

Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles AEA 90364

Parte 7

Sección 771: Viviendas, oficinas y locales (unitarios)

Tema a Desarrollar

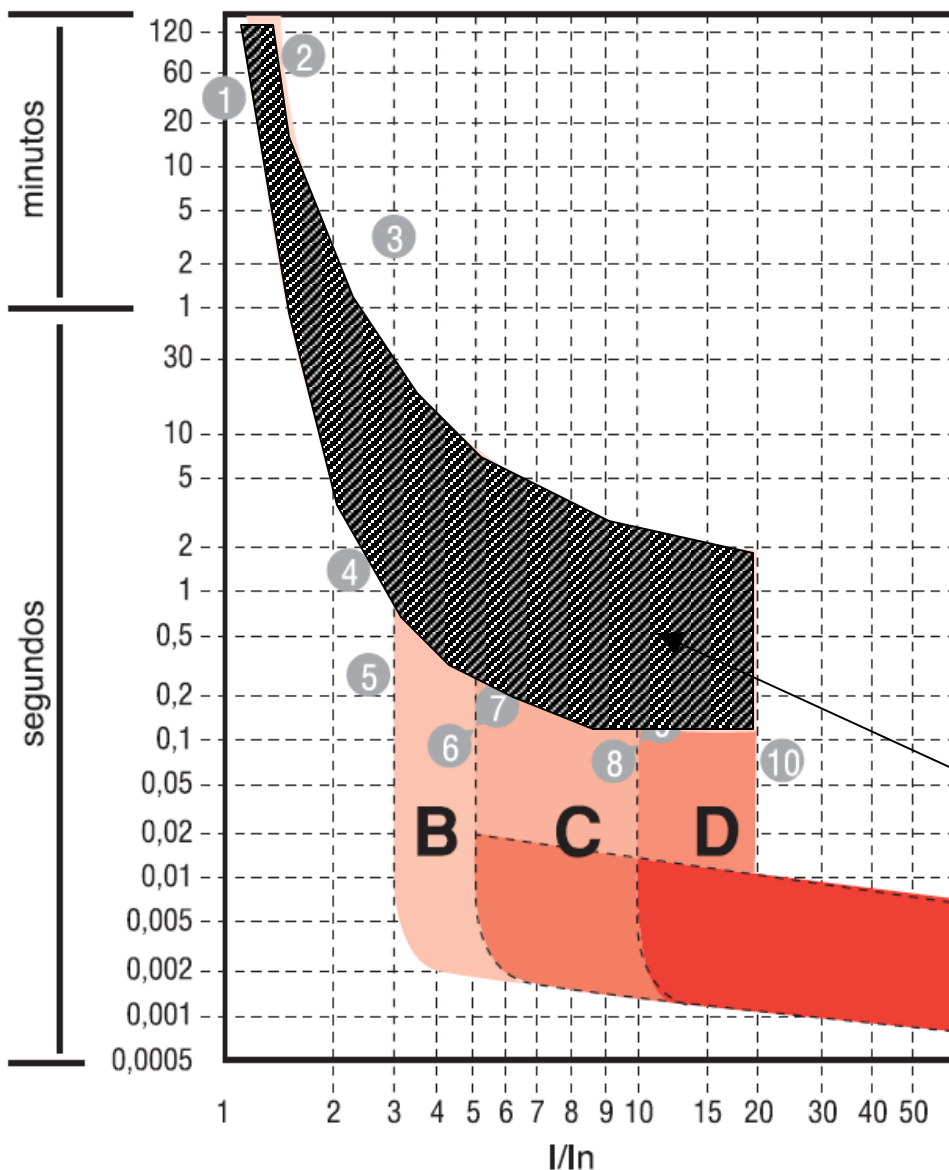
Protección de las instalaciones – (771.19)

Protección de las instalaciones

- Para proteger las instalaciones (no los equipos) se debe verificar la coordinación de conductores o cables y dispositivos de protección en los siguientes puntos:
 - Sobrecarga.
 - Corriente máxima de cortocircuito.
 - Corriente mínima de cortocircuito.

Características de desconexión según IEC 60898

Tipos B, C y D



1. Valor constante de la corriente de no desconexión
 $I_{nt} = 1.13 I_n : t > 1h$
2. Valor constante de la corriente de desconexión
 $I_t = 1.45 I_n : t < 1h$
3. $2.55 I_n : t < 1m (I_n \leq 32A)$
 $t < 2m (I_n > 32A)$
4. $2.55 I_n : t > 1s$
5. Tipo B: $3 I_n : t \geq 0.1s$
6. $5 I_n : t < 0.1s$
7. Tipo C: $5 I_n : t \geq 0.1s$
8. $10 I_n : t < 0.1s$
9. Tipo D: $10 I_n : t \geq 0.1s$
10. $20 I_n : t < 0.1s$

El comportamiento ante las sobrecargas es el mismo para toda característica (B, C, D).

Curva de Disparo: Tipo "C"

Intensidad Nominal asignada del interruptor, "Calibre" : 25A

C25

3000

Capacidad de Ruptura en cortocircuito : 3000A (= 3kA)



Norma IEC

ITMn°
nPA
Curva PdCC
Norma

ITM
2P 25A
"C" 3kA
IEC 60898

Dos polos (Bipolar) : 2P

Protección contra las corrientes de sobrecarga (771.19.2.1)

- En toda instalación deben preverse dispositivos de protección (DP) para toda corriente de sobrecarga en los conductores que pueda provocar un daño por calentamiento a la aislación, las conexiones, a los terminales o al ambiente que rodea los conductores.
- El DP debe satisfacer las siguientes condiciones:

$$1) I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$2) I_2 \leq 1.45 I_z$$

Donde:

I_B = Corriente de proyecto.

I_n = Corriente asignada o nominal del DP.

I_z = Corriente admisible en régimen permanente por los cables o conductores a proteger.

I_2 = Corriente que asegure el efectivo funcionamiento del DP en el tiempo convencional en las condiciones definidas.

