



INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN VIVIENDAS



1. Objetivos del curso

Se espera que el cursante adquiera conocimientos teóricos y prácticos básicos sobre reglamentación de instalaciones eléctricas en inmuebles, orientado a viviendas, oficinas y locales (unitarios).

Repasaremos brevemente los circuitos básicos para familiarizarnos con la simbología y poder interpretar planos, para después adentrarnos en las definiciones de la normativa con especial énfasis en la correcta selección de cables y protecciones.

1. Simbología. Interpretación de planos.

Listamos a continuación los principales símbolos utilizados en planos de instalaciones eléctricas en inmuebles

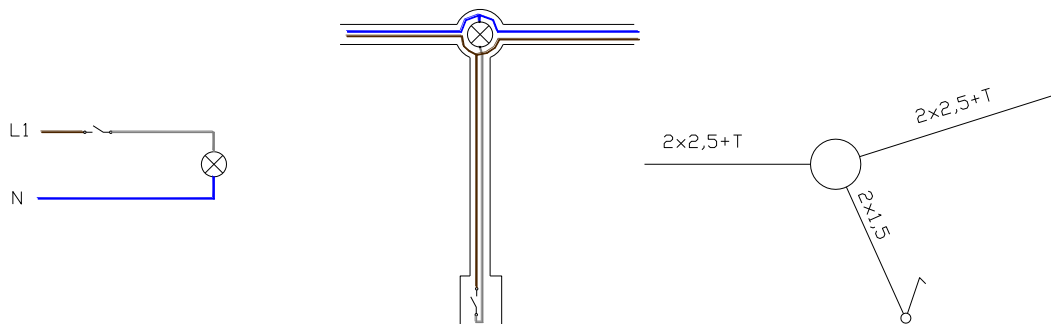
Símbolo	Descripción
	Tablero Principal
	Tablero Seccional
	Centro
	Centro de doble efecto
	Aplique
	Punto
	Dos puntos
	Tres Puntos

Símbolo	Descripción
	Toma
	Punto y toma
	Pulsador
	Medidor de Energía Eléctrica
	Campanilla (Timbre)
	Cañería
	Cantidad y sección de conductores
	Tipo y diámetro de caño

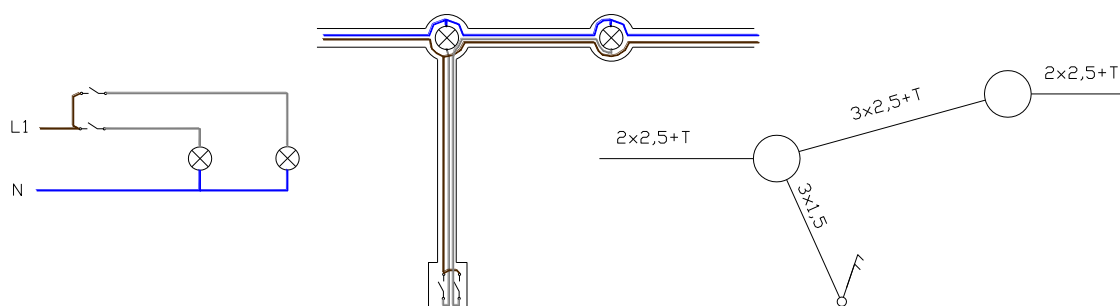
2. Circuitos básicos.

2.1 Punto de encendido.

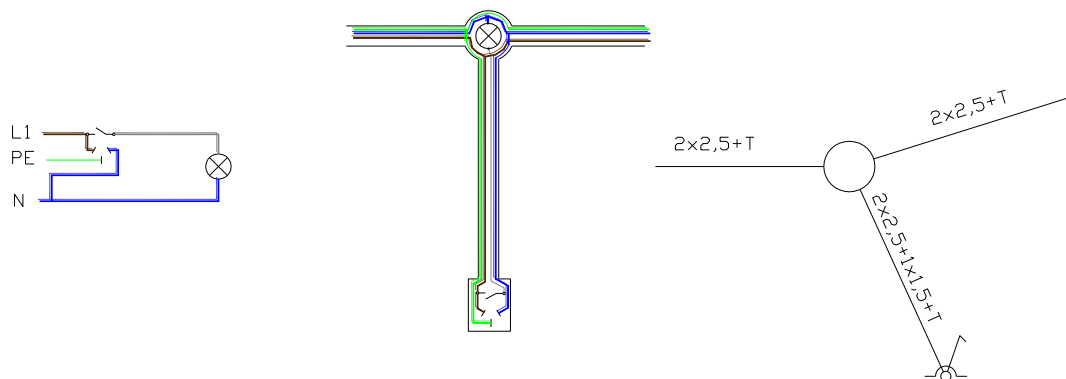
Un punto



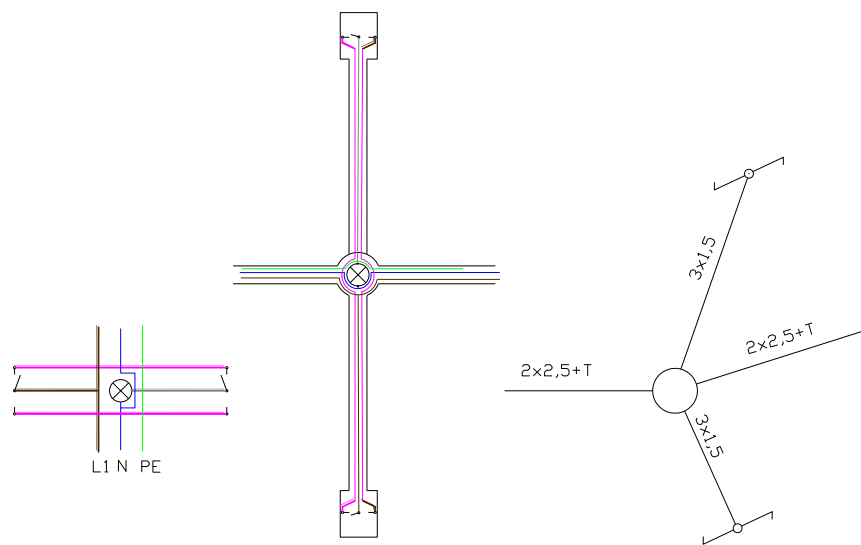
Dos puntos



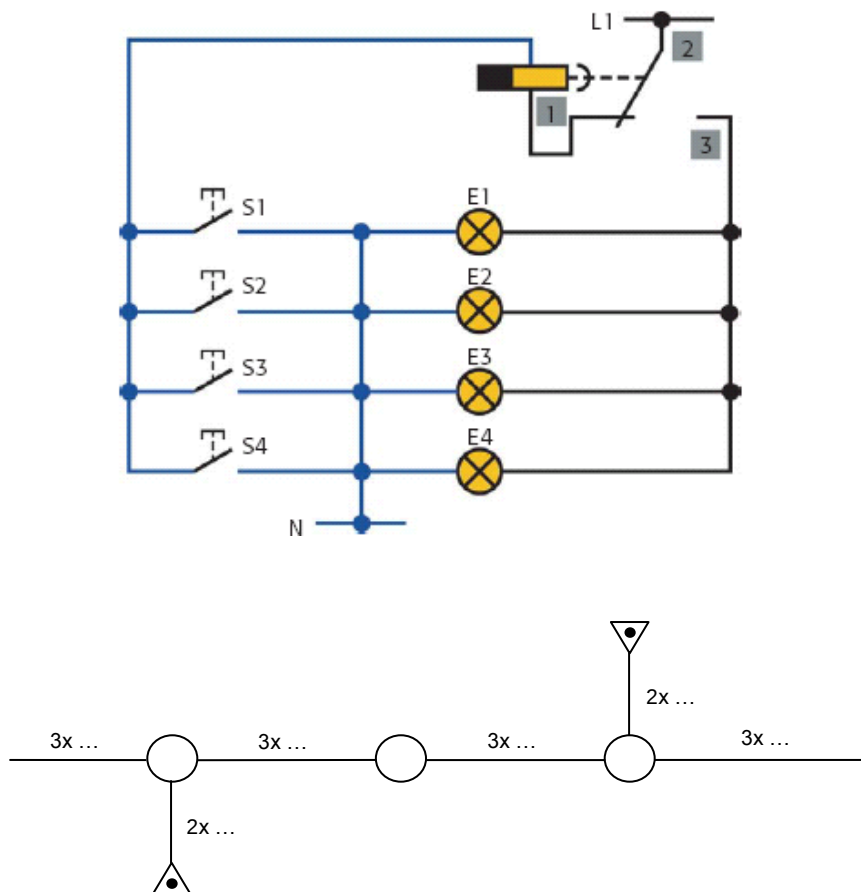
2.2 Punto y toma.



