

Índice general

Agradecimientos	xiii
Prólogo	xv
Unidad 1	
Símbolos eléctricos	1
1.1 Símbolos eléctricos	2
Unidad 2	
Herramientas más usadas en electricidad	7
2.1 Normas básicas de prevención	8
2.1.1 Normas que debe observar el trabajador.....	9
2.1.2 Normas que debe observar las empresas	9
2.1.3 Mantenimiento y reparación	9
2.2 Herramientas más usadas	9
2.3 Consejos básicos sobre algunas herramientas más usadas	14
2.3.1 Alicates universales.....	14
2.3.2 Destornilladores.....	14
2.3.3 Navaja.....	14
2.3.4 Llaves ajustables y fijas.....	15
2.3.5 Montaje correcto del mango de la lima...15	
2.3.6 Formas correctas de realizar cortes con la sierra para metales.....	15
2.3.7 Cuidados con los martillos y mazos.....	16
2.3.8 Altura adecuada del tornillo de banco ..16	
Unidad 3	
Construcción de anillas en conductores eléctricos rígidos y flexibles	17
3.1 Eliminación de aislante en los conductores eléctricos.....	18
3.2 Anillas en conductor rígido	18
3.3 Eliminación de aislante en los conductores flexibles	19
3.4 Anillas en conductor flexible	20
3.5 Colocación de terminales	20
3.6 Materiales necesarios	20
Unidad 4	
Montaje de una clavija de enchufe	22
4.1 Montaje de tomas de corriente o clavijas	23
4.2 Materiales necesarios	24
Unidad 5	
Soldadura blanda con soldador eléctrico	26
5.1 Soldar	27
5.2 Los materiales para soldar	27
5.2.1 El estaño y su composición.....	27
5.2.2 Presentación comercial del estaño para soldar.....	28
5.2.3 La pasta desoxidante.....	28
5.2.4 Cómo utilizar la pasta desoxidante.....	28
5.3 El soldador.....	28
5.3.1 El soldador eléctrico de resistencia	28
5.3.2 El soldador de intensidad o de calentamiento rápido.....	28
5.4 Mantenimiento del soldador	29
5.4.1 Limpieza del soldador	29
5.4.2 Desgaste de la punta del soldador de resistencia	30
5.4.3 Reparaciones	30
5.4.4 Mantenimiento del soldador de intensidad	30
5.5 Técnicas para hacer una buena soldadura	31
Unidad 6	
Empalmes con hilo rígido	32
6.1 Anilla de hilo rígido.....	33
6.2 Empalmes por torsión	33
6.3 Materiales necesarios	34
Unidad 7	
Siluetas de una casa	35
7.1 Eliminación de aislante en los conductores rígidos.....	36
7.2 Soldadura de los puntos que dan solidez a la silueta	36
7.3 Materiales necesarios	37
Unidad 8	
Producción de energía eléctrica	38
8.1 Generador eléctrico.....	39
8.2 Centrales hidroeléctricas	40
8.3 Centrales termoeléctricas	41
8.4 Energía solar fotovoltaica	43
8.5 Energía eólica.....	44

8.6 Centrales geotérmicas.....	45
8.7 Central de energía mareomotriz	46
8.8 Redes de distribución	47
8.9 Materiales necesarios	48

Unidad 9

Iniciación a la electricidad.....49

9.1 Fuente de alimentación.....	50
9.2 Conductores eléctricos.....	50
9.3 Elementos de mando	52
9.4 Elementos de protección.....	53
9.5 Receptores.....	54
9.6 Portalámparas	55
9.7 Regletas de conexión	55
9.8 Cajas de conexiones y derivaciones	55
9.9 Sistemas de instalación de los circuitos.....	56
9.10 Conductores y su instalación	56
9.10.1 Sección de los conductores a emplear	57
9.10.2 Diámetro de los tubos que alojan a los conductores eléctricos	57
9.10.3 Canalizaciones y situación en las paredes	57
9.10.4 Cajas para mecanismos	57
9.10.5 Cajas de conexiones y derivaciones	57
9.10.6 Trazado de los circuitos.....	58
9.10.7 Conexión de los circuitos.....	58
9.11 Magnitudes eléctricas	58
9.11.1 Tensión o diferencia de potencial.....	58
9.11.2 Intensidad de corriente.....	59
9.11.3 Resistencia eléctrica.....	59
9.11.4 Ley de Ohm.....	59
9.12 Ejemplos resueltos	60

Unidad 10

Punto de luz accionado por interruptor62

10.1 Esquemas eléctricos	63
10.1.1 Esquema funcional.....	63
10.1.2 Esquema multifilar	63
10.1.3 Esquema unifilar	63
10.2 Interruptor unipolar	63
10.3 Distribución del circuito	64
10.4 Materiales necesarios.....	64

