

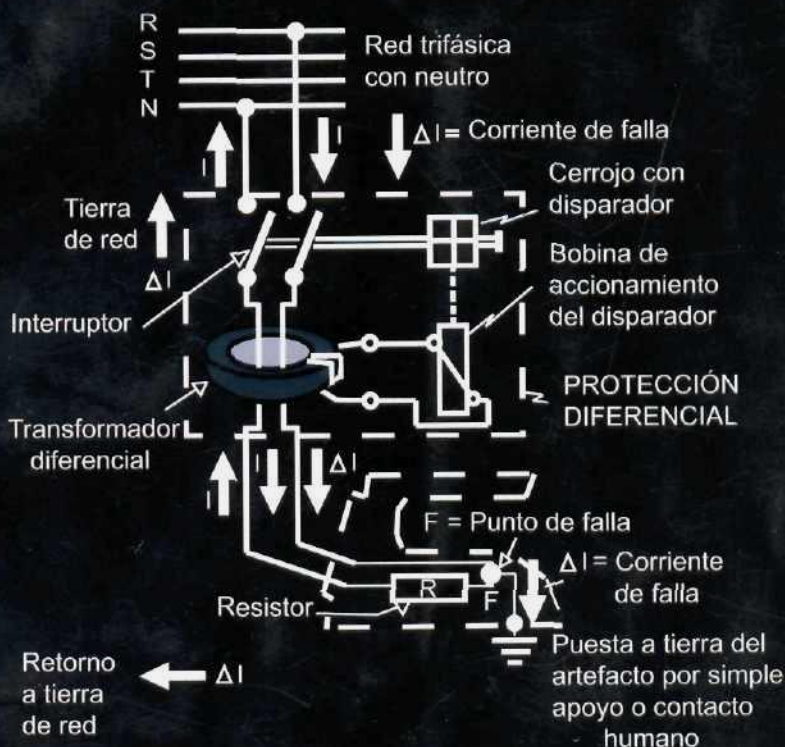
Marcelo Antonio Sobrevila

Alberto Luis Farina

Instalaciones Eléctricas

Primera Edición

adaptado al nuevo RIEI



Librería y Editorial ALSINA

Contiene CD con Programa de

MACSHA

instalaciones eléctricas

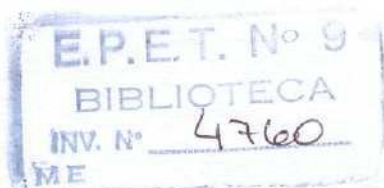
versión Sobrevila - Farina

ie

Marcelo Antonio Sobrevila

Marcelo Antonio Sobrevila

Alberto Luis Farina



Instalaciones

Instalaciones eléctricas

2007

CONSEJO PROVINCIAL DE EDUCACION
ESCUELA PROVINCIAL DE EDUCACION TECNICA N° 4
PLOTTIER
C/ GUAPI 01 (CS10) PLOTTIER - NEUQUEN - C 8800*

LIBRERIA Y EDITORIAL ALSINER

ARGENTINA

Marcelo Antonio Sobrevila

Edición revisada y actualizada por
Alberto Luis Farina

Instalaciones eléctricas

2007



LIBRERÍA Y EDITORIAL ALSINA

Paraná 137

C1017AAC Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Telefax 54-11-4373-2942 y 54-11-4371-9309

info@lealsina.com

www.lealsina.com

ARGENTINA

© 2007 by Librería y Editorial Alsina
Buenos Aires

Instalaciones eléctricas

Queda hecho el depósito que establece la ley 11.723

Impreso en Argentina

ISBN-10: 950-553-149-4

ISBN-13: 978-950-553-149-3

La reproducción total o parcial de este libro en cualquier forma que sea, idéntica o modificada, no autorizada por el editor, viola los derechos reservados, incluido su uso por internet o cualquier otro método electrónico. Cualquier utilización debe ser previamente solicitada.

Sobrevila, Marcelo A.

Instalaciones eléctricas c/Cd / Marcelo A. Sobrevila y Alberto L. Farina - 1a ed. - Buenos Aires : Librería y Editorial Alsina, 2006.

508 p. ; 23x16 cm.

ISBN 950-553-149-4

1. Instalaciones Eléctricas. I. Farina, Alberto L. II. Título
CDD 621.38

*“No hay nación grande, si su educación
no es buena”*

José Ortega y Gasset

PREFACIO

Cuando en el año 1956 se concluyó la primera edición de esta obra, lejos estábamos de suponer la aceptación que —a lo largo de 50 años— ha tenido en Argentina y otros países también. En aquellos tiempos, nuestro entusiasmo fue bien comprendido por el fundador de la Librería y Editorial Alsina, don Tomás Vilar, que aplicó todo su empeño para realizar una primera edición que alcanzó mucha difusión.

Estudiantes de arquitectura, de escuelas técnicas, de facultades de ingeniería y también profesionales de las instalaciones eléctricas, recibieron una obra que cubría un vacío en la bibliografía de esta especialidad.

Desde ese entonces, fue necesario repetir su edición, cuidando en cada caso de introducir las novedades técnicas y cambios que la tecnología producía. Así llegamos a esta edición n° 17°, en que el profesor ingeniero Alberto Luis Farina ha tomado la responsabilidad de revisarla e introducirle oportunos elementos y mas información.

Con la promulgación el 8 de setiembre de 2005 de la Ley n° 26.058, llamada "Ley de Educación Técnico Profesional", se inicia en la República Argentina otra etapa de su ya larga tradición en la educación técnica. Anteriormente, la Dirección General de Enseñanza Técnica, la Comisión Nacional de Aprendizaje y Orientación Vocacional y finalmente el Consejo Nacional de Educación Técnica (CONET), cumplieron destacadas misiones en correspondencia con los tiempos históricos en que se situaron.

Por lo tanto, y ya promulgada la nueva Ley General de Educación, se han de producir en nuestro país importantes cambios en la educación técnica. Sin lugar a dudas que, el tratamiento técnico de las Instalaciones Eléctricas será siempre necesario en todo plan de estudios, dado la importancia creciente de este componente técnico tiene en la vida cotidiana y en la vida industrial, sumados a la intensificación de las medidas de seguridad que se están normalizando.

En los últimos años y es de esperar que en el corriente también, se produjeron innumerables hechos no solo de orden tecnológico sino también sociológico que, aunque no sea a simple vista muchas veces, tienen efectos diversos en la tecnología de las instalaciones eléctricas.

Esta nueva actualización del libro ha recogido estos diversos hechos y los ha plasmado en sus páginas. Uno de ellos y trascendental por cier-

to ha sido la incorporación de la informática a las diversas actividades que desarrolla el hombre, es por ello, que hemos incorporado un software que está contenido en el CD adjunto al libro.

El mismo constituye una nueva herramienta en este campo, que está destinada a que los estudiantes y los instaladores: puedan proyectar y calcular una instalación eléctrica de un inmueble y también de disponer una ayuda técnica, como ser tablas, datos, etc. de acuerdo a las pautas reglamentarias y normativas más recientes.

Finalmente, es necesario señalar que el mercado está presentando a la venta, nuevos productos de variada utilidad, por lo que ha sido necesario mencionarlos en este libro, para colocar al estudiante en la mejor ubicación posible.

MARCELO ANTONIO SOBREVILA

AGRADECIMIENTO

La enseñanza técnica en general y de las instalaciones eléctricas en particular, objeto de este libro, debe emplear abundante material gráfico que muestre los elementos que se utilizan para la construcción y para el funcionamiento.

El grado de complejidad que van adquiriendo los mismos debido al progreso de la ingeniería en general, hace que para enseñar no solo se deba recurrir a dibujos y esquemas, sino que es también necesario en algunos casos, agregar ilustraciones del producto de que se habla.

Es por ello que el lector observará no solo los dibujos y esquemas necesarios ejecutados por los autores, sino también algunas fotografías de los productos comerciales, así como las tablas o menciones sobre los mismos. Esto se coloca solamente con intención pedagógica, dado que ayuda al alumno a conocer las instalaciones y sus componentes.

De esta manera y sin ningún otro interés, es que se han incorporado fotos y características técnicas obtenidas de documentaciones diversas de carácter público y que brindan las empresas que fabrican, distribuyen o importan componentes. Son útiles para guiar al alumno en su aprendizaje. Por esa causa, los autores agradecen esta información a las siguientes empresas:

Gabapel S.R.L.
Osram Argentina S.A.
Plasnavi S. A.
Prysmian S.A.
Schneider Electric Argentina S.A.
Siemens Argentina S.A.
Tadeo Czerweny S.A.
Weg S.A.

INDICE GENERAL

CAPÍTULO 1

LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LOS INMUEBLES

SEGURIDAD	1
REGLAMENTACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN INMUEBLES (RIEI) ..	3
PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	4
FORMA DE CONECTAR A LOS USUARIOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	6
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	12
INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS	13
PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	17
DENOMINACIONES EMPLEADAS	20

CAPÍTULO 2

MATERIALES EMPLEADOS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS: CABLES, CONDUCTORES, CANALIZACIONES Y SUS ACCESORIOS

INTRODUCCIÓN	21
CABLES Y CONDUCTORES	22
Código de colores	23
Cable simple aislado	24
Cables para energía	25
Introducción	25
Características	26
Uso de los cables del tipo energía	27
Cable tipo taller	30
Cables para intemperie	30
Cordones flexibles	32
Cordones aislados con plástico	32
Cables coaxiales	33
Fibras ópticas	33
Cablecitos aislados en plástico	34
Conductores destinados a pararrayos	35
Conductores para puesta a tierra	35
Cable para maniobra de ascensores	35
Cable para soldadura	36
Cable para alta temperatura	36
Unidades	36

UTILIZACIÓN DE LOS CABLES Y CONDUCTORES	36
Accesorios	36
Unión de cables	37
Técnica y elementos de la unión tradicional	37
Nuevas técnicas para el empalme de los cables	38
Aislamientos de los empalmes	38
Cintas aisladoras	39
Fijación	40
Identificación	40
Material termo-contraíble	41
<i>Tubos</i>	41
<i>Mantas</i>	42
Manguitos de empalme	42
Precintos	42
Prensa-cables	43
Terminales	43
CANALIZACIONES	44
Introducción	44
Caños	45
Cajas	49
Cable-canal	51
<i>Industriales</i>	52
<i>Para la ejecución de instalaciones eléctricas a la vista</i>	52
<i>Sistema de zócalos</i>	53
Bandejas porta-cables	53
Sistemas "C"	57

CAPÍTULO 3

APARATOS USADOS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

LLAVES O INTERRUPTORES. TOMACORRIENTES. FUSIBLES Y CONTACTORES

INTRODUCCIÓN	59
INTERRUPTORES Y TOMACORRIENTES	60
Tomacorrientes y fichas certificados que están normalizados por IRAM	66
<i>Tomacorrientes</i>	66
<i>Fichas</i>	66
Identificación	66
OTROS COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	66
PROTECCIONES	68
INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS O DISYUNTORES	71
PROTECCIONES TÉRMICAS EN GENERAL	78
ACCESORIOS DE LOS INTERRUPTORES	80
INTERRUPTOR AUTOMÁTICO TIPO GUARDA-MOTOR	80
FUSIBLES	81
Introducción	81

Características de los fusibles	83
Tipos de fusibles	84
Fusible de uso domiciliario	84
Fusibles tipo cartucho Diazed	85
Fusibles cilíndricos	87
Fusibles de alta capacidad de ruptura	88
Identificación, empleo y accesorios	90
OTROS TIPOS DE FUSIBLE DE USO COMÚN	91
CONTACTORES	92
Introducción	92
Empleo de los contactores	93
Tipos constructivos	94
Características eléctricas	95
Categoría de empleo para los contactores según la norma IEC 60947	97
Vida útil de los contactos	97
Montaje de los contactores	98
TABLEROS	99
Introducción	99
Requerimientos	99
Ingeniería del producto e ingeniería del sistema	100
Clasificación	100
Normas	101
TABLEROS ELÉCTRICOS EN LOS INMUEBLES	101
Introducción	101
Tablero de medición	102
Tablero principal	102
Tablero seccional	102
FORMAS CONSTRUCTIVAS	102
Introducción	102
Gabinetes	103
Componentes	107
GRADO DE PROTECCIÓN DE LOS TABLEROS	108
UBICACIÓN DE LOS TABLEROS	108

CAPÍTULO 4

LA PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS Y LOS BIENES. LA SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

INTRODUCCIÓN	115
FALLAS	116
SOBRE-CORRIENTES	116
Tipos de sobre-corrientes	116
Protección contra las sobre-corrientes	117
SOBRE-TENSIONES	117
Definiciones	117
CONEXIÓN A TIERRA DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	117

Introducción	117
Conexión a tierra	118
Esquemas de conexión a tierra (ECT)	118
RIESGO ELÉCTRICO	120
Introducción	120
Definiciones	121
<i>Parte activa</i>	121
<i>Masa</i>	121
<i>Choque eléctrico</i>	121
<i>Circuito terminal en inmuebles</i>	121
<i>Contacto directo</i>	121
<i>Contacto indirecto</i>	121
<i>Corriente diferencial o corriente diferencial residual o corriente residual</i>	121
<i>Tierra</i>	122
<i>Local seco (Clasificación AD1)</i>	122
<i>Local húmedo (clasificación AD2 y AD3)</i>	122
<i>Local mojado (Clasificación AD4, AD5 y AD6)</i>	122
Protección de los seres vivos	120
<i>Protección contra contactos directos</i>	122
<i>Protección contra contactos indirectos</i>	122
Protección de las partes activas	123
<i>Introducción</i>	123
<i>Protección contra las partes activas</i>	123
<i>Protección por medio de barreras o envolturas</i>	123
<i>Protección por puesta fuera de alcance</i>	123
<i>Protección por medio de obstáculos</i>	124
<i>Protección por dispositivos a corriente diferencial de fuga</i>	124
<i>Preferencia en la selección de la protección contra los contactos directos</i>	124
<i>Protección contra los contactos indirectos por corte automático de la alimentación</i>	124
Efectos de la corriente eléctrica sobre los seres humanos	125
<i>Medidas de protección</i>	125
INTERRUPTOR AUTOMÁTICO POR CORRIENTE DE FUGA	127
Introducción	127
Definiciones de la RIEI	128
Protección contra los contactos directos	128
Protección contra los contactos indirectos	129
Interruptor de corriente diferencial de fuga (interruptor diferencial)	129
Utilización de los interruptores de corriente diferencial de fuga	129
Funcionamiento del interruptor automático por corriente de fuga	131
PUESTA A TIERRA	135
Introducción	135
Tensión de contacto	136
Tensión de paso	136
Resistencia de aislamiento	137
ACCIDENTES	137
EJECUCIÓN DE LA PUESTA A TIERRA	141

CAPÍTULO 5

TECNOLOGÍA DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

INTRODUCCIÓN	145
TIPOS DE CANALIZACIONES	146
Instalaciones superficiales o a la vista	146
Instalaciones embutidas o empotradas en obra de hormigón y albañilería	147
Instalaciones subterráneas	147
OTRAS CLASIFICACIONES	147
Según el medio en que se encuentren las instalaciones	147
Según la base de la estructura resistente	147
INSTALACIONES SUPERFICIALES O A LA VISTA COLOCADAS DENTRO DE CAÑERÍAS	148
INSTALACIONES SUPERFICIALES O A LA VISTA EJECUTADAS CON CABLE SUBTERRÁNEO	150
INSTALACIONES COLOCADAS EN CAÑOS EMBUTIDOS	152
INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS	163
ENTRADA DE LÍNEAS EN INMUEBLES	165

CAPÍTULO 6

CIRCUITOS ELÉCTRICOS

INTRODUCCIÓN	169
CLASIFICACIÓN DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS	169
CIRCUITOS PRINCIPALES	170
CIRCUITOS SECUNDARIOS	174
CIRCUITOS DE FUERZA MOTRIZ	177
CIRCUITOS DE CONTROL	179
DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES CONSUMIDAS	180
LÍNEAS Y CIRCUITOS	181
Definiciones	182
Líneas	182
Clasificación de las líneas	182
Línea de alimentación	182
Línea principal	182
Circuito seccional o de distribución. Línea seccional	183
Circuito terminal o línea de circuito	183
Clasificación de los circuitos	183
Circuitos para usos generales	183
Circuito para usos especiales	184
Circuitos para usos específicos	185
Circuitos para usos específicos que alimentan cargas cuya tensión de funcionamiento no es directamente la de la red de alimentación	185
Circuitos de alimentación de tensión estabilizada (ATE)	185
Circuitos para usos específicos que alimentan cargas cuya tensión de funcionamiento es la correspondiente a la red de alimentación: 220 o 380 V	185
UN CONCEPTO ASOCIADO A LAS LÍNEAS Y A LOS CIRCUITOS	186

CAPÍTULO 7

PROYECTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

INTRODUCCIÓN	189
CONSIDERACIONES GENERALES	190
DESARROLLO DE LOS PROYECTOS	191
DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE POTENCIA MÁXIMA SIMULTÁNEA	
EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	192
Cálculo de la potencia máxima simultánea de una instalación eléctrica para viviendas, oficinas y locales unitarios	192
<i>Definiciones</i>	193
<i>Cálculo de la demanda para determinar el grado de electrificación</i>	194
<i>Determinación del grado de electrificación de las viviendas</i>	194
<i>Determinación del número mínimo de circuitos de las viviendas</i>	195
PROYECTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LAS VIVIENDAS	201
Iluminación	201
Llaves y tomacorrientes	203
DESARROLLO DEL PROYECTO	204
DIMENSIONAMIENTO	210
Los cables	210
<i>Condición mecánica</i>	210
<i>Condiciones eléctricas</i>	211
Calentamiento	211
Caída de tensión	211
Cortocircuito	216
<i>Protección de los cables</i>	216
Dispositivos de protección con tiempos de apertura inferiores a los 100 milisegundos	217
Dispositivos de protección con tiempos de apertura comprendidos entre los 100 y 500 miliseg.	218
Protección de las líneas para las corrientes de corto-circuito mínimas	218
Sección adoptada	218
DIMENSIONAMIENTO DE LAS CANALIZACIONES	219
Los caños y sus accesorios	219
Cable canales	221
Bandejas porta-cables	221
Sistemas tipo "C"	221
INSTALACIÓN DE LOS CABLES EN LAS CANALIZACIONES	221
Reglas generales	221
Agrupamiento de los cables en una misma canalización	222
Medidas mínimas de las canalizaciones	223
Curvas en los caños	223
Instalaciones en bandejas porta-cables	224
PRESUPUESTO	227

CAPÍTULO 8

FUERZA MOTRIZ

INTRODUCCIÓN	235
MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS	236
MOTORES ELÉCTRICOS MONOFÁSICOS	243
UTILIZACIÓN DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS	244
MONTAJE	245
CONTROL Y PROTECCIÓN DE LOS MOTORES	246
Introducción	246
Tableros	247
Protección	249
Fusibles	249
Relés o protectores	250
CIRCUITO DE COMANDO	250
APLICACIÓN DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS	251
Compresores	251
Usos	251
Funcionamiento	252
Características	252
Bombas	252
Introducción	252
Utilización	253
Bombas elevadoras	253
Bombas de agua para uso en inmuebles	257
Bomba de agua con tanque presurizado	258
Funcionamiento	258
Ámbito de aplicación	259
Sistema de agua para piscinas	259
Bombas para desagote	260
Bombas de desagote portátiles	260
Bombas de desagote fijas	260
Bombas de pozo profundo	261
Ascensores	261
Introducción	261
Ascensores hidráulicos	262
Ascensores eléctricos	262
Escaleras mecánicas	265
Ventilación y refrigeración	266
Introducción	266
Sistemas de aire acondicionado	266
Ventilación	268
Otros consumos	272

CAPÍTULO 9

PROYECTO DE LA ILUMINACIÓN ELÉCTRICA

ACERCA DE LA ILUMINACIÓN Y LA ELECTRICIDAD	275
NATURALEZA DE LA LUZ	276
MAGNITUDES Y UNIDADES	277
Flujo luminoso F	277
Rendimiento luminoso	277
Cantidad de luz	277
Intensidad luminosa	278
Iluminancia	278
Luminancia	278
PARÁMETROS	279
Introducción	279
Color de la luz	279
Temperatura color	279
Vida útil	279
Corriente de conexión	280
Índice de reproducción cromática	280
Temperatura de funcionamiento	280
INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN	281
Aspectos constructivos	281
Aspectos funcionales	281
SISTEMAS DE ILUMINACIÓN	282
TECNOLOGÍA DE LA ILUMINACIÓN	282
LUMINARIAS	283
Definición	283
Características de las luminarias	283
LÁMPARAS	288
Introducción	288
Clasificación	288
Lámparas incandescentes	288
Lámparas para 220 V	291
Lámparas para baja tensión	291
Características particulares	292
Lámparas fluorescentes	292
Clasificación	293
Principio de funcionamiento	293
Construcción y componentes	295
Lámparas halógenas	299
Lámparas de vapor de mercurio	300
Introducción	300
Descripción	300
Lámparas de sodio	302
Lámparas de sodio a alta presión	302
Lámparas de sodio a baja presión	305

Lámparas a vapor de mercurio halogenadas	306
Lámparas especiales	309
Lámparas mezcladoras	310
Lámparas de bajo consumo	311
Led	313
EQUIPOS AUXILIARES Y ACCESORIOS DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN	314
Componentes de los sistemas de iluminación	314
Equipos auxiliares	315
<i>Arrancador</i>	315
<i>Balasto</i>	315
<i>Capacitor. En la práctica se le dice condensador</i>	316
Ignitor	316
<i>Regulador de flujo</i>	316
<i>Transformador</i>	316
Accesorios para el montaje	317
<i>Porta arrancador</i>	317
<i>Portalámpara</i>	317
<i>Otros</i>	317
CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS	317
Iluminación interior	319
Iluminación exterior	322
ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA	323
Su necesidad y obligatoriedad	323
Tipos	324
FIBRA ÓPTICA	325
ALUMBRADO PÚBLICO	325
OTROS TIPOS DE INSTALACIONES	326
Salas de reuniones o espectáculos	326
Anuncios luminosos	327

CAPÍTULO 10

INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

INTRODUCCIÓN	331
SISTEMAS DE ALARMA Y SEGURIDAD	332
SISTEMAS DE COMUNICACIONES	335
INSTALACIONES DE LLAMADA Y SEÑALIZACIÓN	346
DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	349
Cámara de video	349
Detectores de humo	350
Detector de movimiento	350
Detector de gas natural	351
Detector de gas envasado	351
Detectores de monóxido de carbono	352
Porteros visores	352

CAPÍTULO 11

SUBESTACIONES TRANSFORMADORAS

INTRODUCCIÓN	355
SUBESTACIONES TRANSFORMADORAS	356
TIPOS DE SUBESTACIONES	359
Subestaciones compactas	360
Subestaciones para interior y exterior	360
Subestaciones aéreas	362
Subestaciones integradas	363
GRUPOS ELECTRÓGENOS	364
Introducción	364
Características constructivas	365
El sistema de generación	367
Instalación	368

CAPÍTULO 12

PUESTA EN MARCHA Y VERIFICACIÓN
DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

INTRODUCCIÓN	371
ENSAYOS PARA LA PUESTA EN MARCHA	372
INSTRUMENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS PRUEBAS	372
Instrumentos tipo pinzas	372
<i>Pinza amperométrica</i>	373
<i>Pinza amperovoltimétrica</i>	373
<i>Otros tipos de instrumentos de pinza</i>	373
Probador de tensión y continuidad	373
Multímetros	374
Óhmetro	375
VERIFICACIÓN DEL TRAZADO Y UBICACIÓN DE ELEMENTOS	377
VERIFICACIÓN DE LOS MATERIALES	377
VERIFICACIÓN DE LAS CONEXIONES	378
VERIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES ELÉCTRICAS	378
Prueba de continuidad	378
Prueba de aislamiento	379
Determinación de la caída de tensión	380
ENSAYO A PLENA CARGA	381
LOCALIZACIÓN DE FALLAS	381
Corte de un circuito o falta de tensión	382
Corto circuito	384
Puesta a tierra	385
Mezcla de circuitos	385
NOTA DE LOS AUTORES	385

CAPÍTULO 13

ASPECTOS LEGALES

INTRODUCCIÓN	387
LEYES	388
NORMAS	388
LAS ORDENANZAS MUNICIPALES	390
LOS REGLAMENTOS	390
RESOLUCIONES	393
Resolución N° 92/98	393
Resolución ENRE N° 207/95	394
TARIFAS DE LOS SERVICIOS ELÉCTRICOS	394
Introducción	394
Unidades	395
Definiciones	395
<i>Tarifa</i>	395
<i>Demanda</i>	396
<i>Demanda máxima</i>	396
<i>Horarios</i>	396
<i>Clasificación de los usuarios</i>	396
<i>Cargo fijo</i>	397
<i>Cargo variable</i>	397
Tarifas	397
<i>Tarifa 1 – Pequeñas demandas</i>	397
<i>Tarifa 2 – Medianas demandas</i>	397
<i>Tarifa 3 – Grandes demandas</i>	398

CAPÍTULO 14

LAS EMPRESAS QUE EJECUTAN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

INTRODUCCIÓN	401
PREPARACIÓN DE OFERTAS, PLIEGOS DE LICITACIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	409
Modelo de presupuesto	410
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	411
Condiciones generales	411
<i>Alcance de los trabajos a realizar y de las especificaciones</i>	411
<i>Normas para materiales y mano de obra</i>	411
<i>Reglamentaciones, permisos e inspecciones</i>	412
<i>Planos</i>	412
<i>Garantías</i>	413
Alimentación	413
Puesta a tierra del equipo	413
Tableros	413
<i>Tablero general</i>	413

<i>Tablero con interruptores automáticos</i>	414
<i>Tableros especiales de fuerza motriz</i>	414
ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LOS TABLEROS	415
Interruptores automáticos	415
Interruptores manuales	415
Interruptores inversores	415
Interruptores domiciliarios	415
Fusibles	415
Contactores	416
RAMALES	416
Cañería	416
Cables	416
Cajas de pase y derivación	416
Forma de instalación	417
Circuitos	417
Circuitos de iluminación y fuerza motriz	417
Cajas de salida	418
Cajas de pase y terminación	419
Accesorios de salida	419
Conexiones de motores	419
INSTALACIÓN TELEFÓNICA	419
Normas de instalación	419
Cajas de salida	420
Gabinetes de distribución	420
Cajas de cruzada	420
Cañería de entrada	420
Cables	420
Tiras de bornes	420
SEÑALIZACIÓN DE RAMPA PARA AUTOMOTORES CON SEMÁFOROS	421
Normas de instalación	421
Central de control	421
Semáforos	421
Pedales	422
Campanillas	422
Cables	422
TELÉFONOS INTERNOS Y PORTERO ELÉCTRICO	422
Normas de instalación	422
Fuente de alimentación	422
Central de portería	423
Portero eléctrico	423
Aparatos telefónicos	423
Cables	423
PLANOS	423
PRECIO Y CONDICIONES DE PLAZO	424
PLAZO DE ENTREGA Y PENALIDADES	424
ADICIONALES	424

APÉNDICE 1

SIMBOLOGÍA	425
Símbolos gráficos electrotécnicos para instalaciones de alumbrado, fuerza motriz conforme la norma IRAM 2010	425

APÉNDICE 2

UNIDADES	431
Tabla de magnitudes, nombres y símbolos eléctricos	432
Tabla de múltiplos y submúltipos de las unidades	432

APÉNDICE 3

CÁLCULOS Y DETERMINACIONES	435
DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE POTENCIA MÁXIMA SIMULTÁNEA DEL INMUEBLE DESTINADO A VIVIENDA	436
EJERCICIO PROPUESTO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA MÁXIMA SIMULTÁNEA DEL INMUEBLE DESTINADO A VIVIENDA	438
CÁLCULO DE UN CABLE PARA UNA CARGA MONOFÁSICA	439
CÁLCULO DE UN CABLE PARA UNA CARGA TRIFÁSICA	441
CÁLCULO DE UN CABLE PARA ALIMENTAR UN SISTEMA DE ALUMBRADO	444
SELECCIÓN DE UN INTERRUPTOR TERMO-MAGNÉTICO	445
CÁLCULO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTERIOR	446

APÉNDICE 4

EQUIVALENCIAS DE USO PRÁCTICO EN ELECTRICIDAD	459
---	-----

APÉNDICE 5

VALORES PRÁCTICOS	463
VALORES PRÁCTICOS PARA INGENIERÍA MECÁNICA	466
VALORES PRÁCTICOS PARA INGENIERÍA ELÉCTRICA	466

APÉNDICE 6

MACSHA 1E (INSTALACIONES ELÉCTRICAS) - VERSIÓN SOBREVILA-FARINA	471
BIBLIOGRAFÍA	477

INDICE DE TABLAS

Tabla Nº 2.01. Código de colores	23
Tabla Nº 2.02. Cables unipolares con conductores de cobre y aislamiento de PVC. IRAM 2 183.....	25
Tabla Nº 2.03. Factores de corrección para temperaturas distintas de 40 °C <i>cables unipolares con conductores de cobre y aislamiento de PVC. IRAM 2 183</i>	25
Tabla Nº 2.04. Características técnica de los cables con conductores de cobre y aislamiento de PVC. IRAM 2 178. (Tipo Energía).....	28
Tabla Nº 2.05. Características constructiva de cables con conductores de cobre y aislamiento de PVC. IRAM 2178 (Tipo Energía).....	29
Tabla Nº 2.06. Cables con conductores de cobre y aislamiento de PVC. IRAM 2 158 (Tipo Taller).....	31
Tabla Nº 2.07 Caños de acero rígidos - Tipo liviano - IRAM 2 224.....	46
Tabla Nº 2.08 Caños de acero rígidos - Tipo semipesado - IRAM 2 005.....	47
Tabla Nº 2.09 Cuplas de acero.....	47
Tabla Nº 2.10 Curvas de acero.....	47
Tabla Nº 2.11 Uso de las cajas.....	51
Tabla Nº 3.01 Características y uso de las curvas de protección.....	79
Tabla Nº 3.02 Características de los fusibles cilíndricos de respuesta lenta GL.....	88
Tabla Nº 3.03 Características de los fusibles cilíndricos de respuesta ultra rápida AR.....	88
Tabla Nº 3.04 Corrientes nominales de los fusibles.....	89
Tabla Nº 3.05 Tamaño de las bases porta fusibles y sus corrientes nominales.....	90
Tabla Nº 3.06 Identificación de los fusibles y su utilización.....	91
Tabla Nº 3.07 Datos característicos generales de los contactores tripolares.....	96
Tabla Nº 4.01. Efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano.....	127
Tabla Nº 4.02. Tensión de contacto y tiempos de protección.....	136
Tabla Nº 4.03. Resistencias y resistividades de distintos terrenos.....	143
Tabla Nº 5.01 Tipos de canalizaciones.....	146
Tabla Nº 6.01 Siglas con las que se identifican los circuitos.....	188
Tabla Nº 6.02 Resumen de los distintos tipos de circuitos.....	188
Tabla Nº 7.01. Grados de electrificación de las viviendas (Tabla Nº 771.8.1).....	194
Tabla Nº 7.02. Número mínimo de circuitos de acuerdo al grado de electrificación.....	196
Tabla Nº 7.03. Número mínimo de bocas (puntos de utilización) de las viviendas electrificación mínima.....	197
Tabla Nº 7.04. Número mínimo de bocas (puntos de utilización) de las viviendas electrificación media.....	197
Tabla Nº 7.05. Número mínimo de bocas (puntos de utilización) de las viviendas electrificación elevada y superior.....	198
Tabla Nº 7.06. Demanda máxima de potencia simultánea.....	199
Tabla Nº 7.07. Coeficientes de simultaneidad.....	200
Tabla Nº 7.08. Determinación de la potencia máxima simultánea.....	201

Tabla N° 7.09. Distribución de luminarias según el local.....	202
Tabla N° 7.10. Caída de tensión.....	215
Tabla N° 7.11. Volumen utilizable de las cajas de embutir.....	220
Tabla N° 7.12. Volumen ocupado por cada conductor que pasa por o deriva en una caja.....	220
Tabla N° 7.13. Volumen típico ocupado por llaves y tomacorrientes.....	220
Tabla N° 7.14. Máxima cantidad de cables por caños.....	226
Tabla N° 7.15. Cómputo de cables, caños y cajas.....	228
Tabla N° 7.16. Cómputo de llaves, pulsadores, te y tomas.....	228
Tabla N° 7.17. Equivalencias entre los distintos elementos de una instalación eléctrica y las bocas.....	230
Tabla N° 7.18. Planilla general de cómputo.....	231
Tabla N° 7.19. Determinación del precio de venta de una instalación eléctrica.....	233
Tabla N° 7.20. Precio final con financiación.....	233
Tabla N° 7.21. Resumen de un presupuesto.....	234
Tabla N° 8.01. Tipos de motores y sus principales características.....	240
Tabla N° 8.02. Motores trifásicos asincrónicos con rotor en jaula de ardilla.....	240
Tabla N° 8.03. Velocidad de los motores.....	243
Tabla N° 8.04. Resbalamiento de los motores.....	243
Tabla N° 8.05. Características de pequeños compresores.....	252
Tabla N° 8.06. Características de las bombas.....	260
Tabla N° 8.07. Velocidades y potencia de los motores para ascensores.....	264
Tabla N° 8.08. Carga, velocidad y potencia de los ascensores.....	265
Tabla N° 8.09. Características de los refrigeradores domésticos.....	266
Tabla N° 8.10. Renovaciones de aire según las actividades y los locales.....	270
Tabla N° 8.11. Ventilación mínima requerida en función del número de ocupantes según la Ley N° 19.587 de higiene y seguridad en el trabajo.....	271
Tabla N° 8.12. Velocidad, caudal y consumo de los ventiladores.....	271
Tabla N° 8.13. Caudal y pérdidas de los ventiladores.....	271
Tabla N° 8.14. Potencia de los electrodomésticos.....	272
Tabla N° 9.01. Flujo emitido por las lámparas incandescentes.....	290
Tabla N° 9.02. Temperatura color de las lámparas fluorescentes.....	296
Tabla N° 9.03. Índices de reproducción de las lámparas fluorescentes.....	297
Tabla N° 9.04. Potencia, color y flujo luminoso de lámparas fluorescentes.....	298
Tabla N° 9.05. Potencias, color y flujo luminoso de lámparas fluorescentes de encendido rápido.....	298
Tabla N° 9.06. Potencia y flujo de las lámparas de vapor de mercurio.....	301
Tabla N° 9.07. Potencia y flujo luminoso de las lámparas de sodio de alta presión elipsoidal.....	304
Tabla N° 9.08. Potencia y flujo luminoso de las lámparas de sodio de alta presión tubular clara.....	304
Tabla N° 9.09. Potencia, flujo luminoso de las lámparas de sodio de baja presión.....	306
Tabla N° 9.10. Características aproximadas de lámparas de vapor de mercurio halogenadas.....	308
Tabla N° 9.11. Equivalencia entre las lámparas incandescentes y de bajo consumo.....	312
Tabla N° 9.12. Tabla 1 de la norma IRAM-AADL J 2006.....	318
Tabla N° 9.13. Intensidades mínimas de iluminación.....	319

Tabla N° 9.14. Intensidades de iluminación recomendadas.....	320
Tabla N° 9.15. Tipos de iluminaciones y sus rendimientos.....	322
Tabla N° 10.01. Tipos de cables y caños necesarios.....	345
Tabla N° 10.02. Tipo de cables y cajas de empalmes.....	346
Tabla N° 11.01. Características de los transformadores tensión primaria 13.200 kV.....	359
Tabla 11.02. Características de los moto-generadores.....	369
Tabla N° 13.01. Las principales normas IRAM que se relacionan con los elementos de las instalaciones y que pueden consultarse y obtenerse en el citado organismo.....	391
Símbolos gráficos electrotécnicos para instalaciones de alumbrado, fuerza motriz conforme la norma IRAM 2010.....	427
Tabla N° A2.01 Magnitudes, nombres y símbolos eléctricos.....	434
Tabla N° A2.02 Múltiplos y submúltiplos de las unidades.....	434
Tabla N° A3.01 Datos del inmueble.....	437
Tabla N° A3.02 Número de circuitos propuestos.....	438
Tabla N° A3.03 Número de puntos de utilización (bocas) propuestos sobre la base de las formas de los ambientes.....	438
Tabla N° A3.04 Potencia máxima simultánea.....	439
Tabla N° A3.05 Datos del inmueble.....	440
Tabla N° A3.06 Longitudes y corrientes.....	446
Tabla N° A3.07 Factores de reflexión de distintos colores y materiales para la luz blanca....	455
Tabla N° A3.08 Rendimientos de los distintos locales en función del índice del local y del grado de reflexión del techo, pared y piso o suelo.....	456
Tabla de conversión entre unidades inglesas y métricas.....	467

CAPÍTULO 1

LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LOS INMUEBLES

ÍNDICE

1.01. SEGURIDAD	
1.02. REGLAMENTACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN INMUEBLES (RIEI)	
1.03. PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	
1.04. FORMA DE CONECTAR A LOS USUARIOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	
1.05. INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
1.06. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS	
1.07. PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
1.08. DENOMINACIONES EMPLEADAS	

1.01. SEGURIDAD

La energía eléctrica es la responsable de asegurarle a los seres humanos una buena parte de su calidad de vida, a través de los distintos usos que pueda hacer de la misma. En nuestras vidas, es un medio imprescindible. Nada se puede producir, procesar o vivir confortablemente si no se dispone de ella. Es por esta causa que su producción, cualquiera que sea la forma, integra los planes estratégicos de las naciones.

A partir de la producción o generación, en general la energía eléctrica en nuestro país debe recorrer un largo camino hasta llegar a los centros de consumo, sean estas ciudades o bien plantas industriales y es para ello que se utilizan las líneas de transmisión de alta tensión. Luego del arribo al lugar establecido, mediante sistemas de control, maniobra y transformación, se van modificando los niveles de la

tensión para poder llegar a los consumidores, los cuales pueden recibir esta energía con distintos valores pre-establecidos, desde media hasta baja. Esta última permite el uso directo de la energía eléctrica en las distintas aplicaciones que hacen a esa calidad de vida o producción según se trate.