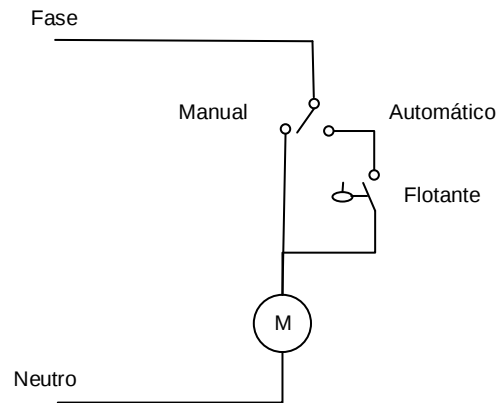
2.3 Combinación.



2.4 Automático de escalera.



2.5 Automático de tanque.



3. Algunas consideraciones constructivas

3.1 Conexión de conductores

Las uniones y derivaciones de conductores de secciones de hasta $2,5 \text{ mm}^2$ inclusive podrán efectuarse intercalando y retorciendo sus hebras.

Las uniones y derivaciones de conductores de secciones mayores de $2,5 \text{ mm}^2$ deberán efectuarse por medio de borneras, manguitos de indentar o soldar (utilizando soldura de bajo punto de fusión con decapante de residuo no ácido) u otro tipo de conexiones que aseguren una conductividad eléctrica por lo menos igual a la del conductor original.

Para agrupamientos múltiples (más de 3 conductores) deberán utilizarse borneras de conexión (Norma IRAM 2441). Las uniones y derivaciones no podrán someterse a sollicitaciones mecánicas y deberán cubrirse con un aislante eléctrico de características equivalentes al que poseen los conductores.

3.2 Interruptor de efecto

En instalaciones monofásicas, los interruptores de efecto deberán cortar el conducto de fase.

En una misma boca de salida no podrán instalarse elementos (interruptores de efecto o tomacorrientes), alimentados por diferentes circuitos

3.3 Unión entre caño y caja

Las uniones de caños y cajas deberán efectuarse mediante conectores o, tuerca y boquilla. La tuerca se dispondrá en la parte exterior de la caja y la boquilla en su parte interna. Las

características constructivas de estos elementos estarán en concordancia con las prescriptas por las Normas IRAM 2224; 2005.

3.4 Caños en forma de "U"

Cuando no sea posible evitar la colocación de caños en forma de "U" (por ej. los cruces bajo los pisos) u otra forma que facilite la acumulación de agua se colocarán únicamente cables aislados con vaina de protección, que respondan a las Normas IRAM 2220; 2262; 2261.

3.5 Colocación de conductores

Antes de instalar los conductores deberán haberse concluido el montaje de caños y cajas y completado los trabajos de mampostería y terminaciones superficiales.

Deberá dejarse una longitud mínima de 15 cm. de conductor disponible en cada caja a los efectos de poder realizar las conexiones necesarias.

Los conductores que pasen sin empalme a través de las cajas deberán tomar un bucle. Los conductores colocados en cañerías verticales deberán estar soportados a distancia no mayor de 15 m mediante piezas colocadas en cajas accesibles y con formas y disposiciones tales que no dañen su cubierta aislante.

No se permiten uniones ni derivaciones de conductores en el interior de los caños, las cuales deberán efectuarse exclusivamente en las cajas.

3.6 Conductor neutro

El conductor neutro **no podrá ser conectado a ninguna masa** de la instalación interna del inmueble, incluidas las correspondientes a las cajas, gabinetes y otros accesorios metálicos que se utilicen en el punto de conexión a la red.

3.7 Colocación de cajas de paso

Para facilitar la colocación y el reemplazo de conductores deberá emplearse un número suficiente de cajas de paso. No se admitirán más de tres curvas entre dos cajas. En tramos rectos y horizontales sin derivación deberá colocarse como mínimo, una caja cada 12 m y en tramos verticales una caja 15 m. Las cajas de paso y de derivación deberán instalarse de tal modo que sean siempre accesibles.

3.8 Altura y ubicación de los interruptores de efecto

Los interruptores de efecto adyacentes a las puertas de acceso a los diferentes ambientes, se deberán instalar en cajas, cuya arista más cercana al marco deberá estar ubicada a no más de 0,15 m del borde exterior del marco que aloja el cerradero en el que penetra el pestillo y cuyo centro deberá estar ubicado entre 0,9 y 1,3 m del nivel del solado, salvo en aquellos locales a los que acceden personas con capacidades diferentes, en cuyo caso dichas cotas se podrán modificar (se recomienda consultar el Código de Edificación del distrito o jurisdicción).

Los interruptores de efecto se deberán montar de manera tal que cuando se instalan en posición horizontal, se actúe sobre la cara más cercana al marco para su conexión; cuando se instalan en posición vertical, se debe actuar sobre la cara superior para su conexión. En cualquier caso se recomienda el empleo de interruptores que incorporen marcación de conexión.

En el caso de los pasillos interiores se deberán prever interruptores de efecto combinados situados en cada extremo, a no más de 0,15 m del borde exterior del marco o acceso y en

cada acceso intermedio de forma tal que la distancia entre interruptores sucesivos no exceda los 6 m.

Cuando dentro del inmueble (vivienda, local u oficina) existan uno o más ascensores, se deberá situar el dispositivo de comando de iluminación a menos de 2 m de toda puerta de ascensor y ser visible desde el umbral de cualquiera de ellas. Se recomienda el empleo de interruptores luminosos, en cuyo caso no importa la posición. De no emplear interruptores luminosos los mismos deben ser instalados en forma vertical debiéndose actuar sobre la cara superior para su conexión.

Es posible también efectuar el comando de la iluminación por medio de sensores de presencia o movimiento.

3.9 Altura y ubicación de los tomacorrientes

Las cajas que albergan los tomacorrientes instalados por encima de los zócalos deben ser ubicadas de forma tal que la arista inferior quede a no menos de 0,15 m del nivel del solado.

Las cajas que contienen los tomacorrientes instalados sobre las mesadas de baños, cocinas y lavaderos o disposiciones similares, además de respetar las distancias respecto a las fuentes de agua (ver Sección 701), se deben ubicar por encima de las mesadas de tal forma que las aristas inferiores de las cajas queden ubicadas a no menos de 0,15 m del nivel de mesada.

En los otros casos podrán ubicarse en cajas adyacentes a las que contienen a los interruptores de efecto, o acompañando a éstos cuando las prescripciones de esta Sección de la Reglamentación lo permitan, o en ubicaciones que respondan a necesidades específicas.

Se recomienda no instalar los tomacorrientes con sus orificios de conexión verticales y orientados hacia arriba, debido a que pueden perder propiedades dieléctricas por la acumulación de material conductor producido en cada inserción o extracción de la correspondiente ficha.