Unidad 11

Lámparas conectadas en serie y accionadas por un interruptor.....67

11.1 Conexión de receptores en serie	68
11.1.1 Inconvenientes que presenta la conexión en serie de receptores.....	68
11.1.2 Aplicación de la ley de Ohm al circuito serie.....	68
11.2 Distribución del circuito	69
11.3 Materiales necesarios.....	70

Unidad 12

Lámparas conectadas en derivación y accionadas por un interruptor.....73

12.1 Conexión de receptores en derivación o paralelo.....	74
12.1.1 Características que presenta la conexión en derivación de receptores	74
12.1.2 Aplicación de la ley de Ohm al circuito paralelo	74
12.2 Distribución del circuito	75
12.3 Materiales necesarios.....	76

Unidad 13

Lámparas conectadas en serie y derivación (circuito mixto).....79

13.1 Conexión de receptores en derivación y serie combinados (conexión mixta)	80
13.1.1 Características que presenta la conexión mixta de receptores	81
13.1.2 Aplicación de la ley de Ohm al circuito mixto	81
13.2 Distribución del circuito	82
13.3 Materiales necesarios.....	82

Unidad 14

Tomas de corriente o bases de enchufe monofásicas

14.1 Tomas de corriente	86
14.1.1 Partes conductoras	86
14.1.2 Partes aislantes en las tomas de corriente.....	87
14.1.3 Tomas de corriente aérea	87
14.1.4 Tomas de corriente de seguridad.....	87
14.2 Tomas de corriente en derivación o paralelo	87
14.2.1 Características que presenta la conexión en derivación de tomas de corriente	88
14.3 Distribución del circuito	88
14.4 Materiales necesarios.....	89

Unidad 15
Conexiones para lámparas tipo araña 93

15.1 Conexiones para el circuito de lámparas tipo araña	94
15.2 Distribución del circuito	94
15.3 Materiales necesarios	94

Unidad 16
Lámparas en cascada 97

16.1 Conmutadores	98
16.2 Conexión de lámparas en cascada	98
16.3 Distribución del circuito	98
16.4 Materiales necesarios	98

Unidad 17
Lámparas conmutadas, montaje corto.. 101

17.1 Lámparas conmutadas y su funcionamiento ..	102
17.2 Distribución del circuito	102
17.3 Materiales necesarios	102

Unidad 18
Lámparas conmutadas, montaje largo .. 105

18.1 Conmutada montaje largo	106
18.2 Distribución del circuito	106
18.3 Materiales necesarios	106

Unidad 19
Lámparas conmutadas, montaje largo II.. 109

19.1 Conmutada montaje largo	110
19.2 Distribución del circuito	110
19.3 Materiales necesarios	110

Unidad 20
Lámparas conmutadas, montaje en puente 113

20.1 Conmutada en puente.....	114
20.2 Distribución del circuito	114
20.3 Materiales necesarios	114

Unidad 21
Lámpara conmutada desde tres puntos indistintamente..... 117

21.1 Conmutadores de cruce	118
21.2 Conmutada de cruce	118
21.3 Distribución del circuito	118
21.4 Materiales necesarios	118

Unidad 22
Lámpara conmutada desde cuatro puntos indistintamente 121

22.1 Conmutada de cruce	122
22.2 Distribución del circuito	122
22.3 Materiales necesarios	122

Unidad 23
Timbre o zumbador accionado desde un punto 125

23.1 Pulsadores	126
23.2 Timbres.....	126
23.2.1 Timbre de campana	126
23.2.2 Timbre de carillón	127
23.3 Zumbadores.....	127
23.4 Sirenas.....	127
23.5 Distribución del circuito	128
23.6 Materiales necesarios	128

Unidad 24
Varios timbres o zumbadores accionados desde un punto..... 131

24.1 Conexión de varios timbres en paralelo o derivación.....	132
24.2 Distribución del circuito	132
24.3 Materiales necesarios	132

Unidad 25
Dos timbres accionados desde varios puntos..... 135

25.1 Conexión de varios pulsadores y timbres en paralelo o derivación	136
25.2 Distribución del circuito	136
25.3 Materiales necesarios	136

Unidad 26
Interruptores horarios 139

26.1 Interruptores horarios	140
26.1.1 Interruptor horario modular ORBIS UNO D.....	140
26.1.2 Interruptor horario modular Orbis DATA LOG 2.....	141
26.2 Aplicaciones de los interruptores horarios	142
26.3 Materiales a emplear	142