Pero, para que el uso de la energía eléctrica, se requiere una condición: **seguridad**.

¿Que es la seguridad? Si recurrimos al diccionario de la Real Academia Española nos encontramos con lo siguiente:

*“Seguridad, cualidad de seguro”
“Seguro: Libre y exento de todo peligro, daño o riesgo”*

Si el tema de este libro son las instalaciones eléctricas, es entonces importante que las mismas estén realizadas de acuerdo a esta premisa.

La necesidad de la seguridad e infalibilidad en las instalaciones eléctricas se debe a que la acción de la energía eléctrica puede acarrear la muerte de las personas o la destrucción de sus bienes.

Esto es posible que ocurra como también lo es con la utilización de otros equipos y aparatos que emplean otras formas de energía. La diferencia es que el uso de la energía eléctrica es obligatorio e inevitable para el ser humano, no así otros sistemas o aparatos.

Si aceptamos esto, entonces debemos tener presente lo expresado más arriba respecto de las consecuencias que puede traerle aparejado al ser humano el llegar a estar en contacto directo con la energía eléctrica o con algunas de sus manifestaciones. También es cierto que no solo en su aspecto físico las personas pueden ser dañadas por esta fuente de energía, sino que también sus bienes pueden ser destruidos por incendios derivados de una instalación eléctrica defectuosa. El accidente debido a la electricidad, también tiene importantes connotaciones socio-económicas.

La situación es que debemos usarlas si o si, pero para nuestro confort y no para tener desgracias personales o materiales, por lo que se hace necesario que ese uso se cumpla como lo dice la definición de seguridad hecha más arriba.

La conclusión que se debe sacar hasta aquí es que necesitamos artefactos y equipos (electrodomésticos, luminarias, etc.) así como instalaciones eléctricas que sean seguras.

En consecuencia, las instalaciones eléctricas deberán hacerse cuando se tenga la certeza de que cumplen con los requisitos que le demandará la carga que se conectará a las mismas, más allá de las cuestiones económicas que hacen al trabajo.

Los pilares en que se basa la seguridad son: el empleo de materiales normalizados, el cumplimiento de las reglamentaciones, el control de los proyectos, la idoneidad de quien la ejecuta y sobre todo el control de las obras.

1.02. REGLAMENTACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN INMUEBLES (RIEI)

La Asociación Electrotecnia Argentina en el año 2002 aprobó la nueva edición de la **Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles**, que en lo sucesivo llamaremos RIEI.

Esta edición, se destaca por la adecuación a las normativas de carácter internacional y su propensión a la utilización de materiales que cumplan con las normas IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación), o el IEC (Internacional Electrotechnical Commission).

Esto se debe a que se han tenido en cuenta, entre otras cosas, a las consideraciones derivadas del hecho de que durante los largos años en los cuales estuvo en vigencia la *“edición anterior, han acontecido, en el ámbito nacional e internacional, importantes cambios en los conocimientos científicos de los fenómenos eléctricos, en los usos y costumbres y en las tecnologías”*. A lo cual se le debe agregar que el desarrollo del comercio mundial obligó a una postura de emplear productos fabricados bajo normas de orden internacional.

Esta edición de la RIEI contendrá en un futuro siete partes en su versión definitiva, pretendiendo que sea una reglamentación integral de las instalaciones eléctricas.

Esta parte 7: “Reglas particulares para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles” tienen solo la sección 771, titulada: *Viviendas, oficinas y locales (unitarios)*.

El Comité de estudios de las instalaciones eléctricas en inmuebles de la AEA, continuo trabajando de modo que el 22 de marzo de 2006 se aprobó una nueva versión, a la que puede denominarse indistintamente con el nombre que tenía o AEA 90364.

Entre las consideraciones que impulsaron a esta nueva promulgación puede apreciarse: "... los accidentes originados en fallas en las instalaciones eléctricas en inmuebles, continúan en un número inaceptable para el estado actual de la tecnología".

Esta Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles anula y reemplaza a la edición 1987 de la Reglamentación para la Ejecución de las Instalaciones Eléctricas en Inmuebles y a la edición de agosto 2002

Con respecto a la RIEI, es necesario destacar que en la misma se establecen o se dan las pautas o condiciones **mínimas** que deben cumplir las instalaciones eléctricas o sea que no impide implementar otras disposiciones que mejoren las condiciones funcionales o de seguridad funcional de éstas.

Un hecho importante a tener en cuenta es que la RIEI es parte de la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19.587 y del Decreto 911/96 Reglamento de Higiene y Seguridad para la Industria de la Construcción, por lo tanto, le confiere el rango de ley.

A través de esta obra, haremos mención a partes o bien transcribiremos algunas frases o párrafos cuando así lo consideremos pero dejando en claro que un correcto conocimiento del tema se tendrá con la lectura del texto completo de la misma.

La RIEI puede ser adquirida en la sede de la Asociación Electro-técnica Argentina de la ciudad Autónoma de Buenos Aires o bien en algunos de los Colegios Profesionales de la Ingeniería Provinciales que tengan acuerdo con ésta.

1.03. PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Luego que la energía eléctrica es generada en nuestro país debe recorrer un largo camino hasta llegar a los centros de consumo, sean plantas industriales o bien ciudades y es para ello que se utilizan líneas de transmisión de alta tensión.

Después del arribo al lugar establecido, mediante sistemas de control, maniobra y transformación, se van modificando los niveles de tensión para poder llegar a los clientes, los cuales pueden recibir la energía eléctrica con distintos valores preestablecidos, desde media (33 000 y 13 200 volt) hasta baja tensión (380 y 220 volt). Es este último valor el que permite el uso directo de la energía eléctrica en las distintas aplicacio-

nes domésticas que hacen a esa calidad de vida o producción, según se trate. Hacemos notar que hemos escrito las cifras **33 000** y **13 200** en vez de **33.000** y **13.200** (sin los puntos) por imposición de la norma IRAM n° 2 del 02 de mayo de 1971. Aconsejamos seguir esa normativa. Seguiremos esta forma de expresión en este libro.

Las instalaciones eléctricas en los inmuebles del radio urbano y suburbano, reciben la energía a través de las redes de distribución públicas (privadas, estatales o de cooperativas). Por esta causa nos pareció oportuno comenzar reseñando —en forma muy esquemática por cierto— la forma en que esta energía alcanza a los consumidores, desde los centros de producción.

Una vivienda, un comercio o una industria, cuando emplean la energía eléctrica —por pequeña que sea su dimensión frente al conjunto— pasan a formar parte de lo que hoy —en la ingeniería eléctrica— se conoce como *Sistema Eléctrico de Potencia*.

En la República Argentina, la generación primaria de energía eléctrica se produce en diversos tipos de centrales, pudiendo ser de algunos de los siguientes tipos: termoeléctrico (turbinas de vapor o turbinas a gas o motores diesel), hidroeléctrico, termoneucleares y en menor escala, eólicas y solares. Últimamente, por su alto rendimiento energético, se emplean los “ciclos combinados” que son adecuadas combinaciones de turbinas a gas con calderas y turbinas a vapor.

Como los diversos centros productores de energía (antiguamente se denominaban “usinas” nombre derivado del vocablo francés que significa fábrica, que se recomienda dejar de usar) están ubicados en posiciones geográficas diversas y lejanas, se



Figura N° 1.01
Sistema Interconectado Nacional

hace necesario una **Red Primaria de Transmisión** para alcanzar los centros de consumo. En la República Argentina esta red, es trifásica y de 500 000 volt entre fases o sea, de 500 kilo-volt (500 kV). En la Figura 1.01 apreciamos una representación simplificada del estado actual de esa red.

La ciudad Autónoma de Buenos Aires así como la provincia del mismo nombre están atendidas por las empresas **Edenor SA**, **Edesur SA** y **Edelap SA**. La región metropolitana está directamente vinculada a las centrales hidroeléctricas de El Chocón-Cerros Colorados, Piedra del Águila, Alicurá, Salto Grande, Yaciretá y las centrales nucleares de Atucha y Embalse por medio líneas de extra alta tensión, aunque como todo el sistema está interconectado conforme se mostró en la Figura N° 1.01, la energía eléctrica tomada por la región puede provenir también de otros centros productores, conforme sean las necesidades que en cada momento se produzcan en todo el **Sistema Interconectado Nacional (SIN)**. Las maniobras con la energía se ejecutan en el **Despacho Unificado de Cargas**. En la Figura N° 1.02 mostramos el criterio adoptado para llegar hasta los usuarios individuales.

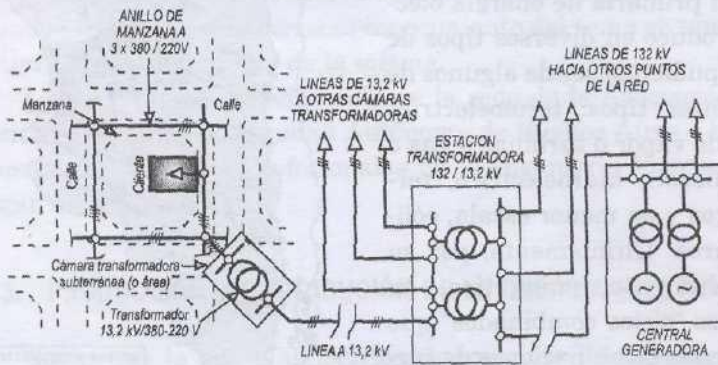


Figura N° 1.02

Criterio adoptado para llegar hasta el cliente desde las estaciones transformadoras y las centrales generadoras

1.04. FORMA DE CONECTAR A LOS USUARIOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Desde una central generadora cualquiera, las líneas que pueden ser de: 500, 220 o 132 kV (subterráneas o aéreas) alcanzan las estaciones

transformadoras, en donde la tensión es reducida hasta la llamada **Media Tensión** de 33 y 13,2 kV, es decir, 33 000 y 13 200 volt entre fases. Desde las estaciones transformadoras la energía se distribuye a las subestaciones transformadoras (subterráneas, a nivel, o sobre postes) de donde salen las líneas de **Baja Tensión o de distribución** (cables subterráneos, líneas aéreas convencionales o de cables preensamblados sobre postes de madera o de hormigón) que llegan a cada usuario. Esta última red de baja tensión es muy compleja. En la misma Figura 1.02 podemos apreciar que las subestaciones transformadoras reducen la tensión de $3 \times 13,2$ kV hasta un sistema común trifásico tetrafilar (o sea, compuesto por tres fases más un neutro), de cuatro conductores. A esta red se la denomina como de: $3 \times 380/220$ volt o más simplemente, de 380-220 volt. En forma análoga la Figura 1.03 muestra un esquema unifilar que comprende desde la generación hasta la distribución en baja tensión.

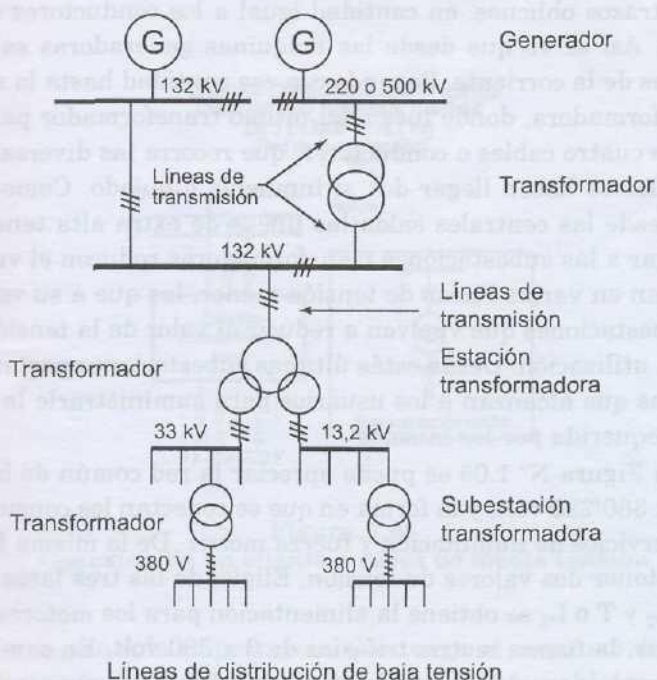


Figura. 1.03

Esquema unifilar de un sistema que comprende desde la generación hasta la distribución en baja tensión de la energía eléctrica

✓ A cada conductor se lo denomina fase. Su identificación se hace por medio de las letras R, S y T (o L_1 , L_2 y L_3 según las Normas IRAM) para los conductores vivos y N para el neutro. A su vez, a cada fase o conductor se le asigna un color. Siendo los mismos: fase R (L_1): marrón, fase S (L_2): negro, fase T (L_3): rojo y el neutro (N): celeste.]

En el ejemplo de la Figura N° 1.02, para alcanzar al usuario o cliente, [la red de baja tensión corre bajo las veredas con cables subterráneos o por igual trayecto sobre postes] y en ese dibujo se eligió una línea "en anillo", que no es otra cosa que un cable que rodea una o varias manzanas de edificación, y del cual se toman las alimentaciones. En la Figura N° 1.03 se muestra un diagrama que comprende desde la generación hasta la distribución en baja tensión. Es de hacer notar que para todo este dibujo se ha utilizado la llamada **representación unifilar**, consistente en un solo trazo que representa a todos los conductores o cables a la vez. Para saber cuántos cables tiene una línea, se dibujan pequeños trazos oblicuos, en cantidad igual a los conductores o cables existentes. Así se ve que desde las máquinas generadoras salen tres conductores de la corriente, llegando con esa cantidad hasta la subestación transformadora, donde luego del último transformador pasa a ser una red de cuatro cables o conductores, que recorre las diversas calles, de los cuales se hacen llegar dos al inmueble dibujado. Como es fácil deducir, desde las centrales salen las líneas de extra alta tensión, las que al llegar a las subestaciones transformadoras reducen el valor y se transforman en varias líneas de tensión menor, las que a su vez finalizan en subestaciones que vuelven a reducir el valor de la tensión hasta el valor de utilización. Desde estas últimas subestaciones parten numerosas líneas que alcanzan a los usuarios para suministrarle la energía eléctrica requerida por los mismos.

En la Figura N° 1.05 se puede apreciar la red común de baja tensión de 3 x 380/220 volt, y la forma en que se conectan los consumidores para los servicios de iluminación y fuerza motriz. De la misma forma se pueden obtener dos valores de tensión. Eligiendo las tres fases vivas R o L_1 , S o L_2 y T o L_3 se obtiene la alimentación para los motores eléctricos, es decir, la fuerza motriz trifásica de 3 x 380 volt. En cambio si se elige una cualquiera de las tres fases vivas y el neutro, por ejemplo: R y N, se obtiene alimentación monofásica de 220 volt, utilizable para: iluminación, motores pequeños de uso doméstico y en electrodomésticos en general.

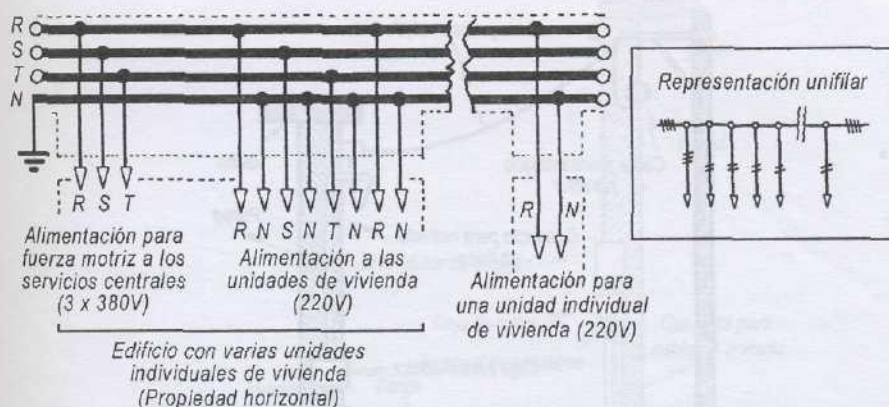


Figura. 1.04

Forma de conectar a los usuarios con una red trifásica tetrafilar de 3 x 380/220 volt

FORMA DE CONECTAR A LOS CLIENTES
CON UNA RED TRIFÁSICA TRIFILAR
DE 3 x 13200 V (13,2 kV)
(Red de media tensión)

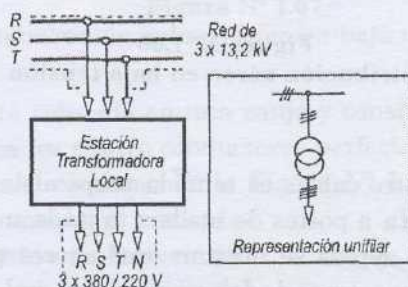


Figura. 1.05

Conexión de un cliente a redes de media tensión

De acuerdo a la importancia que tenga el consumo del usuario, puede tomar de la red de media tensión (mediante el empleo de los equipos y aparatos adecuados). En las zonas menos pobladas, generalmente, se emplea la distribución aérea, cuyo esquema podemos observar en la Figura N° 1.06.

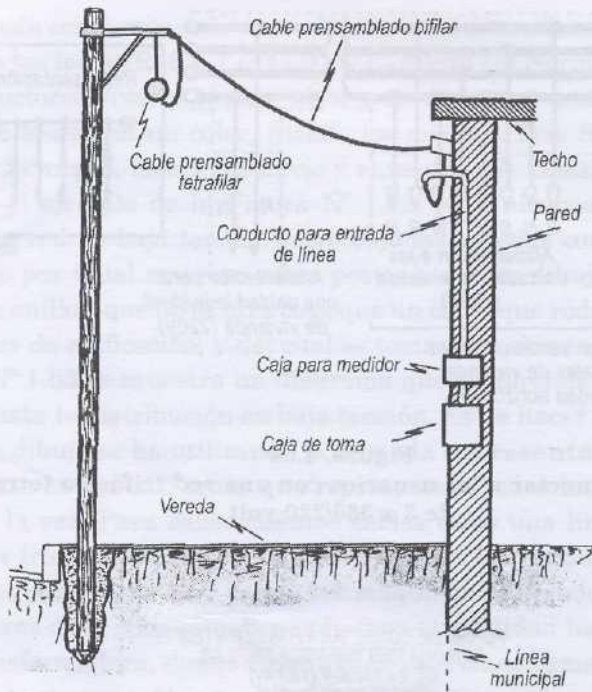


Figura N° 1.06
Distribución aérea en baja tensión

[La línea de cuatro cables es tendida sobre aisladores sujetos a través de una **cruceta** a postes de madera tratada u hormigón. En las nuevas instalaciones aéreas se utilizan conductores **preensamblados** (más adelante nos ocuparemos de describirlos), los cuales van fijados a los postes mediante herrajes adecuados.]

De conductores que corren sobre la vereda, parten los conductores de alimentación frente a cada una de las casas, los que penetran por un adecuado conducto hasta la caja de toma, y de allí al medidor de energía, entrando a la instalación eléctrica privada propiamente dicha. En los capítulos siguientes se podrá ver más en detalle todo el material necesario y las formas de colocación. Como ya se anticipó, en las zonas urbanas más pobladas las líneas corren bajo la vereda en forma de cables subterráneos, tal como se muestra en la Figura N° 1.07.

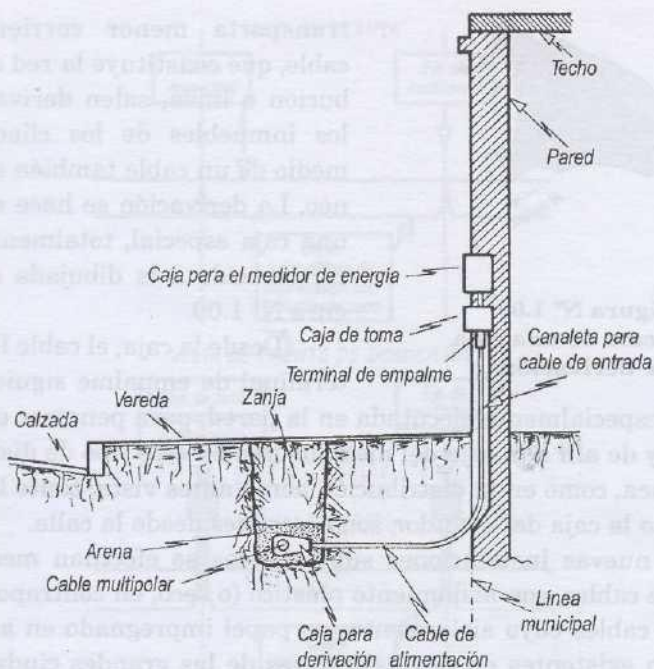


Figura N° 1.07
Distribución subterránea en baja tensión

La línea está colocada en una zanja y consiste en un cable tetrapolar, el que tiene los cuatro conductores perfectamente aislados entre sí como muestra el esquema de la Figura N° 1.08 y todo el conjunto forma un solo elemento, el cual además tiene una vaina protectora que lo hace impermeable al agua del terreno, y además un fleje de acero exterior envolviéndolo para darle una adecuada protección mecánica (el tema cable será abordado en un próximo capítulo).

Por lo regular, los cables destinados a las tres fases son de mayor sección que el destinado al neutro, puesto que este último generalmente

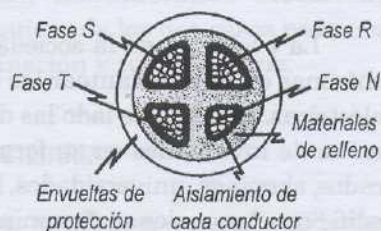


Figura N° 1.08
Corte de un cable subterráneo tetrapolar compuesto por conductores sectoriales

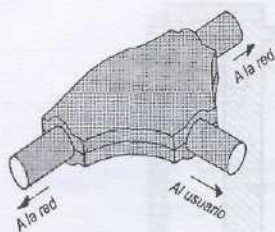


Figura N° 1.09
Esquema de una caja
de derivación

transporta menor corriente. Del cable, que constituye la red de distribución o línea, salen derivaciones a los inmuebles de los clientes, por medio de un cable también subterráneo. La derivación se hace mediante una caja especial, totalmente estanca, parecida a la dibujada en la Figura N° 1.09.

Desde la caja, el cable llega a un terminal de empalme siguiendo una canaleta especialmente ejecutada en la pared, para penetrar en la caja de toma, y de allí a la caja del medidor. Sea en este tipo de distribución subterránea, como en la distribución aérea antes vista, tanto la caja de toma como la caja del medidor, son accesibles desde la calle.]

[Las nuevas instalaciones subterráneas se efectúan mediante el empleo de cables, con aislamiento plástico (o seco, en contraposición de los viejos cables cuyo aislamiento era papel impregnado en aceite aislante, aún existentes en ciertos sectores de las grandes ciudades), sin efectuar la derivación domiciliaria mediante la caja correspondiente, sino que se colocan tramos de cable entre caja y caja de pared, de acuerdo a lo dibujado en la Figura N° 1.10, lo que le brinda mayor seguridad al no realizar un corte en el aislamiento del cable para efectuar la derivación en forma subterránea.]

1.05. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

La evolución de la sociedad en general ha llevado entre otras muchísimas cosas a replantear las denominaciones dadas a las instalaciones eléctricas. Dejando de lado las de las industrias que se mantienen medianamente invariables en su forma, la construcción de grandes supermercados, shoppings, universidades, hospitales, edificios para oficinas, grandes edificios a los cuales se denominan torres, han tomado una dimensión que sobrepasa largamente a pequeñas y medianas fábricas en cuanto a potencia instalada y grado de sofisticación. Digamos en consecuencia, que resulta muy difícil llegar a una clasificación simple, ya que no solo se limitan a la baja tensión, por que muchos de estos edificios no solo reciben ali-

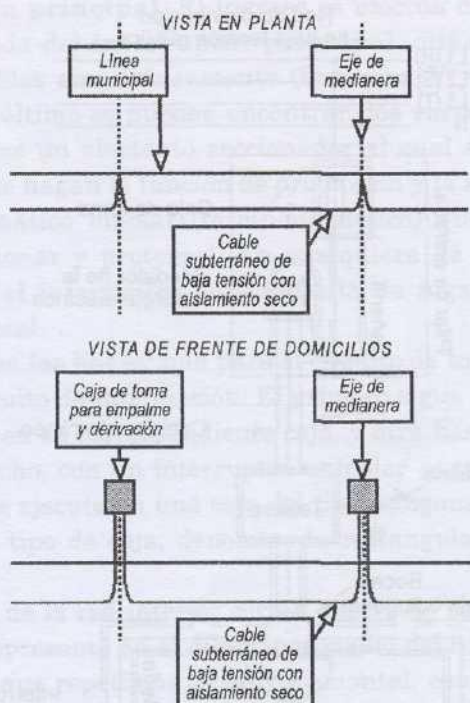


Figura N° 1.10

Interconexión de cajas mediante cable subterráneo de baja tensión con aislamiento seco

mentación en media tensión sino que también tienen generación propia.

Consideramos entonces que existen **instalaciones eléctricas domiciliarias y de potencia**. En cualquiera de los dos casos podemos distinguir por su utilización las de iluminación y fuerza motriz.

1.06. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS

Luego del denominado popularmente **medidor**, que en realidad es el aparato destinado a registrar el consumo de la energía eléctrica, pasamos a la instalación eléctrica del cliente propiamente dicha, que es el objeto de este texto. Para introducirnos en el tema, empleamos la Figura N° 1.11, que representa una instalación eléctrica muy elemental,

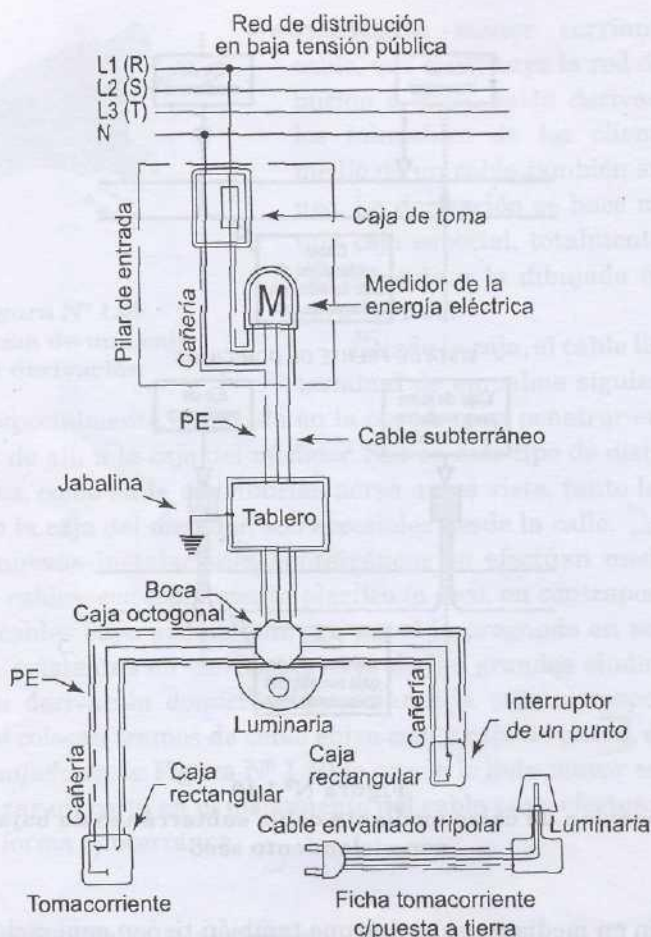


Figura N° 1.11
Instalación eléctrica domiciliar elemental

pero que, no obstante tiene los principales componentes que es menester conocer. Partiendo de la red pasamos a los fusibles de conexión, mediante los cuales la empresa prestataria del servicio puede hacer su conexión, y resguardarse de un accidente que ocasione altas corrientes (exceso de consumo o cortocircuito) tomadas por el cliente y que puedan dañar al medidor. Desde allí la línea monofásica (dos cables) entra en el medidor (bornera mediante), del cual salen para entrar en el **tablero principal** (TP) de la vivienda denominándose a esta cone-

xión como: **línea principal**. El ingreso se efectúa directamente a los bornes de entrada del **interruptor principal**, que es bipolar, y que corta ambos cables simultáneamente (fase viva V y neutro N). Con respecto a este último se pueden encontrar dos variantes: la primera y más antigua es un elemento seccionador al cual se le asocian dos fusibles para que hagan la función de protección y la segunda es un interruptor automático bipolar (termo-magnético) que cumple ambas funciones (seccionar y proteger). En cualquiera de los dos casos se debe adicionar el interruptor por corriente de fuga a tierra o interruptor diferencial.

De allí salen las líneas: una para el circuito de tomacorrientes y la otra para el circuito de iluminación. El primero sigue hasta un tomacorriente, alojado en su correspondiente caja, y otra hasta un artefacto o luminaria de techo, con un interruptor unipolar para su comando. La boca de techo, se ejecuta en una caja del tipo octogonal chica, y el interruptor en otro tipo de caja, denominada rectangular, colocada en la pared.

Los cables de la red interior corren dentro de caños o cable-canales, lo cual se representó en el dibujo por medio del contorno de trazos. La instalación, que repetimos es muy elemental, consta de un tablero principal y dos bocas (una de iluminación y la otra para tomacorriente), con un interruptor para el circuito de iluminación.

En el vocabulario usual, se denomina **boca** a todo lugar desde el cual es posible tomar energía eléctrica. En una casa habitación, bocas son las cajas de techo en donde se cuelgan los artefactos de iluminación o luminarias, los brazos que se fijan en las paredes, y los tomacorrientes. El **tablero principal**, (construcción y componentes) lo veremos luego.

Volvamos a la instalación elemental de la Figura N° 1.11, pero ahora la veremos en perspectiva, y nos valdremos para ello de la Figura N° 1.12.

Desde la red de distribución aérea, parten dos cables hasta un pilar adecuado donde está la caja de toma y el medidor desde donde pasamos al tablero principal. Estando este último en el interior de una habitación, la línea debe atravesar el jardín, y en capítulos posteriores examinaremos la forma tecnológica de hacerlo. Desde el tablero salen dos líneas de tres cables cada una (un conductor vivo, el neutro y el de protección o PE) destinadas a los tomacorrientes y a la iluminación respectivamente.

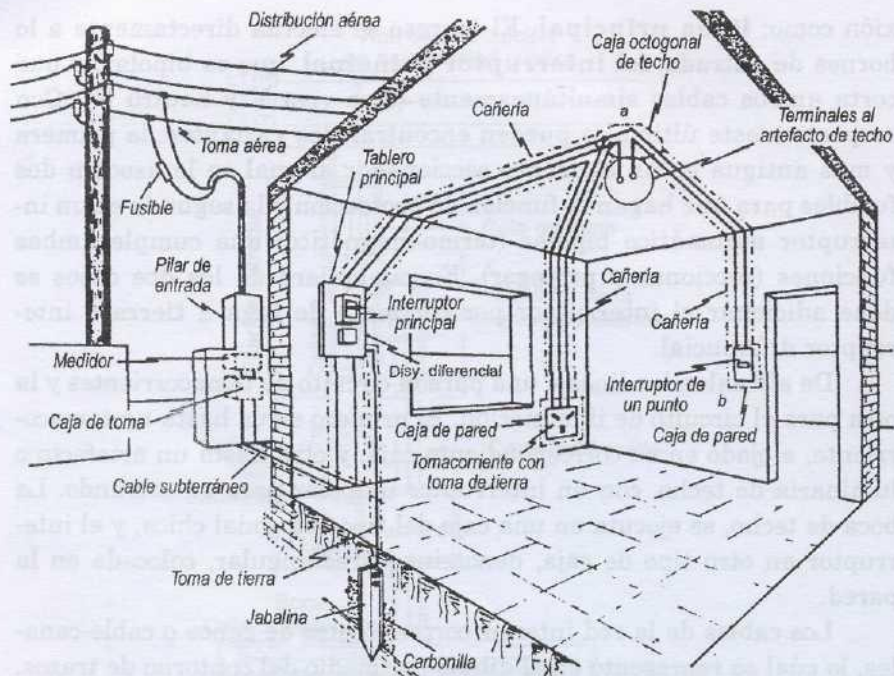


Figura N° 1.12

Aspecto de la instalación elemental de la Figura N° 1.11

Desde el tablero se llega hasta la boca de techo, allí se hace una derivación para bajar hasta el tomacorriente, y también sale un cable que sigue por el techo, y baja al interruptor de maniobra de la luz de techo. En la boca descrita, deben aparecer a la vista tres cables, uno de los cuales, el perteneciente al neutro de la instalación, debe llegar directamente desde el tablero, y el otro, el correspondiente al vivo de la red, debe pasar primero por el interruptor y el tercero, el de protección para conectar a la masa del artefacto. Las líneas están protegidas por caños, los que pueden estar a la vista o embutidos en los techos y en las paredes. Aparte de esta disposición se pueden utilizar cable-canales en alguna de sus variantes, que luego veremos, lo mismo que las cajas para la salida del techo, y el tomacorriente y la llave interruptora unipolar.

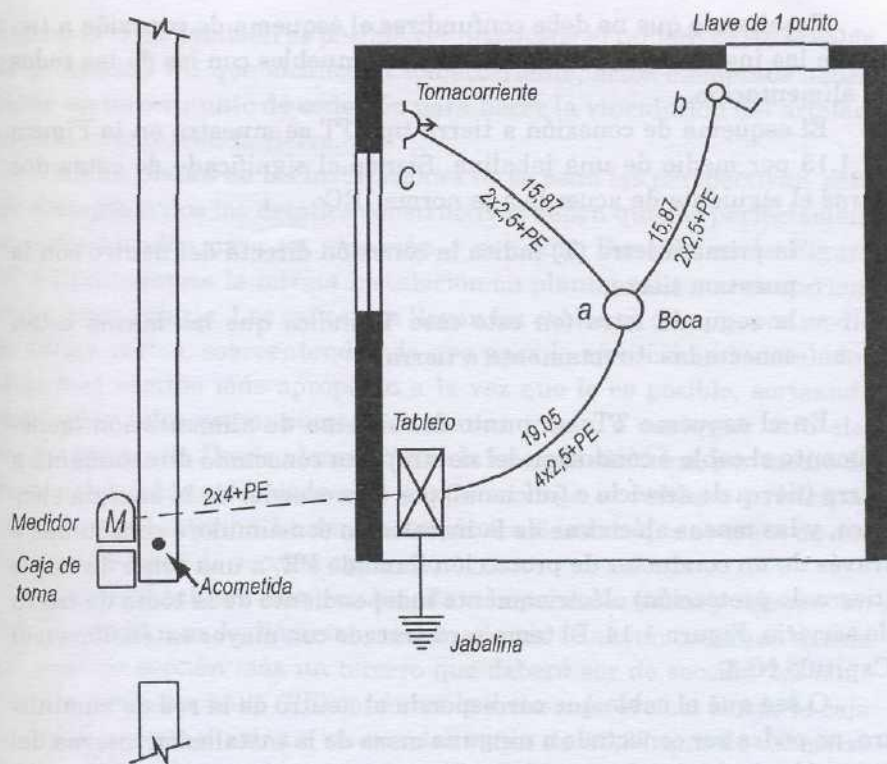


Figura N° 1.13

Representación en planos de la instalación de las Figuras 1.11 y 1.12

1.07. PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Existen distintos tipos o posibilidades de efectuar la puesta a tierra de las instalaciones eléctricas, según se trate de aquellas que reciben la energía eléctrica de una red de distribución de baja o media tensión.

Estos tipos se representan mediante los denominados Esquemas de conexión a tierra definidos por las normas IRAM.

El esquema exigido para la instalación eléctrica de los inmuebles que reciben la energía eléctrica en baja tensión de la red pública es el denominado TT.

Resaltando que no debe confundirse el esquema de conexión a tierra de las instalaciones eléctricas de los inmuebles con los de las redes de alimentación.

El esquema de conexión a tierra tipo TT se muestra en la Figura N° 1.13 por medio de una jabalina. Siendo el significado de estas dos letras el siguiente de acuerdo a la norma IEC:

- la primera letra (T) indica la conexión directa del neutro con la puesta a tierra,
- la segunda letra (en este caso T) indica que las masas están conectadas directamente a tierra.

En el esquema TT, un punto del sistema de alimentación (generalmente el cable o conductor del neutro) está conectado directamente a tierra (tierra de servicio o funcional) por el proveedor de la energía eléctrica, y las masas eléctricas de la instalación consumidora conectadas a través de un conductor de protección llamado PE, a una toma de tierra (tierra de protección) eléctricamente independiente de la toma de tierra de servicio, Figura 1.14. El tema será tratado con mayor extensión en el Capítulo N° 4.

O sea que el cable que corresponde al neutro de la red de suministro, 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. Entendiéndose como **masa** al conjunto de las partes metálicas de aparatos, de equipos y de canalizaciones eléctricas y sus accesorios (cajas, gabinetes, etc.), que en condiciones normales, están aisladas de las partes bajo tensión, pero que pueden quedar eléctricamente unidas con estas últimas a consecuencia de una falla.

En consecuencia, la instalación debe tener una puesta a tierra propia, independiente de la red de suministro (Esquema de conexión a tierra: TT).

En la Figura N° 1.12 la puesta a tierra se hizo por medio de un electrodo de puesta a tierra o jabalina. De la toma de tierra local, parte el llamado **cable de protección**, o también **conductor de tierra**, y se denomina "**PE**". Este cable, conforme a la RIEI, debe ser de una sección mínima de $2,5 \text{ mm}^2$ y el aislamiento debe ser de color verde y amarillo. Este conductor de protección deberá ser aislado (cable), admitiéndose el conductor desnudo solo en los tableros y bandejas porta-cables. En la

Figura N° 1.12 también es posible ver que desde el tablero parte el cable de protección PE que alcanza al tomacorriente, estos elementos deben tener un tercer punto de conexión para hacer la vinculación del artefacto de consumo, con la tierra.

En los planos de las instalaciones no se usan las perspectivas, pero no obstante todos los detalles constructivos deben quedar perfectamente determinados para su ejecución o revisión. Por ello en la Figura N° 1.13 dibujamos la misma instalación en planta, tal como es corriente y reglamentario. Los caños que llevan los cables se dibujan por medio de trazos rectos, sobreentendiendo que para la ejecución, el instalador elegirá el camino más apropiado a la vez que le es posible, sorteando obstáculos tales como: puertas, ventanas, vigas, o cualquier otro elemento existente. Desde el medidor de la energía eléctrica, por medio de línea subterránea dibujada con trazos, se llega al **tablero principal** colocado en el interior. La denominación 2 x 6 indica que se trata de dos cables de 6 mm² de sección cada uno.

