

ÍNDICE DE MATERIAS

Introducción	XXV
1. CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD	1
1. GENERALIDADES SOBRE CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD	1
2. PRINCIPALES MAGNITUDES Y UNIDADES ELÉCTRICAS	2
2.1. Introducción	2
3. CONCEPTOS GENERALES SOBRE ELECTRICIDAD	3
3.1. Corriente eléctrica	3
3.2. Corriente alterna (CA)	4
3.3. Corriente continua (CC)	5
3.4. Elementos conductores	5
3.5. Circuito	5
3.6. Conductores activos	5
3.7. Material eléctrico	5
3.8. Instalación eléctrica	6
4. FÍSICA ELÉCTRICA	6
4.1. Ley de Ohm	6
4.2. Cantidad de electricidad	6
4.3. Resistencia de un conductor (Rc)	6
4.4. Acoplamiento de resistencias	6
4.5. Capacidad de condensadores (C)	7
4.6. Acoplamiento de condensadores	8
4.7. Cantidad de calor generado por la corriente eléctrica	8
4.8. Diferencia entre resistencias	9
4.9. Potencias eléctricas	10
4.10. Energía eléctrica	10
5. CONCEPTOS Y MAGNITUDES ELÉCTRICAS	11
5.1. Electricidad	11
5.2. Corriente eléctrica	12

ÍNDICE DE MATERIAS

5.3. Densidad eléctrica (d)	12
5.4. Tensión eléctrica	12
5.5. Resistencia eléctrica	13
5.6. Cuerpos conductores de la electricidad	13
5.7. Cuerpos aislantes de la electricidad	13
5.8. Potencia eléctrica (recordatorio)	14
5.9. Energía consumida por un receptor	14
6. MEDICIÓN DE LA ENERGÍA CONSUMIDA	14
6.1. Contador monofásico de energía activa	15
6.2. Contador monofásico de energía reactiva	15
6.3. Contador trifásico para 4 hilos	15
6.4. Contador monofásico de doble tarifa	16
6.5. Contador trifásico de triple tarifa	16
6.6. Tipos de contadores	16
6.7. Factura eléctrica	17
7. CÁLCULO SENCILLO DE RECEPTORES	18
7.1. Intensidad absorbida por una lámpara conectada a la red	18
7.2. Intensidad absorbida por calefactores eléctricos conectados a la red	18
7.3. Intensidad absorbida por un grupo de lámparas conectadas en derivación	19
7.4. Intensidad absorbida por un motor monofásico	19
7.5. Intensidad absorbida por un motor trifásico	19
7.6. Intensidad y densidad en un circuito eléctrico	20
7.7. Determinar la sección de un conductor	20
7.8. Calor generado en una resistencia calefactora	20
8. SÍMBOLOS ELÉCTRICOS	21
9. CÁLCULO DE SECCIONES	23
9.1. Sección circular	23
9.2. Sección cuadrada	23
9.3. Sección rectangular	23
9.4. Sección triangular	23
9.5. Sección de un trapecio rectángulo	24
9.6. Sección de un hexágono	24
9.7. Sección de un anillo circular	24
9.8. Sección de una elipse	24
10. VOLUMEN DE FIGURAS GEOMÉTRICAS	25
10.1. Volumen del cilindro	25
10.2. Volumen del cubo	25
10.3. Volumen de la esfera	25
11. RELACIONES TRIGONOMÉTRICAS	26
11.1. En un triángulo rectángulo	26
11.2. Funciones trigonométricas en la circunferencia	26

2. ELECTRICIDAD Y SU DISTRIBUCIÓN	29
1. GENERALIDADES SOBRE LA ELECTRICIDAD Y SU DISTRIBUCIÓN ..	29
2. CLASES DE CORRIENTE ELÉCTRICA	30
2.1. Introducción	30
2.2. Ejemplo de circuito eléctrico	31
3. GENERACIÓN DE CORRIENTE ALTERNA (CA)	32
3.1. Ventajas de la corriente alterna (CA)	32
3.2. Fuentes de generación de corriente alterna	32
3.3. Representación de generadores de corriente alterna	32
3.4. Distribución de la energía eléctrica (CA)	33
4. GENERACIÓN DE CORRIENTE CONTINUA (CC)	33
4.1. Corriente continua	33
4.2. Particularidades de la corriente continua	33
4.3. Fuentes de generación de corriente continua	33
4.4. Conversión de corrientes alternas en corriente continua	34
4.5. Aplicaciones principales	34
4.6. Baterías eléctricas	34
4.6.1. Baterías para vehículos	34
4.6.2. Baterías de litio	35
4.6.3. Baterías diversas	35
4.6.4. Tipos de pilas secas. Tensiones nominales	36
4.6.5. Comparación entre tensión y densidad de energía en función del peso, para diferentes tipos de pilas	36
4.6.6. Tiempo de vida de algunos tipos de pilas almacenadas a diferentes temperaturas	36
5. PILAS ELÉCTRICAS	37
5.1. Generalidades	37
5.2. Presentación de las pilas	37
5.3. Conexión de pilas	37
5.3.1. Conexión serie	37
5.3.2. Conexión derivación o paralelo	38
5.4. Pilas recargables	39
6. GRUPOS ELECTRÓGENOS	39
6.1. Generadores de gama ocio con motor de gasolina sin plomo	39
6.2. Generadores de gama semi-profesional con motor de gasolina sin plomo	40
6.3. Generadores de gama profesional con motor diésel	40
6.4. Particularidades de la aplicación de equipos generadores	40
6.5. Potencias de diferentes aparatos receptores	41
6.6. Generadores motosoldadores	41
7. ENERGÍA SOLAR Y EÓLICA	42
7.1. Energía solar	42
7.1.1. Principio básico de la generación eléctrica solar	42
7.2. Energía eólica	43