Protección contra las corrientes de sobrecarga (771.19.2.1)

- Valores de I_2 para distintos DP (771.19.3.e))
 - Pequeños interruptores automáticos (PIA) IEC 60898: $I_2 = 1.45 I_n$
 - Interruptores automáticos IEC 60947-2: $I_2 = 1.3 I_n$
 - Fusibles gG, IEC 60269: $I_2 = 1.6$ a $2.1 I_n$
- **Conclusión:** la condición 2) para protección de sobrecargas se cumple automáticamente al cumplirse la condición 1) para los interruptores automáticos, **pero no en el caso de los fusibles.**



IEC 60898



IEC 60947-2



IEC 60269

Protección contra las corrientes de cortocircuito (771.19.2.2)

- En toda instalación deben preverse dispositivos de protección (DP) para interrumpir toda corriente de CC antes de que pueda provocar daños térmicos y/o mecánicos en los conductores, sus conexiones y en el equipamiento de la instalación.
- La empresa distribuidora proporcionará la intensidad de corriente máxima de CC (I_k'') a bornes del medidor (o bien las calcularemos según lo expresado en Anexo 771-H o según los métodos en AEA 90909).
- El DP debe satisfacer las siguientes condiciones:

- a) Regla del poder de corte: la capacidad de ruptura del DP debe ser mayor o igual que la máxima corriente de CC presunta:

$$P_{dCC} \geq I_k''$$

- b) Regla del tiempo de corte: toda corriente de CC debe ser interrumpida en un tiempo tal, que no exceda de aquel que lleva al conductor a su temperatura límite admisible. Esta regla depende de la duración que pueda tener el CC.



IEC 60898 (3 – 15 kA)



IEC 60947-2 (16 – 100 kA)



IEC 60269 (+100 kA)

Regla del tiempo de corte

- Para CC que duran menos de 0.1s, o usando DP limitadores de energía. En estos casos se debe verificar que:

$$k^2 \bullet S^2 \geq (I^2 \bullet t)$$

Donde:

$I^2 \cdot t$ = Es la energía específica que deja pasar el DP. Este valor es proporcionado por el fabricante. (Ver Tabla 771-H.IX y X en Anexo H)

S = Sección del conductor en mm².

k = Factor que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor, y las temperaturas inicial y final del mismo (Tabla 771.19.II).

Tabla 771.19.II – Valores de k para los conductores de línea

k							
Aislación de los conductores		PVC $\leq$ 300 mm ²	PVC $>$ 300 mm ²	EPR / XLPE	Goma 60 °C	Mineral	
						PVC	Desnudo
Temperatura inicial °C		70	70	90	60	70	105
Temperatura final °C		160	140	250	200	160	250
Material conductor	Cobre	115 [*]	103	143	141	115	135 / 115 ^a
	Aluminio	76	68	94	93	--	93
	Uniones estañadas en conductor de cobre	115	--	--	--	--	--

^a Este valor debe ser empleado para cables desnudos expuestos al contacto

Regla del tiempo de corte

Tabla 771-H.IX - Para pequeños interruptores automáticos de hasta 16 A

Poder de corte asignado [A]	Clases de limitaciones de energía				
	Clase 1	Clase 2		Clase 3	
	$I^2 \cdot t$ máx. [A² s]	$I^2 \cdot t$ máx. [A² s]		$I^2 \cdot t$ máx. [A² s]	
	Tipos B y C	Tipo B	Tipo C	Tipo B	Tipo C
3000	Sin límite especificado	31 000	37 000	15 000	18 000
4500		60 000	75 000	25 000	30 000
6000		100 000	120 000	35 000	42 000
10000		240 000	290 000	70 000	84 000

Tabla 771-H.X - Para pequeños interruptores automáticos de 16 A < In ≤ 32 A

Poder de corte asignado [A]	Clases de limitaciones de energía				
	1	2		3	
	$I^2 \cdot t$ máx. [A² s]	$I^2 \cdot t$ máx. [A² s]		$I^2 \cdot t$ máx. [A² s]	
	Tipos B y C	Tipo B	Tipo C	Tipo B	Tipo C
3000	Sin límite Especificado	40 000	50 000	18 000	22 000
4500		80 000	100 000	32 000	39 000
6000		130 000	160 000	45 000	55 000
10000		310 000	370 000	90 000	110 000

Los valores admisibles de $k^2 S^2$ para conductores de Cobre son:

Sección mm²	PVC - k = 115 IRAM NM 247-3 IRAM 62267 IRAM 2178	XLPE / EPR k = 143 IRAM 2178 IRAM 62266
1,5	29.756	46.010
2,5	82.656	127.806
4	211.600	327.184
6	476.100	736.164
10	1.322.500	2.044.900
16	3.385.600	5.234.944
25	8.265.625	12.780.625
35	16.200.625	25.050.025
50	33.062.500	51.122.500

Regla del tiempo de corte

La Clase de limitación de energía podrá ser proporcionada por catálogos y/o grabada en el DP.

Limitación de energía

En la sección Instrucciones de Uso, Elección e Instalación, se mencionan los valores de I^2t resultantes de los ensayos de los cuales surgen las clases de limitación de energía:

Serie Z100:
Curva B Clase 2.
Curva C Clase 2.

Serie Z200:
Curva C Clase 3.

Serie Z300:
Curva C Clase 3.

2

3

Regla del tiempo de corte

- Para CC que duran entre 0.1s hasta 5s, el tiempo (t) en el cual se elevará la temperatura del conductor hasta la temperatura límite admisible será:

Donde:

t = Tiempo de desconexión en seg (entre 0.1 y 5 s).

S = Sección del conductor en mm².