Desde el tablero sale una bajada a la puesta a tierra y además un caño de 19,05 mm de diámetro interior, donde se alojan cuatro cables de 2,5 mm² de sección más un tercero que deberá ser de sección 2,5 mm² de color verde-amarillo (PE) conforme lo dicho más arriba. Desde la caja de techo octogonal salen a su vez dos caños de 15,87 mm de diámetro interior. Uno alcanza la caja de pared en donde está colocado el interruptor unipolar que acciona la luz de techo, por medio de dos cables de

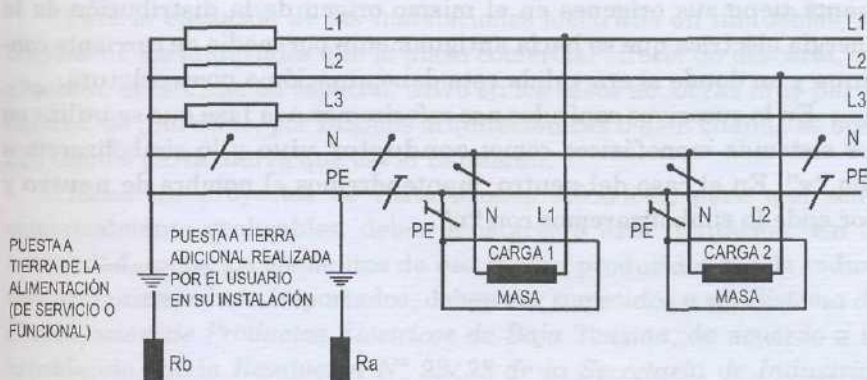


Figura N° 1.14
Esquema de conexión a tierra TT

2,5 mm² de sección. El otro cable baja hasta el tomacorriente de pared y lleva dos cables de 2,5 mm² de sección cada uno, más el cable de protección de 2,5 mm². Para estos dibujos, se ha empleado la norma IRAM.

Las instalaciones eléctricas denominadas de **fuerza motriz** (simbolizadas o abreviadas con FM) son las que están asociadas a los motores eléctricos, o consumos importantes trifásicos, tales como sistemas de calefacción, de aire acondicionado o bombas de agua. Dada la importancia del tema, el mismo será abordado en un capítulo más adelante.

1.08. DENOMINACIONES EMPLEADAS

En los sistemas de corriente continua de dos conductores o bifilares, se denominan a cada uno de ellos como: **positivo (+)** y **negativo (-)** de acuerdo a su potencial.

En los sistemas de corriente alterna, trifásico de cuatro conductores o cables (tetrafilares) estos corresponden a cada una de las fases y al conductor neutro, como se ilustra en la Figura 1.14. Las denominaciones son:

L₁, L₂, L₃ y **N** o también **R, S, T** y **N** respectivamente.

En las instalaciones eléctricas monofásicas o sea aquellas formadas por una fase y el neutro, tales como las que se utilizan en general en las viviendas, es muy común escuchar con el lenguaje popular designar a tales cables o conductores como: **positivo** y **negativo**, lo cual se debe a una costumbre arraigada al menos en nuestro país, que seguramente tiene sus orígenes en el mismo origen de la distribución de la energía eléctrica que se hacía antiguamente por medio de corriente continua y en donde si era válida esta denominación o nomenclatura.

En los sucesivos capítulos nos referiremos a la fase que se utiliza en los sistemas monofásicos como: **conductor vivo** y lo simbolizaremos con "v". En el caso del neutro, mantendremos el nombre de **neutro** y por ende lo simbolizaremos con "n".

MATERIALES EMPLEADOS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS: CABLES, CONDUCTORES, CANALIZACIONES Y SUS ACCESORIOS

ÍNDICE

2.01.	INTRODUCCIÓN
2.02.	CABLES Y CONDUCTORES
2.03.	UTILIZACIÓN DE LOS CABLES Y CONDUCTORES
2.04.	CANALIZACIONES

2.01. INTRODUCCIÓN

Para la ejecución de las instalaciones eléctricas en inmuebles, se dispone de los materiales que la plaza comercial ofrece. Se descarta, en absoluto, la fabricación especial, salvo en los casos de: obras muy particulares, de alto costo, por razones arquitectónicas o bien cuando se buscan efectos particulares que así lo requieren.

Todos los proyectos de instalaciones eléctricas, para que sean comercialmente realizables, deben ajustarse a esta limitación. En la actualidad, todos los elementos de uso común producidos por la industria argentina, o bien importados, deben ser sometidos a un *Sistema de Certificación de Productos Eléctricos de Baja Tensión*, de acuerdo a lo establecido por la *Resolución N° 92/98 de la Secretaría de Industria, Comercio y Minería de la Nación*. Por esta causa consideramos conveniente proporcionar en este capítulo, una visión general de los distintos elementos que se utilizan para la ejecución de las instalaciones eléctricas.

cas que se expenden en los comercios del ramo, y a tal efecto pasamos revista a los más utilizados por los instaladores en nuestro país.

La conducción de la energía eléctrica, así como todo otro tipo de señales se hace mediante el empleo de las líneas y los circuitos. Los mismos están compuestos por los cables y conductores así como también por los distintos elementos que los soportan, o sea las canalizaciones.

Tanto uno como otro de los elementos componentes presentan una gran variedad de características funcionales y también de formas constructivas

2.02. CABLES Y CONDUCTORES

En electrotecnia se entiende por conductores a los materiales que puede conducir a través de ellos la corriente eléctrica mientras están sometidos a una diferencia de potencial o tensión.

En el desarrollo de esta publicación entenderemos que los cables se forman mediante los conductores y su correspondiente aislamiento. Popularmente se suele denominar a los conductores como cables desnudos. Destacando que la RIEI utiliza indistintamente la denominación de cable y conductor.

La conducción de la energía eléctrica desde los lugares donde se produce hasta donde se va a utilizar se realiza mediante el empleo tanto sea de cables como de conductores o bien con su sistema mixto (ver el Capítulo 1).

Los metales habitualmente usados para la fabricación de los cables y conductores destinados a los sistemas de energía eléctrica son el cobre, aluminio y aleaciones de este último.

El material empleado como conductor en las de instalaciones eléctricas de baja tensión destinadas al suministro de la energía eléctrica es el cobre electrolítico, aunque en los sistemas de distribución también de baja tensión se emplea el aluminio (cables pre-ensamblados).

El cobre utilizado en la fabricación de cables y conductores tiene una resistividad teórica de: 0,01754 hasta 0,01887 ohm por mm^2 y por metro (o sea, 1/58), según el tipo de tratamiento térmico o mecánico que haya sufrido en su fabricación. Esta resistividad está indicada para la temperatura normalizada de 20 °C y varía con la misma, aumentando cuando ella lo hace.

La resistencia mecánica está en el orden de los 30 Kg/mm² y el peso específico es de 8,89 Kg/dm³. Las resistencias mecánica y eléctrica del conductor varían con la formación del núcleo.

Cada conductor de un cable se denomina cuerda. Las mismas se clasifican en 6 clases (1, 2, 3, 4, 5 y 6). Estas a su vez determinan la conformación mecánica del conductor.

Por ejemplo, clase 1, significa que el conductor es un solo alambre macizo siendo el cable rígido; la clase 2 en cambio esta formada por 7 alambres lo cual hace que el cable resulte semi-rígido. La clase 5 en cambio esta formada por muchos alambres más finos lo cual hace que el cable sea extra flexible.

Los cables con conductores menos flexibles se emplean en instalaciones eléctricas fijas, en cambio los cables con conductores muy flexibles se emplean para las conexiones de artefactos portátiles, y aun en las secciones pequeñas se fabrican con gran número de alambres.

Los conductores o "cables desnudos" solamente se admiten en los siguientes casos:

- Instalaciones de efectos luminosos en fachadas (por ejemplo: letreros luminosos)
- Bajada de pararrayos
- Puesta a tierra en bandejas porta cables y tableros eléctricos

Describiremos en un próximo apartado los cables y conductores de empleo más común, según el vocabulario usual en el comercio.

Código de colores

Según la RIEI, la identificación de los cables es la que se muestra en la Tabla N° 2.01.

TABLA N° 2.01
CÓDIGO DE COLORES

CABLE	NOMBRE	SÍMBOLO	COLOR
Línea 1	Fase R	L1	Castaño (marrón)
Línea 2	Fase S	L2	Negro
Línea 3	Fase T	L3	Rojo
Neutro	Neutro	N	Celeste o azul claro
Cable de protección	—	PE	Verde y amarillo

Cable simple aislado

Los cables para usos generales en las instalaciones son de una cuerda compuesta por varios alambres, con una cubierta de material plástico, cuyo componente predominante es el policloruro de vinilo, denominado comercialmente **PVC**. Los aislamientos termo-plásticos basándose en policloruro de vinilo son mezclas pastosas, tenaces y algo elásticas. Con el frío endurecen y se tornan frágiles, lo que es una evidente desventaja. Con la temperatura se ablandan, pero cuando la misma vuelve a sus valores normales, el plástico retoma sus propiedades normales. Estas cualidades hacen que, cuando los cables se instalan en lugares con elevada temperatura, sea necesario tomar recaudos apropiados, porque los aislamientos pueden deformarse y alcanzar dimensiones inadecuadas para mantener su función. Por lo dicho, una temperatura del orden de los 70 °C se considera la máxima recomendada, sin descartar que algunos tipos de plásticos puedan tolerar temperaturas del orden de los 100 °C, en servicio continuo. En caso de cortocircuito la temperatura puede admisible puede ser del orden de los 160 °C.



Figura N° 2.01
Esquema de un cable

Para las instalaciones eléctricas comunes o domiciliarias, las normas IRAM que llevan los números 2183, 2289, 2307, indican los valores y condiciones requeridas para los cables. Por lo regular, los productos disponibles en el comercio pueden resistir 750 volt de servicio. La Figura N° 2.01

nos muestra esquemáticamente este tipo de cable y la Tabla N° 2.02 permite apreciar algunos valores de interés que sirven para orientar al lector y que aparecen en los catálogos comerciales.

Los valores de la Tabla N° 2.02 que antecede están dados para 2 y 3 cables más el PVC en ambos casos, alojados en una cañería embutida en mampostería con una temperatura ambiente de 40 °C.

Este tipo de cables es apto para las instalaciones eléctricas ejecutadas en los interiores de los edificios y también en industrias, tendidos dentro de cañerías o también en cable-canales a la vista. En la actualidad, este tipo de cables es del llamado **no propagante de llama**.

TABLA N° 2.02.
CABLES UNIPOLARES CON CONDUCTORES DE COBRE
Y AISLAMIENTO DE PVC. IRAM 2 183

SECCIÓN [mm ²]	DIÁMETRO EXTERIOR [mm]	INTENSIDAD ADMISIBLE EN CAÑERÍA. DOS CABLES [A]	INTENSIDAD ADMISIBLE EN CAÑERÍA. TRES CABLES [A]	RESISTENCIA ELÉCTRICA MÁXIMA EN CC. A 20° C [ohm/km]
1,5	3,0	15	14	13,30
2,5	3,8	21	18	7,98
4	4,2	28	25	4,95
6	5,0	36	32	3,30
10	6,1	50	43	1,91
16	7,9	66	59	1,21
25	9,8	88	77	0,78
35	11,1	109	96	0,55
50	13,6	131	117	0,39
70	16,1	167	149	0,27

TABLA N° 2.03.
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURAS DISTINTAS DE 40 °C
CABLES UNIPOLARES CON CONDUCTORES DE COBRE Y AISLAMIENTO
DE PVC. IRAM 2 183

TEMP. AMBIENTE [°C]	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Factor	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1	0,91	0,82	0,70	0,57

Cables para energía

Introducción

Se los conoce popularmente con el nombre de "subterráneo" o bien como tipo "sintenax" (haciendo alusión al nombre que le da a este tipo de cable una de las fabricas de nuestro país). Se trata de un tipo de cable unipolar o multipolar que por encima del aislamiento individual del conductor o los conductores, tiene una envoltura (o vaina) de material aislante y cuya tensión nominal de servicio es 1,1 kV. Su nombre en realidad es cable de energía.

Características

Los distintos fabricantes de cables ofrecen una amplia variedad de formaciones (unipolar, bipolar, etc.) para este tipo de cables. Es así que se pueden encontrar: unipolar, bipolar, tripolar y tetrapolar, aptos para el montaje en condiciones desfavorables y variadas. En la Figura N° 2.02 tenemos el croquis de un cable tetrapolar, cuyo conductor puede ser cobre o aluminio.

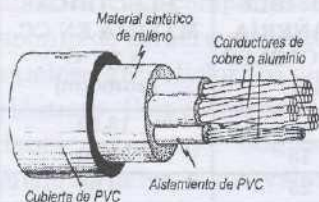


Figura N° 2.02
Detalle de un cable tetrapolar de baja tensión

Cada conductor está aislado, todo el conjunto envuelto con material sintético y una vaina exterior de PVC de muy buenas cualidades mecánicas y de estabilidad química. La temperatura de trabajo puede ser de hasta 80 °C, en servicio continuo. En el caso de cortocircuito la misma puede alcanzar los 160 °C, y se fabrican bajo la norma IRAM 2178. Los materiales utilizados no propagan la llama, razón por la cual se los llama **contra fuego** (norma IRAM 2289). Pueden ser utilizados en posición horizontal o vertical y en el agua, en edificios de vivienda, oficinas e industrias. Se los puede instalar inclusive donde hay ambientes corrosivos, sobre paredes, en bandejas, canaletas o conductos.

Hay tipos de estos cables cuyos aislamientos permiten trabajar

hasta con temperaturas de 90 °C en servicio continuo y en emergencias (cortocircuito) pueden llegar hasta los 130 °C y más aún. Los aislamientos también pueden ser de polietileno reticulado cumpliendo la norma IRAM 2263, presentando bajas pérdidas dieléctricas, bajo factor de potencia y mucha resistividad eléctrica.

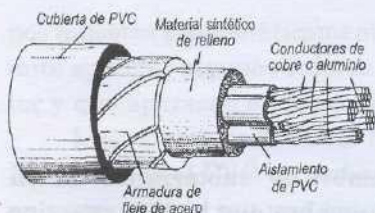


Figura N° 2.03
Detalle de un cable tetrapolar de baja tensión con armadura

En la Figura N° 2.03 tenemos también un cable tetrapolar, de cobre o de aluminio, con su aislamiento individual de PVC y relleno del mismo material, pero se diferencia

del anterior, en que hay una armadura formada por un fleje de acero, antes de la vaina exterior. Con este aditamento, el cable puede instalarse aun en aquellos lugares en que hay alto riesgo de daño mecánico o la acción de roedores.

En la Figura N° 2.04 tenemos el croquis de un cable tripolar cuyo conductor puede ser cobre o aluminio, en que cada conductor componente es de forma sectorial. Esta forma de conductor se fabrica por lo regular, en secciones de 25 mm^2 o mayores, ya que las menores son de sección circular. Esta disposición permite una reducción del diámetro y del costo. La Tabla N° 2.04, nos muestra las secciones más corrientes para diversos tipo de cables para energía sin armadura.

Consideraciones acerca de los valores de la Tabla N° 2.04

- Cables en aire: 3 cables unipolares en un plano sobre una bandeja porta-cables distanciados un diámetro o un cable multipolar solo, con una temperatura ambiente de $40 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Cables enterrados: 3 cables unipolares colocados en un plano horizontal y distanciados 7 cm o un cable multipolar solo, enterrado a 70 cm de profundidad en un terreno a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura y $100 \text{ }^\circ\text{C} \times \text{cm/W}$ de resistividad térmica.
- La corrección de las corrientes admisibles deberá hacerse con la Tabla N° 2.03.

Es de hacer notar en la Tabla N° 2.02 que los cables multipolares, a partir de la sección de 25 mm^2 , el cuarto conductor destinado al neutro, es de sección menor. Además los cables de aluminio se fabrican en secciones mínimas de 10 mm^2 .

Uso de los cables del tipo energía

En este capítulo se han dado las características de estos cables. Estas características como se pueden ver están dadas para ciertas condiciones.

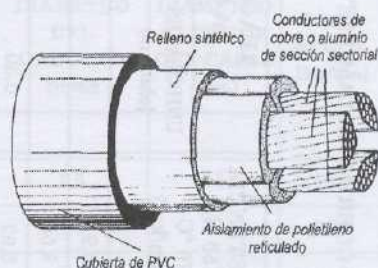


Figura N° 2.04
Detalle de un cable tripolar de baja tensión con conductores sectoriales

TABLA N° 2.04.
 CARACTERÍSTICAS TÉCNICA DE LOS CABLES CON CONDUCTORES DE COBRE Y AISLAMIENTO DE PVC.
 IRAM 2 178. (TIPO ENERGÍA)

SECCIÓN NOMINAL [mm ²]	INTENSIDAD ADMISIBLE DE CABLES EN AIRE		INTENSIDAD ADMISIBLE DE CABLES ENTERRADOS		RESISTENCIA A 50 Hz 70 °C [ohm/km]	REACTANCIA A 50 Hz	
	UNIPOLARES [A]	MULTIPOLARES [A]	UNIPOLARES [A]	MULTIPOLARES [A]		UNIPOLARES [ohm/km]	MULTIPOLARES [ohm/km]
1,5	..	15	..	25	15,9	..	0,108
2,5	..	21	..	35	9,55	..	0,099
4	41	28	54	44	5,92	0,30	0,099
6	53	37	68	56	3,95	0,28	0,090
10	69	50	89	72	2,229	0,27	0,086
16	97	64	6	94	1,45	0,25	0,081
25	121	86	48	120	0,87	0,24	0,080
35	149	107	77	144	0,63	0,23	0,078
50	181	128	209	176	0,46	0,22	0,078
70	221	160	258	214	0,32	0,22	0,074
95	272	196	307	254	0,23	0,21	0,073
120	316	227	349	289	0,18	0,20	0,073
150	360	261	390	325	0,15	0,194	0,072
185	415	300	440	368	0,12	0,19	0,072
240	492	358	50	428	0,09	0,18	0,072

TABLA N° 2.05.
 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVA DE CABLES CON CONDUCTORES
 DE COBRE Y AISLAMIENTO DE PVC. IRAM 2178 (TIPO ENERGÍA)

SECCIÓN NOMINAL [mm ²]	UNIPOLARES			MULTIPOLARES		
	DIÁMETRO DEL CONDUCTOR [mm]	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE [mm]	PESO APROX. [kg/km]	DIÁMETRO DEL CONDUCTOR [mm]	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE [mm]	PESO APROX. [kg/km]
1,5	—	—	—			
2,5	—	—	—	1,5	13	230
4	2,5	8	95	2,0	14	290
6	3,0	9,5	140	2,5	16	410
10	3,9	10,5	190	3,0	18	510
16	5,0	11	250	3,9	20	730
25	6,0	11,7	350	5,0	24	1149
35	7,0	12,7	450	6,0	26	1500
50	8,1	14,1	580	7,0	28	1800
70	9,8	16	790	8,1	32	2400
95	11,5	18	1070	10,9	31	2800
120	13,0	20	1300	12,7	36	3800
150	14,4	22	1600	14,2	39	4700
185	16,1	24	2000	15,9	43	5600
240	18,5	27	2600	17,7	47	7050

Es natural comprender que el tendido de los cables, no siempre se hará en las condiciones para las cuales se da la capacidad de los mismos. Existen muchas variantes de las formas constructivas de las canalizaciones, tales como:

- directamente enterrados
- conductos enterrados
- cañerías
- en bandejas porta-cables cerradas o tipo escalera

- bandejas porta-cables dispuestas en forma vertical u horizontal
- cable-canales metálicos o de plástico

A estas últimas consideraciones se le debe agregar: las influencias de los agrupamientos de cables y otra de fundamental importancia como lo es la temperatura a que estarán sometidos.

Desarrollar cada una de estas posibilidades y las respectivas combinaciones hace que se deban incorporar una cantidad de cables tal, que las mismas superarían el volumen de esta publicación por lo que, cuando se deba enfrentar alguna situación de canalización y tendido distinto al de las condiciones dadas se deberá recurrir al Ítem 771.16.2.3 de la RIEI o bien a los catálogos técnicos e instrucciones dadas por los fabricantes de los cables.

Cable tipo taller

Conocido también como "*cable TPR*", aludiendo a un modelo de cable producido por una de las fabricas de nuestro país. Se trata de un multipolar cable formado por cables unipolares que están recubiertos por una envoltura o vaina. Tanto esta última como el aislamiento de los cables es de PVC.

La norma IRAM de fabricación y ensayo es la N° 2158. La tensión máxima de operación es de 300/500 V, siendo la temperatura máxima en el conductor para servicio continuo de 70 °C y en caso de cortocircuito la misma puede ascender a 160 °C.

Es un cable flexible (clase 5 de la norma IRAM 2022), que se fabrica con formaciones bipolares, tripolares y tetrapolares. Se lo utiliza en aplicaciones industriales y domésticas tales como para realizar la conexión de aparatos portátiles y electrodomésticos respectivamente. Físicamente es parecido a los cables del tipo de energía pero más liviano y flexible. Los datos más importantes los podemos apreciar en la Tabla N° 2.06.

Los valores de la intensidad de corriente admisible son para una temperatura ambiente de 40 °C.

Cables para intemperie

Para las líneas aéreas de distribución de energía eléctrica, como se ve en las Figuras N° 1.06 y 1.12, a la intemperie en lugares poblados, el

TABLA N° 2.06.
CABLES CON CONDUCTORES DE COBRE Y AISLAMIENTO DE PVC.
IRAM 2 158 (TIPO TALLER)

SECCIÓN [mm ²]	FORMACIÓN	ESPESOR DEL AISLAMIENTO [mm]	DIÁMETRO EXTERIOR [mm]	INTENSIDAD ADMISIBLE [A]	RESISTENCIA ELÉCTRICA MÁXIMA EN CC A 20° C [ohm/km]	PESO [kg/km]
1.5	Bipolar	0,7	7,9	10	13,30	88
2,5		0,8	9,6	16	7,98	133
4		0,8	11	22	4,95	181
6		0,8	12,4	30	3,30	245
10		0,6	15,5	45	1,91	396
2,5	Tripolar	0,8	10,4	16	7,98	165
4		0,8	11,8	22	4,95	228
6		0,8	13,3	30	3,30	310
10		1,0	16,5	40	1,91	495
2,5	Tetrapolar	0,8	11	16	7,98	201
4		0,8	13	22	4,95	285
6		0,8	14,5	30	3,30	380
10		1,0	18,2	40	1,91	620

conductor se monta sobre aisladores. Dichos cables se fabrican bajo norma IRAM 2212, 2198 y 2307, según el esquema de la Figura N° 2.05. El recubrimiento de PVC tiene solo carácter de protección contra los agentes atmosféricos. Se trata de cables de aleación de aluminio y el PVC es de color negro resistente a la intemperie.

Otro tipo de cable que se está utilizando actualmente para las líneas aéreas de baja tensión, es el cable **preensamblado**. Estos cables que se fabrican bajo norma IRAM 2263, conforman un conjunto tetrapolar, según se observa en la Figura N° 2.06, donde cada fase se cablea a espiral visible con un neutro portan-

Vaina de PVC resistente
a los agentes atmosféricos



Figura N° 2.05
Detalle de un conductor
aislado para líneas
aéreas de baja tensión

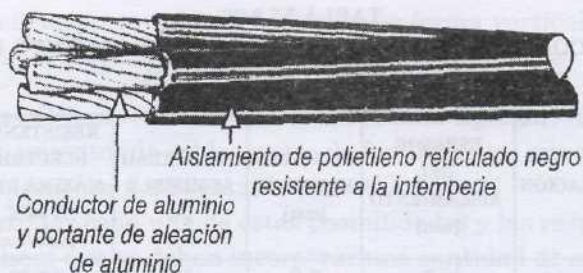


Figura N° 2.06
Detalle de conductores pre-ensamblados de baja tensión

te que soporta los esfuerzos mecánicos del conjunto. Las fases están compuestas por alambres de aluminio, cableados formando una sección circular y el neutro, compuesto por alambres de aleación de aluminio, aislados con polietileno reticulado (XLPE), apto para resistir la radiación solar y a la intemperie.

Cordones flexibles

Para la alimentación de artefactos hogareños, así como para alimentar aparatos portátiles domésticos o industriales, se pueden usar los cordones flexibles que se ilustran en la Figura N° 2.07.

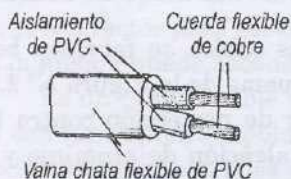


Figura N° 2.07
Detalle de un conductor flexible

Los conductores de este tipo de cable están constituidos por una cuerda flexible de cobre rojo. Cada conductor está aislado con PVC y a su vez, el conjunto también con vaina de PVC chata, parecido al **símil plomo**. Los hay bipolares, tripolares y tetrapolares.

Cordones aislados con plástico

Para la alimentación de pequeños aparatos domésticos, veladores, ventiladores de mesa u otros semejantes, se pueden usar los cordones de la Figura N° 2.08. Se fabrican de secciones inclusive muy pequeñas, mediante dos conductores cableados de cobre rojo aislados

individualmente con PVC, pero reunidos los aislamientos en forma de presentar un conjunto, que en corte, se asemeja a un número 8. Los dos componentes se pueden separar fácilmente.

Cables coaxiales

Para sistemas de radiofrecuencia, electrónica, frecuencia modulada, televisión y otras aplicaciones, se recomienda el uso de **conductores de ondas**, que tienen la propiedad de aislar la onda para que no sea alcanzada por perturbaciones y a su vez, no ocasione molestias a otras líneas o instalaciones. Entre estos conductores de ondas encontramos a los **cables coaxiales** de la Figura N° 2.09. Uno de los conductores es el interior de cobre y el otro es la malla o trenza exterior de alambre de cobre. Esta configuración suministra un comportamiento de los campos eléctricos y magnéticos que es muy adecuada a los fines de empleo de estos conductores.

Fibras ópticas

Dentro de los conductores de ondas está también las llamadas **guía de ondas**, cuya descripción no se justifica en este texto. Pero las **fibras ópticas**, han tomado gran desarrollo y se están usando cada vez más para circuitos de alta frecuencia, transmisión de la información, enla-

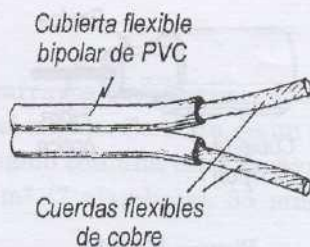


Figura N° 2.08
Detalle de un cordón de aislado con material plástico

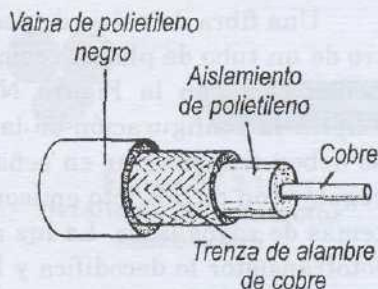


Figura N° 2.09
Detalle de un cable coaxial

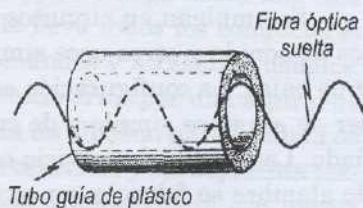


Figura N° 2.10
Fibra óptica suelta

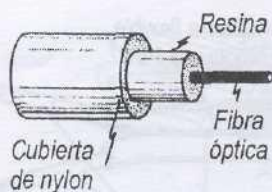


Figura N° 2.11
Fibra óptica fijada
con resina

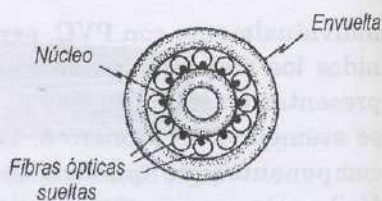


Figura N° 2.12
Configuración para varias
fibras ópticas

ces de equipos de informática y otras aplicaciones semejantes, particularmente en el campo de las radiaciones electromagnéticas de extra alta frecuencia.

Una fibra de vidrio de pequeño diámetro puede estar suelta dentro de un tubo de plástico como en la Figura N° 2.10 o está fijada por resina como en la Figura N° 2.11. Para varias fibras ópticas, se emplea la configuración de la Figura N° 2.12. Las señales eléctricas se deben transformar en señales ópticas de igual naturaleza, por lo regular con diodos foto emisores en un extremo de la línea o con sistemas de rayos láser. La luz recorre la fibra y en el otro extremo un fototransistor lo decodifica y la vuelve a una señal eléctrica. La atenuación por kilómetro es muy baja, por lo que llega la señal con pocas pérdidas.

Los cables con fibras ópticas responden a las normas IRAM 4221, 4224 y 4225.

Cablecitos aislados en plástico

Se emplean en circuitos de campanilla, teléfonos internos, aparatos de sonido y otros usos similares en que la tensión y la corriente son muy bajas. La configuración es similar a la de la Figura N° 2.01. Pueden ser de alambre simple o de cuerda. Pueden encontrarse en cobre estañado. La tensión de servicio está en el orden de los 50 volt. Los del tipo de alambre se fabrican en secciones de $0,28 \text{ mm}^2$ y $0,50 \text{ mm}^2$, mientras que los de cuerda, suelen ser de $0,25 \text{ m}$ (8 alambres), $0,35 \text{ mm}^2$ (11 alambres) y $0,50 \text{ mm}^2$ (16 alambres). La densidad de corriente suele ser del orden de 6 A/mm^2 .

Conductores destinados a pararrayos

Son los conductores que unen el pararrayos propiamente dicho o captor, con el sistema de puesta a tierra del mismo. Se trata de un simple conductor cableado, de cobre rojo protegido con una capa de barniz. Las secciones más comunes son de 25 mm^2 (7 alambres), 35 mm^2 (7 alambres) y 50 mm^2 (7 alambres).

Las Normas IRAM, prevén el uso de cables de acero como bajadas de los pararrayos.

Conductores para puesta a tierra

La norma IRAM 2467, establece los requisitos que deben cumplir los conductores cableados en capas concéntricas, fabricados con varios alambres de acero recubiertos de cobre, redondos para usar en puestas a tierras.

Este tipo de conductor se utiliza comúnmente en las puestas a tierra de servicio y protección de instalaciones de alta tensión, baja tensión, pararrayos, bajadas, etc.

Se fabrican con secciones que van desde los 16 a los 120 mm^2 . La cantidad de alambres que van es de 3 a 19.

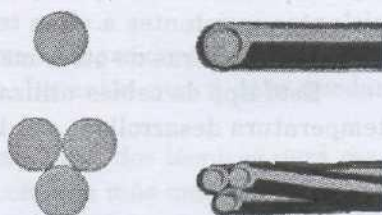


Figura N° 2.13
Detalle de un conductor
cobre-acero

Cable para maniobra de ascensores

La cabina del ascensor está corrientemente vinculada con la estructura fija, por medio de un cable que parte del piso y llega hasta una caja en la pared a mitad del recorrido. Ese cable lleva todos los conductores necesarios para dotar al vehículo de luz, comandos y accesorios usuales. Los conductores son de cobre rojo flexibles, recubiertos por una espiral de algodón y aislados con símil goma bajo trenza de algodón parafinada. Los conductores están cableados alrededor de un centro de yute bajo cinta textil engomada y una trenza exterior de algodón impregnada con barniz parafínico. Tienen resistencia mecánica suficiente como para tender un tramo de 30 metros, sin que el peso propio los dañe. Comercialmente suelen verse en modelos de: $4 \times 1 \text{ mm}^2$; $6 \times 1 \text{ mm}^2$; $8 \times 1 \text{ mm}^2$ y $10 \times 1 \text{ mm}^2$.

Cable para soldadura

Son para la conexión del porta-electrodos de los equipos de soldadura eléctrica. Se trata de cuerda flexible de cobre rojo recocido, recubierta con una vaina de PVC negro. Se fabrican unipolares en varias secciones normalizadas.

Cable para alta temperatura

Su empleo se hace necesario cuando la temperatura ambiente es superior a los 40 °C o sea que son aplicaciones especiales. El conductor sigue siendo el mismo pero para su aislamiento se emplean materiales aislantes resistentes a altas temperaturas, como siliconas o mediante vainas protectoras de otros materiales.

Este tipo de cables utiliza en aquellas luminarias en las cuales la temperatura desarrollada por la lámpara es demasiado elevada.

Unidades

Ya hemos visto cuales son las secciones comerciales de los cables, dadas en milímetros cuadrados. Si se tropieza con alguna especificación en "circular mil", que es la unidad inglesa para medir secciones de cables, debemos recordar que un "circular mil" es el área de un círculo cuyo diámetro es un milésimo de pulgada. También en las normalizaciones extranjeras suelen encontrarse los cables clasificados por números, debiéndose en esos casos recurrir a las tablas de los manuales para conocer las dimensiones métricas.

2.03. UTILIZACIÓN DE LOS CABLES Y CONDUCTORES

Accesorios

La selección del tipo adecuado de cable, según el o los métodos propuestos es de suma importancia, pero el tema, que es la conducción de una corriente eléctrica, no se agota allí.

Oportunamente hemos resaltado la importancia que tenían los cables y los conductores en general, la misma esta dada en función de que los mismos son parte de los diversos sistemas que los emplean, en

consecuencia es necesario incorporarlos a los mismos y es por ello que tendremos que tenderlos o alojarlos en algún lugar o medio, identificarlos y luego conectarlos, para lo cual se hacen necesarios ciertos accesorios.

Unión de cables

En rigor a la seguridad y a la funcionalidad de una instalación eléctrica los empalmes directos de los conductores de los cables no deberían hacerse.

Pero, por muy variadas razones durante el desarrollo de una obra destinada a la ejecución de una instalación eléctrica surge la necesidad de unir los cables.

Las citadas uniones deberán hacerse siempre dentro de una caja, sea de derivación, de paso o de otro tipo. La unión nunca debe quedar dentro de un caño.

Podemos decir que existen en la actualidad dos técnicas para realizar las uniones: una la tradicional y la otra, la más moderna.

Técnica y elementos de la unión tradicional

Se considera una buena práctica que las uniones y derivaciones de los conductores de los cables que tengan una sección menor a 4 mm^2 se haga con un máximo de 4, intercalando y retorciendo las hebras, Figura N° 2.14.

Para los cables con conductores de 4 mm^2 es prudente no sobrepasar la cantidad de 3, de tener que hacerlo se debe utilizar borneras.

Cuando se trata de secciones mayores de 4 mm^2 se debe recurrir al

empleo de borneras en el caso de que sean más de dos conductores. Si se trata de empalmes se debe recurrir a la utilización de manguitos de empalme indentados o soldados.

Con respecto a las soldaduras debe tenerse en cuenta la temperatura del punto de fusión del material de aporte y la temperatura que puede alcanzar el conductor cuando circula la corriente de cortocircuito.

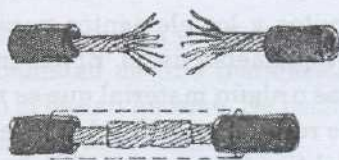


Figura N° 2.14
Empalme de un conductor

Una aclaración importante: las uniones y derivaciones no se someterán a solicitaciones mecánicas y deberán cubrirse con cinta aisladora, cuyo material tenga las mismas características (dieléctricas y mecánicas) que las del aislamiento del cable empalmado.

Nuevas técnicas para el empalme de los cables

Existen elementos diseñados especialmente para realizar el empalme o las derivaciones de los cables. Estos dispositivos desarrollados



Figura N° 2.15
Accesorio para empalmar
cables unipolares

con la más moderna tecnología permiten realizar estas acciones sin necesidad de utilizar las cintas aisladoras y con un mínimo de pelado del cable con lo cual se gana rapidez en la realización y seguridad mecánica y eléctrica a lo largo del tiempo, Figura 2.15.

Es también una práctica común utilizar un conjunto de elementos, denominados kit, para realizar empalmes y derivaciones de cables con secciones de conductores importantes (de 10 mm² en adelante). En un envase vienen los terminales o manguitos y los elementos para el aislamiento del empalme o derivación propiamente dicho. El aislamiento puede ser empleando cintas aisladoras o algún material que se moldea alrededor del empalme, para lo cual se recurre a moldes descartables. También se recurre a los aislamientos del tipo "termocontraíbles"

Es también una práctica común utilizar un conjunto de elementos, denominados kit, para realizar empalmes y derivaciones de cables con secciones de conductores importantes (de 10 mm² en adelante). En un envase vienen los terminales o manguitos y los elementos para el aislamiento del empalme o derivación propiamente dicho. El aislamiento puede ser empleando cintas aisladoras o algún material que se moldea alrededor del empalme, para lo cual se recurre a moldes descartables. También se recurre a los aislamientos del tipo "termocontraíbles"

Está última técnica es usada en los cables de los sistemas de media y alta tensión.

Aislamientos de los empalmes

Los denominados aislamientos para empalmes, no son otra cosa que las popularmente denominadas **cintas aisladoras o cintas aislantes**. Las mismas se pueden encontrar en el comercio en rollos de variados largos y anchos.

De forma parecida a los otros elementos utilizados en las instalaciones eléctricas, se fabrican bajo normas.

Las propiedades de las cintas aisladoras están dadas en tres campos:

- Físico: temperatura, punto de fusión, etc.
- Mecánico: elongación, resistencia a la tracción, a la radiación ultravioleta, ácidos, etc.
- Eléctrico: rigidez dieléctrica, etc.

Cada caso de utilización (industria, inmuebles, baja o media tensión, etc.) deberá seleccionarse la que presente las mejores características para ese caso.

Cintas aisladoras

Se utilizan en todos los sistemas de conducción de la energía eléctrica y mucho más ampliamente en las instalaciones eléctricas de baja tensión para aislar los empalmes.

Existen diversos tipos de acuerdo al cable con que se las va a utilizar. En general son autoadhesivas de material plástico o de fibra textil, existen otros tipos de acuerdo al uso específico que se les dé, por ejemplo: cables telefónicos. Las primeras tienen la característica de ser antillama.

