

MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: PROTECCIONES PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES	GUÍA-BT-22
		Edición: Oct 05 Revisión: 1

0. ÍNDICE

0. ÍNDICE.....	1
1. PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES	2
1.1 Protección contra sobreintensidades	2
1.2 Aplicación de las medidas de protección	9

MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: PROTECCIONES PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES	GUÍA-BT-22
		Edición: Oct 05 Revisión: 1

1. PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

1.1 Protección contra sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortocircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

También se recomienda proteger todos los circuitos secundarios frente a los cortocircuitos, con el fin de garantizar la continuidad de servicio de aquellos circuitos no afectados por la falta. Esto exigirá también la coordinación y selectividad de las protecciones (interruptores automáticos (IA) o fusibles).

Para la protección contra sobreintensidades en instalaciones domésticas, únicamente se utilizan interruptores automáticos (magnetotérmicos) ya que protegen simultáneamente tanto contra cortocircuitos como contra sobrecargas

Para la protección contra sobrecargas en instalaciones industriales se puede utilizar tanto relés térmicos o equivalentes asociados con IA, como fusibles, aunque la protección proporcionada por el IA con relé térmico es mas eficiente que la proporcionada por el fusible.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

Así se tiene que, de forma general, el poder de corte del dispositivo de protección deberá ser mayor o igual a la intensidad de cortocircuito máxima que pueda

MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: PROTECCIONES PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES	GUÍA-BT-22
		Edición: Oct 05 Revisión: 1

producirse en el punto de su instalación y que corresponde a un cortocircuito trifásico, en el lugar de colocación de los dispositivos de protección.

De acuerdo con la ITC-BT 17, apartado 1.3, el poder de corte del interruptor general automático será de 4500 A como mínimo.

En particular, para los Interruptores automáticos, se cumplirá lo siguiente:

Para IA modulares fabricados según UNE EN 60898 (magnetotérmicos):

*$I_{cn} > I_{cc}$ máxima prevista en el punto de instalación del IA,
Poder de corte mínimo del Interruptor General Automático (IGA): $I_{cn} \geq 4500$ A*

Siendo: I_{cn} el poder de corte asignado

*Para IA de caja moldeada y de bastidor metálico fabricados según UNE EN 60947-2:
Se aplicará una de las condiciones siguientes:*

*a) $I_{cu} > I_{cc}$ máxima prevista en el punto de instalación del IA,
Poder de corte mínimo del IGA: $I_{cu} \geq 4500$ A*

o bien,

*b) $I_{cs} > I_{cc}$ máxima prevista en el punto de instalación del IA
Poder de corte mínimo del IGA: $I_{cs} \geq 4500$ A*

*Siendo: I_{cu} el poder de corte último asignado
 I_{cs} el poder de corte de servicio*

En la práctica es habitual usar la condición a), ya que los cortocircuitos de valor elevado ocurren raramente. La condición b) se aplicaría en aquellos casos especiales con mayor probabilidad de que se produzcan defectos en la instalación o cuando se trate de instalaciones o circuitos particularmente críticos a juicio del proyectista, como por ejemplo los circuitos con exigencia de continuidad de servicio.

En todo caso, se recomienda que para aplicar el criterio de selección del dispositivo se tengan en cuenta:

- Las condiciones de selectividad o protección en serie de la instalación,*
- La importancia económica y/o estratégica de los equipos alimentados,*
- La probabilidad de faltas y*
- Las consideraciones de tipo económico.*

Para instalaciones análogas a las domésticas, incluyendo las de los locales de pública concurrencia, y para aquellas instalaciones en las que, por razones de seguridad, no sea aconsejable el corte prolongado del suministro eléctrico, se recomienda el uso de IA en lugar de fusibles, garantizándose de esta forma la restauración del suministro eléctrico en el tiempo más breve posible.

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge en su articulado todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección en sus apartados:

432 - Naturaleza de los dispositivos de protección.