4. Esquemas típicos de distribución eléctrica en inmuebles.

4.1 Clasificación de las líneas y circuitos.

Línea de alimentación

Es la que vincula la red de la empresa distribuidora, con los bornes de entrada del medidor de energía, o de los transformadores de corriente en caso de medición indirecta

Línea principal

Es la que vincula los bornes de salida del medidor de energía, o de los transformadores de corriente en caso de medición indirecta, con los bornes de entrada del tablero principal

Circuito seccional

Es el que vincula los bornes de salida de un dispositivo de maniobra y protección de un tablero, con los bornes de entrada del siguiente tablero

Circuito Terminal

Es el que vincula los bornes de salida de un dispositivo de maniobra y protección con los puntos de utilización

Para usos Generales

Iluminación

Tomacorriente

Para usos especiales

Iluminación

Tomacorriente

Uso específico

Alimentación a fuentes de muy baja tensión funcional

Salidas de fuentes de muy baja tensión funcional

Alimentación pequeños motores

Alimentación tensión estabilizada

Circuito de muy baja tensión sin puesta a tierra

Alimentación carga única

Otros circuitos específicos

4.2 Cantidad máxima de bocas permitida según el tipo de circuito Terminal y calibre máximo de la protección.

Tabla 771.7.1 - Resumen de tipos de circuitos

Tipo de Circuitos	Designación	Sigla	Máxima cantidad de bocas	Máximo calibre de la protección
Uso General	Iluminación uso general	IUG	15	16 A
	Tomacorriente uso general	TUG	15	20 A
Uso Especial	Iluminación uso especial	IUE	8	25 A
	Tomacorriente uso especial	TUE	8	32 A
Uso específico	Alimentación a fuentes de muy baja tensión funcional	MBTF	15	16 A
	Salidas de fuentes de muy baja tensión funcional	----	Sin límite	Responsabilidad del proyectista
	Alimentación pequeños motores	APM	15	32 A
	Alimentación tensión estabilizada	ATE	15	Responsabilidad del proyectista
	Circuito de muy baja tensión sin puesta a tierra	MBTS	Sin límite	Responsabilidad del proyectista
	Alimentación carga única	ACU	No corresponde	Responsabilidad del proyectista
	Otros circuitos específicos	OCE	Sin límite	Responsabilidad del proyectista

5. Grado de electrificación.

Viviendas

Grado de electrificación	Superficie [m2]	Demanda de potencia máxima simultánea
Mínimo	$S \leq 60$	hasta 3,7 kVA
Medio	$60 < S \leq 130$	hasta 7 kVA
Elevado	$130 < S \leq 200$	hasta 11 kVA
Superior	$S > 200$	más de 11 kVA

Oficinas y Locales

Grado de electrificación	Superficie [m2]	Demanda de potencia máxima simultánea
Mínimo	$S \leq 30$	hasta 4,5 kVA
Medio	$30 < S \leq 75$	hasta 7,8 kVA
Elevado	$75 < S \leq 150$	hasta 12,2 kVA
Superior	$S > 150$	más de 12,2 kVA

Existen límites diferentes para locales de características especiales.

5.1 Cantidad mínima de circuitos según grado de electrificación.

Grado de electrificación	Cantidad mínima de circuitos	Tipo de circuito					
		variante	Iluminación uso general (IUG)	Tomacorrientes uso general (TUG)	Iluminación uso especial (IUE)	Tomacorrientes uso especial (TUE)	Circuito de libre elección
Mínimo	2	única	1	1	-	-	-
Medio	3	a)	1	1	1	-	-
		b)	1	1	-	1	-
		c)	2	1	-	-	-
		d)	1	2	-	-	-
Elevado	5	Única	2	2	-	1	-
Superior	6	única	2	2	-	1	1

5.2 Número mínimo de puntos de utilización en viviendas

TABLA 771.8.IV - Puntos mínimos de utilización en Viviendas y en Locales u Oficinas proyectados originalmente para vivienda (Ver texto en 771.8.1.4)

Ambiente	Electrificación	Puntos mínimos de utilización			
		IUG	TUG	TUE	
Sala de estar y comedor, escritorio, estudio, biblioteca o similares, en viviendas	Mínima	Una boca cada 18 m² de superficie o fracción (Mínimo una)	Una boca cada 6 m² de superficie o fracción (Mínimo dos)	---	
	Media			Una boca	
	Elevada				
	Superior				
Dormitorio	Mínima	Una boca	Tres bocas	---	
	Media			Una boca	
	Elevada				
	Superior				
Cocina	Mínima	Una boca	Tres bocas más dos tomacorrientes	---	
	Media	Dos bocas	Tres bocas más dos tomacorrientes	---	
	Elevada		Tres bocas más tres tomacorrientes	Una boca más un tomacorriente	
	Superior		Cuatro bocas más tres tomacorrientes	Dos bocas más dos tomacorrientes	
Baño	Mínima	Una boca	Una boca	---	
	Media			---	
	Elevada				
	Superior				
Vestíbulo, garaje, hall, galería, vestidor, comedor diario o similares	Mínima	Una boca	Una boca	---	
	Media		Una boca cada 12 m² de superficie o fracción (Mínimo una boca)		
	Elevada				
	Superior				
Pasillo, balcones, atrios o similares	Mínima	Una boca por cada 5 m de longitud o fracción	---	---	
	Media		Una boca por cada 5 m de longitud o fracción		
	Elevada				
	Superior				
Lavadero	Mínima	Una boca	Una boca	---	
	Media		Dos bocas (Una puede ser cargada al circuito TUE)	---	
	Elevada				
	Superior		Una boca	Dos bocas	