I = Corriente de CC en Amperes, expresada en valor eficaz.

k = Factor que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor, y las temperaturas inicial y final del mismo (Tabla 771.19.II).

$$\sqrt{t} \leq k \bullet \frac{S}{I}$$

OJO!!! Error
de tipeo

Tablas para calcular la corriente de CC a bornes del transformador

Tabla 771-H.II - Valores de las máximas corrientes presuntas de cortocircuito previstas para los transformadores de distribución	
$S_{rT} [kVA]$	$I_k'' [kA]$
100	3,568
200	7,074
315	11,028
400	13,899
500	17,229
630	21,458
800 *	21,768 *
1000	26,838
1250	27,876

Tablas para calcular la corriente de CC luego de un cierto recorrido de la línea

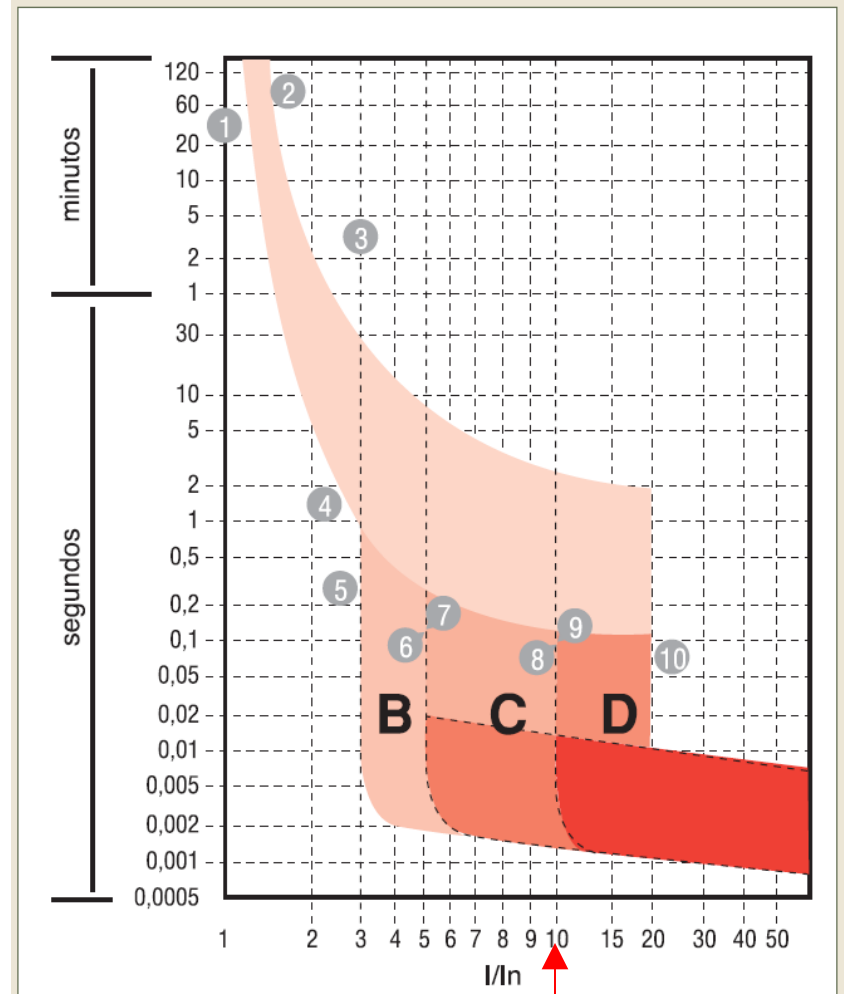
Tabla 771-H.III a VI

Sección del conductor [mm²]	Longitud del conductor IRAM 2263 - Al [m]													
3 x 25 / 50	2,7	4,1	5,5	6,9	8,2	9,6	11,0	12,4	13,7	16,5	19,2	22,0	24,7	27,5
3 x 35 / 50	2,7	4,1	5,5	6,8	8,2	9,6	11,0	12,3	13,7	16,4	19,2	21,9	24,6	27,4
3 x 50 / 50	5,1	7,7	10,2	12,8	15,3	17,9	20,4	23,0	25,5	30,6	35,7	40,8	45,9	51,0
3 x 70 / 50	7,3	11,0	14,7	18,3	22,0	25,6	29,3	33,0	36,6	44,0	51,3	58,6	65,9	73,3
3 x 95 / 50	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Nivel de corto-circuito aguas arriba [A]	Corriente de cortocircuito aguas abajo [A]													
3000	2858	2791	2728	2668	2610	2555	2502	2451	2402	2310	2224	2145	2071	2002
5000	4617	4446	4288	4141	4003	3874	3753	3640	3533	3337	3162	3004	2862	2732
6000	5456	5220	5003	4804	4619	4449	4290	4143	4005	3755	3535	3339	3163	3006
7000	6271	5961	5680	5424	5190	4976	4778	4596	4427	4124	3860	3627	3421	3237
9000	7830	7352	6929	6552	6214	5909	5633	5381	5151	4745	4399	4099	3838	3608
11000	9301	8634	8057	7552	7106	6710	6356	6037	5749	5248	4828	4469	4160	3892
13000	10692	9820	9080	8443	7890	7405	6976	6594	6252	5664	5177	4767	4418	4116
15000	12009	10920	10012	9244	8585	8014	7514	7073	6680	6013	5467	5012	4627	4297
19000	14443	12897	11649	10622	9761	9029	8400	7852	7372	6568	5922	5392	4949	4573
21000	15570	13788	12372	11219	10263	9457	8769	8174	7654	6791	6103	5541	5074	4680
26000	18160	15781	13952	12504	11328	10354	9534	8835	8231	7242	6464	5838	5322	4890
28000	19113	16496	14509	12949	11692	10657	9791	9055	8422	7389	6581	5933	5401	4956

Protección contra las corrientes de cortocircuito mínimas (771.19.2.2.4)

- Se deberá verificar en circuitos seccionales y terminales que la corriente de CC mínima, sea suficiente para accionar la desconexión instantánea del DP.
- Para ello se deberá verificar con las Tablas 771-H.VII (CS) y VIII (CT) las longitudes máximas de las líneas compatibles con el DP a colocar.
- También existe un método para calcularlo en la Parte 5 inc. 533.3.3.