433 - Protección contra las corrientes de sobrecarga.

MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: PROTECCIONES PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES	GUÍA-BT-22
		Edición: Oct 05 Revisión: 1

Producto	Norma de aplicación
Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades (IA modulares o magnetotérmicos)	UNE-EN 60898 (serie)
Interruptores automáticos (asociado a disparadores de sobrecarga y cortocircuito)	UNE-EN 60947-2
Interruptores diferenciales con dispositivo de protección contra sobreintensidades incorporado (uso doméstico o análogo)	UNE-EN 61009 (serie)
Fusible con curva de fusión tipo "g"	UNE-60269 (serie)

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege un cable (o conductor) contra sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

- 1) $I_B \leq I_n \leq I_z$
- 2) $I_2 \leq 1,45 I_z$

Siendo:

I_B corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas.

I_z corriente admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado (ver GUÍA-BT-19 pto. 2.2.3 y la norma UNE 20460-5-523).

I_n corriente asignada del dispositivo de protección.

Nota: Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación seleccionada.

I_2 corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo (t_c tiempo convencional según norma).

El valor de I_2 se indica en la norma de producto o se puede leer en las instrucciones o especificaciones proporcionadas por el fabricante:

$I_2 = 1,45 I_n$ (para interruptores según UNE EN 60898 o UNE EN 61009)

$I_2 = 1,30 I_n$ (para interruptores según UNE EN 60947-2)

En el caso de fusibles, la característica equivalente a la I_2 de los interruptores automáticos es la denominada I_f (intensidad de funcionamiento) que para los fusibles del tipo gG toma los valores siguientes:

$I_f = 1,60 I_n$	si	$I_n \geq 16A$
$I_f = 1,90 I_n$	si	$4A < I_n < 16A$
$I_f = 2,10 I_n$	si	$I_n \leq 4A$

434 - Protección contra las corrientes de cortocircuito.

Producto	Norma de aplicación
Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades (IA modulares o magnetotérmicos)	UNE-EN 60898 (serie)
Interruptores automáticos (asociado a disparadores de sobrecarga y cortocircuito)	UNE-EN 60947-2
Interruptores diferenciales con dispositivo de protección contra sobreintensidades incorporado (uso doméstico o análogo)	UNE-EN 61009 (serie)
Fusibles	UNE-EN 60269 (serie)

El funcionamiento de los IA se define mediante una curva en la que se observan dos tramos:

MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: PROTECCIONES PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES	GUÍA-BT-22
		Edición: Oct 05 Revisión: 1

CLASES DE CURVAS DE FUSIÓN		
1ª Letra	g	Cartucho fusible limitador de la corriente que es capaz de interrumpir todas las corrientes desde su intensidad asignada (I_n) hasta su poder de corte asignado. Cortan intensidades de sobrecarga y de cortocircuito
	a	Cartucho fusible limitador de la corriente que es capaz de interrumpir las corrientes comprendidas entre el valor mínimo indicado en sus características tiempo-corriente ($k_2 I_n$) y su poder de corte asignado. Cortan solo intensidades de cortocircuito
2ª Letra	G	Cartuchos fusibles para uso general
	M	Cartuchos fusibles para protección de motores
	Tr	Cartuchos fusibles para protección de transformadores
	B	Cartuchos fusibles para protección de líneas de gran longitud
	R	Cartuchos fusibles para la protección de semiconductores
	D	Cartuchos fusibles con tiempo de actuación retardado

Las figuras siguientes representan las características tiempo-corriente de los cartuchos fusibles tipo “g”, capaces de proteger contra sobrecargas y cortocircuitos y tipo “a” capaces de proteger solo contra cortocircuitos. Por lo tanto si se utilizan los de tipo “a” deberán ir acompañados por un elemento de protección contra sobrecargas.