ÍNDICE DE MATERIAS

7.3. Aplicaciones de la energía solar y eólica	43
7.4. Ventajas del uso de la energía solar y eólica	43
7.5. Alumbrado	43
7.6. Frigoríficos	44
7.7. Representación de instalaciones de generación solar y eólica	44
8. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	45
8.1. Esquemas TN	45
8.1.1. Esquema TN-S	45
8.1.2. Esquema TN-C	45
8.1.3. Esquema TN-C-S	46
8.2. Esquema TT	46
8.3. Esquema IT	47
8.4. Con carácter general	47
9. RECTIFICADORES DE CORRIENTE ELÉCTRICA	47
9.1. Introducción	47
9.2. Rectificador monofásico de media onda	48
9.3. Rectificador monofásico de onda completa	48
9.4. Rectificador trifásico de media onda	48
9.5. Rectificador trifásico de onda completa	48
10. ELEVADORES Y REDUCTORES DE TENSIÓN	49
10.1. Transformadores de tensión	49
10.2. Transformadores reductores	50
10.3. Transformadores elevadores	50
10.4. Transformadores reversibles	50
10.5. Atención a la conexión del transformador	50
10.6. Autotransformador	51
10.7. Transformadores trifásicos	52
10.8. Transformadores utilizados en equipos rectificadores	52
10.9. Principales símbolos de rectificadores	52
10.10. Transformadores de medida de tensión	53
10.11. Transformadores de medida de intensidad	53
11. DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA PARA SU UTILIZACIÓN	53
11.1. Redes monofásicas	53
11.2. Redes trifásicas	53
11.3. Redes trifásicas con neutro	54
12. REPRESENTACIÓN SIMPLIFICADA DE LOS CONDUCTORES	54
13. CLASIFICACIÓN DE LAS TENSIONES	54
13.1. Suministros en Baja Tensión	54
13.2. Clasificación de las tensiones	54
13.3. Tensiones nominales usualmente utilizadas	55
13.4. Frecuencia de la red	55
13.5. Tipos de suministros de corriente eléctrica	55
13.6. Clases de tensiones	55
13.6.1. Tensión nominal o asignada	55
13.6.2. Tensión nominal de una instalación	55

ÍNDICE DE MATERIAS

13.6.3. Tensión nominal de un aparato	55
13.6.4. Tensión asignada de un cable	56
13.6.5. Tensión con relación o respecto a tierra	56
13.6.6. Tensión de puesta a tierra (tensión a tierra)	56
13.6.7. Tensión de contacto	56
13.6.8. Tensión de defecto	56
13.7. Instalaciones a muy baja tensión	56
13.7.1. Instalaciones a Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) ..	56
13.7.2. Instalaciones a Muy Baja Tensión de Protección (MBTP) ..	57
13.7.3. Instalaciones de Muy Baja Tensión Funcional (MBTF)	57
13.7.4. Resumen de tensiones a muy baja tensión	57
13.8. Tensiones especiales	57
14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS. CONDICIONES NORMALES DE EMPLEO	57
14.1. Introducción	57
14.2. Temperatura de ambiente	58
14.3. Altura de la instalación	58
14.4. Condiciones atmosféricas. Humedad	58
14.5. En ambientes mojados, polverulentos y expuestos a golpes	58
14.6. Ambientes con riesgo de incendio o explosión	58
14.7. Ambientes particulares en los que se ubica la instalación	58
14.8. Grados de polución ambiental en aparatos eléctricos y electrónicos	59
15. DIRECTIVA EUROPEA PARA BAJA TENSIÓN	59
16. NUEVO REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN ..	59
16.1. Nuevo REBT	59
17. ORGANISMOS DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN	60
18. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN BÁSICO	60
18.1. Electrificación básica	60
18.2. Electrificación elevada	61
18.3. Protección general	61
19. CONSUMO DE ENERGÍA EN ESPAÑA	62
20. PUNTOS DE UTILIZACIÓN MÍNIMA POR ESTANCIA	63
21. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS CIRCUITOS	64
22. CARGA CORRESPONDIENTE A UN CONJUNTO DE VIVIENDAS ...	65
22.1. Carga correspondiente a los servicios generales	65
22.2. Carga correspondiente a los locales comerciales y oficinas	65
22.3. Carga correspondiente a garajes	66
22.4. Carga total correspondiente a edificios comerciales, de oficinas o destinados a una o varias industrias	66
22.4.1. Edificios comerciales o de oficinas	66
22.4.2. Edificios destinados a concentración de industrias	66
22.4.3. Suministros monofásicos	66

ÍNDICE DE MATERIAS

22.5. Determinación del número de circuitos, sección de los conductores y de las caídas de tensión	66
22.6. Clasificación de los lugares de consumo	67
22.7. Grado de electrificación de las viviendas	67
23. INSTALACIONES DE ENLACE	67
23.1. Partes que constituyen las instalaciones de enlace	67
23.2. Esquema de instalación para un solo usuario	68
23.3. Esquema de instalación para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar	68
23.4. Esquema de instalación para varios usuarios con contadores en forma centralizada en un lugar	69
23.5. Esquema de instalación para varios usuarios con contadores centralizados en más de un lugar	70
24. LÍNEAS ELÉCTRICAS	71
24.1. Tipos de líneas eléctricas	71
24.2. Separación entre diferentes líneas eléctricas	71
24.3. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada (servicio permanente)	72
24.4. Factor de corrección F, para temperatura del terreno distinta de 25 °C	73
24.5. Factor de corrección para resistividad del terreno distinta de 1 K·m/W	73
25. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN	73
25.1. Instalación eléctrica	73
25.2. Instalaciones en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ..	73
25.3. Instalaciones provisionales	75
25.4. Instalación eléctrica	75
25.5. Instalación eléctrica de edificios	75
3. CONDUCTORES ELÉCTRICOS	77
1. GENERALIDADES SOBRE CONDUCTORES ELÉCTRICOS	77
2. CABLES PARA INSTALACIONES DE ENLACE. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN	78
2.1. Características generales	78
2.2. Caídas de tensión máxima permitidas	79
2.3. Sección de conductor neutro y diámetro exterior del tubo en función de la sección de fase	79
3. CABLES PARA INSTALACIONES DE ENLACE. DERIVACIONES INDIVIDUALES	79
3.1. Características generales	79
3.2. Caídas de tensión máxima permitidas	79
3.3. Sección de los conductores	80
4. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	80
4.1. Caídas de tensión	80
4.2. Intensidades máximas admisibles	80