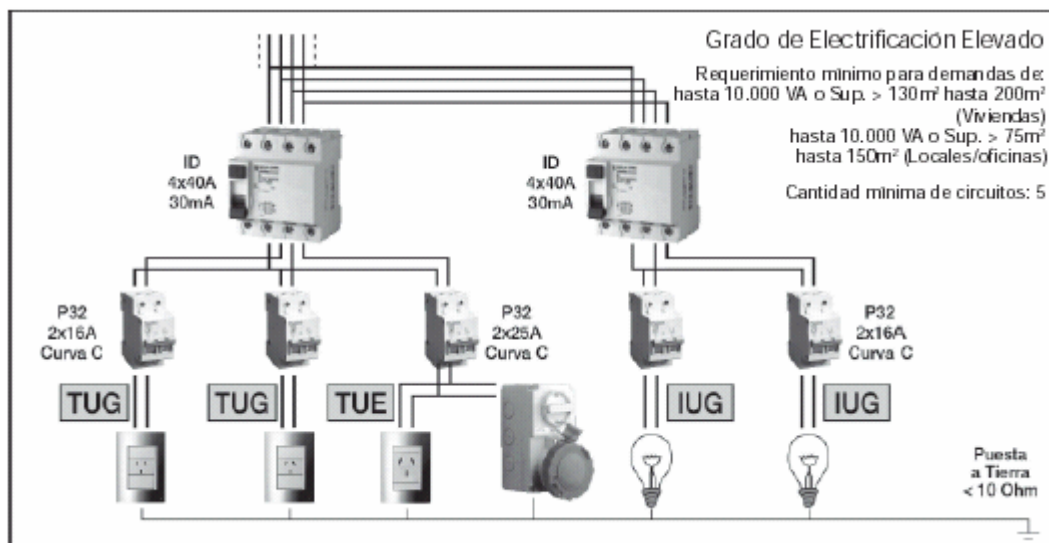
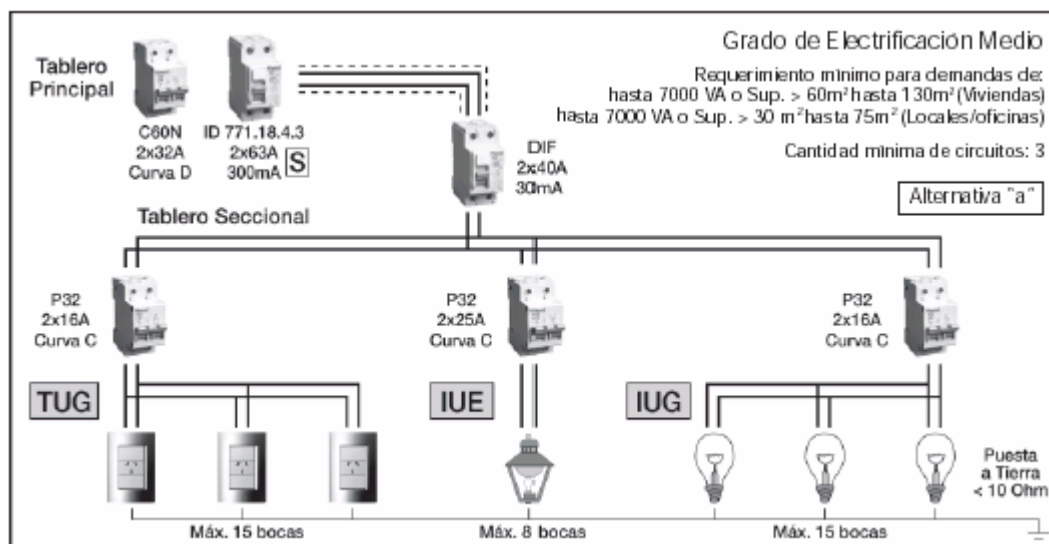
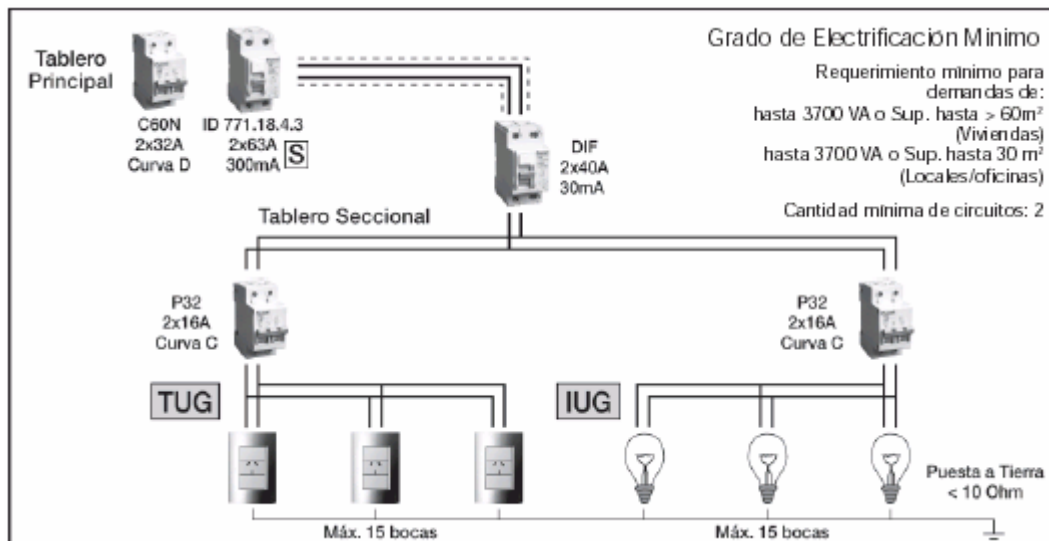
5.3 Número mínimo de puntos de utilización en locales comerciales

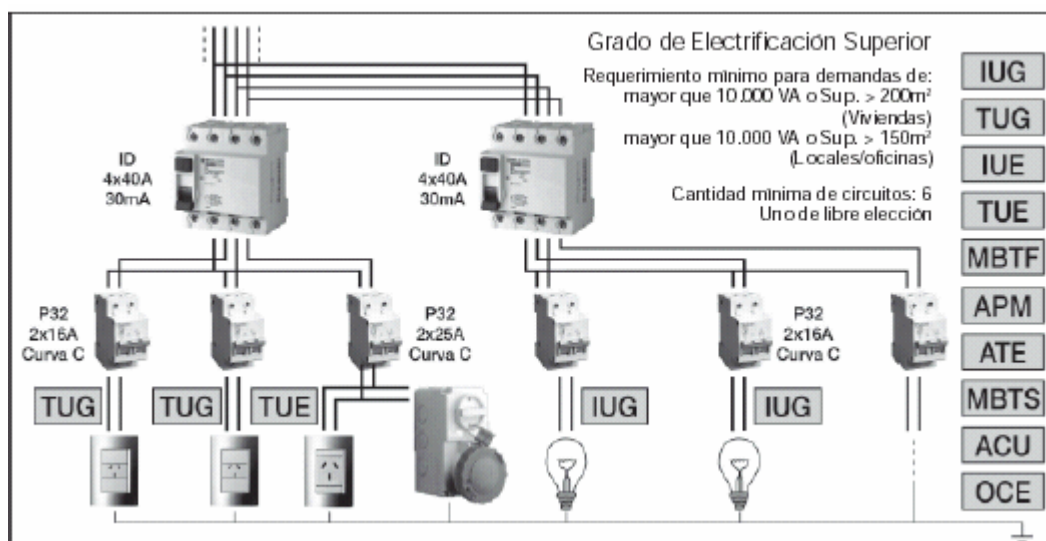
TABLA 771.8.V - Puntos mínimos de utilización en Oficinas y Locales comerciales proyectados originalmente para esa función (Ver texto en 771.8.2.2.1)

Ambiente	Electrificación	Puntos mínimos de utilización		
		IUG	TUG	TUE
Salón general	Mínima	Una boca cada 9 m ² de superficie o fracción (Mínimo una boca)	Una boca cada 9 m ² de superficie o fracción (Mínimo dos bocas)	---
	Media			Una boca
	Elevada y superior			Una boca cada 9 m de perímetro o fracción (*)
Sala de reuniones, conferencias, microcinemas o usos similares	Mínima y media	Una boca cada 9 m ² de superficie o fracción (Mínimo una boca)	Una boca cada 9 m ² de superficie o fracción (Mínimo dos bocas)	---
	Elevada y superior			Una boca
Despacho privado	Mínima y media	Una boca	Dos bocas	---
	Elevada y superior			Una boca
Cocina	Mínima y media	Una boca	Dos bocas	---
	Elevada y superior	Dos bocas	Tres bocas más un tomacorriente por cada electrodoméstico de ubicación fija	Una boca (puede estar dedicada a un electrodoméstico de ubicación fija)
Baño	Mínima y media	Una boca	Una boca	---
	Elevada y superior	Una boca cada 18 m ² de superficie o fracción	Dos bocas (una de ellas libre)	
Vestíbulo o recepción	Mínima y media	Una boca cada 9 m ² de superficie o fracción (Mínimo una boca)	Una boca cada 18 m ² de superficie o fracción (Mínimo una boca)	---
	Elevada y superior			Una boca
Pasillo	Mínima y media	Una boca cada 5 m de longitud o fracción (Mínimo una boca)	Una boca cada 5 m de longitud o fracción (Mínimo una boca)	---
	Elevada y superior			

(*) Adicionar una boca por cada dos columnas que no formen parte del perímetro, si éstas existieran.

Ejemplos de Instalación





6. Selección de conductores.

6.1 Tipos de canalizaciones, conductores, cables y formas de instalación.

6.1.1 Permitidos.

- a) Conductores aislados contruidos según normas IRAM NM 247-3 (ex IRAM 2183) ó 62267 colocados en cañerías, conductos o sistemas de cable-canales: embutidos o a la vista.
- b) Conductores aislados según normas IRAM NM 247-3 (ex IRAM 2183) o 62267, color verde-amarillo, o desnudos, de acuerdo con IRAM 2004, en bandejas portacables con la única función de conductor de protección.
- c) Blindobarras o canalizaciones eléctricas prefabricadas normalizadas.
- d) Cables preensamblados en líneas aéreas exteriores según normas IRAM 2164 y 2263, con neutro concéntrico de acuerdo con IRAM 63001 y cables unipolares aislados en polietileno reticulado Norma IRAM 63002.
- e) Cables contruidos según normas IRAM 2178, 2268 ó 62266.
 - colocados en cañerías, conductos o sistemas de cable canales embutidos o a la vista
 - en bandejas portacables a una altura superior a 2,2 m
 - en bandejas portacables por el interior de plenos
 - en bandejas portacables sobre cielorrasos suspendidos
 - en bandejas portacables en montantes cerradas, accesibles solamente mediante el desmontaje de tapas o paneles por medio de herramientas.
 - bajo pisos elevados (pisos técnicos) o en canales de cables
 - subterráneos: enterrados directamente o en conductos
 - dentro de perfiles tipo "C".