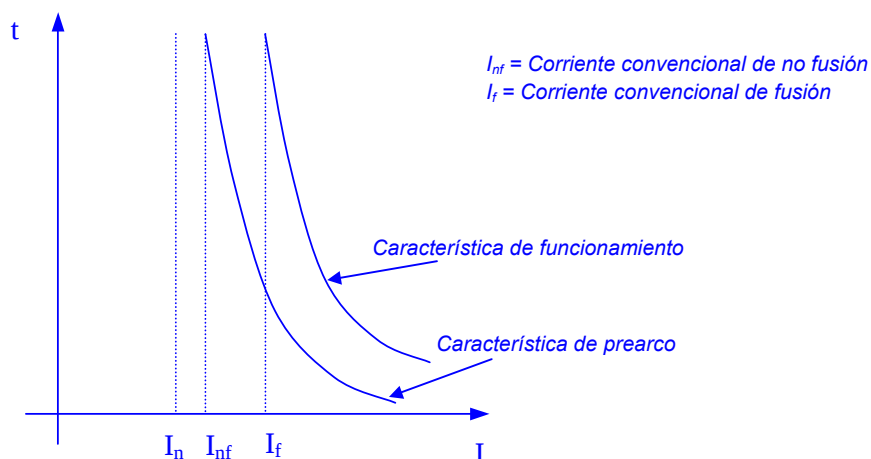


Figura B: Características tiempo-corriente de un cartucho fusible tipo “g”

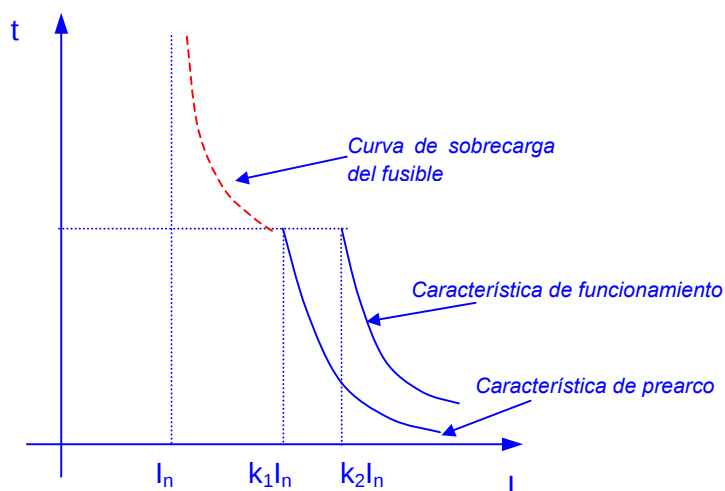


Figura C: Características tiempo-corriente de un cartucho fusible tipo “a”

MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: PROTECCIONES PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES	GUÍA-BT-22
		Edición: Oct 05 Revisión: 1

Todo dispositivo de protección contra cortocircuitos deberá cumplir las dos condiciones siguientes:

- 1) El poder de corte del dispositivo de protección debe ser igual o mayor que la intensidad de cortocircuito máxima prevista en su punto de instalación, tal y como se ha explicado anteriormente.

Se acepta un poder de corte inferior al resultante de la aplicación de la condición anterior si existe otro dispositivo con el suficiente poder de corte instalado aguas arriba. En este caso, las características de ambos dispositivos deben coordinarse de forma que la energía que dejan pasar ambos dispositivos de protección no exceda la que pueden soportar, sin dañarse, el dispositivo y el cableado situado aguas abajo del primer dispositivo.

La protección que combina dos dispositivos de protección en serie, se denomina protección serie o de acompañamiento.

- 2) El tiempo de corte de toda corriente que resulte de un cortocircuito que se produzca en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que los conductores tardan en alcanzar su temperatura límite admisible.