ÍNDICE DE MATERIAS

5. RESUMEN DE CAÍDAS DE TENSIÓN MÁXIMAS ADMITIDAS	80
6. INSTALACIONES BAJO TUBO	81
6.1. Introducción	81
6.2. Tubos en canalizaciones empotradas	81
6.3. Tubos en canalizaciones enterradas	82
6.4. Prescripciones generales	82
7. IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES	84
8. CLASES DE CONDUCTORES	85
9. CABLES AISLADOS PARA BAJA TENSIÓN	86
9.1. Identificación de los cables	86
9.2. Ejemplos de designación de los cables conductores	87
9.3. Presentación comercial de los conductores	88
10. CONDUCTORES ELÉCTRICOS (CABLES)	89
10.1. Con carácter general	89
11. CONDUCTOR NEUTRO	90
11.1. Conductor neutro (N)	90
11.2. Conductor PEN o CPN	90
11.3. Sección mínima del conductor neutro	90
11.4. Sección mínima del conductor neutro en función de la sección de los conductores de fase	91
11.5. Sección del conductor neutro en función de la sección de los conductores de fase en redes de distribución del esquema TN ..	91
11.6. Identificación del conductor neutro	91
11.7. Continuidad del conductor neutro	91
11.8. Sección mínima del conductor neutro en función de la sección de los conductores de fase	92
11.9. Sección del conductor neutro en líneas generales de alimentación .	92
11.10. Marcado del conductor neutro	92
12. INTENSIDAD ADMISIBLE POR LOS CONDUCTORES CON TEMPERATURA MÁXIMA DE 40 °C	93
13. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	94
13.1. Naturaleza de los conductores	94
13.2. Sección de los conductores. Caída de tensión	95
13.3. Intensidades máximas admisibles	95
14. SECCIONES MÍNIMAS RECOMENDADAS PARA CABLES DE COBRE	95
15. SECCIONES MÍNIMAS DE CONDUCTORES DE COBRE	96
16. CÁLCULO DE SECCIÓN PARA CONDUCTORES EN DERIVACIONES CORTAS	97
17. FÓRMULAS PARA CALCULAR LA SECCIÓN DE CONDUCTORES PARA BAJA TENSIÓN	97
17.1. Factores principales que intervienen en el cálculo de sección para conductores	97
17.2. Fórmulas para circuitos monofásicos	98
17.3. Fórmulas para circuitos trifásicos	98

ÍNDICE DE MATERIAS

18. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE UN CONDUCTOR, FIJADA LA PÉRDIDA DE POTENCIA	99
18.1. En líneas monofásicas	99
18.2. En líneas trifásicas equilibradas	99
18.3. Pérdida de potencia por efecto Joule, en vatios	99
18.4. Pérdida de potencia en %	99
18.5. Equivalencias	99
19. FACTORES A CONSIDERAR CUANDO SE DETERMINA LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES	99
20. CONDUCTOR DE PROTECCIÓN	100
20.1. Conductor de protección (CP o PE)	100
20.2. Corriente de defecto a tierra	100
20.3. Corriente de fuga en una instalación	100
20.4. Corriente de puesta a tierra	101
20.5. Tierras	101
20.6. Finalidad del conductor de protección (CP o PE)	101
20.7. Sección del conductor de protección (PE)	101
21. REPRESENTACIÓN DEL CONDUCTOR DE PROTECCIÓN	102
22. ALARGADERAS	103
22.1. Introducción	103
22.2. Alargaderas incorporadas a los aparatos	103
22.3. Requisitos de las alargaderas	103
22.4. Presentación de alargaderas	104
4. APARATOS Y DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS	105
<hr/>	
1. GENERALIDADES SOBRE APARATOS Y DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS	105
2. APARATOS ELÉCTRICOS DIVERSOS	106
2.1. Introducción	106
2.2. Principales aparatos de accionamiento de circuitos eléctricos y receptores	107
2.3. Principales aparatos de protección de circuitos eléctricos y receptores	107
2.4. Elementos complementarios	107
3. PRINCIPALES DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN PARA LOS CIRCUITOS Y RECEPTORES	107
4. POSIBILIDAD DE CONECTAR Y DESCONECTAR EN CARGA	108
5. DISPOSITIVOS PARA EL MANDO DE RECEPTORES	110
5.1. Conceptos generales	110
5.2. Seccionadores	111
5.3. Interruptores eléctricos	111
5.4. Interruptores automáticos	112
5.5. Contactores	112
6. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS	112

