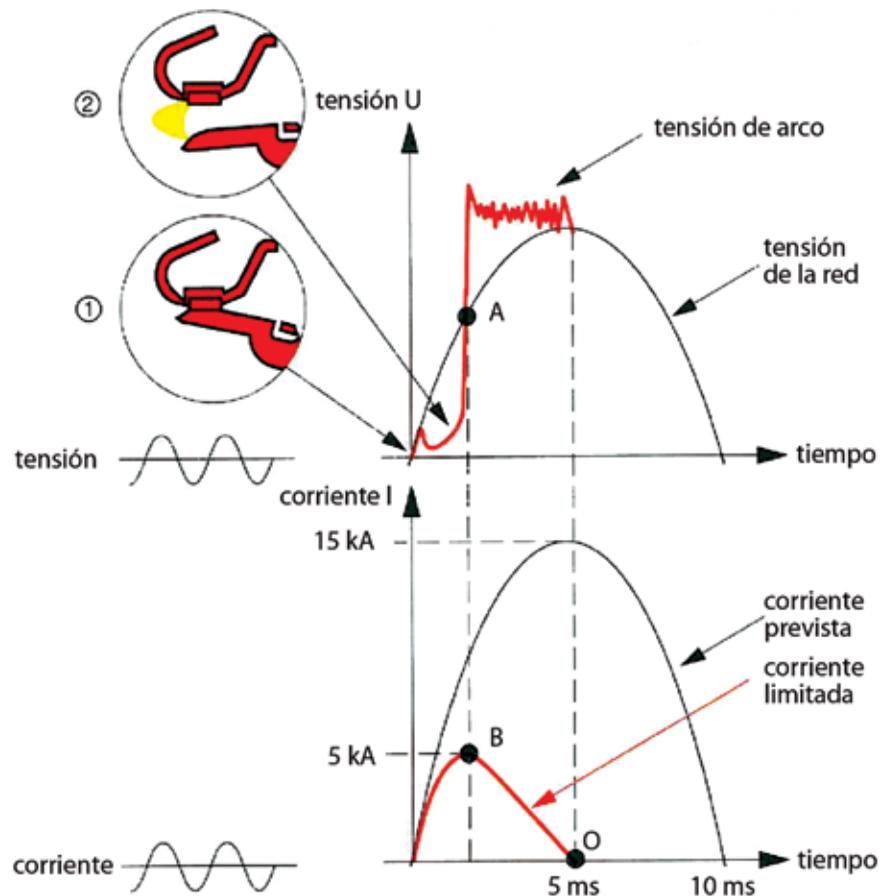


Figura 1.
1. Los contactos están cerrados; la tensión de arco es nula.
2. Cuando se detecta el cortocircuito, los contactos se abren y aparece la tensión de arco.