Para los cortocircuitos de una duración no superior a 5 s, el tiempo t máximo de duración del cortocircuito, durante el que se eleva la temperatura de los conductores desde su valor máximo admisible en funcionamiento normal hasta la temperatura límite admisible de corta duración, se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\sqrt{t} = k \times \frac{S}{I}$$

que se puede presentar en la forma práctica por:

$$(I^2 t)_{IA} \leq (I^2 t)_{Cable} = k^2 S^2$$

Siendo:

t duración del cortocircuito en segundos

S sección en mm^2

I corriente de cortocircuito efectiva en A, expresada en valor eficaz

k constante que toma los valores siguientes, tomados de la norma UNE 20460-4-43:

Esta condición debe verificarse tanto para la I_{cc} máxima, como para la I_{cc} mínima.

MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: PROTECCIONES PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES	GUÍA-BT-22
		Edición: Oct 05 Revisión: 1

	Aislamiento de los conductores							
	PVC 70°C ≤ 300 mm²	PVC 70°C > 300 mm²	PVC 90°C ≤ 300 mm²	PVC 90°C > 300 mm²	PR/EPR	Goma 60 °C	Mineral Con PVC	Mineral Desnudo
Temperatura inicial °C	70	70	90	90	90	60	70	105
Temperatura final °C	160	140	160	140	250	200	160	250
Material del conductor								
Cobre	115	103	100	86	143	141	115 ^{*)}	135
Aluminio	76	68	66	57	94	93	-	-
Conexiones soldadas con estaño para conductores de cobre	115	-	-	-	-	-	-	-
^{*)} Este valor se debe utilizar para cables desnudos expuestos al contacto. NOTA 1 Para duraciones muy cortas (< 0,1 s) donde la asimetría de la intensidad es importante y para dispositivos limitadores de la intensidad, $k^2 S^2$ debe ser superior a la energía ($I^2 t$) que deja pasar el dispositivo de protección, indicada por el fabricante. NOTA 2 Otros valores de k están en estudio para: - los conductores de pequeña sección (especialmente para secciones inferiores a 10mm²); - las duraciones de cortocircuitos superiores a 5s; - otros tipos de conexiones en los conductores; - los conductores desnudos. NOTA 3 La corriente nominal del dispositivo de protección contra los cortocircuitos puede ser superior a la corriente admisible de los conductores del circuito. NOTA 4 Los valores de esta tabla están basados en la norma UNE 211003-1.								

Para una mayor seguridad y como medida adicional de protección contra el riesgo de incendio, esta condición 2) se puede transformar, en el caso de instalar un IA, en la condición siguiente, que resulta más fácil de aplicar y es generalmente más restrictiva:

$$I_{cc \min} > I_m$$

Siendo:

$I_{cc \min}$ corriente de cortocircuito mínima que se calcula en el extremo del circuito protegida por el IA. La $I_{cc \min}$ para un sistema TT corresponde a un cortocircuito fase-neutro.

I_m corriente mínima que asegura el disparo magnético, por ejemplo, para un IA de uso doméstico y con curva C, se tiene: $I_m = 10 I_n$

435 - Coordinación entre la protección contra las sobrecargas y la protección contra los cortocircuitos.

Cuando se utilicen dispositivos distintos, sus características deberán coordinarse de forma que la energía que deja pasar el dispositivo de protección contra cortocircuitos no supere la que puede soportar sin daño el dispositivo de protección contra sobrecargas.

En cuanto a la coordinación entre dispositivos de protección contra sobrecargas se recomienda consultar la documentación del fabricante.

436 - Limitación de las sobreintensidades por las características de alimentación.

Se consideran protegidos contra cualquier sobreintensidad los conductores alimentados por una fuente cuya impedancia sea tal que la corriente máxima que pueda suministrar no sea superior a la corriente admisible en los conductores (tales como ciertos

MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: PROTECCIONES PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES	GUÍA-BT-22
		Edición: Oct 05 Revisión: 1

transformadores para timbres, ciertos transformadores de soldadura, ciertos generadores accionados por motor térmico).

