

CÁLCULO DE FUSIBLES DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN

Profesores:

Martínez Antón, Alicia (almaran@csa.upv.es)
Blanca Giménez, Vicente (vblanca@csa.upv.es)
Castilla Cabanes, Nuria (ncastilla@csa.upv.es)
Pastor Villa, Rosa María (ropasvil@csa.upv.es)

Departamento: Construcciones Arquitectónicas

Centro: ETS Arquitectura

1.- RESUMEN DE LAS IDEAS CLAVE

Los fusibles sirven para proteger las líneas eléctricas contra sobrecargas y cortocircuitos.

En este artículo vamos a exponer cómo se realiza el cálculo para dimensionar los fusibles de las instalaciones eléctricas en baja tensión.

El cálculo se basa en dos condiciones:

Condición 1: Relacionada con la intensidad máxima admisible del conductor protegido

Condición 2: Relacionada con la sobrecarga transitoria que puede soportar el conductor protegido

2.- INTRODUCCIÓN

Los fusibles sirven para proteger las líneas eléctricas contra:

- **Sobrecargas:** intensidades superiores a las nominales para las que se diseñan las líneas y que de mantenerse un período de tiempo más o menos largo acaban con ellas por sobrecalentamiento.

- **Cortocircuitos:** intensidades muy altas, casi instantáneas, que deterioran rápidamente las líneas.

Los fusibles o cortocircuitos no son más que una sección de hilo más fino que los conductores normales, colocado en la entrada del circuito a proteger, para que al aumentar la corriente, debido a sobrecargas o cortocircuitos, sea la parte que más se caliente y, por tanto, la primera en fundirse. Una vez interrumpida la corriente, el resto del circuito ya no sufre daño alguno.

Actualmente la parte o elemento fusible suele ser un fino hilo de cobre o aleación de plata, o bien una lámina del mismo metal para fusibles de gran intensidad, colocados dentro de unos cartuchos cerámicos llenos de arena de cuarzo, con lo cual se evita la dispersión del material fundido; por tal motivo también se denominan cartuchos fusibles.

Los cartuchos fusibles son protecciones desechables, cuando uno se funde se sustituye por otro en buen estado.

Encontramos fusibles en:

- Las CGP (o en el cuadro de baja tensión del centro de transformación)
- Antes de los contadores, al inicio de la derivación inicial.

En las instalaciones interiores, estos elementos no se emplean, en su lugar se utilizan interruptores magnetotérmicos, que sirven para proteger contra estos mismos defectos de funcionamiento de una instalación eléctrica, con la ventaja de que cuando actúan basta rearmar el mecanismo que ha actuado, sin necesidad de proceder a recambiar ningún elemento como en los fusibles.

Cuando diseñamos los fusibles, lo que realmente hacemos es determinar su intensidad nominal. Para ello hay que verificar el cumplimiento de dos condiciones lo que puede suponer tener que aumentar la sección de los conductores ya dimensionados.

3.- OBJETIVOS

Una vez que el alumno lea este artículo será capaz de:

- Diseñar los fusibles de las instalaciones eléctricas en baja tensión

4.- DESARROLLO

Antes de comenzar es necesario leer bien la normativa básica:

- REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN.

- Instrucciones Técnicas Complementarias: ITC-BT-22: Protección contra sobrecargas.

Diseño de fusibles

A continuación se explica la aplicación de las dos condiciones que se deben cumplir los fusibles de la línea que se pretende proteger.

CONDICIÓN 1:

$$I_b \leq I_n \leq I_z^1$$

Esta condición indica físicamente que el fusible debe dejar pasar la corriente necesaria para que la instalación funcione según la demanda prevista, pero no debe permitir que se alcance una corriente que deteriore el cable, concretamente, su aislamiento, que es la parte débil.

I_b: corriente de diseño del circuito correspondiente.

La intensidad de diseño se calcula a partir de las fórmulas ²:

Fórmula 1. Intensidad para una línea trifásica

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\phi}$$

Fórmula 2. Intensidad para una línea monofásica

$$I = \frac{P}{U * \cos\phi}$$

La potencia será la correspondiente al tramo de la instalación que estemos protegiendo.

I_n: corriente nominal del fusible

Los valores normalizados de fusibles son los que se muestran en la Tabla I³:

Tabla I

2	4	6	10	16	20	25	35
40	50	63	80	100	125	160	200
250	315	400	425	500	630	800	1000

Intensidades Nominales normalizadas de los fusibles de BT

I_z: corriente máxima admisible del conductor protegido

Se obtiene con la Tabla A.52-1 BIS⁴.

¹ Fórmula de la GUÍA – BT – 22. Protecciones. Protección contra sobrecargas de la Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, publicada por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

² Estas fórmulas se pueden consultar en el libro "Nuevo manual de instalaciones eléctricas". Martín, Franco. Madrid, A. Madrid Vicente, 2003.