En cuanto a sus dimensiones: el espesor es aproximadamente de 0,15 mm y su ancho oscila entre los 18 y 19 mm; los rollos suelen tener largos de hasta 20 m. Las de PVC se fabrican de diversos colores en cambio las del tipo textil en blanco y negro.

La fabricación y ensayos se rigen por la norma IRAM 2454.

En rigor a la seguridad y a la funcionalidad de una instalación eléctrica, los empalmes directos de cables no deberían hacerse. De hecho la RIEI los prohíbe, si los mismos quedan dentro de los caños.

Lo cierto es que se hacen empalmes de cables, a veces por razones de mantenimiento y otras por aprovechar tramos de cable existente.

La razón para decir que no se deben hacer, está en lo dicho para los terminales o sea que valen las mismas consideraciones que he realizado para el caso de los terminales.

Es práctica común, y de hecho lo hacen las grandes compañías, que se vendan en el mercado conjunto de elementos ("kit") destinados a la realización de empalmes de baja y media tensión en las formas correctas.

Los empalmes y/o derivaciones de los cables se deben ejecutar de acuerdo al tipo de cable o sea sección y aislamiento.

En cualquier tipo de instalación los empalmes deben quedar dentro de una caja de conexión.

La RIEI establece:

"Las uniones y derivaciones de conductores de secciones de hasta 2,5 mm² inclusive podrán efectuarse intercalando y retorciendo sus hebras.

Las uniones y derivaciones de conductores de secciones mayores de 2,5 mm² deberán efectuarse por medio de borneras, manguitos de indentar o soldar (utilizando soldadura 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 agrupamiento múltiple (mas de tres conductores) deberán utilizarse borneras de conexión (Norma IRAM 2.441).

"Las uniones y derivaciones no podrán someterse a solicitaciones mecánicas y deberán cubrirse con un aislante eléctrico de características equivalentes al que poseen los conductores"

Fijación

La circulación de la corriente por los conductores de los cables, hace que se generen fuerzas entre ellos debido a la interacción de los campos electromagnéticos producido por las mismas corrientes. Estas fuerzas son proporcionales al cuadrado de las corrientes. Lo cual, durante el funcionamiento normal no son de una magnitud importante, pero cuando ocurre un cortocircuito los valores de estas fuerzas son extremadamente importantes y tienden a desprender o desconectar los cables de los bornes a los cuales se encuentran fijados, o en los empalmes, con el consiguiente aumento de los efectos perjudiciales.

Es por ello, que los cables siempre deben estar fuertemente fijados a soportes provistos a los efectos, y en el caso de las bandejas porta cables; aprovechando los peldaños o las perforaciones.

Para efectuar estas fijaciones se encuentran en el mercado elementos especiales que se denominan **precintos**. Los mismos se pueden encontrar con distintos largos o medidas de acuerdo a la utilización que se pretenda hacer.

Identificación

En una instalación domiciliaria, es muy probable que utilizando los cables de distintos colores se puedan llegar a identificar sin grandes dificultades los que pertenecen a los distintos circuitos.



Figura N° 2.16
Precintos

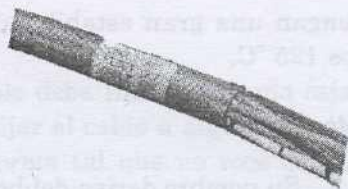


Figura N° 2.17
Identificador de cable
multipolar

Pero, cuando se trata de sistemas más complejos en donde pueden llegar a cientos o miles los cables, indudablemente que se deberá recurrir a algo más que colores para poder identificarlos.

Existe una diversidad de ofertas en el mercado de sistemas para identificar cables. Los mismos van desde los clásicos anillos o "perlas" hasta sistemas que se pueden controlar mediante ordenadores.



Figura N° 2.18
Identificador de un cable
unipolar

Material termo-contráible

Los materiales termo-contráibles tienen como propiedad fundamental el hecho que bajo la acción del calor (100 °C) como su nombre lo indica se contraen de forma tal que se ajustan perfectamente sobre la pieza que ha quedado en su interior, en nuestro caso un conductor.

El calor se le puede suministrar mediante una herramienta de mano denominada habitualmente **pistola de calor** o bien si las dimensiones lo requieren con un quemador portátil a gas.

Este material se emplea tanto en empalmes de cables para media y baja tensión así como para recubrir barras conductoras. También tiene un uso muy difundido en los terminales de cables utilizados en media tensión. Se utilizan en cables de muy pequeñas (como los utilizados en electrónica) a grandes secciones.

Tubos

Se utilizan para aislar los empalmes que se efectúan a los cables. Son fabricados con un material plástico reticulado lo que hacen que

tengan una gran estabilidad térmica, pueden operar entre los -30 y los 125 °C.

Mantas

Su nombre deriva del hecho, de que se provee en trozos cuadrados o rectangulares, con los mismos se cubre la zona del empalme y luego mediante la técnica antes explicada se le suministra calor a los efectos de lograr su contracción sobre las partes conductoras.

Manguitos de empalme

Se utilizan para empalmar o unir mecánicamente a los conductores de cobre o aluminio y también permiten hacerlo con uno de cobre con otro de aluminio o viceversa. Para comprimir el manguito a los fines de fijarlo a los conductores se emplea una herramienta especial, cuyas características dependerán de la sección de los conductores.

Se proveen para secciones que van desde los $1,5$ a los 630 mm².

En los manguitos para las uniones de conductores aluminio y cobre o viceversa, el agujero central no tiene continuidad o sea que son dos agujeros que no están conectados.

El recubrimiento superficial se ha mediante el proceso de estañado.

Precintos

Son elementos destinados a fijar los cables a soportes fijos o bandejas porta cables. Los primeros se disponen en los tableros a los fines citados y de esa manera en caso de cortocircuito o alguna acción mecánica no se desconecten los cables de los bornes, evitando así mayores daños.

Se fabrican con un material plástico (poliamida 66) auto extingible, no requieren de herramientas para su instalación. En un extremo tienen una cierta disposición constructiva que, sumado al ranurado que presenta en su largo se puedan ajustar fácilmente. Se proveen de distintas longitudes de modo de abarcar distintas cantidades de cables. El ancho esta comprendido entre los $2,5$ y $6,5$ mm aproximadamente dependiendo de las marcas y del esfuerzo que se puede hacer desde el extremo de los mismos.

Prensa-cables

Se utilizan en el caso de que un cable deba ingresar a una caja, tablero o equipo. Cumplen la función de fijar el cable a algunos de los lugares mencionados anteriormente de forma tal que no roce contra algún elemento metálico que deteriore el aislamiento, ya que el interior del mismo es de material plástico.

La otra función que cumplen, es la de hacer que esa transición cable a caja, tablero o equipo sea estanco, evitando de esta manera el ingreso de líquidos y polvos.

Los que se utilizan para cables se denominan prensa-cables machos, ya que las hembras están destinados a los caños.

Se fabrican de aluminio, bronce y polipropileno, con rosca denominada eléctrica (BSC) y gas (BSP).

Terminales

El nombre terminal, surge del propio significado de la palabra: lo que esta en el extremo. En este caso estará en el extremo del cable y justamente el extremo del conductor es el que se conecta a una parte fija de la instalación eléctrica o sea un borne, que puede ser un borne de conexión propiamente dicho o de una aparato de maniobra o protección.

Vale decir, se trata de un punto de transición entre el cable y un componente de la instalación eléctrica, que es un borne, el cual puede pertenecer a un interruptor, a un sistema de bornes propiamente dicho, etc. Deberá ser capaz de permitir el paso de la corriente eléctrica que transporta el conductor. Al no ser parte del mismo quiere decir que hay una unión y por lo tanto una resistencia. La misma deberá ser lo más baja posible, ya que una corriente que pasa a través de una resistencia desarrolla calor, que es proporcional al cuadrado de la primera.



Figura N° 2.19
Terminal tipo abierto



Figura N° 2.20
Terminal tipo cerrado



Figura N° 2.21
Prensacable

El calor y el tiempo hacen que los aislamientos se deterioren. En consecuencia, los terminales juegan un papel importante en un sistema eléctrico y es por ello que se hace necesario que se le preste la debida atención, cosa que no siempre es así y de esa manera es como se producen problemas que, acarrearán otros más importantes para el resto de las instalaciones.

En la técnica constructiva de las instalaciones eléctrica para inmuebles, en general no se utilizan terminales, ya que los cables se conectan a los interruptores, mediante los tornillos que estos mismos poseen, y algunas de líneas de fabricación ya han prescindido de ellos, o sea se fijan mediante la presión de un resorte. Esto es debido a que son secciones pequeñas y hay poco espacio en las cajas que alojan a los interruptores, pero para conductores de secciones mayores se emplea terminales.

Cabe señalar que las conexiones siempre se deben hacer con terminales, independientemente del tamaño de la sección del cable. El caso anteriormente comentado constituye evidentemente una excepción ya que es posible ver en otras aplicaciones cables de menor sección que las que se utilizan habitualmente en una instalación eléctrica domiciliaria conectado mediante terminales.

Existe una gran variedad constructiva de terminales, de acuerdo a la sección del conductor y al empleo, cada uno de ellos tiene una técnica de fijación que viene dada por el fabricante. Para el ajuste del terminal al conductor se utiliza una herramienta diseñada especialmente, las mismas se denominan pinzas de indentar.

2.04. CANALIZACIONES

Introducción

La canalización es un conjunto de elementos destinados a conducir una corriente eléctrica en forma eficiente y segura. Este conjunto está compuesto por: los cables o conductores, los distintos elementos para soportarlo, identificarlo, fijarlos, conectarlo y también brindarle la protección mecánica necesaria según el caso.

Tanto los cables o conductores y los demás elementos mencionados deben conformar un conjunto que evite el contacto de los seres vivos con las partes bajo tensión permanente o accidental.

Caños

Como hemos visto en el dibujo de la Figura N° 1.12, los cables se alojan en cañerías, las que pueden estar embutidas en los muros, o correr sujetas a los mismos, o inclusive colocarse enterradas en el terreno. Además, los elementos de maniobra tales como llaves interruptoras y tomacorrientes, se fijan en cajas especialmente diseñadas para estos fines. Es entonces necesario examinar todos los tipos de caños y cajas que se producen industrialmente, así como también los accesorios que permiten empalmarlos y fijarlos entre sí.

Los caños se fabrican en acero o en material plástico (PVC). Los caños de acero son del tipo **con costura** y se someten, luego de fabricarlos, a un proceso de recocido (tratamiento térmico) para darles propiedades, tales como el curvado en frío.

Se fabrican en tres calidades fundamentales y que están normalizadas:

- Pesados: de precio elevado, actualmente se usan muy poco.
- Semipesados: se utilizan en obras de alto costo, o características muy especiales.
- Livianos: son los de empleo corriente.

También se fabrican, fuera de norma, los extra-livianos.

Los caños livianos se fabrican en trozos de 3 metros de largo, entregándose en atados de unos 50 kilogramos, y tienen ambos extremos roscados. Los empalmes se ejecutan con acoplamientos roscados llamados **cuplas**. También mediante conectores que fijan el caño con tornillos en lugar de la rosca. Estos caños, cuando están embutidos en el hormigón quedan preservados de la oxidación, por la acción selladora del cemento. La cal hidráulica los ataca algo, más aún la cal aérea y el

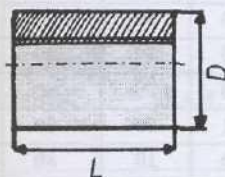


Figura N° 2.22
Cupla

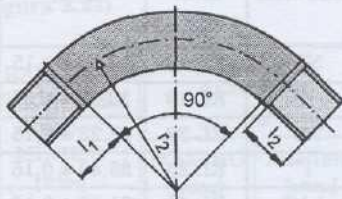


Figura N° 2.23
Curvas de acero

yeso. En caso de necesitarse longitudes menores de 3 metros, se debe cortar el caño, y ejecutar la rosca Whitworth, denominada eléctrica o bien recurrir a accesorios que se atornillan a los mismos.

Las cuplas, y las curvas con elementos de ese mismo nombre. En las Tablas N° 2.07, 2.08, 2.09 y 2.10, se muestran las principales características de los caños, cuplas y curvas.

Además de los caños de acero rígido, se emplean los caños de acero flexibles. Un fleje de hierro de perfil apropiado y tratamiento anticorrosivo especial, es arrollado helicoidalmente hasta conformar un tubo cilíndrico enteramente metálico, sumamente flexible, y de sección constante. Se fija a las cajas con conectores a tornillo. Se expenden en rollos. Se emplean cuando la cañería pueda estar sujeta a vibraciones, por ejemplo: la conexión a un motor eléctrico. Los caños de acero flexible no se roscan en los extremos, pudiendo conectarse a las cajas por medio de conectores a tornillo.



Figura N° 2.24
Boquillas de aluminio

Los caños de acero rígidos se fijan a las cajas de pared y de techo que más adelante estudiaremos, por medio de: tuercas y boquilla de aluminio o bien mediante conectores atornillados, tal como se ilustra en la Figura N° 2.25. En la Figura N° 2.24

TABLA N° 2.07
CAÑOS DE ACERO RÍGIDOS - TIPO LIVIANO - IRAM 2 224

DESIGNACIÓN COMERCIAL	DESIGNACIÓN IRAM	DIÁMETRO EXTERIOR [mm]	ESPESOR DE LA PARED [mm]	PESO UNITARIO CON CUPLA [g/m]	CAÑOS POR ATADO O LIO	LONGITUD POR ATADO O LIO [m]	PESO POR ATADO O LIO [KG]
5/8"	RL 16	15,85 ± 0,15	1,0 ± 0,10	360	34	102	37
¾"	RL 19	19,05 ± 0,15	1,0 ± 0,10	440	30	90	40
7/8"	RL 22	22,22 ± 0,15	1,0 ± 0,10	523	20	60	31
1"	RL 25	25,40 ± 0,15	1,0 ± 0,10	601	20	60	36
1 ¼"	RL 32	31,75 ± 0,17	1,2 ± 0,10	940	10	30	28
1 ½"	RL 38	38,10 ± 0,17	1,2 ± 0,18	1 135	10	30	34
2"	RL 50	50,80 ± 0,17	1,6 ± 0,14	1 822	5	27	27

TABLA N° 2.08
CAÑOS DE ACERO RÍGIDOS - TIPO SEMIPESADO - IRAM 2 005

DESIGNACIÓN COMERCIAL	DESIGNACIÓN IRAM	DIÁMETRO EXTERIOR [mm]	ESPESOR DE LA PARED [mm]	PESO UNITARIO CON CUPLA [g/m]	CAÑOS POR ATADO O LIO	LONGITUD POR ATADO O LIO [m]	PESO POR ATADO O LIO [KG]
5/8"	RS 16/13	15,87 ± 0,15	1,6 ± 0,15	580	25	75	44
¾"	RS 19/15	19,05 ± 0,15	1,6 ± 0,15	790	20	60	47
7/8"	RS 22/18	22,22 ± 0,15	1,6 ± 0,15	940	20	60	56
1"	RS 25/21	25,40 ± 0,15	1,6 ± 0,15	1 085	15	45	49
1 ¼"	RS 32/28	31,75 ± 0,17	1,6 ± 0,15	1 380	10	30	41
1 ½"	RS 38/34	38,10 ± 0,17	2,0 ± 0,18	1 850	10	30	56
2"	RS 51/46	50,80 ± 0,17	2,25 ± 0,20	2 790	5	15	42

TABLA N° 2.09
CUPLAS DE ACERO (Figura 2.22)

DESIGNACIÓN COMERCIAL	DESIGNACIÓN IRAM	LONGITUD		DIÁMETRO EXTERIOR MÁXIMO [mm]	ESPESOR MÍNIMO [mm]
		MÍNIMO [mm]	MÁXIMO [mm]		
5/8"	RS 16/13	33,5	31,5	25	1,80
¾"	RS 19/15	37,5	33,5	28	1,80
7/8"	RS 22/18	40	37,5	31,5	1,80
1"	RS 25/21	42,5	40	40	1,80
1 ¼"	RS 32/28	47,5	45	47,5	1,80
1 ½"	RS 38/34	53	50	60	2,25

TABLA N° 2.10
CURVAS DE ACERO (Figura 2.23)

DESIGNACIÓN COMERCIAL	DESIGNACIÓN IRAM	LONGITUD (l ₁) MÍNIMO [mm]	RADIO DE CURVATURA (r ₂) MÍNIMO [mm]	LONGITUD ROSCADA (l ₂)	
				MÁXIMO [mm]	MÍNIMO [mm]
5/8"	RS 16/13	20	47,5	15	12,5
¾"	RS 19/15	22	56	16	14

TABLA N° 2.10 (continuación)

DESIGNACIÓN COMERCIAL	DESIGNACIÓN IRAM	LONGITUD (l_1) MÍNIMO [mm]	RADIO DE CURVATURA (r_2) MÍNIMO [mm]	LONGITUD ROSCADA (l_2)	
				MÁXIMO [mm]	MÍNIMO [mm]
7/8"	RS 22/18	23,6	67	18	16
1"	RS 25/21	25	80	19	17
1 ¼"	RS 32/28	26,5	95	21,2	19
1 ½"	RS 38/34	30	125	25	22

vemos la forma de las boquillas de aluminio, siendo las tuercas de hierro galvanizado.

Además de los caños de acero, se emplean cada vez con mayor frecuencia los caños de plástico rígido y flexible así como los denominados **cable-canales**.

Los caños rígidos se hacen de dos calidades, según el espesor de las paredes. El largo comercial es de 3 m y tienen un extremo expandido para enchufe. Para doblarlo deben calentarse moderadamente.

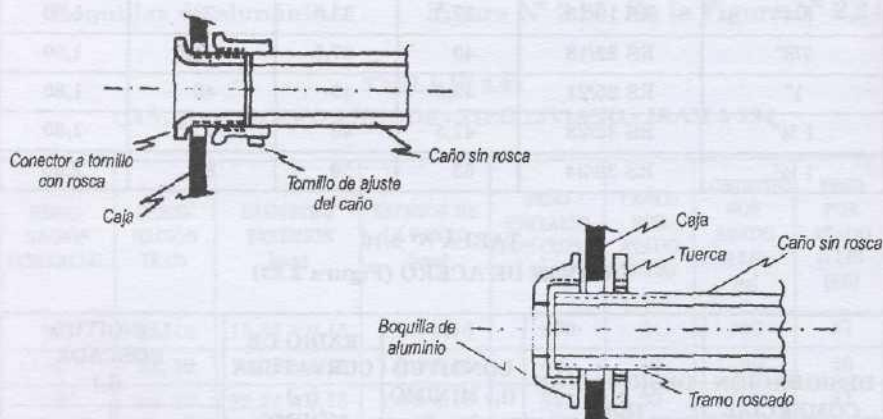


Figura N° 2.25

Fijación de un caño a una caja mediante: conector a tornillo y a tuerca con boquilla

Las uniones se pegan en frío con un cemento vinílico. Hay también uniones a enchufe y conectores especiales de plástico.

Los caños plásticos flexibles se hacen en una sola calidad. Por su perfil especial son fuertes, flexibles, de sección constante e impermeables. Se fabrican en las medidas comerciales de 5/8 y de 3/4, en rollos de 50 y 100 m de longitud. Es un material sumamente liviano.

Cajas

Al llegar los caños con sus cables en el interior al lugar de utilización de la energía eléctrica, se coloca una caja. Si se trata de una boca de techo, de donde penderá o se fijará una luminaria, la caja será de tipo octogonal. Para sujetar la luminaria, se colocará dentro de la caja octogonal una grapa como la mostrada en la Figura N° 2.26. En la Figura N° 2.27, se muestra la del tipo chico y la del tipo grande. Para las bocas de pared, destinadas a las luminarias de tipo **aplique**, también se puede emplear una caja octogonal. En los lugares en donde se colocará un tomacorriente o un interruptor, se coloca una caja rectangular, como la de las Figuras N° 2.29 y 2.30, provista de pestañas para sujetar la llave o los tomacorrientes. Obsérvese que, tanto las cajas octogonales como rectangulares, presentan unos círculos. Se trata de lugares ejecutados por medio de estampado en el proceso de fabricación, y que son fácilmente removibles con un golpe, dejando libre un agujero circular en donde se colocará el fin de un caño, como ya se vio en la Figura N° 2.25.

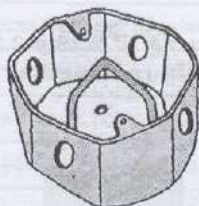


Figura N° 2.26
Caja octogonal
con un soporte para
la fijación de los artefactos
(ver Figura N° 2.28)

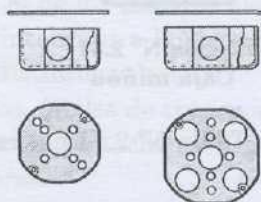


Figura N° 2.27
Cajas octogonales

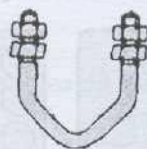
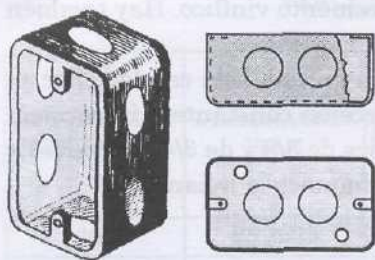


Figura N° 2.28
Soporte para sujeción
de artefactos



Figuras N° 2.29 y 2.30
Caja rectangular

Las cajas rectangulares se fabrican en forma estandarizada según las normas IRAM, Figuras N° 2.29 y 2.30.

Las cajas se colocan en cavidades efectuadas en la pared, y también se utilizan las llamadas cajas **miñón**, de dimensiones más reducidas, como se aprecia en el dibujo de la Figura N° 2.31.

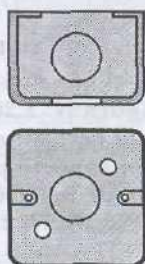


Figura N° 2.31
Caja miñón

Con menos frecuencia que las anteriores, se utilizan en las instalaciones las cajas cuadradas, cuyas dimensiones se aprecian en la Figura N° 2.32. Son apropiadas para empalmes, derivaciones, paso u otra contingencia en el trayecto de las cañerías principales.

Cuando las cañerías se colocan al exterior, se las sujeta con grapas o implementos como los ilustrados en las Figuras N° 2.33 y 2.34, llamados **abrazaderas** y **clavos de gancho**.

La Tabla N° 2.11 nos resume los tipos de cajas y sus empleos más frecuente.

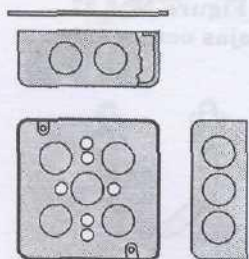


Figura N° 2.32
Cajas cuadradas



Figura N° 2.33
Abrazadera para
fijación de caños

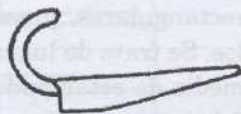


Figura N° 2.34
Clavo para fijación
de caños o grapas

TABLA N° 2.11
USO DE LAS CAJAS

FORMA	AGUJEROS DE 23 MM DE DIÁMETRO PARA CONECTAR A CAÑOS			USO MÁS FRECUENTE
	LATERALES	FONDOS	TOTAL	
Cuadrada	5	10	15	Paso, derivación, etc.
Octogonal grande	4	5	9	Bocas de techo (Centros)
Octogonal chica	4	1	5	Bocas de pared (Aplicques)
Rectangular	6	2	8	Llaves, tomas, bocas de TE, etc.
Miñón	4	1	5	Pulsadores, campanillas, etc.

Cable-canal

Son elementos destinados a alojar en su interior a los cables. Presentan una sección rectangular o cuadrada y tienen una tapa a todo lo largo de los mismos la cuál se fija a presión.

Se emplean en dos grandes campos: uno el de los tableros eléctricos y el otro en las instalaciones eléctricas de interiores a la vista.

Se fabrican en PVC auto extingible en distintos colores.

Las ventajas de su utilización son: livianos, fáciles de transportar, simples de trabajar, de fijación sencilla mediante remaches y brindan una buena protección mecánica a los conductores.

Fundamentalmente se reconocen los siguientes tipos de cable-canales:

- industriales
- para instalaciones a la vista
- zócalos

Los requisitos mínimos para sistemas de cable-canales de material plástico son los siguientes:

- buena resistencia mecánica
- no propagantes de la llama
- que no sean afectados por la radiación solar
- que tengan tapa removible sin necesidad de herramientas.

Los grados de protección según las normas IRAM de acuerdo al lugar de instalación son:

- interior de inmuebles y locales húmedos: IP413
- instalaciones a la intemperie sin estar afectados por chorro de agua: IP513
- locales mojados sin chorros de agua: IP543
- instalaciones a la intemperie o locales mojados con empleo de chorros de agua: IPX53
- locales con vapores corrosivos: IP653
- locales polvorientos: IP613
- locales de ambientes peligrosos: no es recomendable este tipo de canalización.

Industriales

Se construyen en dos tipos: los lisos y los ranurados. Su utilización está dada en la construcción de tableros eléctricos. Son de sección rectangular o cuadrada con dimensiones que van de: 15 x 15 mm a 100 x 70 mm. Se fabrican en largo de dos metros. Son de color gris y tienen como accesorios un dispositivo que permite fijar los cables dentro de ellos. Se fijan median remaches especiales.

Para la ejecución de instalaciones eléctricas a la vista

En este caso se puede decir que es un sistema, ya que no solo se fabrican los tramos rectos sino también codos, curvas, derivaciones en "T", uniones, cajas para alojar llaves y tomacorrientes, así como diversos adaptadores.

Son fabricados con diversas secciones, o sea como un solo conductor o bien con divisiones permanentes que se denominan multi-conductos que pueden ser dos o tres.

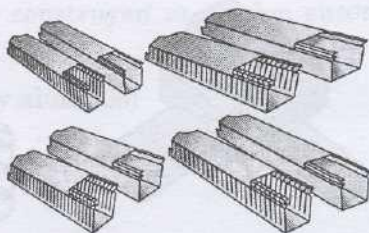
Los accesorios antes mencionados, permiten la ejecución de una instalación eléctrica completa de modo que presente una homogeneidad constructiva y una buena estética.

Estos sistemas se fabrican en colores muy claros, siendo las medidas de las secciones transversales las que van de 22 x 10 mm a 27 x 30 mm.

También existen sistemas de otras dimensiones por ejemplo de 100 x 50 mm en el caso de que los requerimientos en cuanto a cantidad de cables sean mayores.

Sistema de zócalos

Este sistema es similar al anterior en cuanto a las posibilidades y accesorios, solo que esta construido como su nombre lo indica, para ser montado como si fuera un zócalo.



Bandejas porta-cables

Los términos: bandejas porta-cables, en realidad definen un sistema que permite tender o soportar los cables. Es así que podemos decir: un sistema de bandejas porta-cables es una unidad o conjunto de unidades o secciones y accesorios asociados, hechos de metal u otro material incombustible que forma una estructura rígida para soportar a los cables.

Con el correr de los años, este sistema que primeramente fuera utilizado en las industrias en la actualidad es ampliamente usado en

Figura N° 2.35
Cable-canales

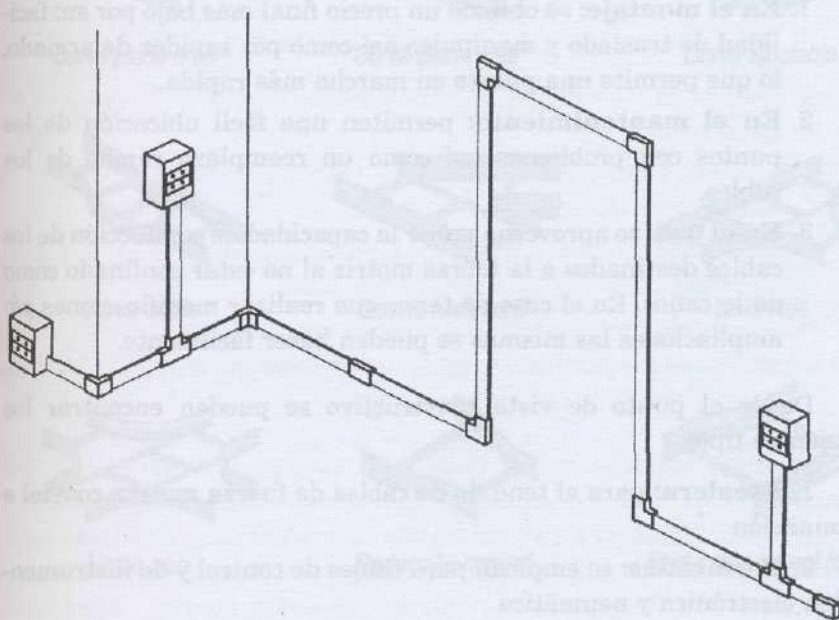


Figura N° 2.36
Ejemplo de cable-canales en el interior de una vivienda

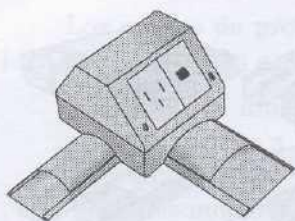


Figura N° 2.37
Accesorio
para el montaje
de tomacorrientes

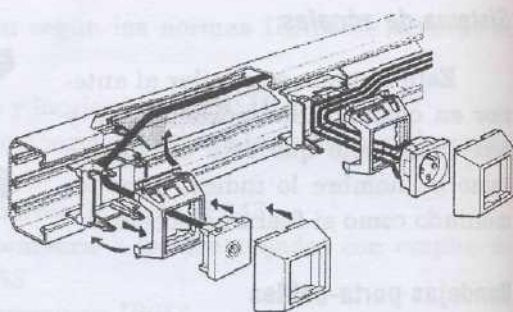


Figura N° 2.38
Sistema de cable-canal de uso interior
a la vista con diversos módulos instalados
sobre el mismo

distintos tipos de edificios, como lo son los de vivienda, supermercados, multicines, etc. Ello es debido a sus ventajas, a las que podemos clasificar de la siguiente manera:

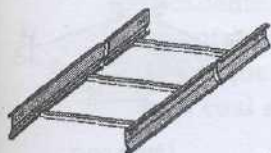
1. **En el montaje:** se obtiene un precio final más bajo por su: facilidad de traslado y manipuleo así como por rapidez de armado, lo que permite una puesta en marcha más rápida.
2. **En el mantenimiento:** permiten una fácil ubicación de los puntos con problemas así como un reemplazo rápido de los cables.
3. **En el uso:** se aprovecha mejor la capacidad de conducción de los cables destinados a la fuerza motriz al no estar confinado como en los caños. En el caso de tener que realizar modificaciones y/o ampliaciones las mismas se pueden hacer fácilmente.

Desde el punto de vista constructivo se pueden encontrar los siguientes tipos:

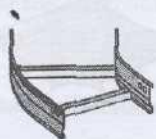
1. **Escalera:** para el tendido de cables de fuerza motriz, control e iluminación
2. **Perforadas:** se emplean para cables de control y de instrumentación electrónica y neumática
3. **Ciegas:** con las afectaciones del caso, por no permitir la libre circulación del aire, en cualquiera de los sistemas antes mencionados.

En cuanto al material con que se construyen se pueden encontrar de:

1. Chapa (hierro, acero inoxidable y aluminio)
2. Alambre
3. Plástico



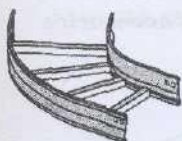
Tramo recto



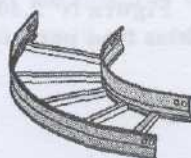
Curva plana a 30°



Curva plana a 45°



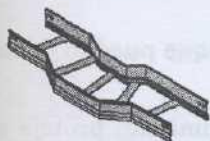
Curva plana a 60°



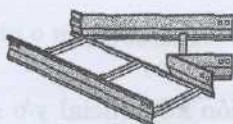
Curva plana a 90°



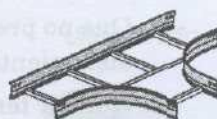
Curva ajustable



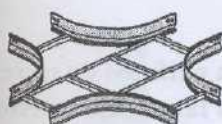
Curva doble



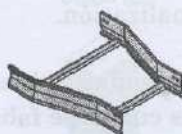
Desvío horizontal



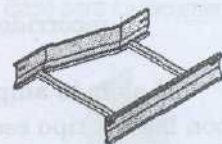
Unión tee



Unión cruz



Reducción central



Reducción lateral (der.)

Figura N° 2.39
Bandejas porta-cables tipo escalera y sus accesorios

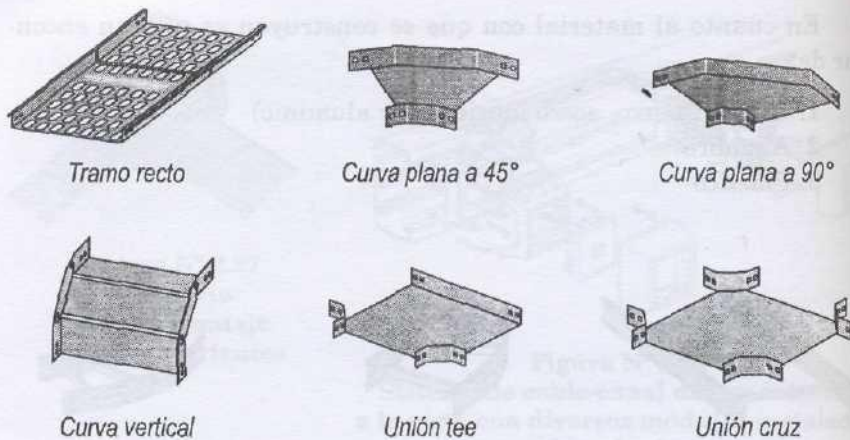


Figura N° 2.40
Bandejas porta-cables tipo perforada y sus accesorios

A los sistemas de bandejas porta cables se le debe exigir:

1. Que tengan suficiente rigidez mecánica para soportar el peso de los cables
2. Que no presenten filos cortantes o rebabas que puedan dañar el aislamiento de los cables
3. Que su terminación superficial y/o recubrimiento proteja adecuadamente el metal contra la corrosión
4. Que cuente con todos los accesorios adecuados para poder realizar todos los cambios de sentido y niveles que requiera la traza o recorrido de la canalización.

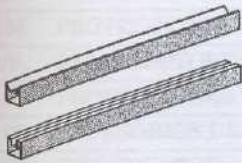
Las más ampliamente usadas, sobre todo en edificios de uso civil son las del tipo escalera, las cuales se fabrican en largos de 3 metros y anchos: 150, 300, 450 y 600 mm. Entre los accesorios se encuentran: curvas planas a 45°, 60° y a 90°, curvas ajustables (para ángulos no determinados), curvas dobles, curva verticales, desvío horizontal, unión "T", unión cruz, reducciones, tapas, separadores, cuplas para uniones, etc.

Estos accesorios nombrados son para formar la canalización en sí, pero también hay numerosos accesorios para el soporte de las mismas: grapa de suspensión, soporte de perfil tipo "C", ménsulas, varillas roscadas, tuercas, etc.

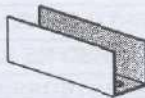
Con respecto a la terminación superficial, salvo que el ambiente presente alguna característica de agresividad determinada hacia el hierro se recubre mediante el cincado electrolítico o bien mediante el galvanizado en caliente. Siendo las aplicaciones clásicas de los mismos: el primero para interior y el segundo para exteriores. Esto termina siendo, relativo ya que el recubrimiento queda definido por el medio ambiente en el cual se montará el sistema.

Sistemas "C"

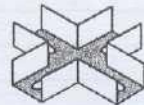
Estos sistemas tienen las mismas ventajas que los sistemas de bandejas porta cables, pero tienen un uso más limitado como lo son los



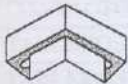
Perfil simple y doble



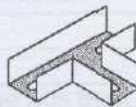
Cupla de unión



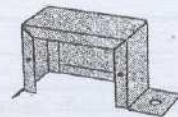
Unión en cruz



Unión en ángulo 90°



Unión tee



Base para tomacorrientes



Grapa de suspensión tipo J



Grapa de suspensión



Grapa para artefacto

Figura N° 2.41 Sistema C y sus accesorios

sistemas de iluminación de grandes áreas, depósitos, supermercados, o grandes tiendas.

La ventaja de estos sistemas es que permiten fijar a ellos las luminarias y a su vez contener los cables que las alimentan. Estéticamente resultan aceptables ya que suelen armonizar con el techo.

Estos sistemas se componen de tramos rectos y accesorios tales como: cupla de unión, uniones en ángulo, en cruz y en "T". Para poder soportar a estos se encuentran: grapas tipo "J" y grapa de suspensión. Para montar y conectar las luminarias se proveen: las grapas para suspensión de las luminarias y una base para poder montar unos tomacorrientes simple o múltiple.

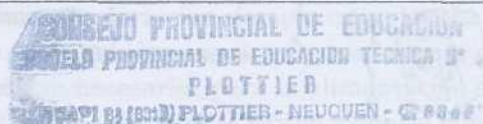
El tramo recto es un perfil del tipo "C" que puede ser simple o doble, siendo las medidas de los primeros 19 x 38 mm y 38 x 38 mm. En el caso de los segundos: 28 x 44 mm y 44 x 44 mm. El largo es de 3 metros.

Este sistema se construye con chapa de 1,65 mm y 2,10 mm de espesor. La terminación superficial se hace mediante el galvanizado en caliente en origen o bien se pueden pintar. Ver la Figura N° 2.38.

APARATOS USADOS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS. LLAVES O INTERRUPTORES. TOMACORRIENTES. FUSIBLES Y CONTACTORES

ÍNDICE

3.01.	INTRODUCCIÓN
3.02.	INTERRUPTORES Y TOMACORRIENTES
3.03.	OTROS COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS
3.04.	PROTECCIONES
3.05.	INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS O DISYUNTORES
3.06.	PROTECCIONES TÉRMICAS EN GENERAL
3.07.	ACCESORIOS DE LOS INTERRUPTORES
3.08.	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO TIPO GUARDA-MOTOR
3.09.	FUSIBLES
3.10.	OTROS FUSIBLES DE USO COMÚN
3.11.	CONTACTORES
3.12.	TABLEROS
3.13.	TABLEROS ELÉCTRICOS DE LOS INMUEBLES (Viviendas, oficinas y locales)
3.14.	FORMAS CONSTRUCTIVAS
3.15.	GRADO DE PROTECCIÓN DE LOS TABLEROS
3.16.	UBICACIÓN DE LOS TABLEROS



3.01. INTRODUCCIÓN

En el capítulo anterior hemos tratado las conducciones eléctricas (cables y canalizaciones) considerándolas como una parte vital de las

instalaciones eléctricas. En este capítulo, vamos a ver los elementos que, sumados a los anteriores, hacen propiamente a las instalaciones eléctricas.