1.2 Aplicación de las medidas de protección

La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión, resumiendo los diferentes casos en la siguiente tabla.

Tabla 1.

Circuitos	3 F + N								3 F			F + N		2 F	
	$S_N \geq S_F$				$S_N < S_F$										
Esquemas	F	F	F	N	F	F	F	N	F	F	F	F	N	F	F
TN – C	P	P	P	-	P	P	P	(1)	P	P	P	P	-	P	P
TN – S	P	P	P	-	P	P	P	P ₍₃₎₍₅₎	P	P	P	P	-	P	P
TT	P	P	P	-	P	P	P	P ₍₃₎₍₅₎	P	P	P ₍₂₎₍₄₎	P	-	P	P ₍₂₎
IT	P	P	P	P ₍₃₎₍₆₎	P	P	P	P ₍₃₎₍₆₎	P	P	P	P	P ₍₆₎₍₃₎	P	P ₍₂₎

NOTAS:

P: significa que debe preverse un dispositivo de protección (detección) sobre el conductor correspondiente

S_N : Sección del conductor de neutro

S_F : Sección del conductor de fase

(1): admisible si el conductor de neutro esta protegido contra los cortocircuitos por el dispositivo de protección de los conductores de fase y la intensidad máxima que recorre el conductor neutro en servicio normal es netamente inferior al valor de intensidad admisible en este conductor.

(2): excepto cuando haya protección diferencial

(3): en este caso el corte y la conexión del conductor de neutro debe ser tal que el conductor neutro no sea cortado antes que los conductores de fase y que se conecte al mismo tiempo o antes que los conductores de fase.

(4): en el esquema TT sobre los circuitos alimentados entre fases y en los que el conductor de neutro no es distribuido, la detección de sobreenintensidad puede no estar prevista sobre uno de los conductores de fase, si existe sobre el mismo circuito aguas arriba, una protección diferencial que corte todos los conductores de fase y si no existe distribución del conductor de neutro a partir de un punto neutro artificial en los circuitos situados aguas abajo del dispositivo de protección diferencial antes mencionado.

(5): salvo que el conductor de neutro esté protegido contra los cortocircuitos por el dispositivo de protección de los conductores de fase y la intensidad máxima que recorre el conductor neutro en servicio normal sea netamente inferior al valor de intensidad admisible en este conductor.

(6): salvo si el conductor neutro esta efectivamente protegido contra los cortocircuitos o si existe aguas arriba una protección diferencial cuya corriente diferencial-residual nominal sea como máximo igual a 0,15 veces la corriente admisible en el conductor neutro correspondiente. Este dispositivo debe cortar todos los conductores activos del circuito correspondiente, incluido el conductor neutro.

MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: PROTECCIONES PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES	GUÍA-BT-22
		Edición: Oct 05 Revisión: 1

Reglas generales sobre la posición de los dispositivos de protección contra sobrecargas:

Los dispositivos de protección contra sobrecargas deben situarse en el punto en el que se produce un cambio, tal como una variación de la sección, naturaleza o sistema de instalación, que produzca una reducción del valor de la corriente admisible de los conductores.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas podrán situarse aguas abajo del cambio arriba indicado si la parte del cableado situada entre el punto del cambio y el dispositivo de protección no incluye ni derivaciones ni tomas de corriente y cumple al menos con una de las condiciones siguientes:

- Se encuentra protegido contra cortocircuitos de acuerdo con los requisitos de esta instrucción;
- Su longitud no supera los 3 m, está realizada de manera que reduzca al mínimo el riesgo de cortocircuito, y está instalado de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de incendio o peligro para las personas.

Por razones de seguridad, es posible omitir la protección contra sobrecargas en circuitos en los que una desconexión imprevista puede originar un peligro.