ÍNDICE DE MATERIAS

6.1. Representación del interruptor automático	112
6.2. Principio de funcionamiento	113
6.3. Aplicaciones del interruptor automático	113
6.4. Tipos de interruptores automáticos	113
6.5. Calibre de los interruptores automáticos	113
6.6. Ejemplos de calibre de interruptores automáticos	114
7. INTERRUPTORES DIFERENCIALES	115
7.1. Representación del interruptor diferencial	115
7.2. Principios de funcionamiento	115
7.3. Aplicación de los interruptores diferenciales	116
7.4. Sensibilidad de los interruptores diferenciales	117
7.5. Campos de aplicación de los interruptores diferenciales	117
7.6. Calibrado del interruptor diferencial para diferentes potencias	117
8. DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN PARA LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS	118
8.1. Concepto de protección	118
8.2. Protección contra corrientes de cortocircuito	118
8.2.1. Disposición de los fusibles en los circuitos	119
8.2.2. Presentación comercial de los fusibles	119
8.2.3. Observaciones respecto a los fusibles	119
8.3. Protección contra sobretensión (sobrecarga)	120
8.3.1. Representación de los dispositivos de protección contra sobrecargas	120
8.3.2. Observaciones respecto a la protección contra sobrecargas	120
8.4. Protección contra corrientes elevadas	120
9. ELECCIÓN DE UN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	121
9.1. Sobrecargas	121
9.2. Cortocircuitos	122
9.3. Poder de corte (PdC)	122
9.4. Longitud máxima de la línea (L)	122
10. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES	123
10.1. Introducción	123
10.2. Categorías de las sobretensiones	123
10.3. Medidas para el control de las sobretensiones	124
11. ESQUEMA DE UNA INSTALACIÓN DOMÉSTICA	124
12. DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DOMÉSTICA	125
13. DISPOSITIVOS VARIOS	126
13.1. Temporizadores	126
13.1.1. Temporizadores a la conexión	126
13.1.2. Temporizadores a la desconexión	126
13.1.3. Contactos temporizados a la conexión/desconexión	127
13.2. Relojes horarios programables	127
13.3. Programadores	127
13.4. Relé de contactos auxiliares	127
13.5. Intermitentes	128

ÍNDICE DE MATERIAS

13.6. Minutería. Temporizador de escalera	128
13.7. Relé biestable	128
5. RECEPTORES ELÉCTRICOS	129
1. GENERALIDADES SOBRE RECEPTORES ELÉCTRICOS	129
2. VOCABULARIO TÉCNICO ELÉCTRICO	130
2.1. Aislante	130
2.2. Cable eléctrico	130
2.3. Circuito	130
2.4. Instalación eléctrica	131
2.5. Tensión nominal o tensión asignada	131
2.6. Tensión nominal de un aparato	131
2.7. Corriente admisible permanente (de un conductor)	131
2.8. Intensidad nominal	131
2.9. Intensidad de arranque	131
2.10. Sobretensión	131
2.11. Sobreintensidad	131
2.12. Masa	131
2.13. Tierra	132
3. NORMATIVA ELÉCTRICA	132
3.1. Introducción	132
3.2. Normativa nacional	132
3.3. Normativa europea y comunitaria	132
3.4. Normativa internacional	132
3.5. Normas nacionales más importantes	132
4. IDENTIFICACIÓN DE LOS APARATOS ELÉCTRICOS	133
4.1. Placa de características	133
5. VALORES QUE IDENTIFICAN A UN RECEPTOR ELÉCTRICO	134
5.1. En una lámpara de alumbrado	134
5.2. En un calefactor eléctrico	134
5.3. En un motor eléctrico	135
5.4. Para los conductores eléctricos	135
6. RECOMENDACIONES PARA LA CONEXIÓN Y MANTENIMIENTO DE RECEPTORES	135
6.1. Observaciones ante la conexión de los receptores	135
6.2. Atención a los receptores en servicio	136
7. ELECTRODOMÉSTICOS	136
7.1. Introducción	136
7.2. Diversos aparatos electrodomésticos	137
8. APARATOS DE CALEFACCIÓN ELÉCTRICA	138
8.1. Tipos de calefactores	138
8.2. Potencias en que se suministran los elementos de calefacción eléctricos	139
8.3. Presentación comercial de diferentes elementos de calefacción ...	139

ÍNDICE DE MATERIAS

9. POTENCIAS, CONSUMOS Y PROTECCIÓN PARA DIFERENTES RECEPTORES	140
9.1. Protección de los circuitos	140
9.2. Principales receptores domésticos	140
10. CLASES DE MATERIALES ELÉCTRICOS	141
10.1. Clasificación de los materiales según el REBT	141
11. HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES	143
11.1. Introducción	143
11.2. Atención y cuidado de las herramientas eléctricas portátiles	143
11.3. Ejemplos de máquinas herramientas	144
12. CONEXIÓN DE PEQUEÑOS EQUIPOS DE SOLDADURA	146
13. MOTORES ELÉCTRICOS APLICADOS	147
13.1. Introducción	147
13.2. Propiedades principales de los motores con rotor en cortocircuito	147
13.3. Arranque de los motores	148
13.4. Aplicación de los motores	148
13.5. Mantenimiento de los motores	148
13.6. Ejemplos de aplicación de motores	148
14. GRADOS DE PROTECCIÓN IP E IK	149
15. SÍMBOLOS VARIOS	150
6. INSTALACIONES DE ALUMBRADO	151
1. GENERALIDADES SOBRE EL ALUMBRADO	151
2. INSTALACIONES DE ALUMBRADO	152
2.1. Instalaciones	152
2.2. Luminarias	152
3. DATOS VARIOS SOBRE ALUMBRADO	153
3.1. Sistema de alumbrado	153
3.2. Colores de reflexión de techos y paredes	153
3.3. Luz necesaria para la lectura	154
3.4. Intensidad de iluminación (variación verano/invierno)	154
3.5. Principales tipos de lámparas de alumbrado	154
4. NOCIONES SOBRE ALUMBRADO	154
4.1. Principales magnitudes luminosas	154
4.1.1. Flujo luminoso (ϕ)	154
4.1.2. Cantidad de luz (Q)	155
4.1.3. Nivel de iluminación (E)	155
4.1.4. Brillo (B)	155
4.2. Sistemas de alumbrado	155
4.2.1. Ejemplos de distribución luminosa	155
4.2.2. Clasificación de los sistemas de alumbrado	155
4.3. Ejemplos de cálculo de alumbrado	156