6.1.2 No permitidos

- a) Conductores o cables en canaletas de madera o bajo listones de ese material.
- b) Conductores o cables directamente embutidos o fijados sobre madera, plástico, mampostería, yeso, cemento u otros materiales.
- c) Conductores aéreos en interiores (incluidas las áreas semicubiertas).
- d) Conductores y cables contruidos según normas IRAM NM 247-3 (ex 2183) ó 62267 en bandejas portacables, con excepción del conductor de protección PE que podrá estar contruido según las normas IRAM NM 247-3 (ex 2183); 62267; 2178 y 62266.
- e) Conductores o cables sueltos en el interior de elementos estructurales, tabiques huecos, cielorrasos suspendidos, mamparas, etc.
- f) Cordones flexibles y cables contruidos según normas IRAM NM 247-5 (ex IRAM 2158)2039, e IRAM NM 287-4 (ex 2188).
- g) Rieles electrificados que cumplan simultáneamente con un grado de protección igual o inferior a IP 2)(X y que operen con tensiones mayores a 24 Vca. (ver excepción en anteúltimo párrafo de 771.12.6).
- h) Caños de material sintético o aislante propagantes de la llama (generalmente de color naranja, de acuerdo con la cláusula 7.3 de IEC 61386-1).

6.2 Código de colores.

TABLA 134.I - Código de colores

Línea 1 (fase R); símbolo L1:	CASTAÑO (marrón)
Línea 2 (fase S); símbolo L2:	NEGRO
Línea 3 (fase T); símbolo L3:	ROJO
Neutro; símbolo N:	CELESTE (azul claro)
Conductor de protección; símbolo PE:	VERDE-AMARILLO (bicolor)

6.3 Dimensionamiento por corriente nominal. Secciones mínimas.

La reglamentación de la AEA establece secciones mínimas de acuerdo con el tipo de línea o circuito

Tabla 771.13.I - Secciones mínimas de conductores

Líneas principales	4,00 mm ²
Circuitos seccionales	2,50 mm ²
Circuitos terminales para iluminación de usos generales (con conexión fija o a través de tomacorrientes)	1,50 mm ²
Circuitos terminales para tomacorrientes de usos generales	2,50 mm ²
Circuitos terminales para iluminación de usos generales que incluyen tomacorrientes de usos generales	2,50 mm ²
Líneas de circuito para usos especiales	2,50 mm ²
Líneas de circuito para uso específico (excepto MBTF)	2,50 mm ²
Líneas de circuito para uso específico (alimentación a MBTF)	1,50 mm ²
Alimentaciones a interruptores de efecto	1,50 mm ²
Retornos de los interruptores de efecto	1,50 mm ²
Conductor de protección	2,50 mm ²

6.4 Tablas de corriente nominal según reglamento de la AEA.

Las siguientes tablas son solo ejemplos de tablas de corriente admisible de la Reglamentación 90364 de la AEA. Para otras formas de instalación y/o tipo de cable consultar la mencionada reglamentación.

Cobre mm ²	TERMOPLÁSTICO	
	PVC/LSOH IRAM NM 247-3 / IRAM 62267 B52-4 BI	PVC/LSOH IRAM NM 247-3 / IRAM 62267 B52-2 BI
	 2x	 3x
1,5	15	13
2,5	21	18
4	28	25
6	36	32
10	50	44
16	66	59
25	88	77
35	109	96
50	131	117
70	167	149
95	202	180
120	234	208
150	261	228
185	297	258
240	348	301
300	398	343
En la tabla se deben considerar las siguientes referencias: 2x = 2 conductores cargados ÷ PE 3x = 3 conductores cargados ÷ PE El conductor de protección (PE) no está dibujado		

[mm²] Cobre	Método B1 y B2 Caño embutido en pared Caño a la vista		Método C Bandeja no perforada o de fondo sólido		Método E Bandeja perforada Bandeja tipo escalera	
	PVC / LSOH Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266 B52-2/3 B2	PVC / LSOH Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266 B52-4/5 B2	PVC / LSOH Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266 B52-2/3 C	PVC / LSOH Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266 B52-4/5 C	PVC / LSOH Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266 B52-10/11 E	PVC / LSOH Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266 B52-10/11 E
1,5	14	13	17	15	19	16
2,5	20	17	23	21	26	22
4	26	23	31	28	35	30
6	33	30	40	36	44	37
10	45	40	55	50	61	52
16	60	54	74	66	82	70
25	78	70	97	84	104	88
35	97	86	120	104	129	110
50	116	103	146	125	157	133
70	146	130	185	160	202	171
95	175	156	224	194	245	207
120	202	179	260	225	285	240
150	224	196	299	260	330	278
185	256	222	341	297	378	317
240	299	258	401	351	447	374
300	343	295	461	404	516	432

[mm²] Cobre	Método D2 Directamente enterrado Aislación PVC / Ter- moplástico IRAM 2178 IRAM 62266	Método D2 Directamente Enterrado Aislación PVC / Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266	Método D2 Directamente enterrado Aislación PVC / Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266	Método D2 Directamente enterrado Aislación PVC / Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266	Método D2 Directamente enterrado Aislación PVC / Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266
	1x	2x	2x	3x	3x
1,5	30	29	25	25	20
2,5	39	39	33	34	27
4	50	51	43	44	35
6	63	65	53	55	44
10	84	88	71	74	58
16	108	112	91	95	75
25	140	144	117	123	96
35	168	173	140	147	115
50	198	207 *	166 *	173	137
70	243	254 *	205 *	211	169
95	291	306 *	242 *	254	201
120	331	350 *	276 *	290	228
150	372	393 *	312 *	325	258
185	420	445 *	350 *	369	289
240	487	519 *	405 *	428	333
300	552	587 *	457 *	484	377
400	631				
500	726				
630	823				

El conductor de Protección (PE) y de Puesta a Tierra (PAT), debe dimensionarse en función del conductor de línea de acuerdo a la siguiente tabla, respetando el mínimo de 2,5 mm² para el conductor de protección y de 4 mm² para el de puesta a tierra.

Sección nominal de los conductores de línea (fase) de la instalación "S" [mm ²]	Sección nominal del correspondiente conductor de protección "S _{PE} " [mm ²] y del conductor de puesta a tierra "S _{PAT} " [mm ²]
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

El conductor de puesta a tierra deberá tenderse en forma independiente (aún cuando compartan la misma canalización) al conductor de protección, y deberá acometer a la barra o borne de puesta a tierra presente en el tablero principal.

6.5 Factores de corrección por diferentes condiciones de uso.

Las tablas de corriente admisible, están elaboradas para determinadas condiciones de referencia que establecen las posibilidades de evacuación de calor del cable. Cuando estas condiciones difieren de las de referencia, deben aplicarse factores de corrección.

Condiciones de referencia
Para cables en aire

Temperatura ambiente	40 °C
Cantidad de circuitos en misma bandeja	1
Cantidad de circuitos en mismo caño	1

Para cables en tierra

Temperatura del terreno	25 °C
Cantidad de circuitos en misma zanja o caño	1
Resistencia térmica específica	1 K.m / W
Profundidad	0,7 m

A continuación se muestran algunas tablas de factores de corrección.