Características de desconexión según IEC 60898
Tipos B, C y D



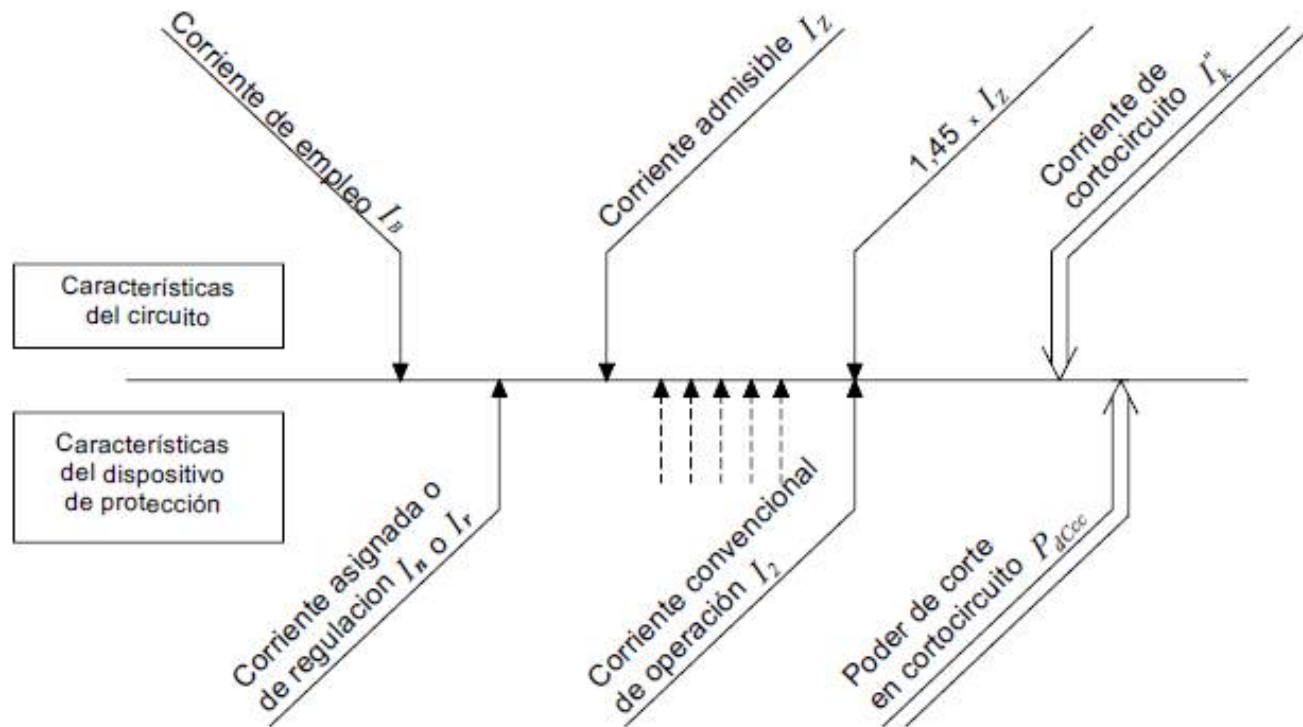
Para curva "C"

Tabla 771-H.VII
Conductores con aislación termoplástica

Corriente de cortocircuito en tablero principal (A)					3000	4000	6000	10000	12000	15000	18000	20000	22000
Sección del conductor Cu	Intensidad asignada del fusible o interruptor automático				Longitud máxima de los conductores para la actuación de la protección [m]								
	IRAM 2245 o IEC 60269	IRAM 2169	IEC 60898	Tipo curva									
4	25					66	68	70	72	72	73	73	73
		25	25	B		170	172	174	175	176	176	177	177
				C		81	83	85	87	87	87	88	88
				D		37	39	41	42	43	43	43	43
6		32	32	B		197	200	203	205	205	206	206	207
				C		93	95	98	101	101	102	102	103
				D		40	43	46	49	49	50	50	50
10	35					128	133	138	142	143	144	144	145
		40	40	B		268	273	278	282	283	284	285	285
				C		124	129	134	138	139	140	141	141
				D		52	57	62	66	67	68	69	69
16	50					98	106	114	120	122	124	125	126
		50	50	B		332	340	348	354	356	357	358	359
				C		150	158	166	172	174	175	177	177
				D		59	67	75	81	83	85	86	87
25	63					107	120	132	142	144	147	148	150
		63	63	B		398	411	423	433	435	438	439	440
				C		174	187	199	209	212	214	216	217
				D		63	75	87	97	100	102	104	105
35	80					83	101	118	132	135	139	141	143
			80	B		427	444	432	476	479	482	485	487
				C		179	196	213	227	231	234	237	239
				D		55	72	89	103	107	110	113	115
50	100					59	84	108	128	133	138	142	145
			100	B		470	495	520	540	545	550	553	556
				C		185	210	235	255	260	265	268	270
				D		43	68	93	113	118	123	126	129
70	125					59	84	108	128	133	138	142	145
			125	B		506	541	576	605	612	619	623	628
				C		182	217	253	281	288	295	300	304
				D		20	56	91	119	126	133	138	142

Coordinación entre conductores y DP

Figura 771.19.A- Coordinación entre conductores y dispositivos de protección contra sobrecargas



Algunas cosas a tener en cuenta

- Si la protección contra sobrecarga y CC para un circuito se hace por dispositivos distintos, se deberá verificar que la corriente de CC máxima pueda ser soportada por el DP contra sobrecargas.
- Respecto a la corriente nominal del ID, deberá ser por lo menos igual a la del DP contra sobrecargas ubicado aguas arriba o a la suma aritmética por fase de las corrientes nominales de los DP aguas abajo dependientes del mismo ID (siempre que se encuentren en el mismo tablero).
- Los ID deben tener una capacidad de ruptura por lo menos igual a la corriente de falla a tierra presente en el lugar.
- Los ID deben ser elegidos de manera que soporten el paso de las corrientes de CC.
- De no cumplirse alguna de los dos últimos puntos, el ID deberá estar respaldado por un DP contra CC adecuado.

Caídas de Tensión (771.19.7)

Caídas de tensión admisibles (771.13 – pág. 89):

Circuitos seccionales y circuitos terminales: la caída de tensión entre los bornes de salida del tablero principal y cualquier punto de utilización no debe superar los valores siguientes:

1. Circuitos terminales, de uso general o especial y específico, para iluminación: 3 %.
2. Circuitos de uso específicos que alimentan sólo motores: 5 % en régimen y 15 % durante el arranque.

Nota: No obstante los valores mencionados, se recomienda que la caída de tensión en los circuitos seccionales no exceda del 1 %; por lo tanto el valor de la máxima caída de tensión en los circuitos terminales que no alimentan motores será del 2 % y en los que alimentan motores del 4 %, tomado a partir del tablero seccional correspondiente. El valor de corriente a adoptar para este cálculo debe ser el máximo simultáneo previsto para esos circuitos.