³ Tabla elaborada por los autores a partir de la Norma UNE 20.460-4-43

⁴ Tabla de la Norma UNE 20.460 -5-523:2004. Se reproduce esta tabla al final de este apartado

CONDICIÓN 2:

$$I_f \leq 1,45 * I_z^5$$

Esta desigualdad expresa que en realidad los cables eléctricos pueden soportar sobrecargas transitorias (no permanentes) sin deteriorarse de hasta un 145% de la intensidad máxima admisible térmicamente y sólo entonces los fusibles han de actuar, fundiéndose cuando, durante el tiempo convencional se mantiene la corriente convencional de fusión.

I_f: corriente que garantiza el funcionamiento efectivo de la protección

Se obtiene de la Tabla II⁶:

In (A)	Tiempo convencional (h)	I _f Corriente convencional de fusión
In ≤ 4	1	2,1 In
4 < In ≤ 16	1	1,9 In
16 < In ≤ 63	1	1,6 In
63 < In ≤ 160	2	1,6 In
160 < In ≤ 400	3	1,6 In
400 < In	4	1,6 In

Tabla II

I_z: corriente máxima admisible del conductor protegido

Se obtiene con la Tabla A.52-1 BIS (UNE 20.460 -5-523:2004).

Ejemplo de diseño

Calcular los fusibles que protegen una Línea General de Alimentación de las siguientes características:

Potencia total a instalar de 125.335 W.

Sección del conductor de fase preseleccionado: cobre de 95 mm²

Aplicando la **CONDICIÓN 1**, vemos que en la Tabla I. *Intensidades Nominales normalizadas de los fusibles de BT*, no existe fusible normalizado que entre en la desigualdad:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$201 A \leq I_n \leq 224 A$$

La única posibilidad es aumentar el valor de **I_z**, para lo que tenemos que aumentar la sección de las fases. De la Tabla A.52-1 BIS (UNE 20.460 -5-523:2004) seleccionamos la sección siguiente, la de 120 mm², con una **I_z** = 260 A. Esta sección permite cumplir la desigualdad, escogiendo un fusible de intensidad nominal 250 A.

$$201 A \leq I_n = 250 A \leq I_z = 260 A \text{ ----- SE CUMPLE}$$

Ahora hay que comprobar la **CONDICIÓN 2** del fusible:

$$I_f \leq 1,45 * I_z$$

En la Tabla II, el fusible elegido en la CONDICIÓN 1, de **I_n** = 250 A, está en el intervalo [160, 400] A y, por tanto, la intensidad que por fabricación normalizada funde, al cabo de 3 horas de funcionamiento en esas condiciones, es de 1,6 veces su **I_n**, queda:

⁵ Fórmula de la GUÍA – BT – 22. Protecciones. Protección contra sobrecargas de la Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, publicada por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

⁶ Tabla elaborada por los autores a partir de datos de la Norma IEC 60.269-1 y 60.269-2-1

$$1,6 \cdot 250 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 260 \text{ A}$$
$$400 \text{ A} \leq 377 \text{ A} \text{ ----- NO SE CUMPLE}$$

De nuevo es necesario aumentar la sección del conductor para cumplir esta condición, y pasar a la sección siguiente de 150 mm², con una Iz = 299 A, con la que:

$$1,6 \cdot 250 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 299 \text{ A}$$
$$400 \text{ A} \leq 433,5 \text{ A} \text{ ----- SE CUMPLE}$$

Finalmente, el fusible que debo elegir es de **In = 250 A**, y habrá que redimensionar las secciones de los conductores de fase de la LGA, quedando éstos de **150 mm²**.