Es necesario destacar que todos los elementos que veremos a continuación deben estar fabricados y ensayados según las normas IRAM y si hubiese algunos elementos que estas últimas no lo comprenden, se deberá recurrir a una norma de orden internacional.

No se puede pensar en instalaciones seguras y eficientes si sus componentes no reúnen las características exigidas por las normas.

3.02. INTERRUPTORES Y TOMACORRIENTES

Lo que comúnmente se denomina **llave**, es un interruptor o disyuntor en el vocabulario electrotécnico, cuya función es abrir o cerrar a voluntad un circuito eléctrico. Tiene la particularidad de que una vez en

una posición, sea abierto o cerrado, la conserva. Otro tipo de llave o interruptor es el **pulsador**, que cierra sus contactos mientras se lo presiona, abriéndolos cuando se lo deja de hacer.

El **tomacorriente** (denominado también **toma**) en cambio, es un dispositivo que permite unir o conectar un artefacto (velador, electrodoméstico, etc.) o consumo a un circuito para que el mismo suministre la energía eléctrica necesaria para su normal funcionamiento, y conserva esta conexión en forma constante, hasta que se procede a su desconexión.

Aspecto exterior	Esquema eléctrico	Simbolo IRAM	Denominación
			Interruptor unipolar de embutir
			Conmutador unipolar de embutir
			Pulsador de campanilla de embutir
			Tomacorriente bipolar con toma de tierra de embutir
			Interruptor unipolar exterior

Figura N° 3.01
Módulos típicos de llaves y tomas

En la Figura N° 3.01 hemos agrupado los dispositivos más comunes de las instalaciones eléctricas. En ese dibujo se ha presen-

tado, a la izquierda el aspecto que presenta el producto comercial. Luego el esquema eléctrico que nos sirve para interpretar su funcionalidad. Más a la derecha, el símbolo de acuerdo a la norma IRAM, para uso en los planos de instalaciones eléctricas. Finalmente en la última columna, la denominación técnicamente correcta. Debemos advertir al lector que, en la práctica corriente de las obras, se suelen usar denominaciones que se apartan de las que utilizaremos en este libro, pero debemos recordar que un técnico bien formado, debe en lo posible emplear un vocabulario normalizado y lo más correcto posible.

Las llaves se fabrican para tensiones de 220 volt de corriente alterna, y corrientes máximas de operación de 6 y 10 ampere; en cambio los tomacorrientes se fabrican para esta misma tensión pero corrientes de 10 y 20 ampere, los modelos que hemos descrito hasta aquí, son del tipo *para embutir*, es decir, para colocar en cajas embutidas en la pared. Fuera del alcance de la mano quedan todos los elementos bajo tensión, gracias a la colocación de tapas o chapas protectoras, que además de cumplir su función como tal, pueden tener efectos decorativos.

También existen los mismos elementos, o sea, interruptores, pulsadores y tomacorrientes, que se montan sobre la superficie de la pared y se los denominan de *exterior*. Para llevar a cabo este montaje y que no queden partes de los elementos con tensión al alcance de la mano, se utilizan cajas construidas para ello, que en general son de material plástico.

Además, es necesario indicar que los tomacorrientes deben ser para tres pernos (pines o puntos) o con borne para puesta a tierra, o sea $2 \times 10 \text{ A} + \text{T}$ de pernos chatos y fabricados según la norma IRAM 2071.

De la misma manera las **fichas** también deben tener tres espigas o pines. Siendo sus destinos: uno para el conductor vivo (V), otro para el conductor neutro (N), y finalmente el tercero para el de protección (PE) o de puesta a tierra.

Los **tomacorrientes o tomas** y las **fichas** deben ser los fabricados bajo las normas IRAM correspondiente.

Para conectar un artefacto cualquiera, por ejemplo una plancha o un velador, se debe utilizar un cable del tipo envainado que tenga a su vez tres cables, de los cuales dos son necesarios para la alimentación de corriente (vivo mas neutro), y el tercer conductor (PE) que viene de puesta a **tierra** de la instalación y que se considera que es un potencial nulo.

Si el artefacto en cuestión también está provisto de un borne o tornillo fijado a todas las partes conductoras expuestas al contacto con las

personas es posible unirlo, cable mediante, con la denominada **tierra**, esta conexión solo se admite si se hace mediante el tercer cable que forma parte del de la alimentación a los mismos. Esto garantiza que en caso de falla del aislamiento del artefacto, o sea, que uno cualquiera de los polos de la red pasa a tocar esas partes exteriores conductoras, se establece un contacto entre ese polo fallado y **tierra**, lo que hará funcionar inmediatamente las protecciones (interruptor diferencial, interruptor termo-magnético o fusibles), que abren el circuito sacando de servicio la línea seccional o el circuito de la instalación eléctrica que corresponda.

Las partes metálicas o conductoras que habitualmente no están bajo tensión pero que pueden tenerla debido a un defecto del aislamiento se denominan **masas**.

Todos los elementos mostrados en la Figura N° 3.01, se fijan a chapas adecuadas, llamadas **punto de sostén** o **bastidor**, las que a su vez, se fijan a la caja, la que puede ser rectangular o miñón, que puede estar embutida en la pared o sobre la superficie de la misma (exterior) por medio de tornillos, mientras que los diversos módulos se fijan a ese punto de sostén o bastidor, mediante tornillos o simplemente a presión, dado que están provistos de piezas elásticas llamados clips.

El punto de sostén o bastidor suele ser de chapa, material plástico de alta resistencia mecánica. La colocación de los módulos se hace por simple presión, empujando el módulo hacia dentro. Para sacarlo, se acude a la ayuda de un destornillador. Finalmente, todo se recubre con una tapa de termoplástico provista de aberturas, para los



Figura N° 3.02 Módulo fijado a presión

módulos. Dicha tapa, se fija también a clip al punto de sostén, por lo que no hay elemento metálico en la parte expuesta a las personas. Por ello, puede decirse que en estos sistemas modernos, hay una doble barrera de aislamiento entre personas y las partes bajo tensión: la chapa exterior y las partes aislantes del módulo propiamente dicho.

La Figura N° 3.02 muestra un módulo insertado a clip, mientras que la Figura N° 3.03 enseña un

módulo que se fija a tornillo, como es el caso de algunos modelos comerciales.

En la Figura N° 3.04 mostramos –en corte– un interruptor unipolar o como vulgarmente se dice, una llave de un punto. Según sea la posición de la palanquita de accionamiento, los contactos están abiertos o cerrados. Estos interruptores se diseñan para una corriente nominal de 6 amperes y hay modelos de hasta 10 amperes.

Como es la primera vez que se cita este valor, conviene recordar que la **corriente nominal** de un interruptor es el valor de la corriente que el interruptor puede conducir y cortar sin dañarse; para una gran cantidad de veces, la suficiente, como para garantizar una larga vida del aparato. En plaza hay interruptores para corrientes mayores, que responden a principios de funcionamiento diferentes.

Cualquiera de estos tipos puede encontrarse en formas constructivas: para embutir o para montaje exterior o de superficie, como mostramos en la Figuras N° 3.08 y 3.10, según sean los elementos de soporte o sostén y la caja exterior.

En la parte superior de la Figura N° 3.28 mostramos un esquema de una llave compuesta por cuatro polos, denominada también como tetrapolar, los que son accionados al mismo tiempo por un sistema de manija rotativa.

Cuando es necesario conectar varios artefactos o consumos y solo se dispone de un tomacorriente, se recurre a los **tomas múltiples** (Figura N° 3.05), que tienen cuatro o cinco bases tomacorrientes. Las distintas fábricas los ofrecen en distintas alternativas constructivas algunos con un interruptor general solamente o sin él y algunos vienen provistos con un fusible de protección.

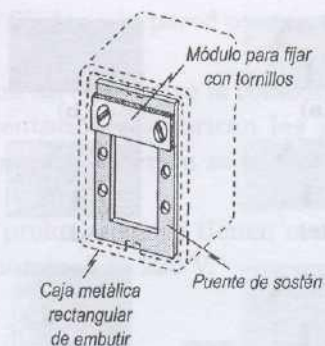


Figura N° 3.03
Módulo fijado con tornillos



Figura N° 3.04
Módulo de tomacorrientes

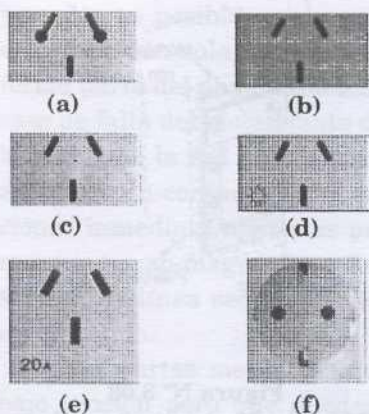


Figura N° 3.05

- (a) Toma combinado
- (b) Toma para tensión estabilizada (color rojo)
- (c) Toma con tierra
- (d) Toma para circuito de iluminación
- (e) Toma con tierra (2 módulos)
- (f) Toma Schuko (2 módulos)

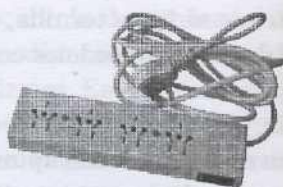
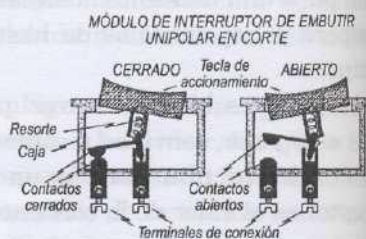
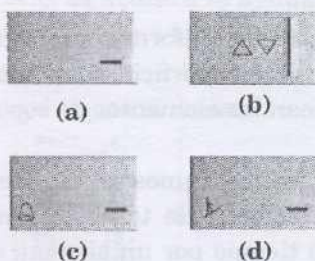
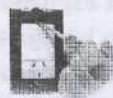
Figura N° 3.06
Tomacorrientes múltipleFigura N° 3.07
Interruptor unipolar de embutir hasta 10 A

Figura N° 3.08

- (a) Interruptor unipolar
- (b) Interruptor para el comando de cortinas de enrollar
- (c) Pulsador unipolar para campanilla
- (d) Pulsador unipolar para luces de pasillos

Figura N° 3.09
Armado de un bastidor con módulos tomacorriente e interruptor

Este tipo de toma múltiple puede ser fijados a la pared o estructura o bien pueden ser depositados en el piso.

Constructivamente parecidos pero con un cable para la conexión al tomacorriente de donde se toma la alimentación se fabrican las **prolongaciones** (Figura N° 3.15). El cable para la conexión se provee con distintos largos.

Tanto los tomas múltiples como las prolongaciones tienen una corriente nominal de 10 A para la tensión nominal de 220 V.

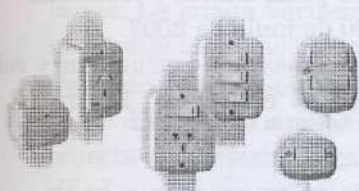


Figura N° 3.10
Base tomacorriente e interruptores
exteriores o de superficie



Figura N° 3.11
Ficha tomacorrientes
de dos espigas



Figura N° 3.12
Ficha tomacorrientes de tres
espigas o con espiga de puesta
a tierra



Figura N° 3.13 Base
y ficha tomacorrien-
te para 32 A

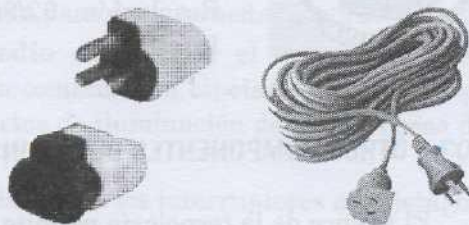


Figura N° 3.14 (izq.)
Base tomacorriente y ficha
para prolongación
Figura N° 3.15 (der.) Prolongación

Tomacorrientes y fichas certificados que están normalizados por IRAM

Tomacorrientes

Norma: 2071

2 x 10 + T Con pernos o pines chatos.

Su uso es obligatorio en las instalaciones eléctricas nuevas. Según Resolución APSE-IHA del 1° de enero de 2006. Figura N° 3.04

Norma: 63072

2 x 10 + T Bi norma con pernos o pines chatos y redondos.

Su uso está permitido hasta el 30 de junio de 2007.

Según la Resolución 9/2005 de Defensa del consumidor y solo es permitido en las instalaciones eléctricas existentes. Figura N° 3.05 (arriba a la izquierda).

Fichas

Norma: 2063

2 x 10 A 250 V para aparatos de clase II. Figura N° 3.11

Norma: 2073

2 x 10 A+T 250 V para aparatos de clase I. Figura N° 3.12



Identificación

Los productos de baja tensión deben llevar grabado en forma indeleble y claramente visible el SELLO DE SEGURIDAD, según lo exige la Resolución 92/98 y 109/2005 de Comercio Interior.

3.03. OTROS COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El avance de la tecnología permite que las viviendas y las oficinas cuenten con otros elementos que contribuyan a una mejor funcionalidad, seguridad y eficiencia. Las instalaciones eléctricas no solo se componen de llaves y tomacorrientes, existen otros elementos que pasaremos a describir a continuación.

- **Interruptor o llave de combinación:** esta destinado a comandar una o varias luminarias desde dos puntos distintos.
- **Interruptor de cuatro vías:** es una llave combinación bipolar que permite comandar luminarias desde varios puntos distintos
- **Variador de la intensidad luminosa:** se lo conoce comúnmente por su nombre original en idioma inglés: **dimmer**. Es un pequeño equipo dispositivo, que mediante una perilla permite variar la potencia que se le entrega a una o a varias lámparas a la vez. La citada variación en general permite pasar desde un nivel mínimo a uno pleno. Admiten controlar hasta 400 W.
- **Variador de velocidad para ventiladores de techo:** se trata de un dispositivo similar al descrito anteriormente al cual se le conecta el artefacto antes mencionado. En este caso, y por seguridad cuenta con un interruptor que le corta la alimentación al motor.
- **Automático de pasillo:** en realidad se trata de un temporizador que puede ser accionado desde varios lugares distintos mediante pulsadores. Permiten conectar hasta 800 W en lámparas. Al accionar el pulsador, comienza a trabajar el temporizador que activa a la iluminación conectada al contacto de salida. Luego de un tiempo preajustado que va desde 10 segundos hasta 5 minutos, el contacto vuelve a su estado inicial.
- **Luz vigía roja:** emite una luz roja de baja intensidad en forma permanente. Un indicador luminoso indica su posición en la oscuridad.
- **Zumbadores:** se utilizan para dar una señal sonora.
- **Interruptor intermedio de 4 vías:** el interruptor intermedio de 4 vías es una combinación bipolar, la cual tiene por objeto encender artefactos de iluminación desde "n" bocas distintas.
- **Interruptor tarjeta de hotel:** los interruptores a tarjeta, han sido creados para controlar y racionalizar el consumo eléctrico. Su uso permite comandar las alimentaciones eléctricas de una o varias zonas mediante la colocación o extracción de una tarjeta plástica en una ranura dispuesta a tal fin. Opera con un micro-interruptor que recibe la orden del ingreso de la tarjeta y

manda el cierre del contactor que a su vez cierra el circuito eléctrico de las luminarias. El retiro de la tarjeta, cambia el estado del contactor.

Cada uno de los elementos descritos son módulos que se montan, puente de sostén o bastidor mediante, en cajas rectangulares de embutir o bien externas o de superficie.

3.04. PROTECCIONES

Las protecciones de las instalaciones eléctricas están ligadas íntimamente con los interruptores. Hasta aquí hemos venido tratando a los denominados de efecto, o sea, los unipolares y mencionado a los tripolares y tetrapolares en estos casos los mismos solo pueden operar la apertura y el cierre en forma manual, o sea, de acuerdo a la voluntad o necesidad del usuario.

Los **interruptores automáticos**, son aquellos que no solo conducen o cortan la corriente sino que también actúan, abriendo el circuito si las condiciones no son las prefijadas, por ejemplo: sobrecarga o cortocircuito.

Todos los circuitos deben estar protegidos contra la persistencia de ciertas condiciones de funcionamiento anormales que, sin poderse llamar accidentes, no son admisibles. Las protecciones utilizadas en las instalaciones eléctricas se conectan en serie, y son mecanismos que actúan sacando de servicio la sección averiada, porque la persistencia de esas condiciones provoca: daño a los seres vivos, la inutilización de elementos, y / o incendios.

Los elementos destinados a las protecciones son de diversas índoles, para el caso de las sobre corrientes pueden agruparse en dos tipos: los **fusibles** y los **interruptores automáticos o disyuntores**.

Ambos elementos basan su principio de funcionamiento en la cantidad de calor generado por el paso de la corriente eléctrica a través de un elemento metálico y por efectos electro-magnéticos. Las acciones pueden ser en forma conjunta o individualmente (Figuras N° 3.19 y 3.20).

Las distintas actuaciones de los diversos elementos destinados a la protección de los circuitos eléctricos se ven reflejadas en las curvas de funcionamiento, o de respuesta. Estas curvas muestran en forma gráfica la respuesta del elemento frente a las magnitudes que están

controlando y se representan en un plano formado por dos ejes perpendiculares a los cuales se le asigna a uno la magnitud corriente y al otro la del tiempo. Por convención para que las curvas sean de más fácil comprensión y utilización estos ejes se dibujan en escala logarítmica. En la Figura N° 3.16 se muestra una curva genérica.

Estas curvas son proporcionadas por los fabricantes de los distintos componentes, a través de los catálogos técnicos, tanto sea en modo gráfico como magnético.

Volviendo a la Figura N° 3.16, todos los valores que se encuentran dentro de la zona de protección, corresponden a estados para los cuales la protección actúa, desconectando el circuito con lo cual se saca de servicio una parte del mismo. Por ejemplo, si se aplica una intensidad cualquiera I_1 , la protección actúa cuando pasó el tiempo t_1 . Para el tiempo t'_1 no funcionará. Y para el t''_1 lo hará con toda seguridad. La I_L es la intensidad límite, valor crítico que si se sobrepasa, hace actuar el mecanismo en un tiempo finito.

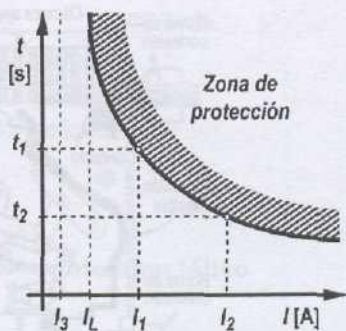


Figura N° 3.16
Curvas de funcionamiento de una protección por sobrecarga

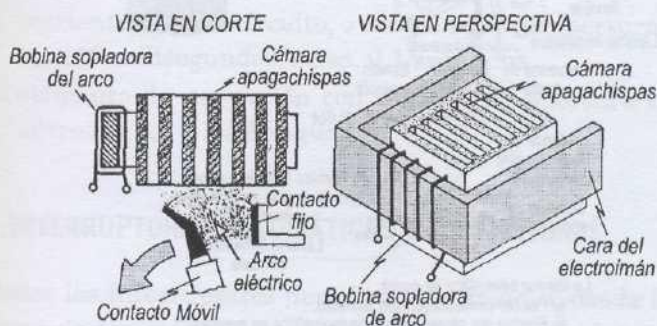


Figura N° 3.17
Cámaras "apaga chispas" de un interruptor termo-magnético o magneto-térmico

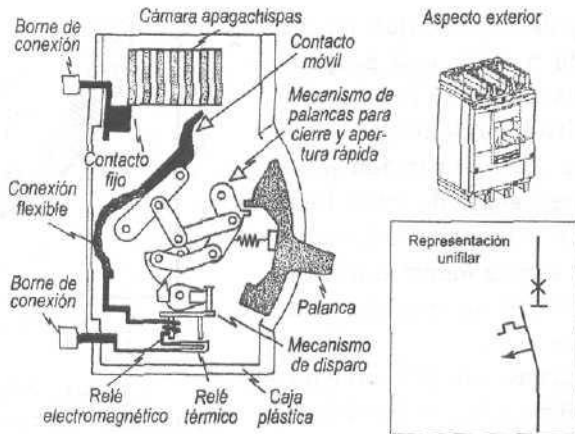


Figura Nº 3.18
Esquema de interruptor del tipo de "ion"

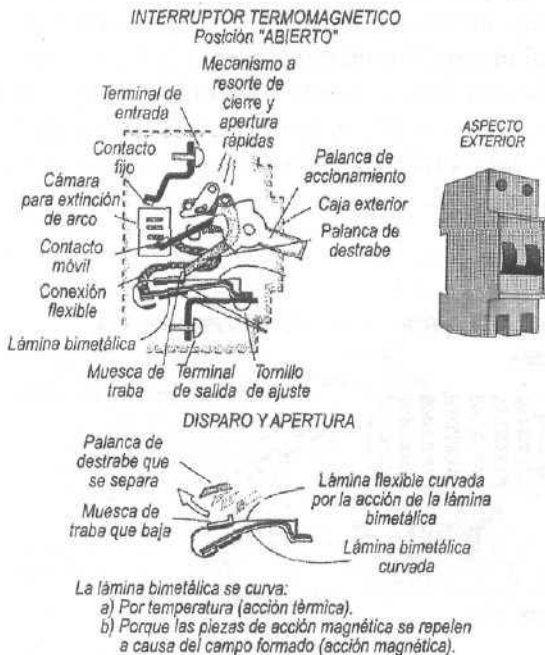


Figura Nº 3.19
Esquema de interruptor del tipo termo-magnético o magneto-térmico



Figura N° 3.20
Esquema de principio de un elemento bimetálico

Las sobre corrientes o sobre intensidades que se pueden presentar en cualquier circuito eléctrico son de dos tipos.

- **Larga duración.** Denominadas simplemente: sobrecargas
- **Breve duración.** Denominadas corrientes de cortocircuito

En la protección de las líneas frente a las corrientes de cortocircuito máximas se puede recurrir a:

- dispositivos limitadores de la corriente de cortocircuito, o con tiempos de apertura inferiores a los 100 milisegundos, o sea, 0,1 segundos.
- elemento de protección con tiempos de apertura comprendido entre los 0,1 y los 5 segundos.

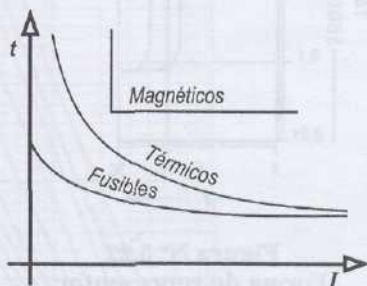


Figura N° 3.21
Curva característica tiempo-intensidad de corriente para diversos tipos de elementos de protección

3.05. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS O DISYUNTORES

Todos los interruptores descriptos hasta aquí, desde los de efecto (pequeños de los módulos unipolares) utilizados en las instalaciones domiciliarias (6 o 10 A), hasta los de accionamientos tripolares o tetrapolares para corrientes elevadas (1 000, 3 000 A, etc.), realizan la interrupción de la corriente en el aire, simplemente. Los contactos se sepa-

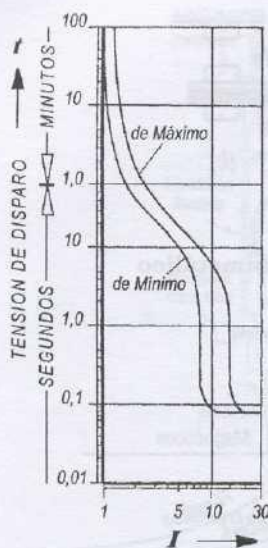


Figura N° 3.22
Forma de representar
las curvas
de respuestas de las protec-
ciones termo-magnéticas
o magneto-térmicas

ran y al hacerlo, se forma un arco voltaico que se extingue rápidamente a causa del alejamiento de los mismos. Todos los interruptores pequeños recién estudiados, hacen la separación de los contactos en forma rápida, por medio de adecuados mecanismos que le confieren a dichos elementos, una velocidad apreciable a fin de que el arco eléctrico no quede encendido sostenidamente, ya que ello dañaría irreversiblemente el material de los contactos. Inclusive, los extremos de los puntos que se separan se fabrican de materiales resistentes a la acción del arco eléctrico, como aleaciones de plata u otros materiales adecuados. Por estas razones, todos los interruptores son de **corte rápido**, y este efecto se logra por medio de adecuados sistemas de palancas y resortes que le confieren a

los contactos que se alejan, la rapidez suficiente para que la chispa eléctrica se apague en forma segura. Por otra parte, la disposición del mecanismo es tal, que al operador le resulta casi imposible cerrar o abrir los contactos en forma lenta, porque ello perjudicaría la operación del mismo. El sistema de palancas y resortes obliga al operador a decidir si abre o cierra, pero no elegir la velocidad con que lo hace.

Por medio de esta tecnología, el arco eléctrico se apaga en forma rápida y segura.

La palanca de los interruptores automáticos tiene tres posiciones: arriba (circuito abierto), en el medio u horizontal (indica que abrió el circuito debido a la acción de las protecciones) y abajo (circuito cerrado). No siendo posibles las posiciones intermedias a voluntad. El proceso físico de extinción del arco en los interruptores es un asunto bastante complejo y ha sido muy estudiado, existiendo abundante bibliografía para quien quiera profundizarlo, lo que no es un propósito de este texto. Por ello, digamos en términos abreviados que, a partir de ciertos valores

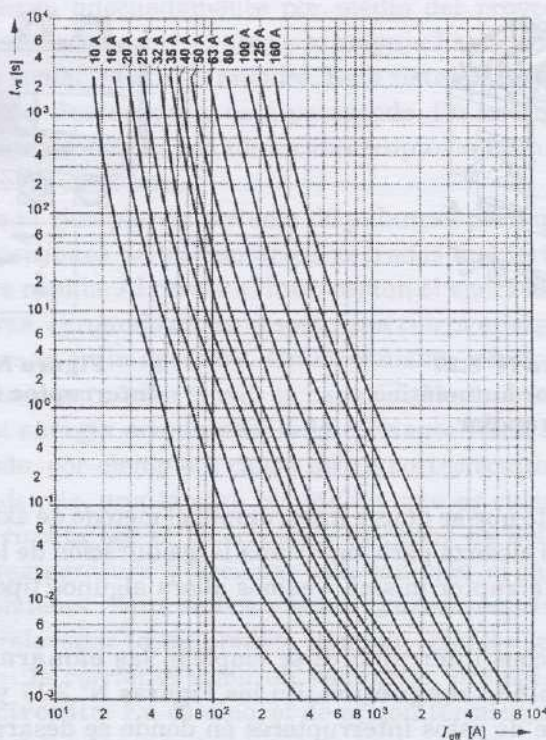


Figura N° 3.23
Curvas características tiempo corriente



Figura N° 3.24
Interruptor
termo-magnético
o magneto-térmico
tipo unipolar



Figura N° 3.25
Interruptor
termo-magnético
o magneto-térmico
tipo bipolar

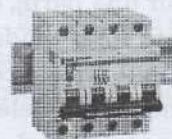


Figura N° 3.26
Interruptor
termo-magnético
o magneto-térmico
tipo tetrapolar

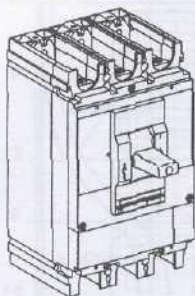


Figura N° 3.27
Interruptor automático
tetrapolar

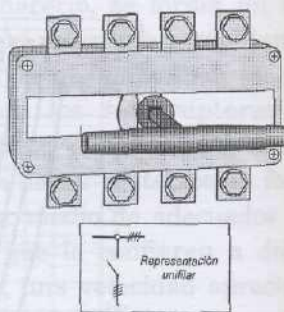


Figura N° 3.28
Interruptor tetrapolar

de la corriente que se quiere interrumpir, el método de extinción del arco en el aire, no alcanza para lograr una larga duración de los contactos, es decir, del interruptor mismo. Veamos ahora algunos tipos más avanzados

En muchos interruptores se emplean las **cámaras apaga chispas** y el **soplado magnético**. En las Figuras N° 3.17 y 3.18 se muestran la parte de estos interruptores en donde se desarrolla el proceso de apagado del arco voltaico. En la parte izquierda vemos el esquema en donde los contactos se separan. Uno es fijo y el otro es móvil, como ocurre en la mayor parte de los interruptores. Al separarse los contactos se forma el arco voltaico o arco eléctrico y el calor producido origina una corriente de aire caliente ascendente, como una especie de chimenea. Esa corriente de aire hace que el arco se alargue y suba, penetrando en la cámara apaga chispas. Allí se produce un doble efecto. Por una parte, el arco se subdivide en varios arcos pequeños, lo cual facilita su apagado, porque al fraccionarse se enfría. Pero, además, una bobina (llamada comúnmente sopladora) produce un campo magnético normal al arco eléctrico. En el dibujo, las líneas del campo magnético, son normales al plano del dibujo y perpendiculares a los filetes de corriente del arco. Si recordamos lo estudiado en Física, veremos que una corriente eléctrica ubicada en un campo magnético, se ve sometida a una fuerza como la que se produce en los conductores de un motor eléctrico y que lo hacen funcionar. Es la fuerza de Laplace, estudiada por J. M. Ampere en sus aspectos teóricos. Si los sentidos de campo y

corriente se eligen adecuadamente por medio del proyecto del interruptor, la fuerza actúa sobre el arco y lo empuja hacia arriba, como en una especie de sople. De allí su nombre. Este sistema se llama **de ion**, porque el arco se **desioniza**, y está patentado. En la Figura N° 3.18 tenemos una aplicación al caso de un interruptor automático de alta capacidad de corte en el aire.

Existe, en el ejemplo, un sistema de palancas para que solo sean posibles dos posiciones de los contactos: cerrados o abiertos. La apertura es siempre rápida. Al cerrar el interruptor, el operador debe hacer una cierta fuerza, cargando en un resorte una cierta energía potencial, que va a ser usada en la apertura. Un mecanismo compuesto por una pequeña bobina y un núcleo móvil, es capaz de destrabar el mecanismo y liberar la energía acumulada, si la corriente toma bruscamente un valor elevado, por ejemplo a causa de un cortocircuito en la instalación. Pero, además, una lámina bimetálica que es calentada por la corriente que circula por el interruptor, es capaz de deformarse por efectos de la temperatura y accionar ella también el mecanismo de destrabe del sistema. Pero ambos efectos ocurren en circunstancias diferentes. El relevador (comúnmente llamado relé) de acción magnética funciona si la corriente toma un valor alto, protegiendo para el caso de **cortocircuito**. En cambio, el de acción térmica, si la corriente toma un valor inadecuado, actúa después de un cierto tiempo, protegiendo para el caso de sobrecargas que pueden ser poco importantes, pero que si actúan un tiempo prolongado, pueden producir daños. Por ello se dice que el interruptor es **termo-magnético** o bien **magneto-térmico**. El arco se abre en una adecuada cámara de extinción. Tanto el relevador magnético como el térmico actúan sobre el mismo mecanismo, destrabando el sistema y haciendo que la energía que se acumuló en un resorte durante la operación de cierre, quede liberada y haga separar los contactos a una velocidad elevada. En la parte derecha de la Figura N° 3.18 tenemos el aspecto exterior de este tipo de interruptor que se emplea en las instalaciones eléctricas de edificios e industrias.

Este tipo de interruptor termo-magnético o magneto-térmico también los suele denominar como **interruptor de caja moldeada** o por su denominación en el idioma inglés "molded case".

Es necesario destacar que constructivamente o físicamente estos interruptores se fabrican en dos formatos: uno el que se denomina

comúnmente "termo-magnético" y es del tipo unipolar y los de caja "moldeada" que pueden ser bipolares, tripolares o tetrapolares.

Con respecto al primero si bien su construcción es unipolar se proveen en forma bipolar, tripolar y tetrapolar. Ello se logra mediante un accesorio que conecta mecánicamente las manijas de cada uno de ellos, como vemos en las Figuras N° 3.25 y 3.26 respectiva. Se fabrican para tensiones hasta 500 V y con rangos de corrientes esta entre los 0,5 A y los 125 A. Y con poder de corte 10, 15 y 20 kA.

En cambio los interruptores de caja moldeada se construyen para tensiones 1 000 V y corrientes que van desde los 100 A hasta los 3 200 A. Con poder de corte de 25 a 70 kA.

Es importante resaltar, que las protecciones antes descriptas son del tipo electro-mecánicas, o sea, están compuestas por mecanismos y elementos enteramente mecánicos van siendo paulatinamente reemplazadas por elementos electrónicos.

Las protecciones electrónicas funcionalmente son idénticas a las electromecánicas pero con las ventajas de ser más versátiles, exactas y confiables, con lo cual se pueden lograr mejores regulaciones que a su vez son más precisas y también actúan más rápidamente.

Es de hacer notar que, los interruptores en general, no tienen toda la misma capacidad de corte, según se trate de corriente alterna o de corriente continua. El arco formado en corriente continua es de naturaleza más severa, por lo que la capacidad de corte en continua es menor que en alterna.

Dentro de la gama de interruptores termo-magnéticos en aire, como los que hemos descrito, son los de conformación "unipolares" (las RIEI dice que todas las protecciones deben ser bipolares como mínimo para interrumpir tanto fase como neutro simultáneamente) son más apropiados para uso domiciliario, no descartándose en absoluto otras aplicaciones. En la Figura N° 1.14, ya hemos señalado su presencia en instalaciones. En la Figura N° 3.19 tenemos el croquis de uno de ellos, en corte.

En la parte inferior hay una lámina bimetálica sobre la que hablaremos mas adelante, que al pasar por ella la corriente del interruptor, se calienta y deforma. Al proceder así, el movimiento ocasiona el disparo del mecanismo que de esa manera se ve destrabado. Al cerrar el interruptor en contra de las fuerzas del resorte, se acumuló energía que así se ve liberada y se encarga de la maniobra de apertura en forma rápida. La pieza bimetálica tiene, además, un aditamento de naturaleza

magnética, que se ve sometido a la acción del campo magnético que la misma corriente ocasiona en las inmediaciones. Si bien en este modelo no se llega a apreciar la bobina formada, el simple recorrido de los conductores ocasiona el campo necesario como para que se produzca un efecto magnetizante y el desarrollo de las fuerzas correspondientes. Estos tipos de interruptor tienen cámara apaga chispas y bobina sopladora del arco. La Figura N° 3.18 tiene, en sus leyendas, información para complementar esta descripción teórica. En la misma figura se aprecia la representación convencional conforme a las normas internacionales de la **International Electrotechnical Commission (IEC)** e **IRAM**, que habitualmente se emplean para este tipo de interruptor.

Si bien todos los interruptores automáticos de baja tensión tienen en mismo principio de funcionamiento, tal como es descrito más arriba, en la práctica cotidiana la identificación de los interruptores es la siguiente:

- **Termo-magnéticos:** son los interruptores unipolares con corriente nominal máxima de 125 A y capacidad de ruptura máxima de 15 kA. Es posible acoplarlos de dos en dos, tres o cuatro, según que la instalación sea monofásica (recordamos que el RIEI exigen que en los circuitos monofásicos sea interrumpido el neutro también), trifásica de tres conductores o trifásica de cuatro conductores. Su utilización está más generalizada, tal como lo hemos mostrado antes en las instalaciones domiciliarias. También son muy empleadas en los grandes circuitos de iluminación y como interruptor general de pequeños tableros.
- **Interruptor automático:** son los interruptores en los cuales los tres o cuatro polos, junto con los elementos de protección vienen en una sola unidad (denominados también de caja moldeada). El rango de corrientes es más amplio ya que abarca de los 63 a 1250 A con poder de corte que llegan a los 100 kA. Su empleo mayoritario se los hace en los tableros principales o en tableros de fuerza motriz. Son por decirlo de alguna manera, los que se utilizan por excelencia en los tableros de potencia para usos industriales.

Volviendo al primero de los tipos, arriba mencionado, o sean los que hemos denominados termo-magnéticas, destacando que según las distintas bibliografías reciben el nombre de magneto-térmicos.

Se fabrican para tensiones de empleo de 230/400 V o 250/440 V de corriente alternada y 60/125 V en corriente continua.

Sus calibres o corrientes nominales varían según los distintos fabricantes, es así como encontramos: 0,5, 1, 2, 3, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 y 125.

En cuanto a la capacidad de cortocircuito, los distintos fabricantes los hacen para distintas series de valores: 3, 5, 6, 10 y 20 kA.

Es necesario señalar que no todos los valores de corrientes nominales tienen este rango de capacidad de cortocircuito. De la misma manera no todos los valores de corriente nominal tienen todas las curvas características de disparo (B, C y D).

En cuanto a la norma de fabricación, responden a las normas internacionales IEC 60.898 e IEC 947-2 y las IRAM NM 60669-1 y 2169, según el fabricante.

Este tipo de interruptores cuenta con líneas de accesorios que le permiten el agregado de distintas funciones o facilidades para su montaje y conexionado. Por ejemplo: barras aisladas tripolares o tetrapolares que permiten hacer la conexión de la alimentación a todo un grupo, contactos auxiliares, elementos para hacer la apertura a distancia, etc.

En cuanto a su montaje dentro de los gabinetes, se hace sobre un riel de chapa plegada denominado tipo DIN, el cual a su vez se fija en el fondo de los mismos.

Se proveen gabinetes de fabricación estándar que permiten alojar distintas cantidad de interruptores, desde tres a varias docenas. Las características constructivas son de lo más diversas, pasando desde aquellas destinadas a talleres a las que deben ser colocadas en edificios residenciales o de públicos por ende estas últimas presentan detalles decorativos (diversos colores, puertas translucidas, etc.)