A los efectos del cálculo de la caída de tensión, los circuitos de iluminación y tomacorrientes se considerarán cargados con su demanda de potencia máxima simultánea en el extremo más alejado del tablero seccional.

Para el cálculo de la corriente máxima simultánea de aquellos tableros seccionales en los que se previó el uso de un factor de simultaneidad para el cálculo de la demanda, se aplicará este mismo factor.

OJO!!!
Corrección

Caídas de Tensión (771.19.7)

Cálculo de las caídas de tensión:

- Hay tres métodos en la reglamentación.

Método a)
$$\Delta U = k \bullet I \bullet L(R \cos \varphi + X \sin \varphi) [\text{volt}]$$

Donde:

k = constante que vale 2 para sistemas monofásicos y $\sqrt{3}$ para trifásicos.

I = corriente asignada al circuito (A).

L = longitud en km (entre puntos y no longitud del conductor).

R = resistencia eléctrica del conductor a la temperatura de servicio (Ω/km).

X = reactancia de los conductores (Ω/km).

φ = ángulo de desfase entre tensión y corriente.

Para $\cos \varphi$ y $\sin \varphi$ se puede tomar 0.85 y 0.53 respectivamente si no tenemos otros valores mas precisos, y en el arranque de motores, 0.30 y 0.95.

Caídas de Tensión (771.19.7)

Método b)

Para conductores unipolares en contacto, que cumplan con IRAM NM 247-3 o 62267, dispuestos en cañerías y para $\cos \phi = 0,80$ y $\sin \phi = 0,60$:

Tabla 771.19.IV – Caída de tensión en conductores aislados normas IRAM NM 247-3 y 62267

(Tabla válida para líneas monofásicas)

<i>Sección nominal</i>	<i>Caída de tensión</i>	<i>Sección nominal</i>	<i>Caída de tensión</i>	<i>Sección nominal</i>	<i>Caída de tensión</i>	<i>Sección nominal</i>	<i>Caída de tensión</i>
mm²	V/A km	mm²	V/A km	mm²	V/A km	mm²	V/A km
1,5	26	6	6,5	25	1,6	70	0,6
2,5	15	10	3,8	35	1,2	95	0,5
4	10	16	2,4	50	0,8	120	0,4

Recordar que este método es válido sólo para conductores que cumplan con IRAM NM 247-3 o 62267, dispuestos en cañerías y para $\cos \phi = 0,80$ y $\sin \phi = 0,60$

Caídas de Tensión (771.19.7)

Método c)
$$\Delta U = GDC \frac{I \bullet L}{S} [volt]$$

Válida para conductores aislados según normas IRAM NM 247-3 y 62267 y para cables según normas IRAM 2178 y 62266 en cañerías o conductos, en aire o enterrados o dispuestos en tresbolillo. No válida para cables dispuestos en plano separados un diámetro.

Donde:
$$GDC = \text{Gradiente de caída en } \frac{[volt] \cdot [mm^2]}{[amper] \cdot [metro]}$$

$I =$ intensidad de la corriente de línea en ampere.

$L =$ longitud del circuito en metros.

$S =$ sección nominal de los conductores en mm^2 .

Tipo de sistema	Gradiente de caída (GDC)	
	Carga común ($\cos \varphi$) = 0,8 (1)	
	Cobre	Aluminio
Monofásico	0,040	0,063
Trifásico	0,035	0,055

Dispersión máxima del valor de la caída de tensión del 8 % con conductores entre 1,5 mm² y 70 mm², tanto en cobre como en aluminio.

Para el caso del arranque de motores, debido a la mayor influencia de la reactancia, dependiente de la geometría de los conductores, se utilizará la siguiente tabla:

Tipo de sistema	Sección de los conductores	Gradiente de caída (GDC)	
		Arranque de motores ($\cos \varphi$) = 0,3 (2)	
		Cobre	Aluminio
Monofásico	De 1,5 a 25 mm ²	0,0160	0,0250
	de 35 a 70 mm ²	0,0205	0,0290
Trifásico	De 1,5 a 25 mm ²	0,0135	0,0215
	de 35 a 70 mm ²	0,0175	0,0255

Dispersión máxima del valor de la caída de tensión del 12 % con conductores de cobre o de aluminio.

Algunos Detalles

- Para lograr selectividad entre interruptores automáticos, se recomienda como criterio general elevar en dos calibres las protecciones en serie. De todas maneras si se busca asegurar la selectividad total se deberá comparar curvas e información de los fabricantes sobre los DP en cuestión.
- En el Anexo H hay una tabla (Tabla 771-H.I) donde se puede ver un resumen de lo analizado hasta aquí, dando una guía para la determinación de la sección de los conductores.

Caso Práctico

- Nosotros ya teníamos un predimensionado de los cables y conductores por ladm.

PLANILLA DE ANALISIS DE CARGAS										Cos φ = 0,85							
			BOCAS		TOMAS		F.M.		LONG	INTENSIDAD SIMULTANEA (A)			CONDUCTOR				
TABLERO MEDIDOR	CIRC	TIPO CIRC	CANT	P UNIT [W]	CANT	P UNIT [W]	CANT	[W]	(m)	R (L1)	S (L2)	T (L3)	CAIDA [%]	SECC [mm2]	ladm [A]	DESTINO	OBS
	1	IUG	7						10,00					1,50	15,00	Iluminación general para toda la vivienda	Nuevo
	2	TUG			11				10,00					2,50	21,00	Tomas de toda la vivienda	Nuevo
TSG			7		11		0		7,00					4,00	26,00	Alimentación TS	Nuevo
TP			7		11		0		2,00					4,00	28,00	Alimentación a TP desde Medidor	Nuevo

- A continuación realizaremos una verificación de todos los puntos vistos hasta aquí, de manera de obtener la sección definitiva y el DP contra sobrecorrientes adecuado.

Paso 1: Cálculo de las corrientes I_B de cada circuito.