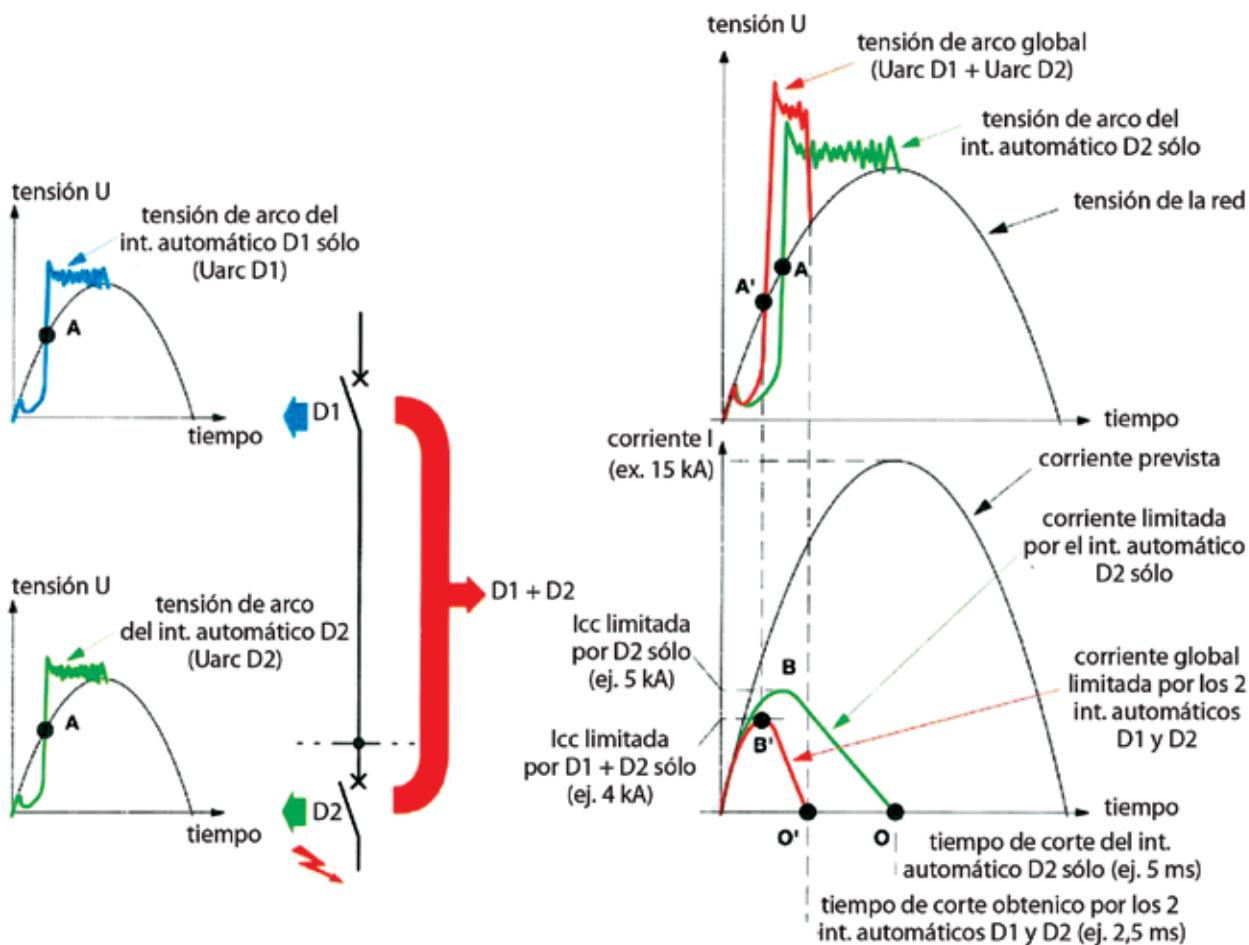


Figura 2. Dos interruptores automáticos D1 y D2 instalados en serie se abren simultáneamente

- » caso en que las dos protecciones se instalan en el interior del mismo armario;
- » caso en que las protecciones se instalan en dos armarios diferentes.

Ejemplo de coordinación en dos niveles

Los dos dispositivos de protección pueden instalarse en el mismo cuadro eléctrico o en dos cuadros eléctricos diferentes.

- » Protección aguas arriba. Interruptor magneto-térmico x160 con corriente nominal de 160 amperes y corriente de ruptura de 25 kiloamperes
- » Protección aguas abajo. ¿Qué tipo de interruptor se puede instalar aguas abajo de un interruptor x160 sabiendo que la corriente de cortocircuito es de 13 kiloamperes?

El poder de corte de un interruptor de 10 amperes puede ser inferior a 13 kiloamperes (corriente de cortocircuito aguas abajo) si se cumplen las dos condiciones siguientes:

- » debe estar instalado aguas arriba un dispositivo de protección que tenga el poder de corte requerido (x160);
- » el poder de corte obtenido “coordinado” de las dos protecciones debe ser superior a la corriente de cortocircuito aguas abajo (Icc aguas abajo). (Ver tabla 1).

El interruptor de 160 amperes tiene un poder de corte de 25 kiloamperes (superior a 13 kiloamperes). Puede utilizarse un interruptor de 10 amperes de la serie MCA (corriente de ruptura de 10 kiloamperes).