Ejemplos de tales circuitos son:

- circuitos de excitación de maquinas rotativas
- circuitos de alimentación de electroimanes de aparatos elevadores y grúas
- circuitos de alimentación de dispositivos de extinción de incendios
- circuitos de alimentación de servicios de seguridad (alarmas antirrobo, alarmas de gas, etc.)
- circuitos secundarios de transformadores de corriente.

Para definir las características de instalación de varios cables conectados en paralelo (alimentando la misma carga), aquellos casos en los que es posible prescindir de protección contra sobrecargas, así como otros requisitos adicionales, se deberán tener en cuenta las prescripciones requeridas en las normas UNE 20460-4-43 sección 433 y UNE 20460-4-473 apartado 473.1.

Posición de los dispositivos de protección contra cortocircuitos:

Los dispositivos de protección contra cortocircuitos deben situarse en el punto en el que se produce un cambio, tal como una variación de la sección, naturaleza o sistema de instalación produce una reducción del valor de la corriente admisible de los conductores, salvo cuando otro dispositivo situado aguas arriba posea una característica tal que proteja contra cortocircuitos aguas abajo del cambio.

Los dispositivos de protección contra cortocircuitos podrán situarse aguas abajo del punto donde se produce el cambio de la sección, naturaleza o sistema de instalación, si la parte del cableado situada entre el punto del cambio y el dispositivo de protección cumple las tres condiciones siguientes:

- No excede los 3 m de longitud;
- Está instalado de manera que se minimice el riesgo de cortocircuito (por ejemplo reforzando el sistema de cableado contra las influencias externas);
- Está instalado de manera que se minimice el riesgo de incendio o de peligro para las personas.

MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: PROTECCIONES PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES	GUÍA-BT-22
		Edición: Oct 05 Revisión: 1

Para definir las características de instalación de varios cables conectados en paralelo (alimentando la misma carga), aquellos casos en los que es posible prescindir de protección contra cortocircuitos, así como otros requisitos adicionales, se deberán tener en cuenta las prescripciones requeridas en las normas UNE 20460-4-43 sección 434 y UNE 20460-4-473 apartado 473.2.

Método gráfico de protección de líneas contra cortocircuitos

En este apartado se presenta un método gráfico para determinar la necesidad de instalar una protección contra cortocircuitos en circuitos derivados de una línea principal.

Este método se aplica fundamentalmente a aquellos circuitos en los que se puede omitir la protección contra sobrecargas y en los que se debe comprobar que existe una protección efectiva contra cortocircuitos.

Según la norma UNE 20460-4-473, en los locales que no presenten riesgos de incendio o explosión y que no tengan condiciones específicas diferentes, se admite no prever protección contra las sobrecargas:

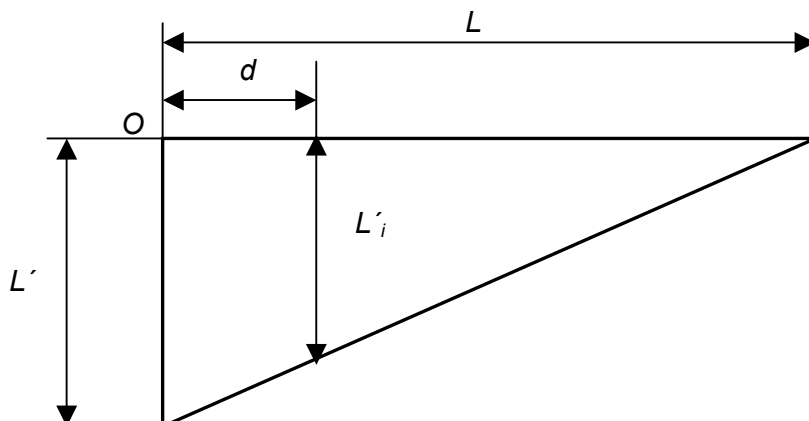
- En una canalización situada por detrás de un cambio de sección, de naturaleza, de forma de instalación o de constitución, y que esté efectivamente protegida contra las sobrecargas por un dispositivo de protección situado por delante;
- En una canalización que no es susceptible de ser recorrida por corrientes de sobrecarga a condición de que esté protegida contra los cortocircuitos y que no incluya ni derivación ni tomas de corriente;
- Sobre las instalaciones de telecomunicación, control, señalización y análogas.