- Según el Reglamento se deben aplicar los criterios dados en la Tabla 771.9.I
- Actualmente, el COPAIPA acepta, para viviendas, que como mínimo para cada boca de circuitos IUG se tomen 60W y de TUG 150W, aplicando los factores de simultaneidad con buen criterio. Estas potencias deberán ser superiores si así lo requiere el proyecto.
- Para oficinas y otros locales se deberá tener en cuenta el tipo de artefacto de iluminación a conectar y lo mismo para los circuitos de tomas.
- Este último concepto también es válido para los circuitos IUE, TUE y los de usos específicos.
- Tener presente que, en principio, calcular corrientes menores a las reales no comprometerían la seguridad, pero sí la funcionalidad de la instalación, es por ello que se hace hincapié en el uso del buen criterio del diseñador.
- La finalidad de esta variación al Reglamento es no elevar de manera innecesaria la DPMS para no tener que contratar suministros trifásicos cuando no son realmente requeridos.

Paso 1: Cálculo de las corrientes I_B de cada circuito.

Circuito 1 - IUG:

7 bocas

60W c/u

$\cos\varphi = 0.85$

FS = 1 (por ser una vivienda básica es muy probable que estén todas las luces encendidas al mismo tiempo).

$$I_B[A] = \frac{P[W]}{U[V] \bullet \cos\varphi} \bullet FS = \frac{7 \times 60}{220 \times 0.85} \times 1 = 2.25 A$$

Paso 1: Cálculo de las corrientes I_B de cada circuito.

Circuito 2 - TUG:

11 bocas

150W c/u

$\cos\varphi = 0.85$

FS = 1 (por ser una vivienda básica, por ejemplo puede estar encendida la televisión + la heladera + una plancha).

$$I_B[A] = \frac{P[W]}{U[V] \bullet \cos\varphi} \bullet FS = \frac{11 \times 150}{220 \times 0.85} \times 1 = 8.82 A$$

Paso 1: Cálculo de las corrientes I_B de cada circuito.

PLANILLA DE ANALISIS DE CARGAS										Cos ϕ = 0,85														
			BOCAS		TOMAS		F.M.		LONG	INTENSIDAD SIMULTANEA (A)			CONDUCTOR			POTENCIA INSTALADA	Fs	Fs	Fs	POTENCIA SIMULT.				
TABLERO MEDIDOR	CIRC	TIPO CIRC	CANT	P UNIT [W]	CANT	P UNIT [W]	CANT	[W]	(m)	R (L1)	S (L2)	T (L3)	CAIDA [%]	SECC [mm2]	ladm [A]	[W]	ILUM	TOMAS	FM/TAB	[W]	DESTINO			
	1	IUG	7	60					10,00	2,25				1,50	15,00	420	1,00			420	Iluminación general para toda la vivienda			
	2	TUG			11	150			10,00	8,82				2,50	21,00	1.650		1,00		1.650	Tomas de toda la vivienda			
TSG			7		11		0		7,00	11,07				4,00	26,00	2.070			1,00	2.070	Alimentación TS			
TP			7		11		0		2,00	11,07				4,00	28,00	2.070			1,00	2.070	Alimentación a TP desde Medidor			

Paso 2: Selección del DP contra Sobrecargas.

Circuito 1 - IUG:

$$I_B = 2.25 \text{ A}$$

$$I_Z = 15 \text{ A}$$

Recordemos que el DP debe satisfacer las siguientes condiciones:

- 1) $I_B \leq I_n \leq I_Z$
- 2) $I_2 \leq 1.45 I_Z$

Para satisfacer la primera condición deberíamos no pasar de 15 A en la I_n del DP, pero considerando que estamos muy justos se puede aplicar uno de 10 A, teniendo holgura para agregar consumo.

Por otra parte, dentro de las opciones posibles, seleccionamos como DP un PIA, IEC 60898, de 2 polos, de $I_n=10 \text{ A}$, curva C, con el cual ya cumplimos automáticamente la segunda condición para sobrecarga (por ser un PIA, IEC 60898).

Paso 2: Selección del DP contra Sobrecargas.

Circuito 2 - TUG:

$$I_B = 8.82 \text{ A}$$

$$I_Z = 21 \text{ A}$$

Con un razonamiento análogo al anterior, seleccionamos como DP un PIA, IEC 60898, de 2 polos, de $I_n=16 \text{ A}$, curva C.

Paso 3: Verificación de la corriente de CC máxima – Regla del Poder de Corte.

- Supongamos que:

Tenemos un Transformador de 315 kVA.

La distancia desde el transformador hasta nuestro punto de conexión es de 50 m.

El cable es un preensamblado IRAM 2263 – Al – 3x95/50mm².

Suponemos 5m de cable de acometida IRAM 63001 – Cu/XLPE - 1x4+4mm².

- Por Tabla 771-H.II: para 315kVA corresponde $I_k'' = 11028$ A a bornes del trafo.

- Por Tabla 771-H.III: con los datos del cable y la corriente de CC anterior, corresponde una $I_k'' = 5750$ A en el punto de conexión.

- Luego entrando para un IRAM 2178 con 6000 A salimos con 3386 A en el TP.

Conclusión: como $P_{dCcc} \geq I_k''$, elegimos un IA con poder de ruptura de 4,5 kA en TP. Si sumamos el tramo subterráneo hasta TSG vemos que I_k'' es < 3 kA (aprox. 1800 A).

PARA DEBATIR

¿Como usamos la tabla si tenemos 150 m de cable preensamblado?

Paso 4: Verificación de la corriente de CC máxima – Regla del Tiempo de Corte.

Dijimos que el dispositivo es un PIA de 10 A en el IUG y de 16 A en el TUG, y suponemos que será limitador de energía pasante.

Para el cable del IUG (1.5 mm^2), el $k^2 \times S^2 = 115^2 \times 1.5^2 = 29756$.

Para el cable del TUG (2.5 mm^2), el $k^2 \times S^2 = 115^2 \times 2.5^2 = 82656$.

Si entramos por Tabla 771-H-IX, vemos que:

Para 3000 A un Clase 2 - curva C tiene un $I^2t = 37000$.