A los fines de lograr una mejor aplicación que permita obtener la protección adecuada, las curvas características de la protección en si han sido clasificadas según el uso que se le vaya a dar. Es así como podemos encontrar en la Tabla N° 3.01 siguiente el empleo que se debe hacer de cada tipo de curva

3.06. PROTECCIONES TÉRMICAS EN GENERAL

Las protecciones térmicas se denominan también **bimetálicos**, ya que su funcionamiento se basa en el efecto de dilatación que se produce

TABLA N° 3.01
CARACTERÍSTICAS Y USO DE LAS CURVAS DE PROTECCIÓN

CARACTERÍSTICAS	EMPLEO
A	Protección limitada de semiconductores Protección de medición con transformadores
B	<i>Protección de conductores</i> Uso domiciliario con limitaciones
C	Protección de conductores Uso domiciliario con limitaciones Uso industrial con limitaciones
D	Protección de cables en circuitos de baja tensión (110 V) Uso industrial con fuertes corrientes de inserción

al calentarse los metales. En estos casos se utilizan dos metales de muy distinto coeficiente de dilatación que están soldados en toda su longitud. Al elevarse la temperatura de este elemento formado por los dos metales, por intermedio de la corriente eléctrica que circula por una resistencia próxima a estos, hace que cambien notablemente su forma, y el movimiento se aprovecha para accionar un mecanismo de disparo, que a su vez hace accionar el mecanismo de apertura de los contactos principales, ya que de por sí el sistema no tiene fuerza suficiente, ni se mueve con la rapidez necesaria para lograr la apertura del circuito.

En la Figura N° 3.16 tenemos una de las muchas disposiciones. En la parte (a) vemos el esquema general, y en la (b) el extremo que está provisto de dos contactos, que estarán abiertos en frío, y cerrados en caliente. Este circuito comandará por lo general la llave de la corriente principal.

Se encuentran en plaza interruptores automáticos térmicos más sencillos, en donde la deformación del bimetálico (Figura N° 3.20) hace actuar un mecanismo, el que suelta un resorte que abre la llave. En todos los casos, para volver a cerrar la llave hay que eliminar la causa que motivó su funcionamiento, y esperar que se enfríe el bimetálico.

En la Figura N° 3.21 hemos reunido las características de las protecciones, para poderlas comparar.

En las Figuras N° 3.22 y 3.23 podemos apreciar la forma en que se entregan los valores de las protecciones, sean termo-magnéticas como fusibles. Se prefieren escalas logarítmicas para poder abarcar la amplia gama de valores, dentro de un espacio razonable y tener una visión de conjunto.

3.07. ACCESORIOS DE LOS INTERRUPTORES

Como se ha descrito hasta aquí, hay distintos tipos constructivos de interruptores automáticos, tanto sean unipolares, bipolares, tripolares o tetrapolares, todos ellos con la misión de proteger la carga en caso de sobrecargas de largas duración o bien cuando se presentan corrientes de elevado valor y corta duración como en el caso de los cortocircuitos. Pero formando parte de ellos existen los denominados **accesorios** sirven para agregarles otras funciones a las mencionadas anteriormente o para dotarlo de otras características operativas o de seguridad.

A continuación mencionaremos algunas de las más comunes, aclarando que tal vez existan otras que no sean tan comunes o que sean especiales de determinados fabricantes.

- **Contactos auxiliares:** son contactos normalmente abiertos o normalmente cerrados en cantidades predeterminadas por cada fabricante que se utilizan para dar señales de que el interruptor está abierto o cerrado.
- **Bobinas de disparo:** permite abrir el interruptor a distancia y a voluntad, por razones de seguridad.
- **Bobina de cero tensión:** en caso de cortarse la tensión de alimentación del interruptor provoca la apertura del mismo.
- **Bloqueo mediante candados:** tanto sea en el mando normal como en el rotativo permite la colocación de candados para bloquear la maniobra del interruptor. Figura N° 3.08.
- **Enclavamiento manual:** es un accesorio que mecánicamente une las dos manijas de otros tantos interruptores de forma tal que cuando se opera uno de ellos lo hace el otro en sentido contrario. Cuando se abre uno de los interruptores se cierra el otro. Figura N° 3.18.

3.08. INTERRUPTOR AUTOMÁTICO TIPO GUARDA-MOTOR

Dentro de los interruptores automáticos, podemos encontrar un tipo denominado **guarda-motor**. Constructivamente es idéntico que los que hemos venido tratando solo que: las curvas de respuestas de sus elementos de protección están diseñadas y construidas de acuerdo a las características operativas de los motores eléctricos de inducción.

Existiendo a su vez dos tipos bien diferenciados. Uno de estos son los **magnéticos** que solo cuentan con la protección para cortocircuito, o sea,

que cumplen la misma funciones que los fusibles (de ambos tipos), con las ventajas de ser regulables en sus rangos.

Se emplean en forma conjunta con un contactor y la protección térmica que se adosa a estos para proteger el motor contra sobre cargas.

El segundo tipo **termo-magnético** es el que cuenta con ambas protecciones, o sea, para cortocircuito y para sobrecargas del motor.

Se suelen proveer en un pequeño tablero que los aloja en forma unitaria, de modo que son apropiados para el caso en que se tiene un solo motor. Pero no se descarta en su absoluto su aplicación en los tableros o para un número elevado de motores.

En ambos casos se disponen de distintos tipos de accesorios al igual que los interruptores automáticos antes descriptos.

Se fabrican para tensiones de hasta 500 V y para de motores de 0,25 hasta los 300 kW.

3.09. FUSIBLES

Introducción

Los fusibles son los elementos más primitivos que se conocen para la protección de los circuitos eléctricos. Thomas Alva Edison los patentó en el año 1 880. El primer fusible de potencia desarrollado en el año 1 910.

El fusible basa su funcionamiento en el principio de la electrotecnia (Ley de Joule) por el cual al circular una corriente eléctrica por un inductor, el mismo se desarrolla una cantidad de

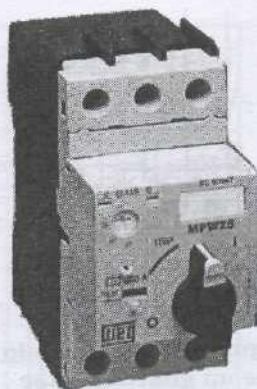


Figura N° 3.29
Guarda-motor

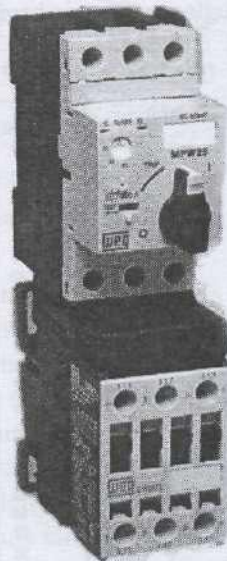


Figura N° 3.30
Guarda-motor y contactor

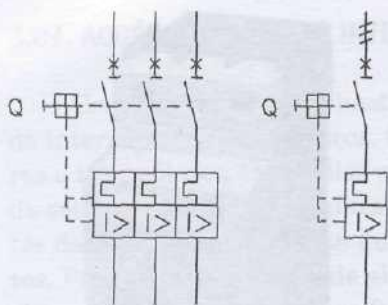


Figura N° 3.31 Símbolo de un guarda-motor

calor. Siendo en el fusible este conductor el denominado **elemento fusible**, cuando la corriente adquiere valores tales que el calor desarrollado lo funde, el circuito se abre con lo cual cesa el pasaje de la corriente. El diámetro o sección del elemento fusible determina la corriente admisible por el elemento fusible propiamente dicho. Dicha corriente admisible debe estar en concordancia con la que se quiere controlar.

A partir de este principio elemental, se han y se siguen construyendo fusibles de todo los tipos constructivos y funcionales imaginables. A través de los años su construcción se fue modificando acorde a los requerimientos de los distintos tipos de instalaciones eléctricas o equipos a proteger y del acceso a nuevos materiales o tecnologías para su obtención. Es así como hoy, es posible encontrar una

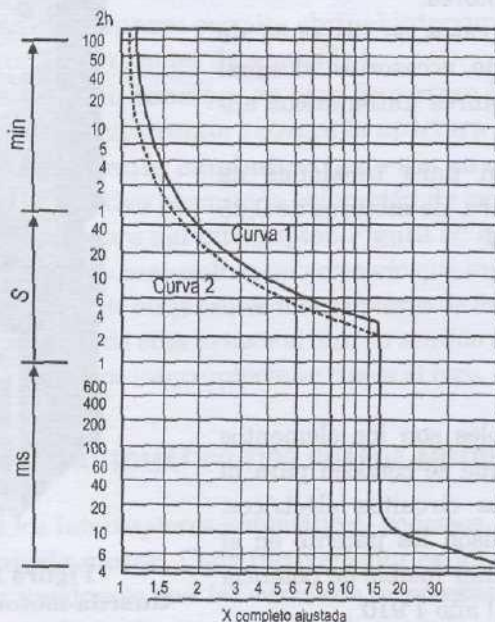


Figura N° 3.32 Curvas de la protección de un guarda-motor termo-magnético

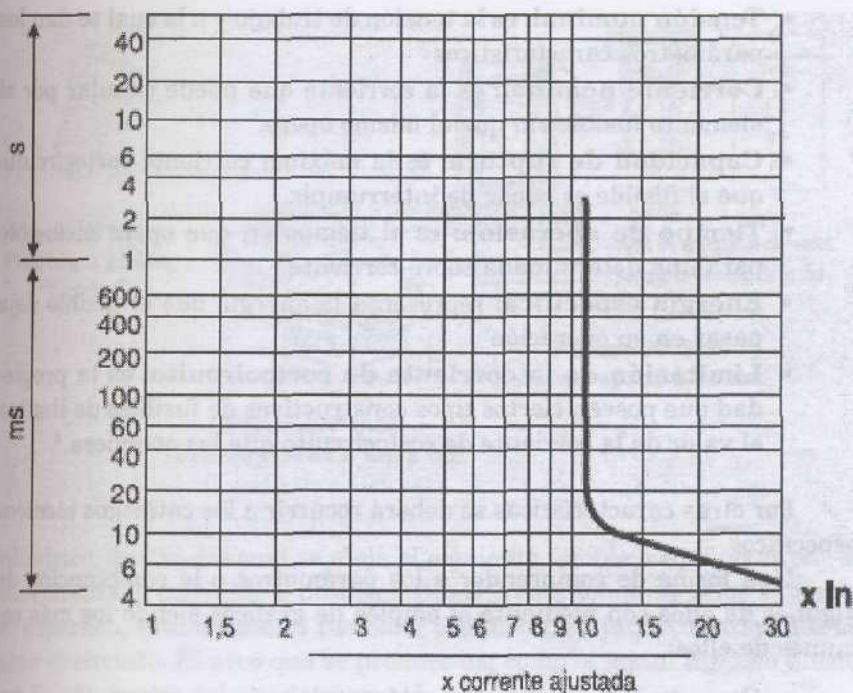


Figura N° 3.33
Curvas de la protección de un guarda-motor magnético

gran variedad de ellos que están disponibles para la diversidad de usos que se los requiere. Su empleo es muy difundido por su eficacia y su bajo costo. Es así como es posible encontrarlos desde tensiones del orden de los 132 000 volt hasta de fracciones de volt. Esto hace que los mismos tengan distintas formas constructivas así como un muy variado espectro de características eléctricas, por lo cual en los párrafos siguientes nos ocuparemos solo de aquellos que se emplean en las instalaciones eléctricas propiamente dichas y en los circuitos de fuerza motriz más simples, dejando las aplicaciones específicas a la bibliografía específica.

Características de los fusibles

Los fusibles como todos los elementos de uso eléctrico presentan características constructivas o mecánicas y también eléctricas. Entre está últimas son las que se detallan a continuación.

- **Tensión nominal:** es la tensión de trabajo y a la cual se dan los parámetros característicos
- **Corriente nominal:** es la corriente que puede circular por el elemento fusible sin que el mismo opere.
- **Capacidad de ruptura:** es la máxima corriente cortocircuito que el fusible es capaz de interrumpir.
- **Tiempo de operación:** es el tiempo en que opera el fusible para una determinada sobre-corriente
- **Energía específica:** representa la energía que el fusible deja pasar en su operación
- **Limitación de la corriente de cortocircuito:** es la propiedad que poseen ciertos tipos constructivos de fusibles de limitar el valor de la corriente de cortocircuito que los atraviesa.*

Por otras características se deberá recurrir a los catálogos técnicos específicos.

Una forma de comprender a los parámetros o la combinación de algunos de ellos son mediante el empleo de gráficos siendo los más comunes de ellos:

- **Características de operación en los ejes:** corriente (r. m. s.) - tiempo de fusión.
- **Energía específica, con ejes:** corriente nominal - energía específica.
- **Limitación de la corriente de cortocircuito en los ejes:** corriente de corte - corriente de pico.

Tipos de fusibles

Dentro de los fusibles destinados a los sistemas eléctricos de baja tensión, existen diversos tipos y aplicaciones a continuación se tratarán los más comúnmente empleados tanto sea en los inmuebles destinados a viviendas como aquellos que se utilizan en los circuitos de fuerza motriz elementales.

Fusible de uso domiciliario

En nuestro medio y para las instalaciones domiciliarias comunes se usan los denominados **tapones**. Consisten en un cuerpo de porcelana



Figura N° 3.34
Fusible a rosca
"tapón"

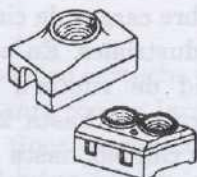


Figura N° 3.35
Interceptores o base UZ

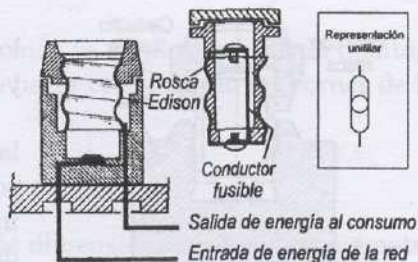


Figura N° 3.36
Interceptor a rosca

cilíndrico, dentro del cual se aloja el elemento fusible o conductor por el cual circula la corriente a proteger. Cuando esta toma un valor superior al esperado, este elemento fusible o conductor se funde, con lo cual se abre el circuito. El arco que se produce así como el metal fundido queda confinado dentro del citado cuerpo de porcelana.

Estos fusibles se montan o se intercalan en el circuito eléctrico mediante el uso de un porta-fusible que tiene un cuerpo de porcelana con rosca, llamada **interceptor** o base porta fusible **tipo UZ**.

El interceptor a rosca, tan común en las instalaciones domiciliarias, se ve en la Figura N° 3.34 que permite apreciar la disposición eléctrica y complementando lo ya visto en la Figura N° 1.13.

Fusibles tipo cartucho Diazed

En este tipo el elemento fusible propiamente dicho se encuentra en un cartucho de porcelana hermético el cuál esta lleno con arena de cuarzo para que apague el arco, absorbiendo la energía liberada por este ya que el mismo se produce en el seno del mismo.

Estos cartuchos tienen el elemento fusible o conductor fusible, montados dentro de ellos de modo que ofrecen un cierto grado de dificultad para repararlos, aunque no su imposibilidad.

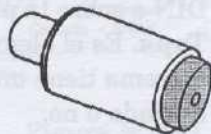


Figura N° 3.37
Cartucho fusible

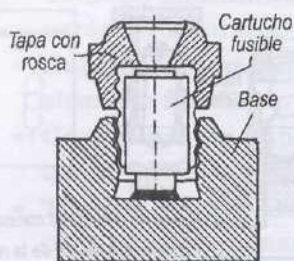


Figura N° 3.38
Tapa, cartucho fusible y base

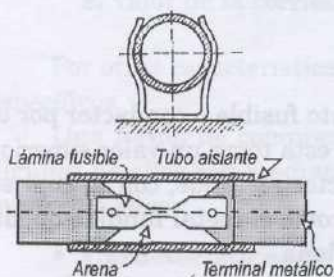


Figura N° 3.39
Fusible a lámina

Se pretende que no se reparen a los fines de asegurar una cierta calidad y precisión en la operación de corte.

Estos fusibles se emplean para la protección contra cortocircuitos y sobre cargas de circuitos hogareños e industriales. En cuanto a su capacidad de ruptura podemos decir lo siguiente: hasta 220 V es ilimitada. En cambio, hasta 500 V la misma es de 70 kA.

Su característica de fusión se la denomina mediante las siglas GL (lento / rápida) y responde a las normas IRAM, DIN, VDE e IEC.

Este tipo de fusible se fabrican con corrientes nominales que van de los 2 a los 63 A eso hace que tengan distintas formas constructivas y es por ello que se fabrican con rosca tipo Edison 27 para corrientes nominales de 2 a 25 A y con la del tipo Edison 33 para los de 33 a 63 A.

A los fines de poder identificar el calibre del cartucho fusible a través del visor que tiene la tapa los mismos tienen una chapita circular coloreada, la cual se desprende cuando el elemento fusible ha actuado. Cada color representa un calibre del cartucho.

La correcta utilización de estos elementos fusibles requiere de ciertos accesorios como:

- **Base.** Permite la conexión o intercalación del fusible en el circuito a proteger. Se proveen para ser montadas sobre riel tipo DIN o sobre la placa de montaje de los tableros.
- **Tapa.** Es el elemento que fija el cartucho a la base. En su parte extrema tiene un visor que permite ver si el elemento fusible ha actuado o no.
- **Anillo.** Se fija en el fondo de la base mediante un tornillo y sirve para evitar que se coloque un cartucho de un calibre superior al seleccionado originalmente.

- **Cubre rosca.**
- **Protección.** Se la utiliza cuando se emplea la base de montaje sobre riel DIN para evitar de hacer contacto con los bornes de la base.

Fusibles cilíndricos

Son fusibles del tipo cartucho de dimensiones reducidas: diámetro entre los 8 y los 22 mm con un largo que va desde los 31 a los 58 mm. Se fabrican en dos tipos de características de fusión: **lentos (gL)** y los **ultrarrápidos (aR)**.

Las curvas características: corriente-tiempo y de limitación de la corriente de cortocircuito son similares a la de los fusibles tipo NH.

Los tamaños constructivos y características eléctricas se pueden ver en las tablas siguientes.

Como puede observarse en las Tablas N° 3.03 y 3.04 precedentes existe una gran diversidad de corrientes nominales, tensiones y capacidad de ruptura. Es justamente sobre esta última característica que es necesario centrar nuestra atención ya que los valores nos muestran que los mismos a pesar de su reducido tamaño poseen una alta capacidad de ruptura, lo cual lo hace apto para reemplazar en determinada aplicaciones al clásico fusible del tipo NH.

También se fabrica un cartucho especial para el neutro, el mismo no tiene en su interior el elemento fusible.

A continuación veremos los porta-fusibles que alojan y conectan a estos cartuchos fusibles cilíndricos.

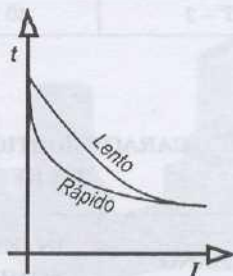


Figura N° 3.40
Curvas tiempo-intensidad de corriente para fusibles lentos y rápidos

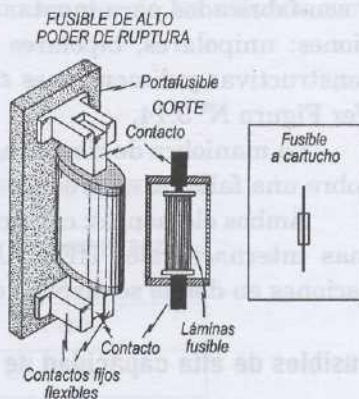


Figura N° 3.41
Base porta fusibles y cartucho fusible de alta capacidad de ruptura

TABLA N° 3.02
CARACTERÍSTICAS DE LOS FUSIBLES CILÍNDRICOS
DE RESPUESTA LENTA GL

TAMAÑO	INTENSIDAD NOMINAL [A]	TENSIÓN NOMINAL [V]	CAPACIDAD DE RUPTURA [kA]
T - 00	0,5 a 25	500 y 400	20
T - 0	1 a 32	500 y 400	120
T - 1	6 a 50	660, 500 y 400	80 y 120
T - 2	40 a 125	660, 500 y 400	80 y 120

TABLA N° 3.03
CARACTERÍSTICAS DE LOS FUSIBLES CILÍNDRICOS
DE RESPUESTA ULTRA RÁPIDA AR

TAMAÑO	INTENSIDAD NOMINAL [A]	TENSIÓN NOMINAL [V]	CAPACIDAD DE RUPTURA [kA]
T - 0	1 a 32	660	100

Los porta-fusibles para estos cartuchos cilíndricos son seccionables y son fabricados para montar sobre riel tipo DIN. Se presentan en versiones: unipolares, bipolares y tripolares. Siendo sus características constructivas y dimensiones similares a las clásicas termo-magnéticas. Ver Figura N° 3.14.

La maniobra de cierre se realiza sin riesgo ya que en caso de cerrar sobre una falla no se produce ninguna expulsión.

Ambos elementos: cartucho y porta-fusibles se fabrican según normas internacionales (IEC, UNE, VDE, etc.) y son aptos para aplicaciones en donde se dispone de una corriente de cortocircuito elevada.

Fusibles de alta capacidad de ruptura

Este tipo de fusibles, más comúnmente conocido como "NH" (el nombre proviene de siglas del idioma alemán) y como su nombre lo dice tienen una alta capacidad de ruptura o de corte frente a las corrientes de cortocircuito. Su habilidad consiste en interrumpir la corriente de

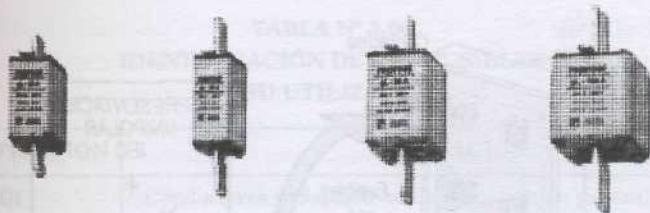


Figura N° 3.42
Cartuchos fusibles tipo NH o de alta capacidad de ruptura (ACR)

cortocircuito en un brevísimo lapso de tiempo (0,5 ms) con lo cual se minimizan los efectos de estas corrientes.

La capacidad de limitación de la corriente de cortocircuito con tensiones de hasta 500 V supera los 100 kA., en tensión continua suele ser menor y esta acorde con la corriente nominal del cartucho fusible.

La fabricación de estos cartuchos fusible se hace por tamaños. Los tamaños van asociados a las corrientes nominales de los mismos como lo muestra la Tabla N° 3.04.

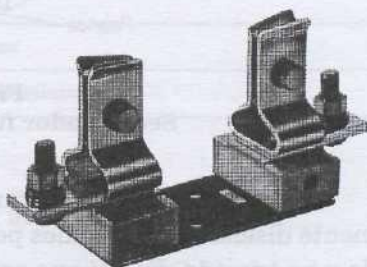


Figura N° 3.43
Base para fusibles tipo NH

TABLA N° 3.04
CORRIENTES NOMINALES DE LOS FUSIBLES

TAMAÑO	RANGO DE CORRIENTE [A]
00	6 A 160
1	35 A 250
2	315 A 400
3	425 a 630
4	800 a 1 250

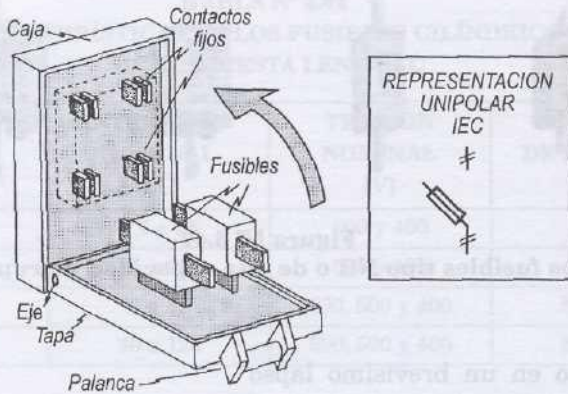


Figura N° 3.44
Seccionador fusible bajo carga bipolar

Estos fusibles se montan sobre bases o porta fusibles especialmente diseñadas, las cuales permite alojar cartuchos fusibles de acuerdo a su tamaño. Es así que encontramos que de acuerdo a la corriente nominal de las mismas permiten uno o varios tamaños de acuerdo a la Tabla N° 3.05.

TABLA N° 3.05
TAMAÑO DE LAS BASES PORTA FUSIBLES
Y SUS CORRIENTES NOMINALES

TAMAÑO	CORRIENTE NOMINAL [A]
00	160
1	250
1 y 2	400
1,2 y 3	630
4	1250

Identificación, empleo y accesorios

Estos fusibles se identifican para su aplicación de acuerdo a las siglas mostradas en la Tabla N° 3.06.

TABLA N° 3.06
IDENTIFICACIÓN DE LOS FUSIBLES
Y SU UTILIZACIÓN

IDENTIFICACIÓN	UTILIZACIÓN
GI	Conductores y dispositivos de maniobra en general
Ar	Semiconductores contra cortocircuito
GTr	Transformadores de distribución
Am	Motores contra cortocircuitos
Gc	Condensadores completos
GR	Semiconductores completos
GB	Equipamiento de industria minera

Estos tipos de fusibles cuentan con accesorios tales como:

- **Empuñadura.** Es un dispositivo que permite colocarlos y extraerlos de sus bases en forma segura para el operador.
- **Cubre bornes.** Al colocarle este accesorio, no quedan partes con tensión al alcance de la mano.
- **Separadores.** Son placas de materia aislante que se colocan entre dos base-fusibles.

3.10. OTROS FUSIBLES DE USO COMÚN

A continuación se describirán un tipo de fusibles que no son de uso tan difundido pero que no es extraño tampoco encontrarlos.

Los denominados: **tabaquera**, consisten en una pequeña caja de material aislante con una tapa que se fija mediante presión. Entre dos salientes de la tapa se fija el elemento fusible, estos salientes son las que hacen contacto en la base permitiendo la circulación de la corriente por el elemento fusible.

Este tipo de fusible encuentra aplicaciones en circuitos en los cuales la corriente es de muy poco valor y fundamentalmente donde la corriente de cortocircuito disponible de la red es muy baja.

3.11. CONTACTORES

Introducción

Los **contactores** son interruptores, que presentan como particularidad, el poder realizar un elevado número de maniobras horarias y que pueden ser controlados a distancia. Básicamente en las Figuras N° 3.45 y 3.47 se muestra su forma constructiva. Son los elementos fundamentales en los circuitos de automatización, asociado con ciertos elementos de protección constituye el elemento natural para el control y protección de los motores eléctricos del tipo de inducción, aunque sus aplicaciones también pueden ser otras como sistemas de: iluminación, calefacción, etc.

Se emplean en baja tensión, o sea, hasta 1 000 V y también hasta los 10 kV aproximadamente. Señalándose al respecto que, en los de baja tensión, la conexión y la interrupción se hace en aire, en cambio, en los de mayores tensiones las mismas se realizan en un medio distinto, como ser vacío o algún gas.

Se trata de un interruptor que funciona por acción de una bobina alimentada por una tensión auxiliar de bajo valor, por lo regular llama-

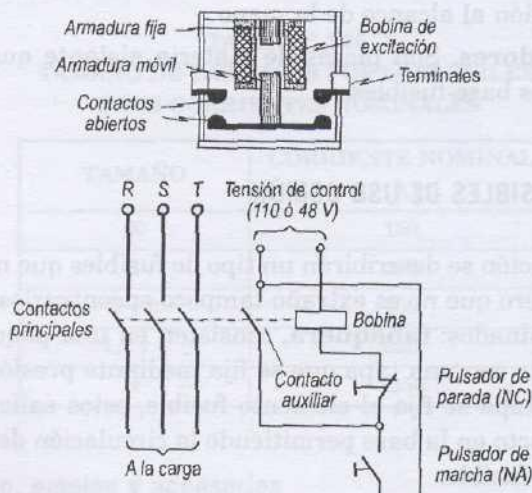


Figura N° 3.45
Esquema de un contactor

da **tensión de mando o tensión de accionamiento o tensión auxiliar** (48 o 110 V) que es independiente de la tensión de la carga propiamente dicha.

El dibujo de la Figura N° 3.45 indica que existe una llave tripolar que funciona por acción de una bobina de excitación. Cuando circula corriente por esa bobina, se produce un campo magnético que hace que la armadura fija atraiga a la armadura móvil, produciendo el cierre de los contactos. La corriente auxiliar se logra de la misma red, a través de un transformador denominado de control.

Si se oprime el pulsador de arranque, se cierra el **circuito auxiliar** y se acciona la bobina, la que cierra a los tres contactos principales. Pero también cierra los contactos auxiliares (cuyo número puede variar de acuerdo a las necesidades del circuito), lo que permite que si se deja de oprimir el botón de arranque, la corriente en el circuito auxiliar siga no obstante circulando y manteniendo el interruptor cerrado. Para abrirlo, se presiona el pulsador de parada, que tiene sus contactos normalmente cerrados, con lo que se abre el circuito auxiliar, con lo cual la bobina deja de estar excitada y deja de actuar, el sistema, por la acción de un resorte, abre los contactos principales y los auxiliares.

Dado los complejos procesos industriales los contactores cuentan con módulos destinados a la comunicación con otros elementos de automatización o "cerebros" (PLC) de la misma.

Empleo de los contactores

Las características fundamentales de los contactores, son que pueden ser comandados a distancia y que tienen la posibilidad de realizar un elevado número de maniobra por hora (millones), lo cual lo convierte en el elemento óptimo para la automatización de cualquier proceso. Desde el más simple y más cercano tal vez, como lo es el sistema de agua de un edificio de propiedad horizontal de muchos pisos, el ascensor, el montacargas, las rampas de los garajes o bien en los medios de produc-

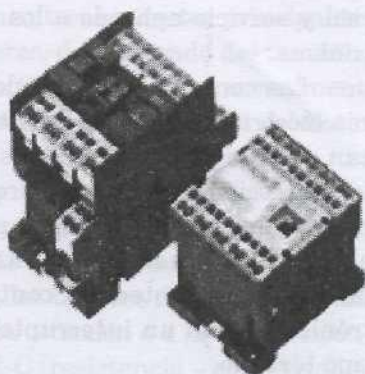


Figura N° 3.46
Contactores

ción y servicio aplicado a los complejos procesos de producción industrial.

Los contactores utilizados para el comando y control de los motores eléctricos tienen elementos de protección asociados que se utilizan para la protección de los mismos. Un elemento está destinado a la protección contra cortocircuitos y puede ser un fusible o un interruptor automático llamado guarda-motor del tipo magnético. El otro elemento destinado a la protección contra sobrecargas que puede ser un relé para protección contra sobrecargas (electromecánico o electrónico) o bien un interruptor automático llamado guarda-motor del tipo térmico.

Es necesario señalar que los fusibles o el interruptor automático llamado guarda-motor del tipo magnético no solo protegen al motor sino también al conjunto formado por el relé de sobrecarga y el contactor de las corrientes de cortocircuito que se pudieran establecer. Ya que estos elementos poseen un bajo poder de ruptura.

Tipos constructivos

Dentro de los contactores, se encuentran dos tipos constructivos: los de **potencia** y los **auxiliares**. Como su nombre lo indica, los primeros están destinados a conectar y desconectar las corrientes de las cargas. En cambio, a los segundos se los emplea en los circuitos auxiliares, tales como son los de automatización, control o señalización.

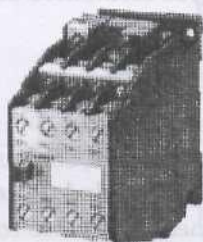


Figura N° 3.47
Contactor auxiliar

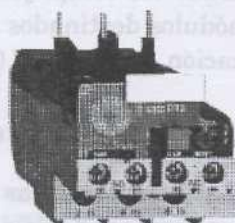


Figura N° 3.48
Relé para protección
contra sobrecargas
para contactor

Los **contactores de potencia**, tienen tres contactos principales y un número variables de contactos auxiliares, dependiendo del tamaño y la construcción del mismo. Generalmente tienen dos, uno normalmente cerrado y otro normalmente abierto, admitiendo el agregado de distintas cantidades de ambos tipos.

También existen otros accesorios que pueden ser adosados a los contactores de potencia tales como: contactos auxiliares de construcción especial, por ejemplo estancos u otros más sofisticados.

Otros de los accesorios posibles son los bloques de contactos auxiliares temporizados de distintos tipos (a la conexión o a la desconexión).

A estos se pueden sumar circuitos R-C (resistencia – condensador) que actúan como filtros o bien varistores para la limitación de la tensión o diodos.

Los **contactores auxiliares**, también llamados relés auxiliares, se construyen con un número muy variables de cantidades de contactos e inclusive de tipos de los mismos. Con respecto a estos últimos podemos decir que existen: normalmente cerrado, normalmente abierto e inversores. Con respecto a las cantidades de los mismos van desde los dos a diez o más.

Los contactores auxiliares tienen al igual que los de potencia ciertos parámetros característicos. Debiéndose resaltar que tienen una mayor velocidad de operación y por ende un número mayor de maniobras horarias.

Características eléctricas

Los parámetros característicos de los contactores son los descritos en la Tabla N° 3.07.

- **Ue:** tensión de empleo, o sea, la tensión servicio (220, 400, 500 etc.)
- **Ie:** corriente de empleo o corriente nominal: se da para cada valor de la tensión de empleo Ue. Por ejemplo: 12 A para 400/380 V)
- **Potencia de empleo:** se da para cada tensión de empleo. Por ejemplo: 37 kW para 400/380 V
- **Tensión nominal de la bobina**
- **Potencia consumida de la bobina**
- **Duración mecánica de los contactos**

TABLA N° 3.07
DATOS CARACTERÍSTICOS GENERALES
DE LOS CONTACTORES TRIPOLARES

CORRIENTE DE EMPLEO [A]	POTENCIA NOMINAL [kW]
90	4,0
12	5,5
18	7,5
25	11
32	15
38	18,5
40	18,5
50	22
65	30
80	37
95	45
115	55
150	75

Notas:

1. Los valores de la corriente son para la categoría de empleo AC3 y para una tensión de 440 V.
2. Los valores de potencia nominal trifásica están dados para la categoría de empleo AC3 y una tensión de 380/400 V.
3. Estos valores tienen el carácter de orientativos, para realizar una aplicación concreta es necesario recurrir a los catálogos técnicos de los fabricantes.

Los parámetros característicos se dan para ciertas condiciones de altitud y temperatura

Se denomina **altitud**, a la altura sobre el nivel del mar del lugar en donde se monta el contactor.

Cuando nos referimos a **temperatura**, es la que tiene el aire en el recinto en donde se encuentra instalado el contactor, considerándose que no hay restricciones para las comprendidas entre -5 y 55 °C, con ciertas restricciones hasta -50 y $+70$ °C.

Con referencia a la tensión nominal de la bobina de accionamiento, las mismas se proveen para corriente alterna o continua. Siendo los valores nominales en el primero de los casos: 24, 42, 48, 110, 115, 220, 230, 240, 380, 400, 415, 440 V.

En el caso de corriente continua: 12, 24, 36, 48, 60, 72, 110, 125, 220, 250 y 440 V.

Categoría de empleo para los contactores según la norma IEC 60947

Junto a los valores nominales de la intensidad de servicio o la potencia y la tensión, la categoría de empleo o de utilización permite definir la finalidad y la sollicitación de los interruptores, en este caso los contactores.

Las categorías de empleo se encuentran normalizadas y fijan los valores de la corriente que el contactor debe establecer o cortar.

Depende de:

- El tipo de receptor controlado: motor de jaula o de anillos, resistencias, etc.
- Condiciones en las que se realizan los cierres y aperturas: arranque, inversión de marcha, etc.

Estas categorías se establecen para corriente alterna AC-1, AC-2, AC3 y AC4 y para corriente continua: DC-1, DC-3 y DC-5.

Las más comunes son:

- **Categoría AC-1:** Se aplica a todos los receptores o equipos alimentados con corriente alterna, cuyo factor de potencia es mayor o igual a 0,95. Ejemplos: sistemas de calefacción, distribución, etc.
- **Categoría AC-3:** Se emplea para los motores de jaula de ardilla, conexión con 5 a 7 veces la corriente nominal, apertura durante la marcha. Ejemplos: todos los motores del tipo jaula de ardilla empleados en ascensores, escaleras mecánicas, cintas transportadoras, compresores, bombas, mezcladoras, etc.

Vida útil de los contactos

El contactor es un interruptor que permite realizar un elevadísimo número de maniobras horarias. Por lo tanto, los elementos que sufren las consecuencias de esas acciones son los contactos. Por ello la duración

de los mismos es fundamental. Es tanta la importancia del tema que los fabricantes proporcionan tablas en donde para una determinada potencia y corriente se puede determinar los ciclos de maniobra que tendrá el contactor a lo largo de su vida útil. Los ciclos de maniobra se miden en cientos de miles y millones.

Estas curvas permiten que, conociendo las características de la carga o más concretamente el número de maniobras horarias que efectúa y dándole un plazo de tiempo razonable a la vida útil de los contactos se puede determinar teniendo en cuenta la potencia, la corriente nominal del contactor.

La selección de los mismos se lleva a cabo en función a la forma de empleo que se hace del motor y de su tipo (arranque, marcha, contramarcha, rotor en jaula de ardilla o bobinado, etc.)

Los relés térmicos acompañan constructivamente a los contactores según el tamaño de los mismos. Pero a su vez permiten un ajuste entre dos valores (por ejemplo: entre 6,3 y 10 A).

Montaje de los contactores

Cuando se los utiliza en forma unitaria, o sea, para comandar, controlar y proteger un solo motor se provee dentro de un gabinete en cuyo frente están los pulsadores de arranque y parada. Este montaje constituye un tablero al cual se lo dota de un cierto grado de protección de acuerdo a la norma IRAM 2444 (ver el apartado destinado a tableros).

Este tablero generalmente esta destinado a un uso doméstico.

Contrariamente a este uso, en general y dependiendo del circuito se emplean varios a la vez, como podría ser el sistema de bombeo de agua de un edificio, el cual tiene al menos dos motores o el caso del ascensor que tiene 3 contactores para arrancar el motor (arranque con resistencias). Por lo cual los contactores se montan dentro de un gabinete.

Ya en el mismo, la fijación de los mismos a la placa de montaje se hace mediante el empleo de los denominados riel DIN o bien atornillándolos (practica esta que va siendo abandonada, por no ser práctica). Una vez fijado se procede a la conexión de los cables necesarios.