Factor de corrección por temperatura ambiente distinta de 40°C

T°Ambiente°C	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
PVC	1,4	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1	0,91	0,82	0,7	0,57				
XLPE/EPR	1,26	1,23	1,19	1,14	1,1	1,05	1	0,96	0,9	0,84	0,78	0,71	0,64	0,55	0,45

Factor de corrección por agrupamiento de circuitos en un mismo caño

Circuitos en un mismo caño	ó número de conductores cargados	Factor	Se aplica a Tabla 771.16.1
2 monofásicos	Hasta 4	0,80	Columna 1 B52-2 Bi
3 monofásicos	Hasta 6	0,70	Columna 1 B52-2 Bi
2 trifásicos	Hasta 6	0,80	Columna 2 B52-4 Bi
3 trifásicos	Hasta 9	0,70	Columna 2 B52-4 Bi

Factores de reducción para más de un circuito monofásico o trifásico o más de un cable multipolar

Ítem	Cantidad de circuitos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	Dentro de caños embutidos o a la vista	1	0,8	0,7	0,6 5	0,6	0,5 7	0,5 4	0,5 2	0,5	0,4 5	0,4 1	0,3 8
2	En una sola capa, sobre pared, suelo o superficie sin perforar	1	0,8 5	0,7 9	0,7 5	0,7 3	0,7 2	0,7 2	0,7 1	0,7			
3	En una sola capa, fijados directamente bajo un cielorraso de material no inflamable	0,9 5	0,8 1	0,7 2	0,6 8	0,6 6	0,6 4	0,6 3	0,6 2	0,6 1			
4	En una sola capa sobre bandeja perforada vertical u horizontalmente	1	0,8 8	0,8 2	0,7 7	0,7 5	0,7 3	0,7 3	0,7 2	0,7 2			
5	En una sola capa sobre bandeja tipo escalera o de alambre	1	0,8 7	0,8 2	0,8	0,8	0,7 9	0,7 9	0,7 8	0,7 8			

Factores de corrección para temperaturas del suelo distintas de 25 °C para cables enterrados o tendidos dentro de caños o conductos enterrados

Temperatura del suelo [°C]	PVC	XLPE o EPR
10	1,16	1,11
20	1,05	1,04
25	1	1
30	0,94	0,97
35	0,88	0,93
40	0,81	0,89
45	0,75	0,83
50	0,66	0,79
55	0,58	0,74
60	0,47	0,68
65		0,63
70		0,55
75		0,48
80		0,4

Factores de corrección para resistividades térmicas del terreno diferentes de 1 K.m / W

Aplica sobre los valores de intensidades de corriente admisibles para cables dispuestos dentro de caños o conductos enterrados (método de referencia D1) o cables directamente enterrados (método de referencia D2)

Tipo de terreno	Tierra muy húmeda	Tierra húmeda	Tierra normal seca	Tierra muy seca			Arena muy seca
Resistividad térmica [K.m/W]	0,5	0,8	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección, cables dentro de caños o conductos enterrados	1,08	1,02	1,00	0,93	0,89	0,85	0,81
Factor de corrección, cables directamente enterrados	1,25	1,08	1,00	0,85	0,75	0,67	0,60

Finalmente la corriente de carga admisible para las condiciones reales, deberá ser menor o igual que la corriente nominal indicada en el catálogo, multiplicada por todos los factores de corrección pertinentes.

$$I_c = I_n \cdot F_{C1} \cdot F_{C2} \cdots F_{Cn}$$

6.6 Verificación por caída de tensión. Uso de tablas.

Los conductores seleccionados por corriente nominal, deben ser verificados por caída de tensión, debiendo verificarse que no se exceda de los siguientes porcentajes:

“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.”

La caída de tensión en un circuito es la diferencia de los valores absolutos de tensión entre el origen y el fin del mismo

$$\Delta U[\text{volt}] = |U_1| - |U_2|$$

El cálculo exacto de esa diferencia es bastante complejo. Las siguientes ecuaciones nos dan valores porcentuales de caída de tensión con un error aceptable

Para circuitos trifásicos con carga equilibrada

$$\Delta U[\%] = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot l (r \cos \varphi + x \sin \varphi)}{U_N} \cdot 100$$

Para circuitos monofásicos con igual sección de fase y neutro

$$\Delta U[\%] = \frac{I \cdot 2l (r \cos \varphi + x \sin \varphi)}{U_f} \cdot 100$$

Donde:	I	Corriente de carga
	l	Longitud del circuito
	r	Resistencia por km

x	Reactancia por km
Cos φ	Factor de potencia
U _N	Tensión Compuesta (380 V)
U _f	Tensión de fase (220 V)

En catálogos comerciales y manuales podemos encontrar tablas como la siguiente con datos de resistencia y reactancia para diversas configuraciones

PARÁMETROS ELÉCTRICOS PARA CABLES CON CONDUCTORES DE ALUMINIO

Sección mm ²	Resistencia eléctrica		Reactancia Inductiva						
	a 20° C en CC Ω/km	a 70° C en CA Ω/km	Unipolares			2 x	3 x	3 x / N	4 x
									
10	3.08	3.70	0.111	0.169	0.125	0.086	0.086		0.093
16	1.91	2.29	0.103	0.162	0.118	0.082	0.082		0.089
25	1.200	1.442	0.099	0.157	0.113	0.081	0.081	0.086	0.088
35	0.868	1.043	0.094	0.152	0.109	0.078	0.078	0.082	0.085
50	0.641	0.770	0.091	0.150	0.106	0.077	0.077	0.082	
70	0.443	0.533	0.088	0.146	0.103		0.075	0.080	
95	0.320	0.385	0.086	0.144	0.101		0.075	0.080	
120	0.253	0.305	0.084	0.142	0.099		0.073	0.078	
150	0.206	0.249	0.083	0.141	0.098		0.073	0.078	
185	0.164	0.198	0.083	0.141	0.098		0.073	0.071	
240	0.125	0.152	0.082	0.140	0.096		0.073	0.077	
300	0.1000	0.1224	0.081	0.139	0.095		0.072	0.077	
400	0.0778	0.0963	0.080	0.138	0.094				
500	0.0605	0.0764	0.079	0.137	0.093				
630	0.0469	0.0612	0.077	0.135	0.091				

Algunos catálogos comerciales y manuales incluyen además la caída de tensión ya calculada para una corriente de un ampere, una longitud de un kilómetro para un factor de potencia fijo (normalmente 0,80)

Sección mm ²	Caída de Tensión							
	Unipolares				2 x	3 x	3 x / N	4 x
								
10	6.05	5.24	5.30	5.26	6.02	5.22		5.22
16	3.80	3.29	3.35	3.30	3.77	3.26		3.27
25	2.43	2.10	2.16	2.12	2.40	2.08	2.09	2.09
35	1.78	1.54	1.60	1.56	1.76	1.53	1.53	1.53
50	1.34	1.16	1.22	1.18	1.33	1.15	1.15	
70	0.96	0.83	0.89	0.84		0.82	0.82	
95	0.72	0.62	0.68	0.64		0.61	0.62	
120	0.59	0.51	0.57	0.53		0.50	0.50	
150	0.50	0.43	0.49	0.45		0.42	0.43	
185	0.42	0.36	0.42	0.38		0.35	0.35	
240	0.34	0.30	0.36	0.31		0.29	0.29	
300	0.29	0.25	0.31	0.27		0.24	0.25	
400	0.25	0.22	0.28	0.23				
500	0.22	0.19	0.25	0.20				
630	0.19	0.16	0.22	0.18				

Por ejemplo, la caída de tensión para 120 m (0,12 km) de cable tetrapolar de 3x50/25 Al que transporta 90 amperes, la podemos calcular como sigue:

En voltios

$$\Delta U[V] = u \left[\frac{V}{A \cdot km} \right] \cdot I[A] \cdot l[km] = 1,15 \cdot 90 \cdot 0,12 = 12.42[V]$$

Para obtener el porcentaje solo dividimos por U_n (380 V) y multiplicamos por 100 ya que el término “u” ya incluye el factor raíz de 3

Ing. Guillermo Murcia

$$\Delta U[\%] = \frac{\Delta U[V]}{U_N} \cdot 100 = \frac{12.42}{380} \cdot 100 = 3.27[\%]$$

Ing. Guillermo Murcia

6.7 Trabajo práctico de selección.

Dimensionar el conductor de un circuito seccional monofásico

Carga máxima simultánea del tablero seccional	32 Amp
Factor de potencia	0,8
Longitud del circuito	27 m
Temperatura ambiente máxima	30 °C
Tendido en cañería en columna montante formando un conjunto de 9 caños en contacto	

7. Dispositivos de maniobra y protección.

7.1 Análisis de los diferentes dispositivos de protección: Fusibles, interruptores termomagnéticos, interruptores diferenciales.