Se debe cumplir que: $k^2 \times S^2 \geq I^2t$

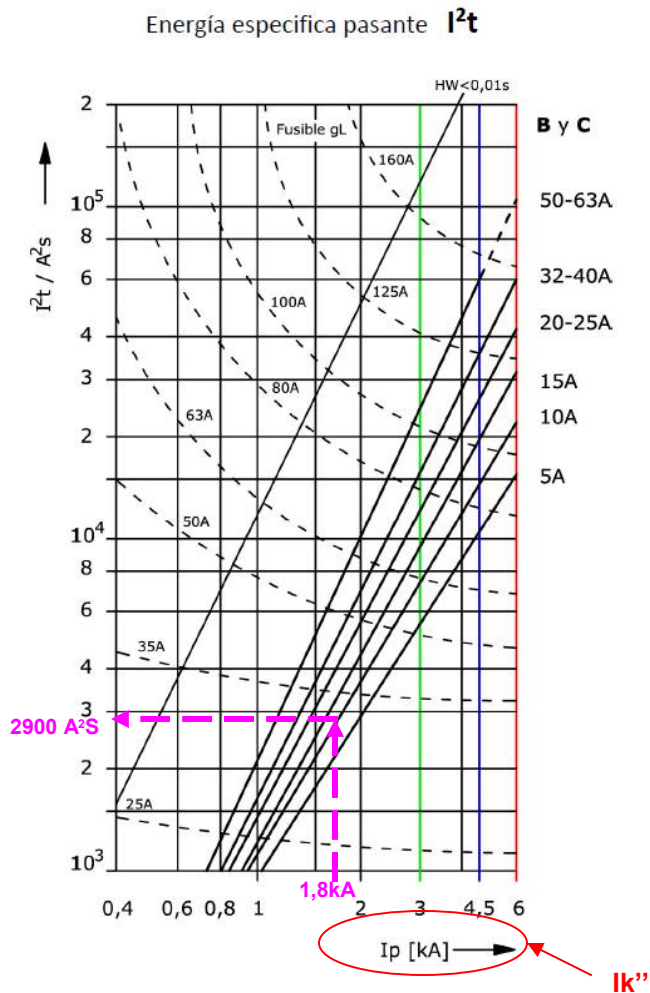
Esto no se verifica en el caso del circuito IUG, por lo cual deberíamos llevarlo a 2.5 mm^2 y además especificar el PIA como limitador Clase 2.

¿Tenemos otras opciones para resolverlo con 1.5 mm^2 ?

Paso 4: Verificación de la corriente de CC máxima – Regla del Tiempo de Corte.

Opción 1: Mantener una sección de 1.5 mm² con un PIA Clase 3.

Opción 2: Verificar este punto con la curva provista por el fabricante.



Se debe cumplir que: $k^2 \times S^2 \geq I^2t$

Datos de entrada: $I_k'' = 1800A$; PIA 10A “C”

$$29756 \geq 2900$$

Esta curva debe ser provista por el fabricante a solicitud del proyectista según lo dice IEC 60898.

Paso 5: Verificación de la actuación por corriente mínima de CC

Tenemos:

Circuito IUG: 1.5mm² con una Ik'' de 1800 A y un PIA de 10 A, curva C

Por Tabla 771-H.VIII: tenemos una longitud máxima de 78 m y nuestro circuito tiene 10 m al punto más lejano, por lo tanto **SI VERIFICA**.

Circuito TUG: por un razonamiento análogo al anterior pero entrando con 2.5mm² con una Ik'' de 1800 A y un PIA de 16 A, curva C, concluimos que también verifica ya que nos da una longitud máxima similar al caso anterior.

Paso 6: Verificación de la Caída de Tensión

Usando el método a), tenemos que:

Circuito IUG, IRAM NM 247-3, 1.5mm², 10 m de largo (0.010 km), R = 13.3 Ω/km, X = 0 Ω/km, cosφ = 0.85 y sen φ = 0.53, IB = 2.25 A.

$$\Delta U = k \bullet I \bullet L(R \cos \varphi + X \sin \varphi) = 2 \times 2.25 \times 0.010(13.3 \times 0.85 + 0 \times 0.53)$$

$$\Delta U = 0.509V$$

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{220V} \bullet 100 = \frac{0.509}{220V} \bullet 100 = 0.23\%$$

Circuito TUG, IRAM NM 247-3, 2.5mm², 10 m de largo (0.010 km), R = 7.98 Ω/km, X = 0 Ω/km, cosφ = 0.85 y sen φ = 0.53, IB = 8.83 A..

$$\Delta U = k \bullet I \bullet L(R \cos \varphi + X \sin \varphi) = 2 \times 8.83 \times 0.010(7.98 \times 0.85 + 0 \times 0.53)$$

$$\Delta U = 1.198V$$

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{220V} \bullet 100 = \frac{1.198}{220V} \bullet 100 = 0.54\%$$

▶ Cable Flexible para tendidos en cañerías; tipo H07V-K

▶ 450 / 750 V

▶ IRAM NM 247-3

Características técnicas

Sección nominal	Diámetro máx. de alambres del conductor	Espesor de aislación nominal	Diámetro exterior aprox.	Masa aprox.	Intensidad de corriente admisible en cañerías (3)		Caída de tensión (4)	Resistencia Eléctrica máxima a 20°C y c.c.
					 (1)	 (2)		
mm ²	mm	mm	mm	kg/km	A	A	V/A km	ohm/km
0,75	0,21	0,6	2,3	11	9	8	50	26
1,0	0,21	0,6	2,5	15	11,5	10,5	37	19,5
1,5	0,26	0,7	3,0	20	15	13	26	13,3
2,5	0,26	0,8	3,6	31	21	18	15	7,98
4	0,31	0,8	4,1	45	28	25	10	4,95
6	0,31	0,8	4,7	63	36	32	6,5	3,30
10	0,41	1,0	6,0	107	50	44	3,8	1,91
16	0,41	1,0	7,0	167	66	59	2,4	1,21
25	0,41	1,2	9,6	268	88	77	1,54	0,78
35	0,41	1,2	10,8	361	109	96	1,20	0,554
50	0,41	1,4	12,8	511	131	117	0,83	0,386
70	0,51	1,4	14,6	698	167	149	0,61	0,272
95	0,51	1,6	16,8	899	202	180	0,48	0,206
120	0,51	1,6	19,7	1175	234	208	0,39	0,161