ÍNDICE DE MATERIAS

4.3.1. Calcular el nivel de iluminación producido por una lámpara de incandescencia de $P = 100 \text{ W}$, que ilumina una mesa de trabajo	156
4.3.2. Calcular el flujo luminoso necesario para iluminar una sala de 16 m^2 , con un nivel de iluminación medio de 200 lx	156
5. FLUJOS LUMINOSOS DE DISTINTOS TIPOS DE LÁMPARAS	156
6. NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN	158
6.1. Ejemplos de lámparas de iluminación	158
7. IDENTIFICACIÓN DEL COLOR DE LAS LÁMPARAS	159
8. SÍMBOLOS GRÁFICOS DE PROTECCIÓN	159
9. ESQUEMAS DE ALUMBRADO	160
Esquema 1. Encendido sencillo de una lámpara de incandescencia ...	160
1.1. Esquema teórico de la instalación	160
1.2. Elementos de la instalación	160
1.3. Esquema práctico de la instalación	160
1.4. Elementos comerciales	161
Esquema 2. Encendido de una lámpara desde un interruptor	161
Esquema 3. Encendido de varias lámparas de incandescencia conectadas en derivación o paralelo	162
3.1. Esquema teórico de la instalación	162
3.2. Elementos básicos de la instalación	162
3.3. Esquema práctico de la instalación	163
3.4. Características eléctricas de la instalación	163
Esquema 4. Encendido de varias lámparas agrupadas, desde dos interruptores	163
4.1. Esquema teórico de la instalación	163
4.2. Elementos básicos de la instalación	164
4.3. Esquema práctico de la instalación	164
4.4. Puesta a tierra	164
Esquema 5. Encendido de una lámpara de incandescencia desde dos puntos, indistintamente	164
5.1. Esquema teórico de la instalación	164
5.2. Elementos básicos de la instalación	165
5.3. Esquema práctico de la instalación	165
5.4. El conmutador	165
Esquema 6. Instalación para el encendido de una lámpara de incandescencia desde tres puntos indistintamente	165
6.1. Esquema teórico de la instalación	165
6.2. Elementos básicos de la instalación	166
6.3. Esquema práctico de la instalación	166
Esquema 7. Aclaraciones sobre la lámpara conmutada	166
7.1. Lámparas conmutadas	166
7.2. Lámparas conmutadas desde dos puntos	167
7.3. Lámpara desde tres puntos	167

ÍNDICE DE MATERIAS

Esquema 8. Instalación para el encendido de lámparas desde cuatro puntos indistintamente	168
8.1. Esquema teórico de la instalación	168
8.2. Funcionamiento del conmutador de cruzamiento	168
8.3. Elementos de la instalación	168
Esquema 9. Presentación práctica de un circuito eléctrico de alumbrado	169
9.1. Disposición de una lámpara conmutada, en un pasillo	169
9.2. Disposición de lámparas desde tres puntos indistintamente ..	169
Esquema 10. Esquemas varios de alumbrado	170
10.1. Regulador electrónico de intensidad luminosa	170
10.2. Encendido de una lámpara por mando a distancia	170
Esquema 11. Instalación para el alumbrado de escaleras y pasillos	171
11.1. Esquema teórico de la instalación	171
11.2. Elementos básicos de la instalación	171
11.3. Esquema práctico de la instalación	171
Esquema 12. Instalación accionada por telerruptor	172
12.1. Instalación para el encendido/apagado de lámparas por medio de un interruptor biestable (queda en la última posición pilotada), también llamado telerruptor	172
12.2. Señalización de la posición de interruptores y pulsadores ...	172
Esquema 13. Instalación para el encendido de una lámpara halógena ..	173
13.1. Esquema teórico de la instalación	173
13.2. Elementos básicos de la instalación	173
13.3. Esquema práctico de la instalación	173
Esquema 14. Instalación para el encendido de un tubo fluorescente ...	174
14.1. Esquema teórico de la instalación	174
14.2. Elementos básicos de la instalación	174
14.3. Esquema práctico de la instalación	174
14.4. Elementos comerciales	175
Esquema 15. Instalaciones para tubos fluorescentes	175
15.1. Instalación para un tubo fluorescente de encendido rápido ..	175
15.2. Conexión en serie de dos tubos fluorescentes de iguales características	175
15.3. Conexión dúo de dos tubos fluorescentes	176
15.4. Conexión de un tubo fluorescente por medio de balastro electrónico	176
15.5. Conexión de dos tubos fluorescentes por medio de balastro electrónico	176
15.6. Con carácter general	177
Esquema 16. Instalación de una lámpara de vapor de sodio desde un interruptor	177
16.1. Esquema teórico de la instalación	177
16.2. Elementos básicos de la instalación	177
16.3. Esquema práctico de la instalación	178

ÍNDICE DE MATERIAS

10. CAPACIDAD DE LOS CONDENSADORES PARA COMPENSAR EL FACTOR DE POTENCIA DE LAS LÁMPARAS ($\cos \phi = 0,9 \pm 0,05$) ...	178
11. MEDIDAS DE LOS TUBOS FLUORESCENTES NORMALES	179
7. INSTALACIONES VARIAS	181
1. GENERALIDADES SOBRE INSTALACIONES VARIAS	181
2. ESQUEMAS PARA USOS VARIOS	182
Esquema 1. Instalación para una base de enchufe	182
1.1. Esquema teórico de la instalación	182
1.2. Elementos de la instalación	182
1.3. Esquema práctico de la instalación	183
1.4. Elementos comerciales	183
Esquema 2. Diferentes formas de alimentar una base de enchufe	183
2.1. Particularidades sobre conexiones portátiles	183
2.2. Circuitos para bases de enchufe	184
2.3. Protección para bases de enchufe	184
Esquema 3. Instalación para un timbre con accionamiento desde un punto	185
3.1. Esquema teórico de la instalación	185
3.2. Elementos básicos de la instalación	185
3.3. Esquema práctico de la instalación	185
3.4. Elementos comerciales	186
Esquema 4. Instalación para un timbre con accionamiento desde dos puntos	186
4.1. Esquema teórico de la instalación	186
4.2. Elementos básicos de la instalación	186
4.3. Esquema práctico de la instalación	187
4.4. Elementos comerciales	187
Esquema 5. Instalación eléctrica de un elemento calefactor	187
5.1. Esquema teórico de la instalación	187
5.2. Elementos básicos de la instalación	188
5.3. Esquema práctico de la instalación	188
5.3.1. Instalación fija	188
5.3.2. Instalación móvil (portátil)	188
5.4. Elementos comerciales	188
Esquema 6. Instalación eléctrica de un elemento calefactor con dos resistencias	189
6.1. Esquema teórico de la instalación	189
6.2. Elementos básicos de la instalación	189
6.3. Esquema práctico de la instalación	189
6.3.1. Instalación fija	189
6.3.2. Instalación móvil (portátil)	189
6.4. Potencias de servicio	190