Principales clases de Fusibles.

Tabla.5.3. Cuadro abreviado de los tipos y tamaños de fusibles					
Forma exterior	Tipo	Talla	Rango intensidad asignada (A)	Tensión asignada (V)	Poder de corte (kA)
	DO	DO1	2 - 16	400	50
		DO2	20 - 63		
		DO3	80 - 100		
	D	DII	2 - 25	500	50
		DIII	35 - 63		
		DIV	80 - 100		
	NH De cuchilla	000 / 00	6 - 100 / 6 - 160	400 / 500 / 690	80 / 120
		0	6 - 160		
		1	80 - 250		
		2	125 - 400		
		3	315 - 630		
		4	500 - 1000		
		4A	500 - 1250		
	Cilíndricos	8 x 31	2 - 20	400 / 500 / 690	80 / 120
		10 x 38	2 - 25 / 32		
		14 x 51	16 - 40 / 50		
		22 x 58	32 - 100 / 125		

1

Clase gG (IEC) o gL (DIN-VDE).

Fusibles de uso general (protección de conductores). Es un cartucho limitador de la corriente que, bajo las condiciones especificadas, es capaz de cortar todas las corrientes que provoquen la fusión del elemento fusible hasta su poder de corte asignado I_{t1} (se marcan las características técnicas en el cuerpo del fusible en color negro).

Clase aM

Fusibles para protección de respaldo tanto del motor como del contactor, relé y conductor de alimentación, sin operar frente a las rigurosas corrientes de arranque, siempre que estas no posean una duración excesiva, reaccionan con alta velocidad, frente a corrientes a 10 veces la I_n . Sin embargo no poseen capacidad de ruptura ante sobrecargas, por lo que siempre deben usarse asociados a un dispositivo que se encargue de estas.

Clase gC

¹ De Cuadernos técnicos MARCOMBO

Fusibles diseñados específicamente para la protección de capacitores.

Su calibre se indica directamente en kVAr en lugar de en amperes, lo que facilita su elección

Clase gTr

Fusibles diseñados específicamente para la protección de transformadores contra sobrecargas y cortocircuitos en el secundario. Su calibre se indica directamente en kVA en lugar de en amperes, lo que facilita su elección.

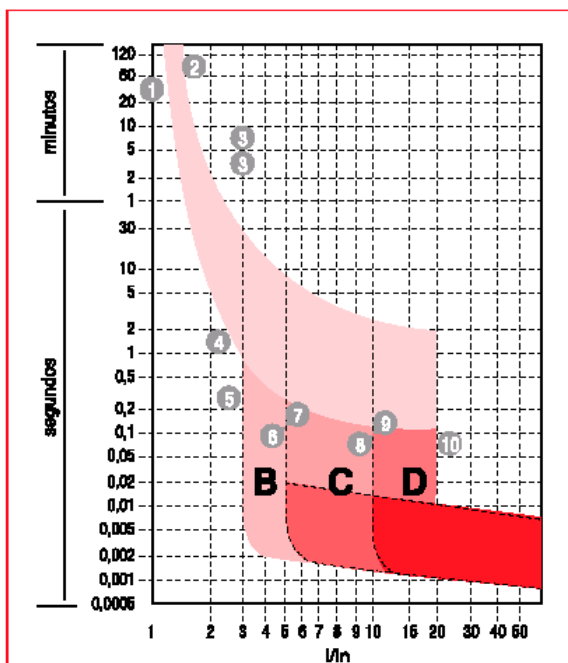
Clase aR

Fusibles desarrollados específicamente para la protección de semiconductores de potencia, teniendo como características fundamentales la elevada capacidad de conducción de corriente en régimen permanente y la alta velocidad de operación frente a la presencia de cortocircuitos. Reciben el nombre de fusibles ultrarápidos o fusibles para protección semiconductores.

Interruptores Termomagnéticos

Los apropiados para uso doméstico deben cumplir con las prescripciones de la norma IEC 60898.

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



1. Corriente de no desconexión

$$I_{nt} = 1.13 I_n \quad t > 1h$$

2. Corriente de desconexión

$$I_t = 1.45 I_n \quad t < 1h$$

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. $20 I_n$ $t < 0.1s$

Interruptores diferenciales (Disyuntores)

Principio de funcionamiento

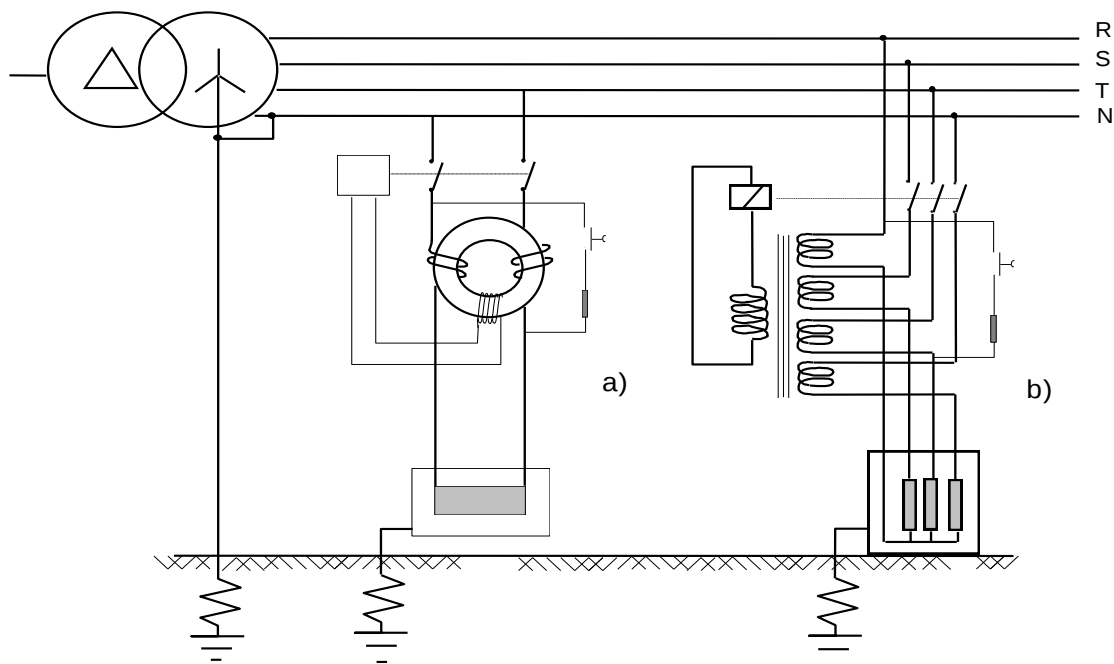
En un circuito monofásico sano (sin falla a tierra), la corriente que circula por el conductor de fase, es igual y de sentido contrario a la que circula por el neutro, siendo la suma de ambas, nula.

En uno trifásico, la suma de las corrientes de las fases con la del neutro, también es nula. Esto lo comprobamos fácilmente, abrazando con una pinza amperométrica los dos conductores de un circuito monofásico, o los cuatro de uno trifásico, siempre marcará cero.

En caso que en una línea exista un defecto a tierra, la corriente de falla circulará por un conductor pero no por el otro. Esta "diferencia" de corriente, provocará un flujo magnético en la pinza que inducirá una tensión en la bobina que alimenta al instrumento el cual dará una indicación proporcional a la "corriente diferencial".