- ▶ Cables diseñados para distribución de energía en baja tensión en edificios e instalaciones industriales, en tendidos subterráneos o sobre bandejas. Especialmente aptos para instalaciones en industrias y empleos donde se requiera amplia maniobrabilidad y seguridad ante la propagación de incendios; tipos VV-K y VV-R
- ▶ 0,6 / 1,1 kV
- ▶ IRAM NM 2178

Características técnicas- Cables con conductores de cobre

Sección nominal mm ²	Diámetro del conductor mm	Espesor nominal de aislación mm	Espesor nominal de envoltura mm	Diámetro exterior aprox. mm	Masa aprox. Kg/km	Resistencia eléctrica máx. a 70°C y 50 Hz. ohm/km	Reactancia a 50 Hz. ohm/km
Unipolares (almas de color marrón)							
4	2,5	1,0	1,4	7,6	91	5,92	0,189
6	3,0	1,0	1,4	8,1	114	3,95	0,180
10	3,9	1,0	1,4	9,1	160	2,29	0,170
16	4,9	1,0	1,4	10,0	227	1,45	0,162
25	7,1	1,2	1,4	12,7	346	0,933	0,154
35	8,3	1,2	1,4	13,8	447	0,663	0,150
50	9,9	1,4	1,4	15,9	612	0,462	0,147
70	12,0	1,4	1,4	17,6	811	0,326	0,143
95	13,5	1,6	1,5	20,0	1037	0,248	0,142
120	16,5	1,6	1,5	22,9	1334	0,194	0,139
150	17,5	1,8	1,6	24,0	1634	0,156	0,139
185	20,0	2,0	1,7	27,1	1985	0,129	0,139
240	24,0	2,2	1,8	32,0	2611	0,0987	0,137
300	20,7	2,4	1,9	29,8	3186	0,0754	0,140
400	23,0	2,6	2,0	32,7	4008	0,0606	0,140
500	26,4	2,8	2,1	37,0	5213	0,0493	0,138
630	30,0	2,8	2,2	40,6	6581	0,0407	0,138
Bipolares (almas de color marrón y negro)							
1,5	1,5	0,8	1,8	9,9	132	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	10,8	165	9,55	0,0995
4	2,5	1,0	1,8	12,7	234	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	13,7	293	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	15,6	410	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	18,5	632	1,45	0,0813
25	7,1	1,2	1,8	24,0	1030	0,933	0,0780
35	8,3	1,2	1,8	26,5	1310	0,663	0,0760

Paso 6: Verificación de la Caída de Tensión

Circuito seccional TP – TSG, IRAM 2178, 4mm², 7 m de largo (0.007 km), R = 9.55 Ω/km, X = 0.0995 Ω/km, cosφ = 0.85 y sen φ = 0.53, IB = 11.07 A.

$$\Delta U = k \bullet I \bullet L(R \cos \varphi + X \sin \varphi) = 2 \times 11.07 \times 0.007(5.92 \times 0.85 + 0.0991 \times 0.53)$$

$$\Delta U = 0.788V$$

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{220V} \bullet 100 = \frac{0.788}{220V} \bullet 100 = 0.36\%$$

Conclusión: vemos que en el CS no superamos el 1% (recomendación de la AEA) y que sumando todas las caídas de tensión estamos por debajo de lo permitido.

Nuestra Planilla de Cargas queda como se muestra a continuación

PLANILLA DE ANALISIS DE CARGAS										Cos φ = 0,85												
TABLERO MEDIDOR	CIRC	TIPO CIRC	BOCAS		TOMAS		F.M.		LONG (m)	INTENSIDAD SIMULTANEA (A)			CONDUCTOR			POTENCIA INSTALADA [W]	Fs ILUM	Fs TOMAS	Fs FM/TAB	POTENCIA SIMULT. [W]	DESTINO	OBS
			CANT	P UNIT [W]	CANT	P UNIT [W]	CANT	[W]		R (L1)	S (L2)	T (L3)	CAIDA [%]	SECC [mm2]	Iadm [A]							
	1	IUG	7	60					10,00	2,25			0,23	1,50	15,00	420	1,00			420	Iluminación general para toda la vivienda	Nuevo
	2	TUG			11	150			10,00	8,82			0,54	2,50	21,00	1.650		1,00		1.650	Tomas de toda la vivienda	Nuevo
TSG			7		11		0		7,00	11,07			0,36	4,00	26,00	2.070			1,00	2.070	Alimentación TS	Nuevo
TP			7		11		0		2,00	11,07			0,08	4,00	28,00	2.070			1,00	2.070	Alimentación a TP desde Medidor	Nuevo

Usando el método b), para los circuitos terminales tenemos que:

Conductor IRAM NM 247-3, 1.5 y 2.5mm², 10 m de largo (0.010 km), $I_B = 2.25$ A (para IUG) y 8.82 A (para TUG).

Para 1.5 y 2.5mm² tenemos por Tabla 771.19.IV: 26 V/(Axkm) y 15 V/(Axkm).

$$\Delta U = 26 \times 2.25 \times 0.010 = 0.585V \equiv 0.26\%(IUG)$$

$$\Delta U = 15 \times 8.82 \times 0.010 = 1.323V \equiv 0.60\%(TUG)$$

Valores levemente mayores, por el cos φ considerado por este método.

La ventaja es que no debemos consultar los catálogos del fabricante.

No podemos usar este método para el CS por ser cable IRAM 2178.

Usando el método c), para los circuitos terminales tenemos que:

Conductor de Cu, 2.5mm², 10 m de largo (IUG y TUG), 7 m de largo (para CS TP-TSG), $I_B = 2.25$ A (para IUG), 8.82 A (para TUG) y 11.07 A (para CS).

Para 2.5mm² tenemos por Tabla un GDC = 0.040 (V*mm²)/(A*m)

$$\Delta U = 0.040 \times \frac{2.25 \times 10}{1.5} = 0.600V \equiv 0.27\%(IUG)$$

$$\Delta U = 0.040 \times \frac{8.82 \times 10}{2.5} = 1.411V \equiv 0.64\%(TUG)$$

$$\Delta U = 0.040 \times \frac{11.07 \times 7}{4} = 0.77V \equiv 0.35\%(CS)$$

Valores levemente mayores, por la misma razón del anterior.

Aquí tampoco debemos consultar los catálogos del fabricante.