ÍNDICE DE MATERIAS

Esquema 7. Instalación eléctrica de un elemento calefactor con ventilador incorporado	190
7.1. Esquema teórico de la instalación	190
7.2. Elementos básicos de la instalación	190
7.3. Esquema práctico de la instalación	190
7.4. Particularidades de este receptor	191
Esquema 8. Instalación eléctrica para un elemento calefactor con dos resistencias y ventilador incorporado	191
Esquema 9. Instalación eléctrica para un calefactor de tipo acumulador con ventilador y termostato de carga y de ambiente	191
Esquema 10. Instalación para el riego automático de un jardín	192
10.1. Principio de esta instalación	192
10.2. Ejemplo de instalación	192
10.3. Programador	193
10.4. Otros elementos de la instalación	193
Esquema 11. Instalación para termos eléctricos (calentadores)	193
11.1. Instalación general	193
11.2. Esquema teórico de la instalación	194
11.3. Variante del esquema representado en el punto 11.2	194
11.4. Características sobre el funcionamiento del termo	195
Esquema 12. Adornos navideños	195
12.1. Introducción	195
12.2. Instalaciones principales	195
12.3. Normas de seguridad a aplicar en estas instalaciones	196
12.4. Ejemplos de instalación	196
12.5. Instalación eléctrica	196
12.5.1. Instalación en baja tensión (tensión reducida)	196
12.5.2. Lámparas conectadas en serie	197
12.5.3. Lámparas conectadas en serie funcionando de forma intermitente	197
12.5.4. Lámparas funcionando de forma programada	197
Esquema 13. Persiana motorizada	198
13.1. Introducción	198
13.2. Motorización de una persiana	198
Esquema 14. Programación para el funcionamiento de un electrodoméstico	199
14.1. Introducción	199
3. INSTALACIONES ESPECIALES	200
3.1. Introducción	200
3.2. Instalaciones especiales en el REBT	200
4. DOMÓTICA EN EL HOGAR	202
4.1. Automatización del hogar	202
4.2. Situación actual	202
4.3. Niveles de automatización	202
4.4. Partes principales del automatismo	203
4.5. Comentario sobre esta tecnología	204

ÍNDICE DE MATERIAS

5. CONEXIÓN DE MOTORES TRIFÁSICOS A REDES MONOFÁSICAS	204
5.1. Particularidades de esta conexión	204
5.2. Disposición del motor trifásico para poderlo conectar a una red monofásica	204
5.3. Inversión de giro respecto a una determinada conexión	205
5.4. Tensión de la red y tensión del motor	205
5.5. Capacidad de los condensadores a instalar	205
5.6. Particularidades de esta conexión	206
6. CONSUMO DE APARATOS FUERA DE SERVICIO (EN STAND-BY)	206
6.1. Introducción	206
6.2. Consumo a nivel de la Unión Europea	206
6.3. Consumo estimado por aparato	207
6.4. Recomendaciones	207
6.5. Estimación de gasto en una vivienda por efecto stand-by	207
7. PORTERO AUTOMÁTICO	207
7.1. Introducción	207
7.2. Instalación de un portero automático para chalet	208
8. TOMAS DE SEÑAL PARA RADIO Y TELEVISIÓN	209
8.1. Introducción	209
8.2. Ejemplo de instalación que distribuye señales VHF/UHF/FM	209
8. MOTORES ELÉCTRICOS Y SU INSTALACIÓN	211
<hr/>	
1. GENERALIDADES SOBRE LOS MOTORES ELÉCTRICOS Y SU INSTALACIÓN	211
2. PRINCIPALES TIPOS DE MOTORES Y SUS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	212
3. MOTORES ELÉCTRICOS MONOFÁSICOS	213
3.1. Motores universales	213
3.2. Motores monofásicos de inducción (fase partida)	214
3.3. Motores monofásicos de inducción con espiras en cortocircuito	214
4. MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA (CC)	215
4.1. Motor de CC con excitación independiente	215
4.2. Motor de CC con excitación serie	215
4.3. Motor de CC con excitación shunt (derivación)	215
4.4. Motor de CC con excitación compuesta (compound)	216
5. MOTORES TRIFÁSICOS DE ROTOR EN CORTOCIRCUITO	216
5.1. Principio de funcionamiento	216
5.2. Partes principales del motor	216
5.3. Características eléctricas principales	216
6. MOTORES TRIFÁSICOS. CONSIDERACIONES GENERALES. TABLAS	217
6.1. Velocidad síncrona de un motor de CA, en función de la frecuencia y polaridad	217