Esto explica el funcionamiento del "relé diferencial". El mismo se compone de un circuito magnético donde estarán arrolladas dos bobinas (cuatro en el caso del relé trifásico), que provocarán flujos magnéticos que se anulan mutuamente mientras el circuito esté sano; en caso de avería, provocarán un flujo proporcional a la corriente de falla. Una tercer bobina (o quinta en el caso del relé trifásico) se encarga de detectar ese flujo y provocar el disparo del interruptor.

En los relés de alta sensibilidad, dicha bobina alimenta un amplificador electrónico y este provoca el disparo.



Clasificación de Tipos.

Tipo AC:

Un aparato tipo AC asegura la desconexión por una corriente diferencial alterna senoidal que aparezca brusca o lentamente.

Tipo A:

Los aparatos tipo A aseguran la desconexión por una corriente diferencial no solo alterna senoidal, sino también pulsante, que aparezca brusca o lentamente.

Este tipo de aparato contempla básicamente a los equipos electrónicos que pueden provocar corrientes de fuga no senoidales, rectificadas a media onda o pulsante, entendiendo como corriente continua pulsante una corriente ondulada que toma en cada periodo un valor cero o no superior a 6mA en corriente continua, durante un intervalo de tiempo de duración al menos igual al correspondiente a 150° (50Hz).

Si la corriente es pulsante, el tiempo de corte no solo depende de la ΔI_n , sino del instante en que aparece.

Tipo G (o Inmunizados)

Evitan las desconexiones provocadas por interferencias o transitorios, retrasando la actuación del interruptor dentro los límites prescritos por la norma sin dejar de brindar toda la seguridad requerida.

Los dispositivos diferenciales poseen marcado un valor ΔI_n que indica su valor de actuación por debajo de $0,5 \times \Delta I_n$, el aparato no tiene que actuar, a ΔI_n ya tiene que haber actuado.

Para ΔI_n y valores superiores, la norma establece unos tiempos máximos de actuación, que determinan una curva de cumplimiento estricto:

Tipo selectivo S

Para sensibilidades inferiores, es decir corrientes de actuación superiores a los 30mA (aplicaciones industriales), puede retrasarse el momento de la actuación del dispositivo diferencial, a fin de obtener selectividad con otros instantáneos situados aguas abajo.

7.2 La importancia de la protección diferencial, el conductor de protección y la puesta a tierra.

El relé diferencial de alta sensibilidad, constituye una excelente protección para la vida humana gracias a su pequeña corriente de disparo (30 mA - inferior al umbral de fibrilación en tiempos largos), y a su gran velocidad de actuación.

Otra ventaja del relé diferencial es que no requiere un bajo valor de puesta a tierra, funcionando satisfactoriamente con resistencias de puesta a tierra que en otros sistemas sería inadmisibles.

La resistencia máxima de puesta a tierra que garantice el disparo con una determinada tensión de contacto, vale:

$$R_T = \frac{U_c}{I_{0,2}}$$

U_c : Tensión de contacto
 $I_{0,2} = \Delta I$: Corriente diferencial que provoca el disparo.

$$\text{Para } U_c = 24 \text{ V y } \Delta I = 30 \text{ mA} \quad \Rightarrow \quad R_T = 800 \, \Omega$$

$$\text{Para } U_c = 65 \text{ V y } \Delta I = 30 \text{ mA} \quad \Rightarrow \quad R_T = 2166 \, \Omega$$

La Reglamentación para Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la AEA exige la instalación de protección diferencial de alta sensibilidad y un máximo de 40 ohms para la resistencia de puesta a tierra.

Para que la protección diferencial sea efectiva como protección contra contacto indirecto, es imprescindible que la carcasa de todo aparato de consumo esté conectada a tierra. Esto se consigue con la distribución del llamado "Conductor de Protección" que debe llegar a cada tomacorriente, y a la carcasa de todo equipo eléctrico conectado en forma directa (sin tomacorriente)

8. Marco legal. Responsabilidad del instalador.

El proyecto, ejecución, uso y mantenimiento de una instalación eléctrica requiere capacidades técnicas específicas.

Dado que es una obligación del estado velar por el bien común y la seguridad pública, casi todos los países del mundo cuentan con reglamentaciones que regulan las actividades mencionadas.

En Argentina hay una diversidad de normas, ya que es el municipio la autoridad de aplicación, incluso muchos no cuentan con reglamentación de instalaciones, aunque existe una tendencia a tomar como referencia la normativa internacional, que en Argentina reproduce la AEA 90364.

Historia breve de la aplicación de la Reglamentación en la provincia de Buenos Aires

- Autoridad de Aplicación en el año 1.998, aprobó la Resolución 560/98 por la cual la Provincia adhirió a aquella Reglamentación de la AEA, la cual resulta de aplicación obligatoria en virtud de la Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el trabajo.
- Posteriormente con el dictado de la Resolución 178/00 de la Dirección Provincial de la Energía (DPE) y ex Ministerio de Obras y Servicios Públicos (MOSP), se fijaron los niveles de instaladores electricistas habilitados para aplicar la mencionada normativa.
- Para completar lo reglamentado por la Resolución se dictó la Resolución 580/06.
- Por Resolución 733/06 del Ministro de Infraestructura, Vivienda y Servicios Públicos, se deja sin efecto la Resolución 580/06.

Las responsabilidades en cuanto a accidentes relacionados con la instalación está repartida entre Proyectistas, Instaladores y Propietarios.

El Proyectista es responsable en que el diseño de la instalación cumpla con la normativa específica vigente.

El Instalador en haber respetado el proyecto y en la utilización de materiales normalizados, así como del cumplimiento de las "reglas del arte", concepto bastante difuso por cierto.

En cuanto al Propietario, este es responsable de las revisiones periódicas (cada 5 años) que el reglamento exige.

Al municipio también le compete dar la conformidad al proyecto elaborado, realizar inspecciones durante la ejecución de la obra, y autorizar la puesta en servicio, previa inspección y realización de mediciones específicas.

Incluye conformidad con el proyecto elaborado.

INDICE

INSTALACIONES ELÉCTRICAS en viviendas	1
1. Objetivos del curso	1
1. Simbología. Interpretación de planos.	1
2. Circuitos básicos.	2
2.1 Punto de encendido.	2
2.2 Punto y toma.	2
2.3 Combinación.	3
2.4 Automático de escalera.	3
2.5 Automático de tanque.	4
3. Algunas consideraciones constructivas	4
3.1 Conexión de conductores.	4
3.2 Interruptor de efecto	4
3.3 Unión entre caño y caja.	4
3.4 Caños en forma de "U"	5
3.5 Colocación de conductores	5
3.6 Conductor neutro	5
3.7 Colocación de cajas de paso.	5
3.8 Altura y ubicación de los interruptores de efecto	5
3.9 Altura y ubicación de los tomacorrientes	6
4.1 Clasificación de las líneas y circuitos.	7
4.2 Cantidad máxima de bocas permitida según el tipo de circuito Terminal y calibre máximo de la protección.	7
5. Grado de electrificación.	8
5.1 Cantidad mínima de circuitos según grado de electrificación.	9
5.2 Número mínimo de puntos de utilización en viviendas	9
5.3 Número mínimo de puntos de utilización en locales comerciales	10
6. Selección de conductores.	13
6.1 Tipos de canalizaciones, conductores, cables y formas de instalación.	13
6.2 Código de colores.	14
6.3 Dimensionamiento por corriente nominal. Secciones mínimas.	14
6.4 Tablas de corriente nominal según reglamento de la AEA.	15
6.5 Factores de corrección por diferentes condiciones de uso.	17
6.7 Trabajo práctico de selección.	23
7. Dispositivos de maniobra y protección.	24
7.1 Análisis de los diferentes dispositivos de protección: Fusibles, interruptores termo-magnéticos, interruptores diferenciales.	24
7.2 La importancia de la protección diferencial, el conductor de protección y la puesta a tierra.	27
8. Marco legal. Responsabilidad del instalador.	28