								Aguas arriba														
								x160 TM		x250 TM		h250 LSI		h630 LSI		h1.000 LSI		h1.600 LSI				
								HDA	HHA	HNA	HHB	HNB	HNC	HEC	HND	HED	HNE	HEE	HNF	HEF		
								18 kA	25 kA	40 kA	25 kA	40 kA	50 kA	70 kA	50 kA	70 kA	50 kA	70 kA	50 kA	70 kA		
								IEC 69898	IEC 61008	IEC 60947-2	IEC 61009											
Aguas abajo	Interrup-tor	SB1xx, SB3xx, SB4xx	32 A	1P, 3P, 4P				2,2	2,2	2,2			3,5	3,5								
		SB1xx, SB3xx, SB4xx	63 A	1P, 3P, 4P				3,1	3,1	3,1			3,9	3,9								
		SB1xx, SB3xx, SB4xx	100 A	1P, 3P, 4P				4,8	4,8	4,8	4,6	4,6										
	Interrup-tor	SB2xx	32 A	2P				2,3	2,3	2,3			3,5	3,5								
		SB2xx	63 A	2P				3,4	3,4	3,4			3,9	3,9								
		SB2xx	100 A	2P				5,5	5,5	5,5	4,6	4,6	4,7	4,7								
	Interrup-tor diferencial 2P/4P	Ccxxx, Cdxxx, Cfxxx, CGxxx	63 A	2P				4,25	4,25	4,25	3,7	3,7	4,2	4,2								
		Ccxxx, Cdxxx, Cfxxx, CGxxx	63 A	4P				3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	4,2	4,2								
		Ccxxx, Cdxxx, Cfxxx, CGxxx	100 A	2P				5,5	5,5	5,5	4,6	4,6	4,7	4,7								
		Ccxxx, Cdxxx, Cfxxx, CGxxx	100 A	4P				4,8	4,8	4,8	4,6	4,6	4,7	4,7								
		MLN, MLU	40 A	C	6 kA	7,5 kA		12,5	12,4	12,5	9,7	9,7	9	9	7,7	7,7						
		RCBO 2 mod. 1P+N por debajo de 240 V	ADC, ADH	32 A	C	3 kA	-	3,3	3,3	3,3			4,1	4,1								
		MUN	63 A	C	6 kA	-		8	8	8	6,5	6,5	6,5	6,5								
	Interrup-tor auto-mático 1 mod	MBA, MCA	63 A	B, C	6 kA	10 kA		18	25	30	20	25	25	35	20	20	18	18				
		NBN, NCN, NDN	63 A	B, C, D	10 kA	15 kA		18	25	40	25	40	47	47	20	20	18	18				
		NRN	20 A	C	-	25 kA		18	25	40	25	40	50	70	50	58	44	44	28	28		
			40 A	C	-	20 kA		18	25	40	25	40	50	70	29	29	30	30	20	20		
			63 A	C	-	15 kA		18	25	40	25	40	47	47	19	19	18	18				
Interrup-tor auto-mático 125 1,5 mod.	HMF	125 A	B, C	10 kA	15 kA		18	25	40	25	40	47	47	18,6	18,6	18	18					
	HMB, HMC, HMD	125 A	B, C, D	15 kA	15 kA		18	25	40	25	40	47	47	18,6	18,6	18	18					
	HMK	125 A	C	-	30 kA		18	25	40	25	40	50	70	50	70	50	65	34	34			
	HMX	63 A	C	-	50 kA		18	25	40	25	40	50	70	50	70	50	70	50	70			

Tabla 1. Tabla según IEC 947-2. Interruptor automático h3 de caja moldeada x160, x250, h400, h630, h1.000, h1.600
Valor máximo de corriente de cortocircuito en kiloamperes según IEC 947-2
Tres fases + neutro. 220/380 ~ 240/415 volts en corriente alterna

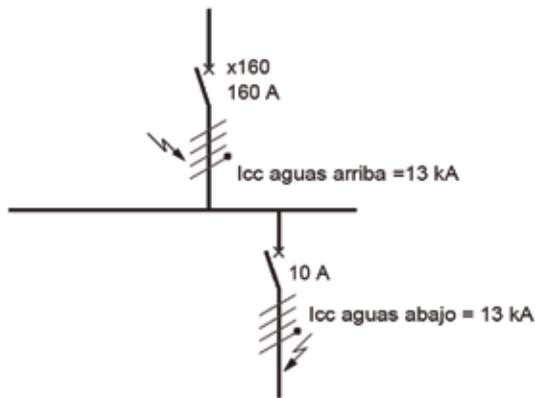


Figura 3



Figura 4

El poder de corte “coordinado” entre un interruptor x160 y uno MCA es de 25 kiloamperes (superior a 13).

En el caso de que estén instalados en armarios distintos, el interruptor de aguas arriba (en el primer armario) debe tener por sí solo el valor de PdC igual o superior al de la intensidad de cortocircuito máxima calculada en el armario aguas abajo. Esa es la condición.

En este caso se ha escogido un interruptor HHA, aunque tal y como se observa en la tabla 2, un HDA también sería adecuado, ya que la intensidad de cortocircuito en coordinación es claramente superior a los 13 kiloamperes requeridos por cálculo. En cualquier caso, se optimiza el costo de la instalación, que es la finalidad principal de la coordinación.

Como conclusión, se puede decir que la coordinación implica múltiples ventajas en la instalación puesto que:

- » la corriente de cortocircuito se limita fuertemente;
- » los interruptores automáticos con poder de corte reducido son generalmente menos voluminosos.

Otra ventaja muy importante es la económica: la instalación de los interruptores automáticos con poder de corte reducido permiten un ahorro importante en el coste de los aparatos.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que la coordinación conlleva el disparo del interruptor situado aguas arriba, así que este método solo debe contemplarse en casos en los que la continuidad de servicio de la red aguas arriba no sea crucial. ■

						Aguas arriba					
						x160 TM			x250 TM		
						HDA	HHA	HNA	HHB	HNB	
					IEC 69898 IEC 61008 IEC 61009	IEC 60947-2	18 kA	25 kA	40 kA	25 kA	40 kA
Aguas abajo	MBA, MCA	63 A	B, C, D	6 kA	10 kA	18	25	30	20	25	
	NBN, NCN, NDN	63 A	B, C, D	10 kA	15 kA	18	25	40	25	40	
	NRN	20 A	B, C, D	-	25 kA	18	25	40	25	40	
40 A		B, C, D	-	20 kA	18	25	40	25	40		

Tabla 2.