ÍNDICE DE MATERIAS

6.2. Relación entre el número de polos de un motor y su velocidad síncrona	218
6.3. Influencia de la altitud en la temperatura del aire de refrigeración del motor	218
6.4. Rendimiento aproximado para motores trabajando en régimen nominal	218
6.5. Variación del rendimiento de un motor con la variación de su carga	219
6.6. Arranque de los motores	219
6.7. Reducción de la intensidad absorbida por un motor, en el momento del arranque	219
6.7.1. Procedimientos de reducción de intensidad absorbida	219
6.7.2. Ventajas de estos procedimientos de arranque	220
7. CÁLCULOS PRÁCTICOS PARA MOTORES TRIFÁSICOS	220
7.1. Datos tomados de la placa de características	220
7.2. Potencia absorbida por el motor (Pa)	220
7.3. Potencia útil suministrada por el motor (Pu)	220
7.4. Rendimiento de un motor (η)	221
7.5. Observaciones	221
8. CONEXIÓN DE LOS MOTORES TRIFÁSICOS	221
8.1. Presentación de la caja de bornes. Designación de las tres fases del motor	221
8.2. Conexión estrella (λ)	222
8.3. Conexión triángulo (Δ)	222
8.4. Disposición del bobinado para la conexión estrella-triángulo (λ, Δ) ..	222
9. FORMAS DE CONECTAR UN MOTOR TRIFÁSICO EN FUNCIÓN DE LA TENSIÓN	223
9.1. Introducción	223
9.2. Motores monotensión	223
9.3. Motores bitensión	224
10. INFLUENCIA DE LA FRECUENCIA EN LOS MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA	224
10.1. Introducción	224
10.2. Fórmula de cálculo de la velocidad	224
10.3. Velocidad síncrona que corresponde a la frecuencia de 50 y 60 Hz	225
11. INVERSIÓN DE GIRO DE MOTORES	225
11.1. En motores monofásicos	225
11.2. En motores universales	226
11.3. Motores trifásicos	227
12. ESQUEMAS DE ARRANQUE DIRECTO DE MOTORES TRIFÁSICOS ..	229
Esquema 1. Esquema para la puesta en marcha y parada directa de un motor trifásico con rotor en cortocircuito por medio de un interruptor trifásico y un interruptor automático	229
1.1. Esquema del arranque directo por medio de un interruptor tripolar	229

ÍNDICE DE MATERIAS

1.2. Esquema del arranque directo por medio de un interruptor automático	229
Esquema 2. Esquema para la puesta en marcha y parada de un motor trifásico con rotor en cortocircuito, equipado con guardamotor	230
2.1. Esquema de potencia	230
2.2. Esquema de maniobra	230
2.3. Protección del motor	231
2.4. Elementos del esquema	231
2.5. Funcionamiento del equipo de arranque	231
Esquema 3. Esquema para la puesta en marcha y parada de un motor trifásico con rotor en cortocircuito desde una caja de pulsadores (marcha/paro)	232
3.1. Esquema de potencia	232
3.2. Esquema de maniobra	232
3.3. Protección del motor	232
3.4. Elementos del esquema	232
3.5. Funcionamiento del equipo de arranque	232
13. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS EN LA CONEXIÓN DE MOTORES	233
14. INSTALACIÓN PARA UN GRUPO PRESOR DE ELEVACIÓN DE AGUA	235
14.1. Conjunto electrobomba para un grupo presor a través del que se eleva el agua a un edificio de viviendas	235
14.2. Funcionamiento	236
15. INSTALACIONES DE BOMBEO	236
15.1. Llenado de un depósito	236
15.2. Vaciado de un depósito	237
15.3. Protección del bobinado del motor contra los efectos de la temperatura	237
16. INVERSOR DE GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO	238
16.1. Esquema de potencia	238
17. DIFERENTES FORMAS DE ARRANQUE DE MOTORES TRIFÁSICOS (RESUMEN)	239
18. ARRANQUE DE UN MOTOR EN CONEXIÓN ESTRELLA-TRIÁNGULO (Λ - Δ)	242
18.1. Esquema de potencia	242
18.2. Esquema de maniobra	242
19. CORRIENTE ASIGNADA A MOTORES TRIFÁSICOS	243
9. MANTENIMIENTO DE APARATOS E INSTALACIONES	245
1. GENERALIDADES SOBRE EL MANTENIMIENTO DE APARATOS E INSTALACIONES	245

ÍNDICE DE MATERIAS

2. AVERÍAS ELÉCTRICAS CON CARÁCTER GENERAL	246
3. AVERÍAS DOMÉSTICAS	247
3.1. Introducción	247
3.2. Cuadro de averías domésticas y forma de proceder	247
4. SITUACIÓN QUE SE PRESENTA CUANDO UN RECEPTOR TIENE UN CONDUCTOR ACTIVO A TIERRA	249
4.1. Concepto de puesta a masa	249
4.2. Situación de un receptor con un conductor puesto a masa	249
4.3. Protección contra la puesta a masa de un receptor	249
4.4. ¿Qué hacer cuando, cada vez que conectamos un receptor, el interruptor diferencial se dispara?	250
5. CAUSAS POR LAS QUE SE DISPARAN LOS INTERRUPTORES DE PROTECCIÓN	250
5.1. Interruptores diferenciales	250
5.2. Interruptores automáticos	250
6. REPARACIÓN DE APARATOS ELÉCTRICOS	251
6.1. Introducción	251
6.2. Procedimiento a seguir para buscar la avería	251
6.3. Desmontado de un aparato eléctrico	252
6.4. Garantía sobre los aparatos	252
7. ¿QUÉ HACER ANTE EL DISPARO AUTOMÁTICO DE UN INTERRUPTOR?	252
7.1. Se dispara el interruptor automático	252
7.2. Se dispara el interruptor diferencial	253
7.3. Procedimiento a seguir en una intervención	255
8. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES	255
9. INSPECCIÓN DE LAS INSTALACIONES	255
9.1. Inspecciones	255
9.2. Inspecciones iniciales	256
9.3. Inspecciones periódicas	256
10. CLASIFICACIÓN DE LOS DEFECTOS	256
10.1. Defecto Muy Grave	256
10.2. Defecto Grave	257
10.3. Defecto Leve	257
11. CONCEPTOS GENERALES SOBRE MANTENIMIENTO	257
11.1. Métodos de mantenimiento	257
11.2. Mantenimiento correctivo	258
11.3. Mantenimiento preventivo	258
11.4. Documentos utilizados en el mantenimiento	258
11.5. Control de intervenciones	259
12. INSPECCIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES ...	259