Existen dos formas de fijar o conectar los cables. Una es mediante el empleo de tornillos que ajustan el conductor propiamente dicho a los bornes. El otro sistema es mediante el empleo de bornes a resortes (cage clamp), los cuales no emplean tornillos para fijar el conductor, este sis-

tema se emplean también en los bornes de conexión de los circuitos de control.

Este sistema de conexión va ganando aplicaciones ya que en los lugares en donde el contactor o borne esta sometido a vibraciones no hay tornillo que se pueda aflojar.

Es necesario destacar que en ambos sistemas los puntos con tensión o bornes del contactor no permiten el contacto directo a los mismos. Solo se puede acceder a los puntos con tensión empleando una herramienta tal como un destornillador.

3.12. TABLEROS

Introducción

Los **tableros** son equipos pertenecientes a los sistemas eléctricos y están destinados a cumplir con algunas de las funciones que son necesarias para el correcto funcionamiento de los mismos como ser: medición, control, maniobra, y /o protección.

Constituyen uno de los componentes más importantes de las instalaciones eléctricas y por ende están siempre presentes en ellas independientemente del nivel de tensión, del tipo o del tamaño.

En consecuencia, los **tableros** adquieren las más variadas formas y dimensiones de acuerdo a la función específica que les toque desempeñar, así como pueden ser aquellos que se usan en viviendas, edificios, industrias, sanatorios, estadios deportivos, etc.

Se puede afirmar que, no es posible la ejecución y funcionamiento de ningún tipo de instalación eléctrica sin la utilización de algún tipo de **tablero**. Es por ello que consideraremos de fundamental importancia, el estudio de los mismos dentro del contexto de las instalaciones eléctricas.

Requerimientos

Los aspectos fundamentales que definen y califican un tablero para uso eléctrico son:

- Seguridad de quien lo opera
- Continuidad del servicio
- Funcionalidad eléctrica y mecánica

- Solidez estructural
- Intercambiabilidad de sus componentes
- Terminación superficial
- Grado de protección

Estas son las características más importantes, cualquiera sea la clasificación dentro de la que se encuadre el tablero.

En cada caso las normas recomiendan o especifican las pautas básicas de diseño para garantizar niveles satisfactorios de seguridad y calidad.

Ingeniería del producto e ingeniería del sistema

El desarrollo de los distintos fabricantes, en todo el mundo, a la par de cumplir con los requisitos básicos ha llevado a fabricar equipos estandarizados y lógicamente normalizados con lo cual han garantizado la continuidad en el tiempo de las características técnicas de cada línea de fabricación. Así se ha creado una división natural entre la ingeniería del producto y la ingeniería del sistema donde debe instalarse.

Dentro del campo de las instalaciones eléctricas, los aparatos de maniobra se han normalizado con anterioridad a los tableros en sí. Esto ha ocurrido de este modo pues tradicionalmente un tablero de uso eléctrico ha sido más fácil de asimilar a una instalación que a un aparato o equipo.

Clasificación

Las clasificaciones en sí siempre resultan en divergencias de opiniones, de cualquier manera, y a los efectos de introducirnos en él tema ensayaremos una.

Una clasificación podría ser de acuerdo al nivel de tensión o a la tensión nominal del mismo. En ese caso podríamos distinguir de baja, media y alta tensión.

Otra clasificación, también bastante natural es la que podría surgir de la función que deben cumplir y es de esta manera que podríamos decir que se pueden destinar a:

- Distribución de la energía eléctrica
- Medición
- Control

- Comando
- Protección
- Usos especiales o particulares

Si aceptamos estas últimas, se debería pensar que las funciones pueden no ser exclusivas o puras, es decir, que en un mismo equipo se pueden encontrar más de una función o combinación de ellas.

El tratamiento del tema podría verse favorecido si pensamos en una separación de los tableros de baja, media y alta tensión. Teniendo en cuenta y como lo veremos luego hay elementos y o consideraciones que son comunes.

Normas

La norma que trata o rige el tema que estamos tratando es la norma IRAM 2181-1. Debiendo señalar que esta norma se corresponde con la Publicación IEC 439-1 (1985) Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Requirements for type-test an partially type-test assemblies.

Están en vigencia otras normas relacionadas con el tema y que se refieren a cálculos, ensayos, etc.:

Debemos sumar a estas normas las disposiciones incluidas en la Reglamentación para la Ejecución de las Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotecnia Argentina (RIEI) en su Parte 7, inciso 771.20 denominado *Tableros Eléctricos* y que iremos viendo a través del desarrollo del resto del presente capítulo.

3.13. TABLEROS ELÉCTRICOS EN LOS INMUEBLES (viviendas, oficinas y locales)

Introducción

De acuerdo con la clasificación dada anteriormente son los de baja tensión. En este caso es posible encontrar los siguientes tipos:

- El de medición de la energía eléctrica, que puede ser simple o múltiple dependiendo del número de viviendas.
- El tablero principal.
- El o los tableros seccionales

- Tableros de fuerza motriz destinados al sistema de bombas de agua, portones, ascensores o cualquier otro equipo.

Tablero de medición

Como su nombre lo indica es el que aloja al medidor de la energía eléctrica, que en el caso de una vivienda unitaria contiene uno solo de estos equipos. Cuando se trata de viviendas múltiples, por ejemplo un edificio en propiedad horizontal, contiene la misma cantidad de medidores que de unidades habitacionales más el de los servicios generales o sean los destinados a las luces de los pasillos, bombas, rampas, etc.

Es necesario destacar que este tipo de **tableros** en el caso de viviendas múltiples puede contener o ser parte del tablero principal.

Tablero principal

Es aquel que recibe la alimentación de la energía eléctrica directamente desde los bornes del medidor, alimentando las líneas seccionales y/o de los circuitos y valen las consideraciones hechas para los de medición en cuanto a cantidades de componentes.

Tablero seccional

Es el que, siendo alimentado por las líneas seccionales puede derivar en otras líneas también seccionales o de circuito. Estos tableros pueden estar separados o bien integrados, dependiendo de las características constructivas del inmueble.

3.14. FORMAS CONSTRUCTIVAS

Introducción

La forma constructiva de los tableros está dada fundamentalmente por la funcionalidad de los mismos, el montaje y las condiciones ambientales del lugar en donde se va a montar.

A los fines de ir centrándonos en nuestro tema podemos decir sin lugar a dudas que un **tablero** esta compuesto de dos partes:

- Gabinete, armario o caja. Nombres estos con los cuales se los designa
- Componentes. Los cuales pueden ser:

- Aparatos de maniobra: llaves, interruptores, interruptores de escalera, etc.
- Aparatos de protección: fusibles e interruptores automáticos
- Aparatos de medición: medidores de energía eléctrica, amperímetros, voltímetros, transformadores de intensidad, etc.

Gabinetes

A lo largo de este tratado nos referiremos al equipo que aloja a los elementos componentes de los tableros como: **gabinetes**, dejando de lado las otras denominaciones tales como armario.

Desde el punto de vista constructivo propiamente dicho los gabinetes se pueden construir empleado chapa laminada o bien material plástico.

En ambos casos se construyen en forma estándar (o seriada) o a medida, sobre todo los tableros destinados a la medición y / o principales en viviendas múltiples.

Los gabinetes tienen los siguientes componentes:

- El gabinete propiamente dicho
- La o las puertas
- El sistema de cierre
- Las bisagras
- La placa de montaje, sobre la cual se montan los elementos componentes del tablero tales como medidor de energía eléctrica, interruptores, fusibles, etc.

Existen fábricas de gabinetes estándar, las cuales presentan líneas de productos modulares, es decir, tienen distintos tipos de gabinetes y partes del mismo, como ser conducto para barras, conducto para cables, zócalos y compartimientos de distintas dimensiones de acuerdo al equipamiento que hay que montar dentro de los mismos. De acuerdo con las necesidades se ensamblarán las distintas partes para formar el conjunto que funcionalmente se necesite.

Las figuras nos permiten tener una idea de cómo es un módulo, que

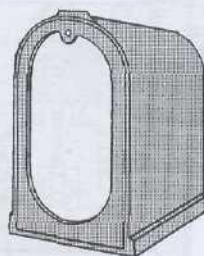


Figura N° 3.49
Gabinete metálico
para alojar un contador
o medidor de energía
eléctrica

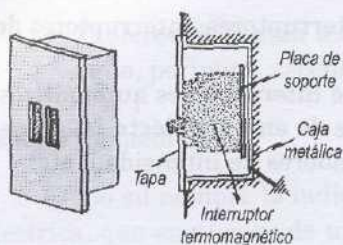


Figura N° 3.50
Tablero sin puerta para dos
termo-magnéticas

tiene en las caras laterales aberturas y sistemas de acoplamiento sencillos y seguros. Los gabinetes o cajas modulares pueden ser de chapa o material plástico e inclusive, la tapa puede ser transparente, lo que permite además de la separación de los elementos del operador, que estos sean vistos por el mismo.

Este tipo de tablero compuesto por elementos modulares se puede encontrar con o sin componentes co-

munes, armados. La interconexión entre las diversas cajas que constituyen el conjunto, se logra por medio de barras estandarizadas. Los proveedores suministran todos los accesorios necesarios para el armado.

Un caso interesante lo constituye los tableros destinados a grandes locales en los cuales se emplean interruptores del tipo termo-magnético, ya que se presentan estandarizados en una amplia gama de dimensiones, encontrándose desde la que permiten el montaje de dos interruptores hasta los de 36.

Los medidores de la energía eléctricos, ya citados en la Figura N° 1.11, necesitan de gabinetes especiales para ser montados. Estos gabinetes pueden ser metálicos o plásticos.

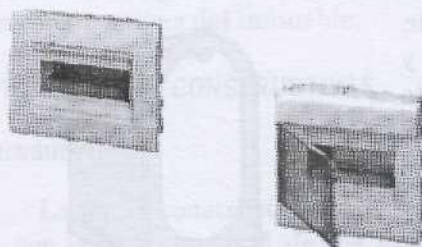


Figura N° 3.51 (izq.)
Gabinete sin puerta
para interruptores termo-magnéticos
Figura N° 3.52 (der.)
Gabinete con puerta
para interruptores termo-magnéticos

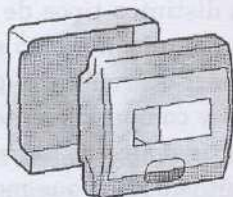


Figura N° 3.53
Gabinete con el frente
desmontable para
interruptores
termo-magnéticos

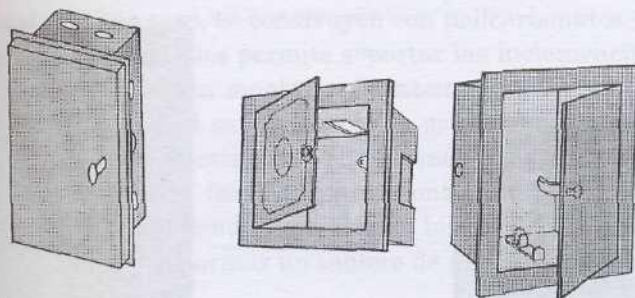


Figura N° 3.54 y 3.55 Gabinetes con puerta para interruptores termo-magnéticos

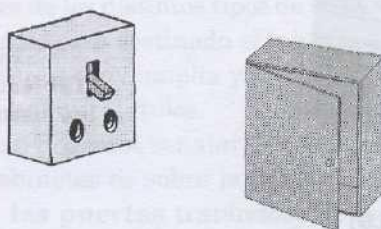


Figura N° 3.56a (izq.) Módulo formado por un interruptor y las bases porta-fusibles
Figura N° 3.56b (der.) Gabinete o caja estándar

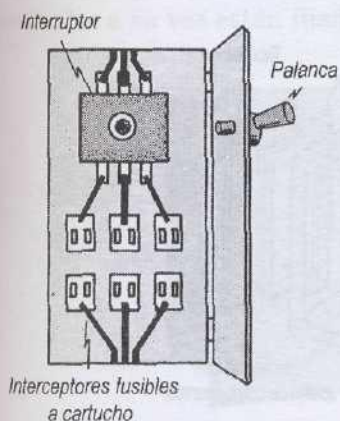


Figura N° 3.58
Tablero con interruptor tripolar y bases porta-fusibles tipo NH

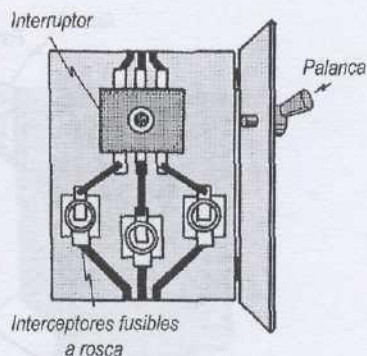


Figura N° 3.59
Tablero con interruptor tripolar y bases porta-fusibles a rosca

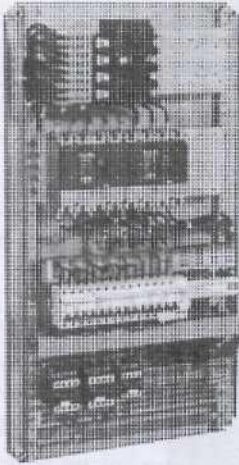


Figura N° 3.61
Placa de montaje

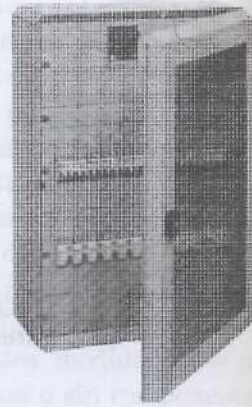


Figura N° 3.60
Tablero típico destinado
a los sistemas de iluminación

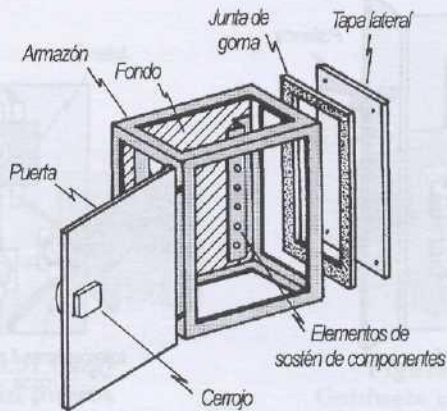


Figura N° 3.62
Tablero modular

En este último caso, se construyen con policarbonatos y tienen un grado de protección que les permite soportar las inclemencias del tiempo, con lo cual se pueden montar a la intemperie. También son auto-extinguibles para lo cual se las ensaya de acuerdo a las normas IRAM 2378. Otra de sus características es su elevada rigidez dieléctrica.

Estos gabinetes se fabrican para montar un solo medidor, como sería el caso de una vivienda individual o bien mediante una composición de los mismos para armar un tablero de medidores para un edificio de viviendas múltiples.

Componentes

Los componentes de los distintos tipos de tableros están relacionados con la función a la cual está destinado el mismo. Por lo cual la variedad que se puede presentar es muy amplia y por lo tanto los iremos tratando en los próximos y sucesivos capítulos.

Respecto de estos podemos señalar que la forma de montar los mismos dentro de los gabinetes es sobre la denominada **placa de montaje** o bien sobre **la o las puertas** tratándose de evitar el hacerlo sobre los laterales de los mismos.

En lo que se refiere a como hacerlos sobre esta placa, existen dos posibilidades: fijando el o los elementos mediante tornillos con tuercas y arandelas previas perforadas de la misma o bien sobre riel tipo DIN, los cuales a su vez están fijados a la placa de montaje.

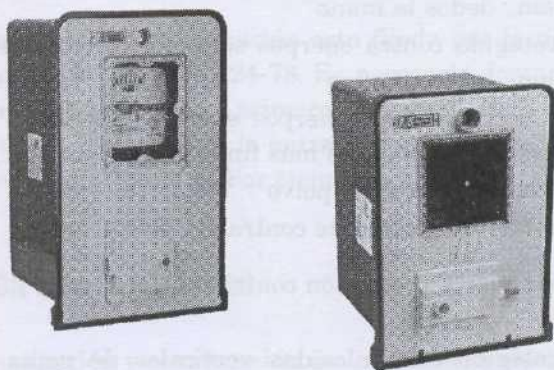


Figura N° 3.63

Gabinetes de policarbonato para alojar un contador o medidor de energía eléctrico trifásico (izq.) y monofásico (der.)

El sistema de riel DIN permite un rápido montaje de los distintos elementos, los cuales ya vienen preparados para hacerlo de esta manera y también de la forma anterior.

3.15. GRADO DE PROTECCIÓN DE LOS TABLEROS

Las condiciones ambientales de donde se montan los componentes de las instalaciones eléctricas tienen fundamental influencia sobre las formas constructivas de los mismos. Entendiendo en este caso como tal a: temperatura, humedad, polvo en suspensión, presencia de agua, gases y vibraciones (choques mecánicos).

El grado de protección mecánica se denomina mediante el empleo de un número al cual se le antepone las letras **IP** (international protection) y tres dígitos. Los cuales significan:

- El primero: protección contra la entrada de cuerpos sólidos
- El segundo: protección contra la entrada de agua
- El tercero: protección contra la energía de choque

Las escalas son las siguientes:

Primera cifra, protección contra los cuerpos sólidos

- 0 Sin protección
- 1 Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 50 mm. Por ejem.: contactos involuntarios de la mano
- 2 Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 12 mm. Por ejem.: dedos la mano
- 3 Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm. Por ejem.: herramientas
- 4 Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm. Por ejem.: herramientas más finas, cables, etc.
- 5 Protegido contra el polvo
- 6 Protegido totalmente contra el polvo

Segunda cifra, protección contra los líquidos

- 0 Sin protección
- 1 Protegido contra caídas verticales de gotas de agua. Por ejem.: condensación
- 2 Protegido contra caídas de agua hasta 15° de la vertical
- 3 Protegido contra el agua de lluvia hasta 60° de la vertical

- 4 Protegido contra las proyecciones de agua en todas las direcciones
- 5 Protegido contra el lanzamiento de agua en todas las direcciones
- 6 Protegido contra el lanzamiento de agua similar a los golpes del mar
- 7 Protegido contra la inmersión
- 8 Protegido contra los efectos prolongados de inmersión bajo presión

Tercera cifra, protección contra choques mecánicos

- 0 Sin protección
- 1 Energía de choque: 0,225 joule
- 2 Energía de choque: 0,50 joule
- 3 Energía de choque: 2,00 joule
- 4 Energía de choque: 6,00 joule
- 5 Energía de choque; 20,00 joule

Ejemplo:

Un equipo o tablero señalado con: IP459

Primera cifra: protegido contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm

Segunda cifra: protegido contra los chorros de agua en todas las direcciones

Tercera cifra: energía de choque: 20 julios

Esta metodología o denominación está fijada por la norma IRAM 2444 y también por la UNE-20-324-78. Es necesario destacar que normalmente se encuentran solo los primeros dos dígitos, o sea los correspondientes a la protección contra la entrada de cuerpos sólidos y los de la protección contra los líquidos. Por ejemplo: IP55, IP44, etc.

3.16. UBICACIÓN DE LOS TABLEROS

Por la constitución y construcción de los tableros eléctricos, deben ser montados naturalmente en lugares preferiblemente secos, con cierto grado de ventilación, de fácil acceso, bien iluminados y que permitan la realización de las tareas de mantenimiento y reparación del mismo

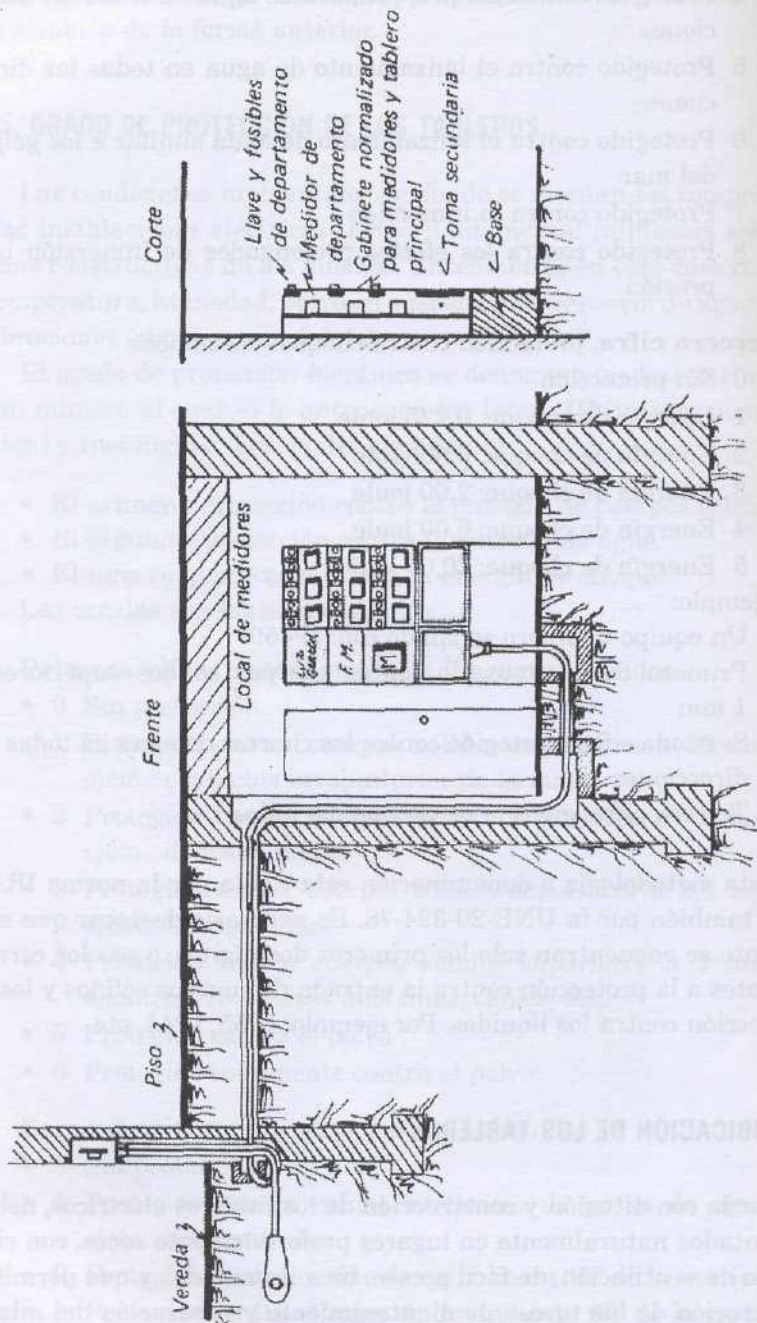


Figura N° 3.64 Ubicación de un tablero de inmueble colectivo

en forma cómoda. Debiéndose destacar con respecto a esta última premisa que la facilidad de operar sobre los distintos elementos componentes está relacionada con la seguridad de quien debe llevar adelante estas tareas. Un lugar lo suficientemente amplio permite una mayor libertad de movimiento de quien hace estas tareas.

La no existencia de estas condiciones ambientales hace que se deban extremar las condiciones constructivas de los tableros, sobre a las condiciones ambientales por lo cual habrá que recurrir a otorgarle algún tipo de **grado de protección (IP)**.

Cuando haya que disponer de un local específico para montar el tablero la RIEI en su apartado 771.20.2.4 y a través de la Figura N° 771.20.A muestra algunas variantes posibles con las dimensiones mínimas que debería tener el mismo.

Al respecto es dable observar que se trata, en función de las dimensiones y por ende la importancia operativa de los mismos de fijar pasillos en el frente y en la parte posterior de los mismos así como el número de puertas que tenga el recinto.

Entre el frente del tablero y el obstáculo más cercano (paredes, columnas, etc.) siempre es conveniente dejar como mínimo 1 metro. En

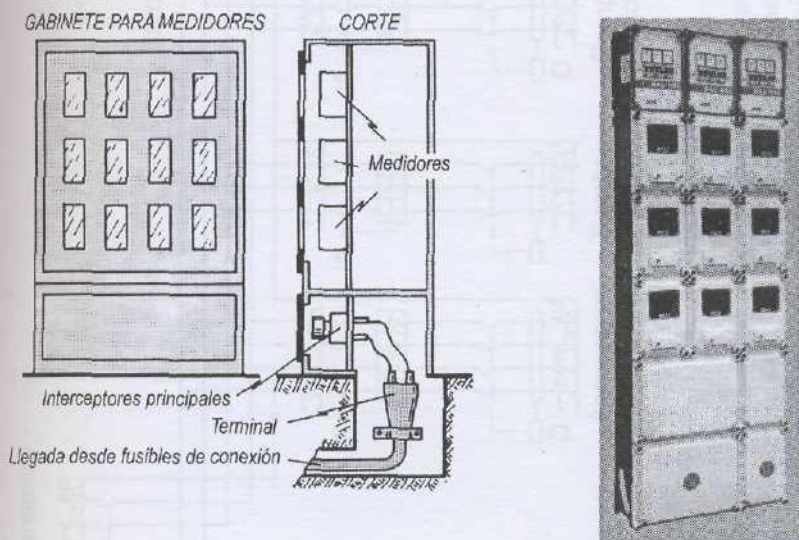


Figura N° 3.65 y 3.66
Gabinete para medidores de energía eléctrica

la parte posterior (si tiene acceso) como mínimo 0,7 metros.

En cuanto a las puertas de ingreso a la sala, podemos decir que en función de las dimensiones del tablero es conveniente dejar dos, que se encuentren en los extremos.

Otros aspectos constructivos a tener en cuenta de la sala de tableros son:

- la puerta debe estar construida con material resistente al fuego y de acuerdo a lo establecido en la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo 19.587.
- la/s puertas deben abrir hacia el lado de afuera
- la/s puertas deben estar claramente identificada mediante carteles de fácil lectura a distancia
- ventilación adecuada a los fines de disipar el calor generado por los distintos elementos
- que el piso no presente escalones o resaltos
- deberá contar con iluminación artificial la que deberá tener como mínimo un nivel de 200 lux
- debe tener un sistema de iluminación de emergencia autónoma

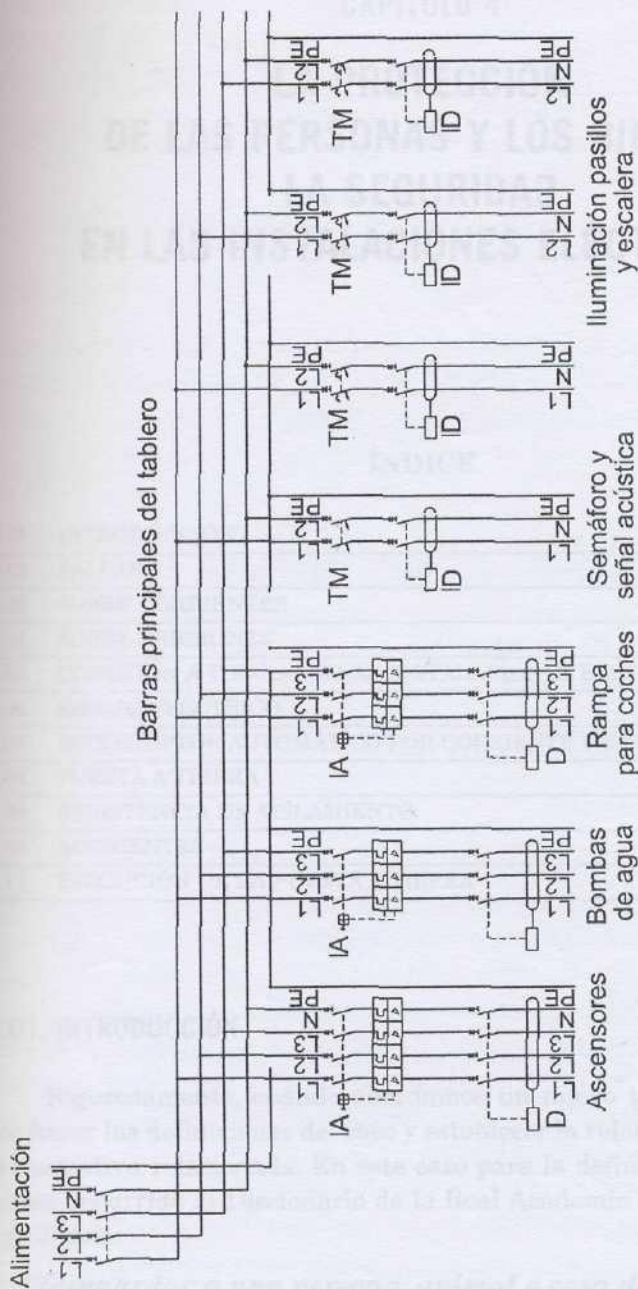


Figura N° 3.67
 Esquema del circuito de un tablero general para un inmueble de viviendas colectivas
 dibujado con la simbología normalizada

LA PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS Y LOS BIENES. LA SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

ÍNDICE

4.01.	INTRODUCCIÓN
4.02.	FALLAS
4.03.	SOBRE-CORRIENTES
4.04.	SOBRE-TENSIONES
4.05.	CONEXIÓN A TIERRA DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS
4.06.	RIESGO ELÉCTRICO
4.07.	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO POR CORRIENTE DE FUGA
4.08.	PUESTA A TIERRA
4.09.	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO
4.10.	ACCIDENTES
4.11.	EJECUCION DE LA PUESTA A TIERRA

4.01. INTRODUCCIÓN

Rigurosamente, cuando abordamos un nuevo tema, comenzamos por hacer las definiciones del caso y establecer la relación del mismo con la normativa relacionada. En este caso para la definición de **proteger** hemos recurrido al Diccionario de la Real Academia encontrando como significado:

“Resguardar a una persona, animal o cosa de un perjuicio o peligro, poniéndole algo encima, rodeándole, etc.”

En esta definición, evidentemente y para nuestro caso se nos hace necesario comprender que el perjuicio o peligro proviene de la energía eléctrica o mejor aún de las manifestaciones de la misma. Entendiendo como tales a: luz, calor y fuerza.

En cuanto a la normativa, recurriremos a la RIEI y a las normas IRAM e IEC, como es habitual.

4.02. FALLAS

Los fenómenos que pueden afectar el normal funcionamiento de una instalación eléctrica y que pueden tener su repercusión directa o indirectamente sobre las personas y los bienes son:

1. sobre-corrientes, provenientes de cortocircuitos o de sobrecargas,
2. sobre-tensiones, en general derivadas de fenómenos atmosféricos o de origen externos, aunque también pueden tener origen en la red de distribución,
3. deterioro de los aislamientos.

4.03. SOBRE-CORRIENTES

Tipos de sobre-corrientes

Cada elemento que consume energía eléctrica toma de la red o de la instalación eléctrica a la cual se lo conecta una determinada corriente para poder desarrollar la función que debe cumplir: por ejemplo una lámpara, para emitir una cierta cantidad de luz; una estufa, una cantidad de calor, etc. Esa corriente se denomina: **corriente nominal**.

Con respecto a las corrientes nominales se pueden establecer, aquellas que son ligeramente superiores o bien las que son muchas veces superiores. En el primer caso se trata de una **sobre-corriente** y en el segundo de un **cortocircuito**.

En las sobre-corrientes, el tiempo de actuación de las mismas es un factor asociado a su naturaleza, es así que se, definen:

- corrientes de sobrecarga o sobre-intensidades de larga duración,
- corriente de sobrecarga de breve duración.

Protección contra las sobre-corrientes

En el capítulo correspondiente hemos visto la utilización de los distintos elementos específicos para efectuar las correspondientes protecciones.

4.04. SOBRE-TENSIONES

Definiciones

La sobre-tensión es una elevación del valor de la tensión por encima de los nominales. Recordemos que la tensión nominal en baja tensión es de 220 volt para la distribución monofásica y 380 volt para la trifásica.

La elevación de la tensión provoca deterioro en los aislamientos de los receptores, lo cual dependerá naturalmente del valor que tome esa sobre-tensión.

El origen de las sobre-tensiones es variado, pudiéndose enumerar:

1. de origen atmosférico, por impacto directo o indirecto de un rayo y las correspondientes inducciones,
2. contacto de un sistema de mayor tensión con uno de menor,
3. internas, aunque menos frecuentes en los sistemas de baja tensión, son debidas a maniobras en los sistemas eléctricos.

4.05. CONEXIÓN A TIERRA DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Introducción

Las instalaciones eléctricas de baja tensión (hasta 1000 V 50 Hz), necesitan desde un punto de vista funcional una conexión a tierra. Las diversas formas están normalizadas y se muestran a través de los distintos esquemas que siguen.

A continuación haremos una descripción funcional, a los fines de introducirnos en la importancia que tiene su vinculación con la seguridad.

En el Capítulo N° 1 ya habíamos adelantado algunas definiciones al respecto a continuación ampliaremos el tema y lo relacionaremos con las protecciones de las personas, seres vivos y las instalaciones.

Conexión a tierra

Todas las instalaciones eléctricas de baja tensión, están vinculadas funcionalmente con la tierra, aun aquellas que se denominan "aisladas de tierra". Esta vinculación se puede materializar de diversas formas, cada una de las cuales hará que la instalación eléctrica presente ciertas características frente a las perturbaciones que se puedan suceder y a la acción de las protecciones. Entendiendo como tal a los contactos que puedan realizar los seres vivos con cables activos o en caso de un cortocircuito.

Estas vinculaciones entre las instalaciones eléctricas y tierra se grafican a través de los denominados **ESQUEMA DE CONEXIÓN A TIERRA** también conocidos como Sistemas o regímenes de Neutro, a lo que denominaremos simplifcadamente **ECT**.

Los esquemas de conexión a tierra (ECT) están establecidos en la norma **IRAM 2379** (*Clasificación según la conexión a tierra de las redes de alimentación y de las masas de las instalaciones eléctricas*).

Este tema, es tratado en la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctrica en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (RIEI) en su ítem 771.3 titulado **Descripción de los esquemas de conexión a tierra**.

El ECT es un aspecto, al cual lamentablemente no se le presta la debida atención. Las razones, pueden ser varias: tal vez por que es poco visible físicamente, y en general funcionalmente no es destacable mientras no se presentan fallas, sin descartar tampoco el desconocimiento del tema.

Luego de haber adoptado un determinado esquema es necesario mantenerlo en el tiempo, para lo cual habrá que evitar que sea vulnereado por el apuro de solucionar las fallas que se presentan.

Esquemas de conexión a tierra (ECT)

Los esquemas de conexión a tierra normalizados definen las formas de conexión a tierra de las redes de alimentación y de las masas de las instalaciones eléctricas.

Entendiendo como **masas**, a aquellas partes metálicas conductoras de la instalación eléctrica (o componentes de la misma) que normalmente no están bajo tensión y por ende accesible, pero que puedan adquirir un potencial con respecto a tierra en el caso de una falla del aislamiento.

Los ECT son los que se listan a continuación.

- Esquema de conexión a tierra **TT** (Figura N° 4.01)
- Esquema de conexión a tierra **TN**, el cual presenta las siguientes variantes: **TN-S**, **TN-C** y **TN-C-S**.

Siglas estas, que de acuerdo a la norma IEC 60364, tienen el siguiente significado.

- **Primera letra:** indica la situación del neutro de la alimentación, respecto a la puesta a tierra, pudiendo ser las letras **T** e **I**.
T: conexión directa del neutro con la puesta a tierra,
I: aislamiento de todas las partes activas por conexión a tierra o por conexión a través de una impedancia.
- **Segunda letra:** indica la situación de las masas de la instalación respecto de a la puesta a tierra. Pudiendo ser:
T: masas conectadas directamente a tierra,
N: masa conectadas al neutro de la instalación y estas a tierra.
- **Tercera letra:**
S: el cable neutro (N) está separado del cable de protección eléctrica (PE) y ambos separados.
C: las funciones de neutro y de protección están combinadas por un solo cable (PEN), situación combinada.

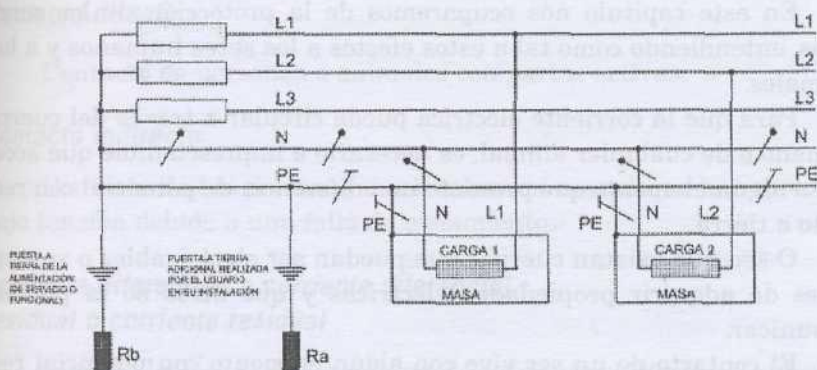


Figura N° 4.01 Esquema TT

Dado que la RIEI hasta ahora esta dirigida solo a los inmuebles destinados a viviendas, oficinas y locales unitarios no hace mención al ECT IT, en el cuál el neutro del sistema está aislado de tierra. Este último, se utiliza en aquellas instalaciones industriales donde existe alto riesgo de contacto directo y también en donde la continuidad del proceso y la sensibilidad de las personas son críticas, como en las Instalaciones Eléctricas destinada a los establecimientos hospitalarios.

Recordamos que la RIEI, establece que:

"el esquema a tierra exigido para las instalaciones eléctricas de los inmuebles tratados en esta sección y atendido desde la red pública de alimentación es el TT, ..."

Se trata del sistema más ampliamente utilizado en nuestro país.

4.06. RIESGO ELÉCTRICO

Introducción

Entendemos por **riesgo** a la **proximidad de un daño**. Si ahora decimos: **riesgo eléctrico** sabremos entonces que queremos significar: **es la proximidad de un daño debido a la electricidad**.

Consecuentemente con lo que hemos venido diciendo respecto de la utilización de la energía eléctrica para la vida de la humanidad, podremos afirmar que los seres vivos y los bienes están expuestos a los posibles daños derivados del uso de esta forma de energía.

En este capítulo nos ocuparemos de la protección de los seres vivos, entendiendo como tal a estos efectos a los seres humanos y a los animales.

Para que la corriente eléctrica pueda circular a través del cuerpo humano o de cualquier animal, es necesario e imprescindible que accedan a algún elemento que presente una diferencia de potencial con respecto a tierra.

O sea que existan cuerpos que puedan ser electrizables o susceptibles de adquirir propiedades eléctricas y que otros se la puedan comunicar.