Ejemplos ilustrativos de la condición b) anterior, son:

- Cuando el equipo de utilización dispone de una protección incorporada contra las sobrecargas que protege también eficazmente la canalización que lo alimenta.
- Canalización que alimenta a un equipo de utilización conectado de forma fija no susceptible de producir sobrecargas y no protegido contra sobrecargas. La corriente de utilización de este equipo no será superior a la corriente admisible en la canalización. Por ejemplo, calentadores de agua, radiadores, cocinas y luminarias.
- Canalización que alimenta varias derivaciones protegidas individualmente contra las sobrecargas siempre que la suma de las corrientes asignadas de los dispositivos de protección de las derivaciones sea inferior a la corriente asignada del dispositivo que protegería contra sobrecargas la canalización considerada.

El método se basa en la utilización de un triángulo rectángulo del cuál se determinan la longitud de los catetos en función de las características del suministro, de la protección y del conductor.

MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: PROTECCIONES PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES	GUÍA-BT-22
		Edición: Oct 05 Revisión: 1



En la figura anterior se representan las siguientes distancias:

- O origen del circuito principal
- d distancia entre el origen del circuito principal y el origen del circuito derivado.
- L longitud máxima del circuito principal de sección S_1 .
- L' longitud máxima de un circuito derivado con origen en el punto O y de sección S_2 .
- L'_i longitud máxima de un circuito derivado con origen a una distancia "d" del punto O y de sección S_2 .

Los circuitos principal y derivado pueden ser trifásicos o monofásicos. Las longitudes L y L', se determinan mediante las siguientes fórmulas:

Circuitos trifásicos con neutro o monofásicos:

$$L = \frac{0,8 \cdot U \cdot S_F \cdot \gamma}{I_m} \cdot \left(\frac{1}{1+m} \right)$$

Siendo $m = \frac{S_F}{S_N}$

Circuitos trifásicos sin neutro:

$$L = \frac{0,8 \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot S_F \cdot \gamma}{2 \cdot I_m}$$

Siendo:

- U tensión Fase-Neutro
- S_F sección del conductor de fase del circuito principal (S_{F1} para L) o de la derivación (S_{F2} para L')
- S_N sección del conductor neutro del circuito principal (S_{N1} para L) o de la derivación (S_{N2} para L')
- γ conductividad del conductor en caliente.
Para el cobre, a 20°C, $\gamma_{Cu} = 56 \Omega^{-1} \cdot mm^2 \cdot m$. Las normas de cálculo de cortocircuitos consideran una temperatura del conductor en cortocircuito de 145°C, lo que equivale a dividir el valor de la conductividad a 20°C por 1,5. No obstante, se pueden justificar otros valores si se calcula la temperatura máxima probable de conductor teniendo en cuenta el tiempo de actuación de las protecciones de sobreenintensidad.

MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: PROTECCIONES PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES	GUÍA-BT-22
		Edición: Oct 05 Revisión: 1

I_m corriente que provoca el disparo en 5 segundos; para los IA se recomienda utilizar el valor de intensidad de disparo magnético.

El uso del triángulo anterior permite calcular la longitud máxima del circuito principal y de cualquier circuito derivado en función de su distancia al origen.

Ejemplo de utilización del método gráfico

Circuito monofásico para alumbrado con las siguientes secciones de cobre y con secciones de neutro iguales a las de fase.

Circuito principal: $S_{F1} = S_{N1} = S_1 = 2,5 \text{ mm}^2$
Derivaciones. $S_{F2} = S_{N2} = S_2 = 1,5 \text{ mm}^2$

Se quieren instalar una derivación para luminaria cada 10 m a lo largo de un local, siendo 5 el total de derivaciones y estando la primera derivación a 10 m del origen.