ÍNDICE DE MATERIAS

13. REAL DECRETO 515/1989, DE 21 DE ABRIL, MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO, SOBRE PROTECCIÓN DE LOS CONSUMIDORES EN CUANTO A LA INFORMACIÓN A SUMINISTRAR EN LA COMPRA-VENTA Y ARRENDAMIENTO DE VIVIENDAS (BOE 17 mayo 1989)	260
13.1. Introducción	260
10. ELECTRICIDAD APLICADA	263
1. GENERALIDADES SOBRE LA ELECTRICIDAD APLICADA	263
2. COMPROBACIONES ELÉCTRICAS	264
2.1. Verificar si una base de enchufe está bajo tensión	264
2.2. En una caja de conexiones	265
2.3. Comprobación del filamento de una lámpara	265
2.4. Comprobación de la continuidad de un conductor con lámpara de pruebas	266
2.5. Comprobación del estado de los contactos de un aparato	266
3. REPARACIONES DIVERSAS	266
3.1. Introducción	266
4. NUEVAS INSTALACIONES	269
5. CONEXIONADO DE CONDUCTORES Y APARATOS	270
5.1. Unión de conductores	270
5.2. Ejemplos de conexión que no deben realizarse	270
5.3. Ejemplos de conexión	271
5.4. Observaciones con carácter general	272
6. MEDICIONES ELÉCTRICAS	272
6.1. Medida de la intensidad de corriente eléctrica en un conductor activo	272
6.1.1. Medida de la corriente en un circuito monofásico	273
6.1.2. Medida de la corriente en un circuito trifásico equilibrado ..	273
6.1.3. Medida de la corriente en un circuito trifásico desequilibrado .	273
6.1.4. Medida de la corriente utilizando una electropinza	273
6.2. Medida de la tensión eléctrica de una red eléctrica	273
6.2.1. Medida de la tensión en una red trifásica	274
6.2.2. Medida de la tensión en una red trifásica con neutro	274
7. APARATOS DE MEDIDA	275
7.1. Aparatos de medida y su presentación	275
8. HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS	276
11. RIESGOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA Y SU PROTECCIÓN	279
1. GENERALIDADES SOBRE LOS RIESGOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA Y SU PROTECCIÓN	279

ÍNDICE DE MATERIAS

2. ACCIDENTES PRODUCIDOS POR LA CORRIENTE ELÉCTRICA	280
2.1. Riesgos de la corriente eléctrica	280
3. TERMINOLOGÍA	281
3.1. Contacto directo	281
3.2. Contacto indirecto	281
3.3. Corriente de choque	281
3.4. Corriente de defecto o de falta	281
3.5. Corriente de defecto a tierra	281
3.6. Corriente diferencial residual	281
4. CAUSAS DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS	281
4.1. Contactos directos	282
4.2. Contactos indirectos	282
5. EFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA EN EL ORGANISMO HUMANO	283
5.1. Consecuencias del paso de la corriente por el organismo	283
5.2. Relación entre corriente y tiempo, para llegar a fibrilación ventricular	283
5.3. Tiempo de corte máximo del dispositivo de protección	283
5.4. Sistemas de protección contra los peligros eléctricos	284
6. PROTECCIÓN CONTRA LOS EFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA	284
6.1. Introducción	284
6.2. Protección contra la corriente eléctrica	284
7. PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	285
7.1. Introducción	285
7.2. Protección de las instalaciones eléctricas	286
7.3. Otros procedimientos para proteger las instalaciones eléctricas	286
8. PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	286
8.1. Conceptos de contactos directos e indirectos	286
8.2. Instrucción ITC-BT-24	286
8.3. Protección contra contactos directos	287
8.4. Análisis de los diferentes sistemas de protección	287
8.4.1. Protección de las partes activas	287
8.4.2. Protección por medio de barreras o envolventes	287
8.5. Protección por medio de obstáculos	287
8.6. Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento	288
8.7. Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual	288
8.8. Algunos ejemplos de protección contra contactos directos	288
8.9. Protección contra los contactos indirectos	288
9. ATENCIÓN Y CUIDADO CON LAS INSTALACIONES	289
9.1. Atenciones que precisan las instalaciones	289
9.2. Acciones que facilitan el conocimiento de la instalación y su conservación	289

ÍNDICE DE MATERIAS

10. PRECAUCIONES CON LA CORRIENTE ELÉCTRICA	290
11. PROTECCIÓN PREVENTIVA	291
11.1. Protección de las instalaciones	291
12. SEGURIDADES A APLICAR ANTE UNA INTERVENCIÓN EN UN CIRCUITO ELÉCTRICO	292
12.1. Concepto de seguridad	292
12.2. Cinco Reglas de Oro de las intervenciones sin tensión	292
13. SEGURIDAD EN LOS TRABAJOS ELÉCTRICOS	293
13.1. Introducción	293
13.2. Protecciones complementarias	293
13.3. Dispositivos complementarios de protección	294
12. HISTORIA DE LA ELECTRICIDAD Y SUS HITOS PRINCIPALES	295
<hr/>	
1. GENERALIDADES SOBRE LA HISTORIA DE LA ELECTRICIDAD Y SUS HITOS PRINCIPALES	295
2. EVOLUCIÓN EN LA APLICACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	296
2.1. Introducción	296
2.2. Principales hitos del desarrollo de la electricidad	296