TABLA 52-B1 (UNE 20460-5-523:2004) Métodos de instalación de referencia

Instalación de referencia		Tabla y columna				
		Intensidad admisible para los circuitos simples				
		Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE o EPR		
		Número de conductores				
		2	3	2	3	
	Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante	A1	Tabla A.52-1 bis columna 4	Tabla A.52-1 bis columna 3	Tabla A.52-1 bis columna 7	Tabla A.52-1 bis columna 6
	Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante	A2	Tabla A.52-1 bis columna 3	Tabla A.52-1 bis columna 2	Tabla A.52-1 bis columna 6	Tabla A.52-1 bis columna 5
	Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B1	Tabla A.52-1 bis columna 6	Tabla A.52-1 bis columna 5	Tabla A.52-1 bis columna 10	Tabla A.52-1 bis columna 8
	Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B2	Tabla A.52-1 bis columna 5	Tabla A.52-1 bis columna 4	Tabla A.52-1 bis columna 8	Tabla A.52-1 bis columna 7
	Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera o mampostería	C	Tabla A.52-1 bis columna 8	Tabla A.52-1 bis columna 6	Tabla A.52-1 bis columna 11	Tabla A.52-1 bis columna 9
	Cable multiconductor en conductos enterrados	D	Tabla A.52-2 bis columna 3	Tabla A.52-2 bis columna 4	Tabla A.52-2 bis columna 5	Tabla A.52-2 bis columna 6
	Cable multiconductor al aire libre Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	E	Tabla A.52-1 bis columna 9	Tabla A.52-1 bis columna 7	Tabla A.52-1 bis columna 12	Tabla A.52-1 bis columna 10
	Cables unipolares en contacto al aire libre Distancia al muro no inferior al diámetro del cable	F	Tabla A.52-1 bis columna 10	Tabla A.52-1 bis columna 8	Tabla A.52-1 bis columna 13	Tabla A.52-1 bis columna 11
	Cables unipolares espaciados al aire libre Distancia entre ellos como mínimo el diámetro del cable	G	---	Ver UNE 20460-5-523	---	Ver UNE 20460-5-523

XLPE: Polietileno reticulado (90°C) EPR: Etileno-propileno (90°C) PVC: Policloruro de vinilo (70°C)

Cobre: $\rho_{20} = 1/56 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$; Aluminio: $\rho_{20} = 1/35 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

$\rho = K_0 \cdot \rho_{20}$ Para el cobre y el aluminio: $\theta = 70^\circ\text{C} \rightarrow K_0 = 1,20$; $\theta = 90^\circ\text{C} \rightarrow K_0 = 1,28$

POTENCIAS NORMALIZADAS DE TRANSFORMADORES (EN KVA):

5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000

FACTORES DE MAYORACIÓN K_G : 1,25 para motores y 1,8 para lámparas de descarga

TABLA A.52-1 BIS (UNE 20460-5-523:2004)

Intensidades admisibles en amperios

Temperatura ambiente 40 °C en el aire

Método de instalación de la tabla 52-B1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento												
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
A1		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2								
B1				PVC3	PVC2			XLPE3		XLPE2			
B2				PVC3	PVC2			XLPE3	XLPE2				
C					PVC3			PVC2	XLPE3		XLPE2		
E								PVC3	PVC2	XLPE3	XLPE2		
F									PVC3	PVC2	XLPE3	XLPE2	XLPE2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Sección mm²													
Cobre													
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	-	
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	-	
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-	
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-	
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-	
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-	
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140	
35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174	
50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210	
70	-	-	-	140	160	171	185	199	214	224	244	269	
96	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327	
120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	340	380	
150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438	
185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500	
240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590	
Aluminio													
2,5	11,5	12	13,5	14	16	17	18	20	20	22	25	-	
4	15	16	18,5	19	22	24	24	26,5	27,5	29	35	-	
6	20	21	24	25	28	30	31	33	36	38	45	-	
10	27	28	32	34	38	42	42	46	50	53	61	-	
16	36	38	42	46	51	56	57	63	66	70	83	-	
25	46	50	54	61	64	71	72	78	84	88	94	105	
35	-	61	67	75	78	88	89	97	104	109	117	130	
50	-	73	80	90	96	106	108	118	127	133	145	160	
70	-	-	-	116	122	136	139	151	162	170	187	206	
96	-	-	-	140	148	167	169	183	197	207	230	251	
120	-	-	-	162	171	193	196,5	213	229	239	269	293	
150	-	-	-	187	197	223	227	246	264	277	312	338	
185	-	-	-	212	225	256	259	281	301	316	359	388	
240	-	-	-	248	265	300	306	332	355	372	429	461	

XLPE: Polietileno reticulado (90°C) EPR: Etileno-propileno (90°C) PVC: Policloruro de vinilo (70°C)

5.- CIERRE

Los fusibles sirven para proteger las líneas eléctricas contra sobrecargas y cortocircuitos. En este objeto de aprendizaje hemos visto cómo se aplican las condiciones que deben cumplir los fusibles para instalaciones en baja tensión:

Condición 1: Relacionada con la intensidad máxima admisible del conductor protegido.

Condición 2: Relacionada con la sobrecarga transitoria que puede soportar el conductor protegido.

Para comprobar si has aprendido a diseñar fusibles para instalaciones en baja tensión, se propone el siguiente ejercicio:

- Calcula el fusible necesario para proteger la derivación individual de una vivienda con electrificación elevada. La línea tiene una longitud de 25 m.

Solución al ejercicio planteado: 50 A.

6.- BIBLIOGRAFÍA

Normativa de aplicación:

[1] REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN.

Instrucciones Técnicas Complementarias: ITC-BT-22: Protección contra sobreintensidades.

Libros:

[2] "Nuevo manual de instalaciones eléctricas". Martín, Franco. Madrid, A. Madrid Vicente, 2003.