La protección se efectúa mediante un magnetotérmico cuya $I_n = 16 \text{ A}$, curva C.

Al ser las secciones de neutro que de fase iguales para todos los circuitos, tendremos que:

$$m = \frac{S_F}{S_N} = 1$$

Según la figura A, el valor de I_m estará comprendido entre $5I_n$ y $10I_n$ por lo que se elige el caso más desfavorable, $I_m = 10 I_n$:

$$I_m = 10 \cdot 16 \text{ A} = 160 \text{ A}$$

La longitud máxima del circuito principal L , es:

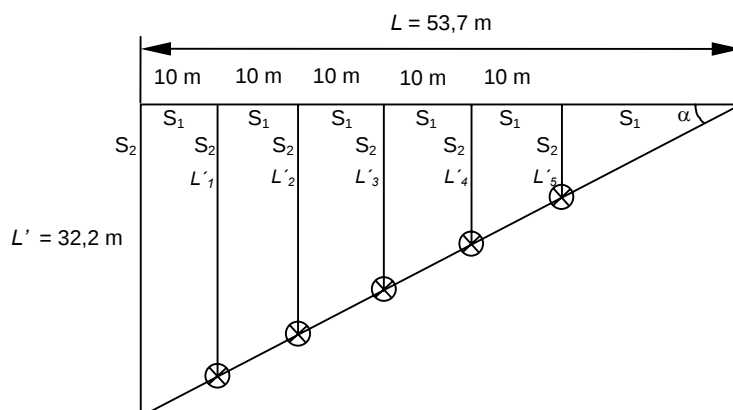
$$L = \frac{0,8 \cdot U \cdot S_{F1} \cdot \gamma}{I_m} \cdot \left(\frac{1}{1+m} \right) = \frac{0,8 \cdot 230 \cdot 2,5 \cdot \frac{56}{1,5}}{160} \cdot \left(\frac{1}{1+1} \right) = 53,7 \text{ m}$$

La longitud máxima del circuito derivado L' , es:

$$L' = \frac{0,8 \cdot U \cdot S_{F2} \cdot \gamma}{I_m} \cdot \left(\frac{1}{1+m} \right) = \frac{0,8 \cdot 230 \cdot 1,5 \cdot \frac{56}{1,5}}{160} \cdot \left(\frac{1}{1+1} \right) = 32,2 \text{ m}$$

Así, se tiene el siguiente triángulo:

MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: PROTECCIONES PROTECCIÓN CONTRA SOBREENSITUACIONES	GUÍA-BT-22
		Edición: Oct 05 Revisión: 1



El ángulo α se calcula como

$$\alpha = \arctg \frac{L'}{L} \approx 31^\circ$$

Las longitudes L'_1 , L'_2 , etc., se calcularán con la expresión:

$$L'_i = (L - d) \cdot \tg \alpha$$

Así tendremos las siguientes longitudes máximas:

$L'_1 = (53,7 - 10) \cdot \tg 31^\circ = 26,2 \text{ m}$	para la luminaria con derivación a 10 m del cuadro,
$L'_2 = (53,7 - 20) \cdot \tg 31^\circ = 20,2 \text{ m}$	para la luminaria con derivación a 20 m del cuadro,
$L'_3 = (53,7 - 30) \cdot \tg 31^\circ = 14,2 \text{ m}$	para la luminaria con derivación a 30 m del cuadro,
$L'_4 = (53,7 - 40) \cdot \tg 31^\circ = 8,2 \text{ m}$	para la luminaria con derivación a 40 m del cuadro y
$L'_5 = (53,7 - 50) \cdot \tg 31^\circ = 2,2 \text{ m}$	para la luminaria con derivación a 50 m del cuadro.

En el caso que una derivación tenga una longitud superior a L'_x , se podrá resolver la situación empleando una sección mayor.