El contacto de un ser vivo con algún elemento con potencial respecto de tierra **es un riesgo derivado de la utilización de la energía eléctrica**.

Es así entonces que, para no provocar daños tenemos que tener un conocimiento seguro y claro de esto o sea certeza.

A través de esta parte del capítulo abordaremos los distintos temas que hacen a esta consecuencia de las manifestaciones de la energía eléctrica, comenzando con las definiciones.

Definiciones

Parte activa

Todo conductor o parte conductora destinada a estar bajo tensión en condiciones normales de servicio.

Masa

Parte conductora de un material o equipo eléctrico, que normalmente no está bajo tensión pero puede estarlo en caso de una falla.

Choque eléctrico

Efecto pato-fisiológico resultante del paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo de un ser humano o de un animal.

Circuito terminal en inmuebles

“Circuito eléctrico destinado a alimentar directamente a los aparatos o equipos de utilización o a los tomacorrientes”.

Contacto directo

Contacto de personas o animales con partes activas.

Contacto indirecto

Contacto de las personas o animales con masas que han quedado bajo tensión debido a una falla de aislamiento.

Corriente diferencial o corriente diferencial residual o corriente residual

“Suma algebraica de los valores de corriente eléctrica en todos los conductores activos, en el mismo instante en un punto dado de un circuito eléctrico de una instalación eléctrica”.

Tierra

Masa conductora de la tierra cuyo potencial eléctrico en cada punto se toma por convención igual a cero.

Local seco (clasificación AD1)

“Lugar en el cual las paredes no muestran generalmente trazas de agua, pero pueden aparecer en cortos períodos, por ejemplo en forma de vapor, y que se seca rápidamente por ventilación.”

Local húmedo (clasificación AD2 y AD3)

“Lugar con posibilidad de caída vertical de agua o caída de agua pulverizada, con ángulo superior a los 60° con respecto a la vertical.”

Local mojado (clasificación AD4, AD5 y AD6)

“Lugar con posibilidad de proyecciones o chorros de agua en todas las direcciones.”

Nota de los Autores: las definiciones entre comillas corresponden al Vocabulario Electrotécnico Internacional.

Protección de los seres vivos

La forma en que los seres vivos lleguen a tener contacto con partes conductoras bajo tensión es si tienen un contacto directo o indirecto.

Es por ello que todos los equipos y aparatos deben tener protección contra **contactos directos** e **indirectos**.

Protección contra contactos directos

Consiste en tomar todas las medidas necesarias para proteger a los seres vivos de un posible contacto con partes de la instalación eléctrica bajo tensión cuando esta en servicio.

Protección contra contactos indirectos

Consiste en tomar todas las medidas necesarias para que en caso de que las masas debido a una falla adquieran un potencial al cual puedan acceder los seres vivos, no los dañen.

Protección de las partes activas

Introducción

Esta protección se puede lograr mediante alguna de las variantes que a continuación se detallan.

No todas las medidas de protección son aplicables en los inmuebles que trata esta obra, por lo que, solo se las menciona y se da una breve descripción de cada una de ellas. El texto completo debe ser consultado en la RIEI.

Protección contra las partes activas

Las partes activas deberán ser recubiertas con un aislamiento que solo pueda ser retirado o eliminado si se destruye. Este aislamiento debe tener la resistencia adecuada al medio en donde se instale el equipo o aparato que lo utilice.

El aislamiento debe poder soportar las exigencias: eléctricas, mecánicas, térmicas y químicas.

El aislamiento de cada equipo o aparato debe satisfacer las condiciones de rigidez dieléctrica acorde a su clase o función.

Protección por medio de barreras o envolturas

Otro tipo de protección, se logra mediante el empleo de barreras o envolturas diseñadas de modo tal que no se pueda lograr un contacto con las partes activas.

Se exige un grado de protección mínima de IP4X (norma IRAM 2444) para aquellas partes que sean más fácilmente accesibles.

Estos elementos deben ser fijados convenientemente y poseer la suficiente rigidez como para asegurar su función con el transcurso del tiempo y fundamentalmente deben estar contruidos en forma acorde con el ambiente en el cual están instalados.

Para retirar o abrir cualquier tipo de barrera o envoltura es necesario que no haya tensión en las partes activas y que esta operación requiera de herramientas o haya que abrir cerraduras.

Protección por puesta fuera de alcance

Esta destinada a poner fuera de alcance a las partes activas de quienes puedan hacerlo inadvertidamente.

Estas zonas se definen de acuerdo al volumen del lugar. El tema está más relacionado con las instalaciones de maniobra o distribución de la energía eléctrica que con los inmuebles destinados a viviendas.

Protección por medio de obstáculos

Los obstáculos cumplen la función de impedir los contactos fortuitos con las partes activas, pero no los intencionales.

Estos pueden ser desmontables sin la ayuda de herramientas o cerraduras, pero deberán ser construidos de modo que sean retirados involuntariamente.

Protección por dispositivos a corriente diferencial de fuga

Es de fundamental importancia comprender que la utilización de estos dispositivos no es una medida de protección completa contra los contactos directos, sino que esta destinada sólo a aumentar o complementar otras medidas de protección contra contactos directos o choques eléctricos durante el servicio normal y, por lo tanto, no exime en modo alguno del empleo de por lo menos una del resto de las medidas de seguridad enunciadas, pues, por ejemplo, este método no evita los accidentes provocados por contacto simultáneo de dos partes conductoras activas a potenciales diferentes.

También debe tenerse en cuenta que todo circuito terminal deberá estar protegido por un interruptor a corriente diferencia de fuga con sensibilidad máxima de 30 mA, de actuación no retardada (instantánea).

Preferencia en la selección de la protección contra los contactos directos

Habiendo enumerado los tipos de protecciones se hace necesario establecer un orden de preferencia para los mismos. El cual se establece de la siguiente manera:

- **Primero:** protección por aislamiento de las partes activas.
- **Segundo:** protección por medio de barreras o envolturas.
- **Protección suplementaria** (puede existir adicionalmente a alguna o a todas las anteriores).
- **Protección por medio de obstáculos**, por ejemplo los tomacorrientes con pantalla de protección contra la inserción de cuerpos extraños.

- **Protección complementaria:** conjuntamente con alguna o todas las anteriores, los dispositivos a corriente diferencial de fuga, instantáneos de 30 mA.

Protección contra los contactos indirectos por corte automático de la alimentación

Se emplean para eliminar la falla antes de que se pueda producir un daño pato-fisiológico peligroso sobre los seres vivos, a consecuencia de la magnitud y duración del contacto.

En el ECT denominado TT solo se podrán utilizar dispositivos de corriente diferencial, no permitiéndose el empleo de dispositivos de protección contra sobre-corrientes, ya que la protección contra los contactos contra los contactos indirectos por medio de dispositivos de protección contra sobre-intensidades sería solamente aplicable si la resistencia R de las tomas de tierra (que forman parte de la impedancia del lazo de falla) es muy bajas; debido a que las mismas son de muy difícil obtención y que no se puede garantizar la permanencia de su valor en el tiempo, la protección contra los contactos indirectos en el esquema TT sólo podrá realizarse por medio de dispositivos diferenciales.

Debemos resaltar que el corte automático, por medio de interruptores diferenciales, sirve también para evitar la generación de un incendio por los efectos de la corriente de fuga a tierra.

Efectos de la corriente eléctrica sobre los seres humanos

Medidas de protección

En primer lugar, digamos que sobre medidas de seguridad para las personas, se recomienda consultar la RIEI y la Norma IRAM 2371, titulada **Efectos del paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano**. Esta última, se corresponde con la publicación N° 479 - 1 (1.984) de la International Electrical Commission (IEC).

Conforme estos estudios, el peligro es función de dos factores:

- El valor de la corriente, en ampere (A).
- El tiempo de aplicación al cuerpo humano, en segundos (s).

Sobre la base de estos dos valores se han trazado curvas de los efectos producidos, que sirven de guía a quien quiera estudiar este tema.

Pero de todos modos, los protectores diferenciales que se fabrican, tienen sus valores de ajuste calibrados para asegurar la protección adecuada.

Una corriente de **30 miliampere (30 mA = 0.03 A)** no origina problemas a una persona si se aplica un tiempo igual o inferior a **1000 milisegundos (1s)**. En vez, en el otro extremo de la situación, una corriente de 100 miliampere (0,1 A) durante 30 milisegundos (30 ms) tampoco produce peligro. Esto ha conducido a los fabricantes a producir interruptores diferenciales que accionan abriendo el circuito, con corrientes de 30 miliampere y tiempos de 30 milisegundos.

Es un hecho ya aceptado que la corriente es la que provoca daños al organismo, y la intensidad de esta es función de la tensión y de la potencia de la fuente generadora. Se estima que una corriente de 0,06 ampere puede producir efectos fatales, y por ello se toma conservativamente 0,03 ampere como la corriente máxima que puede tolerar el cuerpo humano.

Esto no es definitivo, ya que se han dado casos fatales con corrientes menores, y contrariamente, personas que han resistido valores muchos mayores. Las diferencias se deben a factores muy diversos, entre los cuales podemos citar: la clase de órgano del cuerpo que atraviesa la corriente; el tiempo de duración de esta; el estado físico y psíquico del individuo; la naturaleza de la corriente y la frecuencia. Todos estos valores gravitan sobre el valor técnico que define al individuo, y que es su resistencia.

Los estudios experimentales han conducido a datos muy diversos, pero estadísticamente parece ser que la resistencia del cuerpo humano en las peores condiciones está comprendida entre los 300 y 1000 ohm. A esta resistencia debe sumarse la resistencia de contacto, motivada por la imperfecta unión del cuerpo humano con la parte bajo tensión.

El peligro de la corriente eléctrica cuando atraviesa el cuerpo humano, puede traducirse por determinados límites que aparecen a medida que crece la intensidad de la corriente, de acuerdo a la Tabla N° 4.01.

Los efectos fisiológicos de la corriente pueden ser de dos tipos: los cardiacos y los tetánicos. Los primeros consisten en una alteración del ritmo normal en la marcha del corazón, motivado por el paso de la corriente eléctrica por ese órgano. Estos casos suelen ser fatales en su mayor parte. Pueden subsanarse únicamente con masajes al corazón o aplicando excitaciones eléctricas de ritmo apropiado. Los segundos se deben a la excitación de la electricidad sobre los centros nerviosos, motivando una contracción muscular. Si se opera sobre los músculos respi-

TABLA N° 4.01.
EFFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA SOBRE EL CUERPO HUMANO

INTENSIDAD DE LA CORRIENTE [mA]	EFECTO	
1000	Paro cardiaco	De efecto mortal
75	Fibrilación cardiaca	Fallo en la circulación sanguínea, que puede originar daños irreversibles al cerebro
30	Paro respiratorio	Contracción muscular de la caja torácica, pudiendo producir la asfixia
10	Tetanización	Contracción muscular de la mano quedando tomado al conductor ó violentamente despedido
0,5	Percepción. Leve sensación de cosquilleo	Ningún peligro

ratorios puede causar la asfixia. Los tratamientos conocidos de respiración artificial pueden restituir al accidentado a las condiciones normales de respiración si se aplican a tiempo. Siendo la corriente, el valor definitivo, no debe hablarse de tensiones peligrosas, ya que éstas serán sólo las que provoquen corrientes elevadas.

El límite de la corriente que puede atravesar el cuerpo humano a 30 mA durante 30 ms, valor este utilizado para la determinación de los sistemas de protección en la instalación de sistemas eléctricos en inmuebles.

4.07. INTERRUPTOR AUTOMÁTICO POR CORRIENTE DE FUGA

Introducción

El interruptor automático por corriente de fuga si bien se puede encuadrar dentro de los interruptores o disyuntores automáticos, su misión está relacionada con la protección de las personas y los bienes. Es por ello que antes de tratar al mismo se hace necesaria una introducción al tema de protecciones de las personas.

Definiciones de la RIEI

Comenzaremos por algunas pautas fundamentales para introducirnos en el tema.

Para lograr la protección contra los **contactos directos** se deben tomar todas las medidas destinadas a proteger las personas y animales de un posible contacto con las partes que normalmente bajo tensión o activas de la instalación sin que la instalación o los equipos conectados a ella hayan fallado.

En cambio la protección contra los **contactos indirectos** de las personas y animales se puede lograr tomando medidas que eviten un posible contacto con masas (partes metálicas o conductoras accesibles) puesta bajo tensión accidentalmente como consecuencia de una falla de aislamiento de la instalación o los equipos conectados a ellas."

Toda instalación o equipo eléctrico debe ser objeto de protección contra contactos directos e indirectos, sea por: protección simultánea contra los contactos directos e indirectos o por la combinación de la protección contra los contactos directos y la protección contra los contactos indirectos.

Protección contra los contactos directos

La forma de lograrla es mediante:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolturas.
- Protección por puesta fuera de alcance.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por dispositivos a corriente diferencial de fuga.

Orden de preferencia en la selección de la protección contra los contactos directos

- Primero: aislamiento de las partes activas.
- Segundo: por medio de barreras o envolturas.
- Tercero: por puesta fuera de alcance.
- Protección suplementaria: por medio de obstáculos (por ejemplo: tomacorrientes con pantalla de protección contra la inserción de cuerpos extraños IEC 60884-1).

- Protección complementaria obligatoria, junto con alguna o todas las anteriores: **protección por dispositivos a corriente diferencial de fuga**, instantáneos de 30 mA.

Protección contra los contactos indirectos

La protección contra los contactos indirectos deberá lograrse implementando al menos uno de los siguientes métodos:

- Utilización de equipos, dispositivos y canalizaciones de doble aislamiento (clase II).
- Ubicación o emplazamiento de los equipos o aparatos en locales no conductores.
- Corte automático de la alimentación.

Interruptor de corriente diferencial de fuga (interruptor diferencial)

El **interruptor de corriente diferencial de fuga**, a lo que hemos agregado **interruptor diferencial** que es el nombre popular o como se lo llama en la jerga en general, es un interruptor automático que funcionara automáticamente cuando la corriente diferencial excede un valor pre-determinado

Siendo la corriente diferencial, la suma vectorial de los valores instantáneos de la corriente que circula por los cables del circuito principal del interruptor diferencial, expresada en valores eficaces.”

Dada sus características constructivas se hace necesario proteger a estos interruptores de las sobrecargas y cortocircuitos.

A modo de aclaración con respecto a esto las normas involucradas son las siguientes

- Norma IRAM 2301 o IEC 61008: interruptores automáticos a corriente diferencial de fuga **sin** protección termo-magnética incorporada.
- Norma IEC 61009: interruptores automáticos a corriente diferencial de fuga **con** protección termo-magnética incorporada.

Utilización de los interruptores de corriente diferencial de fuga

Con respecto a su utilización, podemos decir que: todo circuito terminal o línea de circuito deberá estar protegido por un interruptor a corriente diferencial de fuga con sensibilidad de 30 mA, de actuación instantánea.

No obstante lo anterior, en el caso de equipos en los que se demuestre fehacientemente que su funcionamiento normal puede estar perturbado por la presencia de un interruptor diferencial en su línea de alimentación (por ejemplo: un sistema de arranque estrella-triángulo en motores de potencias medias y elevadas, en el cual, durante el proceso de conmutación, pueden existir picos transitorios de corriente que provoquen la actuación del interruptor diferencial), se admitirá prescindir del mismo, cumpliendo estrictamente las siguientes condiciones:

- El circuito debe ser de alimentación a carga única, el que por definición no debe tener ningún tipo de derivación.
- Se garantizará la protección contra contactos directos empleando al menos dos (2) medios de protección de los citados en Protección contra los contactos directos.

Los interruptores de corriente diferencial de fuga cuya corriente diferencial de funcionamiento es inferior a los 30 mA, se reconocen como aptos para la protección contra los contactos directos accidentales producidos por la falla de otras medidas de protección contra contactos directos.

La utilización de estos dispositivos no está reconocida como una medida de protección completa contra los contactos directos, sino que está destinada solo a aumentar otras medidas de protección durante el servicio normal y, por lo tanto, no exime en modo alguno del empleo del resto de las medidas de seguridad, pues, por ejemplo, este método no evita los accidentes provocados por el contacto simultáneo de dos partes conductoras activas de potenciales diferentes

Este último párrafo es de fundamental importancia ya que desmitifica el uso de este tipo de aparato de protección total ya que habitualmente se lo muestra como el único y maravilloso elemento que protege vidas y bienes, cuando y tal como hemos visto más arriba no es tan así.

La no-difusión de este pequeño párrafo o su inserción al final de los escritos y con letras más chicas, hace crecer la creencia popular (incluyendo a ciertos electricistas también) que, el interruptor de corriente diferencial baste para que el usuario común olvide por completo otras precauciones que debe tener cuando utiliza la energía eléctrica.

Hasta aquí hemos comentado lo que está expresado de alguna forma en el RIEI respecto de este tema, lo cual constituye la base del tema, luego de esto corresponde relacionarlo con los distintos esquemas

de conexión a tierra de las redes de alimentación y de las masas de las instalaciones eléctricas consumidoras.

La forma de realizar la conexión a tierra (ECT) de la alimentación y de la instalación eléctrica, tiene una relación directa desde el punto de vista funcional con los interruptores de corriente diferencial que es de extrema importancia. Por lo cual este tema será tratado oportunamente en particular.

A los fines aclaratorios, transcribiremos la definición de algunos de los términos utilizados.

- **Parte activa:** todo conductor o parte conductora destinada a estar bajo tensión en condiciones normales de servicio, incluyendo el conductor neutro pero, por convención, no el conductor PEN.
- **Parte conductora accesible (masa o masa eléctrica):** parte conductora de un material o equipo eléctrico, susceptible de ser tocado y que normalmente no está bajo tensión pero que puede estarlo en caso de defecto o falla.
- **Barrera:** elemento que asegura protección contra contactos directos en todas las direcciones de acceso.
- **Obstáculo:** elemento que impide un contacto directo fortuito, pero no impide el contacto por una acción deliberada.
- **Aislamiento doble:** aislamiento que comprende a la vez, el aislamiento básico y el aislamiento suplementario.

Funcionamiento del interruptor automático por corriente de fuga

En la Figura N° 4.02 tenemos el esquema de estas protecciones y en ese dibujo se trata de explicar su acción aplicada al caso de una plancha común de uso doméstico, que sufre una falla en su aislamiento. La resistencia de calefacción marcada con **R**, ocasiona el calor necesario para cumplir su función. Si por alguna razón falla el aislamiento del artefacto, por ejemplo en el punto **F** a la derecha, la corriente **I** que toma no regresa completa al neutro de la red por el conductor de la izquierda. Una parte que señalamos con ΔI pasa a las partes exteriores, de allí a tierra y de allí se cierra por el neutro. El valor **I** es la corriente normal del artefacto y ΔI la corriente de falla. Nótese muy particularmente que los dos cables de la alimentación atraviesan un núcleo magnético de forma anular o toroidal. Si la corriente de falla no existe, es decir $\Delta I = 0$, las dos

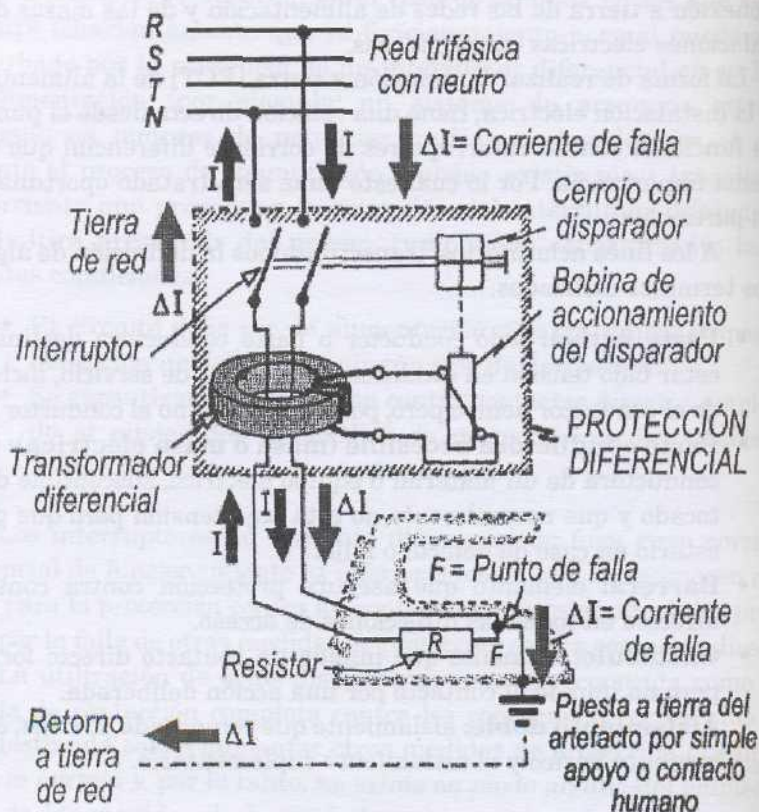


Figura N° 4.02
 Protección mediante un interruptor automático
 por corriente diferencial de fuga

corrientes principales I son exactamente iguales y de sentido contrario. Al atravesar juntas el núcleo, sus efectos magnéticos se contraponen, se anulan y el resultado no produce ninguna acción sobre la bobina que está arrollada en el núcleo anular. Pero si hay una falla, por uno de los conductores (el de la derecha en el dibujo), pasa la corriente principal I y la de falla ΔI .

Dicho de otra manera:

- Por el conductor de la izquierda pasa I (4.01)

- Por el conductor de la derecha pasa $I + \Delta I$ (4.02)

Al existir la falla, el desequilibrio señalado ocasiona una fuerza electromotriz alterna inducida en la bobina del núcleo, porque el flujo alterno abarcado por el núcleo no es nulo. Esa fuerza electromotriz da lugar a una corriente en la bobina exterior del mismo circuito, la que acciona su núcleo y destraba el mecanismo del cerrojo y hace abrir el interruptor que había sido cerrado con anterioridad y de ese modo, tenía la energía acumulada en sus resortes como para hacer una apertura rápida.

La corriente de falla se puede producir, por simple pasaje a tierra a causa de estar apoyado o vinculado un artefacto con tierra o a través del cuerpo de una persona que tome el objeto y esté apoyada en tierra. En este último caso, la corriente atravesará el cuerpo de la persona. Por lo tanto, el interruptor de acción diferencial debe actuar bajo dos condiciones fundamentales:

- Con una corriente que no alcance a dañar personas.
- Con un tiempo muy breve, para que ese efecto no sea perjudicial.

Todos los interruptores diferenciales que ofrece el comercio actual cumplen esas condiciones y están correctamente dimensionados para sus fines específicos. Solo resta que sean instalados bajo las condiciones que sus especificaciones ordenan. Debe cuidarse que el conductor neutro no sea conectado a tierra, después del interruptor. La Figura N° 4.02 es suficientemente explicativa, pero deben observarse también las Figuras N° 4.03. Para mayor seguridad, estos interruptores vienen provistos de un sistema que permite verificar su eficaz acción. Para ello veamos la Figura N° 4.05 que representa a la misma anterior, pero en su esquema eléctrico únicamente y conforme a las normas IRAM 2010 Parte I y Parte II. Es muy conveniente consultar estas dos normas, para no continuar haciendo representaciones gráficas conforme normas superadas y estar alineado conforme normas internacionales Figura N° 4.04. Por otra parte, estos

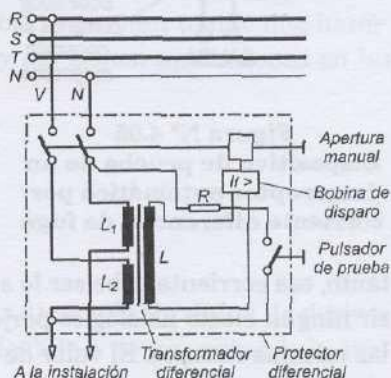


Figura N° 4.03
Esquema de un interruptor
automático por corriente
diferencial de fuga

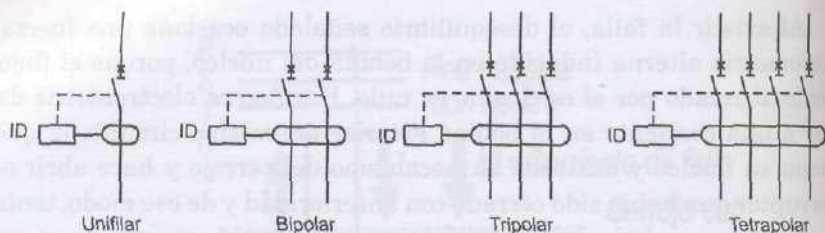


Figura N° 4.04
Símbolos normalizados de los interruptores
automáticos por corriente diferencial de fuga

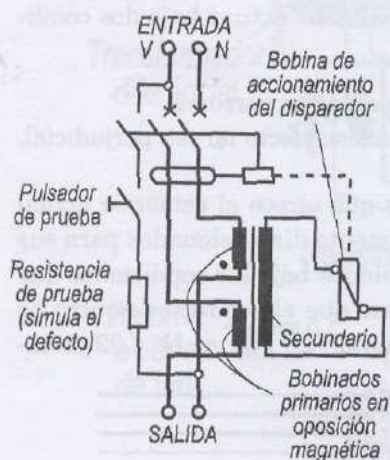


Figura N° 4.05
Dispositivo de prueba de un
interruptor automático por
corriente diferencial de fuga

interruptores vienen provistos de un dispositivo de prueba. En la Figura N° 4.03, si se oprime el pulsador de prueba, pasa una corriente por una resistencia óhmica que simula un defecto por la corriente que toma y hace actuar el protector. Este ensayo, las especificaciones de los catálogos recomiendan hacerlo una vez por mes.

La corriente de falla ΔI debe ser nula si todo está en orden. Pero cuando el protector funciona, el valor de la corriente de falla debe ser tal que permita actuar al sistema y desconectar. Sin embargo, esa corriente de falla ha de pasar por la persona que ha tocado el artefacto defectuoso y llegar a tierra por el cuerpo humano. Por lo

tanto, esa corriente debe ser lo suficientemente baja como para no producir ningún efecto fisiológico perjudicial y actuar por un tiempo breve, por las mismas razones. El valor de la corriente de falla aceptable es de:

$$\Delta I = 0,03 \text{ ampere} = 30 \text{ miliampere} = 30 \text{ mA} \quad (4.03)$$

El tiempo de corte debe ser menor que 30 milisegundos, es decir:

$$\Delta t = 30 \text{ milisegundos} = 30 \text{ ms} \quad (4.04)$$

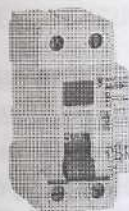


Figura N° 4.06
Interruptor automático
por corriente diferencial
de fuga bipolar

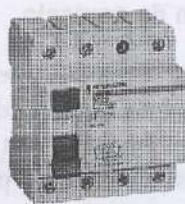


Figura N° 4.07
Interruptor automático
por corriente diferencial
de fuga tetrapolar

Estos valores corresponden a las prescripciones de la IEC antes citada. Sobre los efectos fisiológicos de la corriente en el cuerpo humano, volveremos más adelante. Las normas IRAM también tratan este asunto.

Hasta aquí hemos venido considerando el interruptor diferencial para sistemas monofásicos, o sea, el bipolar. Pero dado que el tamaño de las instalaciones eléctricas ha ido creciendo de acuerdo al tamaño y necesidades tanto sea de los inmuebles destinados a casa-habitación como de oficinas y negocios es que se hace necesario hacer instalaciones con alimentaciones trifásicas tetrapolares, o sea las tres fases y el neutro (R, S, T y N). En consecuencia los fabricantes han tenido que hacerlos tetrapolares. Los cuales también hoy día tienen aplicaciones en las industrias.

4.08. PUESTA A TIERRA

Introducción

Las instalaciones de puesta a tierra, tienen la finalidad de derivar a tierra en forma segura, las corrientes de falla a tierra, evitando la aparición de diferencias de potencial peligrosas entre cualquier parte de la instalación y tierra.

A tales efectos se deben tomar en cuenta dos tipos de tensión a saber:

- tensión de paso,
- tensión de contacto.

Tensión de contacto

Es la tensión que aparece entre la estructura conectada a tierra y el terreno que la circunda (en el que puede encontrarse una persona). Las instalaciones de puesta a tierra deben dimensionarse a los efectos de que las tensiones límites peligrosos para las personas no sean sobrepasadas.

Esta tensión depende del tiempo de desconexión de las protecciones y la resistencia que la persona ofrezca al paso de la corriente.

La norma IRAM 2281-3/96 da los valores máximos admisibles de las tensiones de contacto, de acuerdo a los tiempos de desconexión de las protecciones y cuyos valores para corriente alterna son los mostrados en la Tabla N° 4.02.

TABLA N° 4.02.

TIENSIÓN DE CONTACTO Y TIEMPOS DE PROTECCIÓN

DE CONTACTO PRESUNTA EN LOCALES CONSIDERADOS SECOS O HÚMEDOS [volt]	TIEMPO DE DESCONEXIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN [segundos]
Menos de 24	×
Entre 24 y 50	5
50	5
75	0,6
90	0,45
120	0,34
150	0,27
220	0,17
280	0,12
350	0,08
500	0,04

Tensión de paso

Es la tensión que aparece entre dos puntos del terreno, distanciados 80 a 100 cm, que es la distancia normal del paso humano cuando la corriente de falla es derivada a tierra a través de los elementos de puesta a tierra. No la estudiamos en este libro.

El valor límite de esta tensión es del orden de los 125 V.

4.09. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Daremos ahora el concepto de resistencia de aislamiento, que tan importante papel juega en los estudios generales de protección. En la Figura N° 4.08 vemos un conductor simple, desconectado, en uno de cuyos extremos se ha hecho la conexión a una batería y por un instrumento indicador, a tierra. Como el cable debe estar sujeto o apoyado sobre elementos que en definitiva están vinculados a tierra, y el aislamiento reales no pueden ser perfectos y de valor infinito, habrá muchas pequeñísimas corrientes de fuga i que saldrán del alma del conductor y retornarán a negativo por tierra, acusándolas el amperímetro **A**. Todos los caminos pueden resumirse teóricamente en uno sólo equivalente que se ha designado con R_a , y que se denomina **resistencia de aislamiento**.

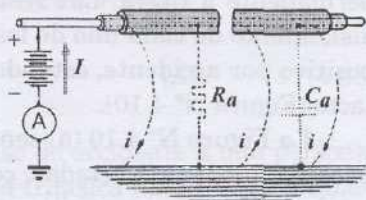


Figura N° 4.08
Resistencia de aislamiento

Además, pero en forma mucho más atenuada, en las instalaciones de inmuebles, existe un efecto similar de capacidad. El conductor y la tierra forman las placas de un hipotético condensador, y el aislamiento interpuestas, el dieléctrico. A estos efectos lo denominamos **capacidad distribuida de aislamiento**. En la Figura N° 4.08 se identifica como C_a . Este segundo fenómeno no lo habremos de considerar.

4.10. ACCIDENTES

La mayor parte de los accidentes ocurren a las personas según dos formas típicas: *contacto bipolar* y *contacto unipolar contra tierra*. Para ilustrar mejor, consideremos una persona como una cierta resistencia P conectada en la forma usual en los accidentes. En la Figura N° 4.09 vemos el contacto bipolar. La persona que toca con dos partes de su cuerpo ambos conductores de la línea, cierra el circuito. Este accidente suele ocurrir a personas que trabajan con tensión en locales tales como centrales, cámaras de transformación, celdas

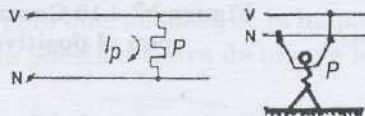


Figura N° 4.09
Contacto bipolar establecido
por una persona en forma
accidental

de alta tensión, etc., sin tomar las debidas providencias. Este accidente es poco frecuente.

Veamos ahora los casos de contactos unipolares, que son los más frecuentes. Tomemos primero una red de dos conductores sin conexión permanente a tierra. Las resistencias R_p y R_n son las inevitables del aislamiento de cada uno de los cables, y P es la persona que toca el dispositivo por accidente, estando apoyada en tierra y haciendo buen contacto (Figura N° 4.10).

La Figura N° 4.10 (a) señala las resistencias, y la (b) la forma eléctrica de quedar conectadas, con lo cual se desprende que la corriente total que fluye entre positivo y negativo vale:

$$I = \frac{U}{\frac{P \times R_P}{P + R_P} + R_N} \quad [A] \quad (4.05)$$

Y la intensidad que pasa por la persona:

$$I_P = I \frac{R_P}{R_P + P} = \frac{U \times R_P}{P \times R_P + R_N \times R_P + R_N \times P} \quad [A] \quad (4.06)$$

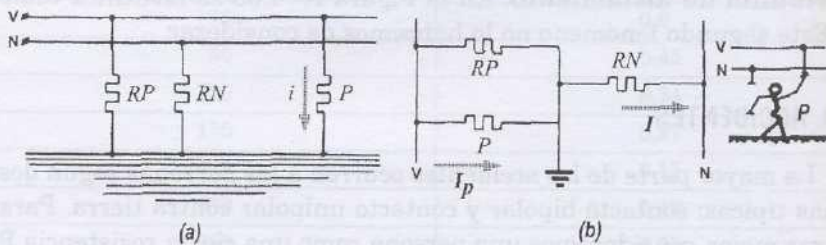


Figura N° 4.10 Contacto accidental de una persona con el positivo de una red monofásica

Si aceptamos que la instalación es nueva y en perfecto estado, el aislamiento será igual. Reemplazando $R_p = R_n$ resulta:

$$I_P = \frac{U}{2P + R_P} \quad [A] \quad (4.07)$$

Esta es la corriente que recibirá quien toque, cualquiera sea el conductor con el cual haga contacto, ya que el razonamiento anterior es válido para ambos. En el caso de que uno de los aislamientos se haga nulo por un desperfecto, el resultado es el siguiente. Si falla la del negativo, R_n se torna nula, y la persona recibe una corriente:

$$I_P = \frac{U}{P} \quad [A] \quad (4.08)$$

La Figura N° 4.11 nos muestra el caso de accidente a una persona, a causa de que un conductor vivo de la red trifásica ha quedado tocando la parte metálica expuesta a la mano (masa). De estar la masa estructural conectada a tierra, al producirse el defecto, las protecciones detectan un cortocircuito y sacan de servicio la instalación, sin riesgo para las personas.

Si falla se produce en el conductor activo y R_p se anula, la persona queda a salvo porque la corriente I_P es nula.

Si como es común, un de los polos, el conductor neutro, está conectado en forma permanente a tierra, resulta igual al caso anterior de R_n nula, y la corriente que recibe la persona está dada por la (4.05). En este

último caso puede apreciarse que, para instalaciones en buen estado, la que tiene conexión permanente a tierra ofrece estadísticamente menos posibilidades de accidente, ya que un solo conductor es peligroso.

Si volvemos a la Figura N° 1.11 del principio, vemos que la instalación trifásica tiene el neutro de la red, pero que, además, se la ha provisto de una tierra local, para asegurar la puesta a tierra de uno de los puntos de la red.

Todo lo dicho aquí para conductores aislados y con neutro a tierra, es válido en las redes trifásicas. Del conjunto se desprende la necesidad de conectar los neutros a la masa terrestre, ya que así las instalaciones se tornan menos peligrosas. Por otra parte, si la alimentación se hace por medio de un transformador que reduce de alta a baja tensión, se impone

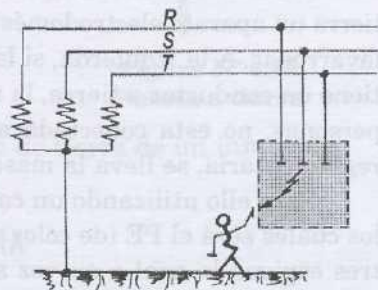


Figura N° 4.11
Contacto accidental
de una persona con la parte
metálica con la cual hizo
contacto un polo de la red

el neutro a tierra para evitar que la red de baja quede en alta tensión si un desperfecto hace que ambos lados del transformador se toquen.

Para que estas medidas de seguridad sean eficientes, es necesario también poner a tierra toda la estructura metálica protectora de los conductores, llaves, etc., o sea, de todas las partes que eventualmente puedan quedar al alcance de la mano. La "tierra" se hace en un lugar determinado por lo regular cerca del tablero de entrada, y para asegurar que toda la cañería y sus accesorios queden al potencial cero, es necesario que haya continuidad eléctrica, para lo cual la RIEI señala que los empalmes de caños deben hacerse con manguitos, y otras precauciones vistas.

En el dibujo de la Figura N° 4.12 mostramos la forma de poner a tierra un aparato electrodoméstico, como por ejemplo, una heladera o un lavarropas. A la izquierda, si la instalación no es la reglamentaria y no tiene un conductor a tierra, la masa metálica expuesta a la mano de las personas, no esta conectada a tierra. En cambio, si la instalación es reglamentaria, se lleva la masa metálica al terminal de tierra.

Para ello utilizando un cable de tres conductores o tripolar, uno de los cuales será el PE (de color verde-amarillo) se conecta a una ficha de tres espigas la cual a su vez se insertará en una base tomacorrientes adecuada para este tipo de fichas.

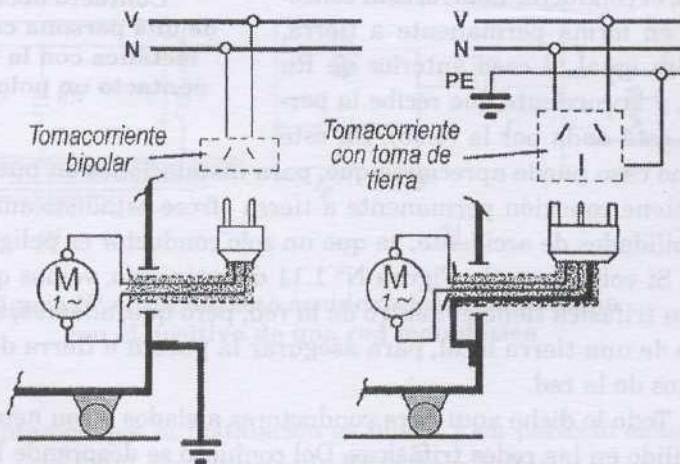


Figura N° 4.12
Conexión de un tomacorrientes con puesta a tierra