Unidad 27
Lámparas accionadas desde varios puntos por telerruptor 145

- 27.1 Telerruptor146
- 27.2 Distribución del circuito147
- 27.3 Materiales necesarios.....147

Unidad 28
Alumbrado de escalera o similares 151

- 28.1 Automáticos de escaleras152
 - 28.1.1 Térmicos152
 - 28.1.2 Sistema de péndulo.....152
 - 28.1.3 Sistema neumático152
 - 28.1.4 Sistema electrónico153
- 28.2 Distribución del circuito153
- 28.3 Materiales necesarios.....153

Unidad 29
Alumbrado fluorescente 157

- 29.1 Lámparas fluorescentes158
 - 29.1.1 El tubo fluorescente158
 - 29.1.2 Arrancador o cebador de destello159
 - 29.1.3 Arrancador o cebador electrónico159
 - 29.1.4 Reactancia o balastro159
- 29.2 Arranque y funcionamiento de las lámparas fluorescentes.....159
- 29.3 Distribución del circuito160
- 29.4 Materiales necesarios160

Unidad 30
Dos fluorescentes en paralelo 163

- 30.1 Lámparas fluorescentes164
- 30.2 Efecto estroboscópico164
- 30.3 Distribución del circuito164
- 30.4 Materiales necesarios.....164

Unidad 31
Alumbrado con tubos led 169

- 31.1 Tubos led170
 - 31.1.1 Lugares donde instalar tubos led.....170
- 31.2 Sustitución de los tubos fluorescentes por tubos led.....170
 - 31.2.1 Los tubos led T8171
- 31.3 Distribución del circuito171
- 31.4 Materiales necesarios171

Unidad 32
Fuorescentes en paralelo con reactancia electrónica 175

- 32.1 Reactancias electrónicas176
- 32.2 Distribución del circuito177
- 32.3 Materiales necesarios.....177

Unidad 33
Lámparas de vapor de mercurio 181

- 33.1 Funcionamiento de las lámparas de descarga..182
- 33.2 Lámparas de vapor de mercurio.....183
 - 33.2.1 Encendido y funcionamiento de las lámparas de vapor de mercurio.....183
- 33.3 Eficacia luminosa de las lámparas de descarga184
- 33.4 Corrección del efecto estroboscópico185
- 33.5 Vida útil de las lámparas de descarga185
- 33.6 Elementos auxiliares y sus conexiones186
- 33.7 Mejora del factor de potencia187
- 33.8 Materiales necesarios.....188

Unidad 34
Protección de personas y circuitos 191

- 34.1 Dispositivos generales de mando y protección ..192
 - 34.1.1 Composición y características de los cuadros193
 - 34.1.2 Características principales de los dispositivos de protección.....193
- 34.2 Protección a las personas.....193
 - 34.2.1 Interruptores diferenciales193
- 34.3 Protección a los circuitos de sobrecargas195
 - 34.3.1 Protección contra sobrecargas.....195
 - 34.3.2 Protección contra cortocircuitos196
 - 34.3.3 Cortacircuitos fusibles e interruptores magnetotérmicos196
 - 34.3.4 Interruptores magnetotérmicos (PIAS)196
 - 34.3.5 Elección de interruptor magnetotérmico.....197
 - 34.3.6 Interruptor de control de potencia (ICP)197
 - 34.3.7 Localización de defectos en un circuito198
- 34.4 Protección de sobretensiones.....198
 - 34.4.1 Sobretensiones de origen atmosférico..198
 - 34.4.2 Criterios a tener en cuenta para decidir si se pone una protección.....199

34.4.3 Elección del limitador de sobretensión	199
34.4.4 Funcionamiento de los limitadores de sobretensión	199
34.4.5 Instalación.....	200
34.5 Materiales necesarios.....	200

Unidad 35

Alumbrado público con interruptor horario y crepuscular.....201

35.1 Interruptores crepusculares.....	202
35.2 Características técnicas	203
35.3 Condiciones de instalación	203
35.4 Esquemas de conexiones	203
35.5 Ajuste de sensibilidad	204
35.6 Materiales a emplear	204

Unidad 36

Puestas a tierra207

36.1 Definición de puesta a tierra	208
36.2 Importancia de la puesta a tierra.....	208
36.2.1 Provisionales.....	208
36.2.2 Permanentes	209
36.3 Circuitos de puesta a tierra	210
36.3.1 Electrodo.....	210
36.3.2 Conductores.....	210
36.3.3 Arquetas de registro y puente de pruebas	212
36.3.4 Estructuras en serie.....	213
36.4 Resistencias de las tomas de tierra	213
36.5 Interruptores diferenciales.....	214
36.6 Revisiones de las tomas de tierra	214
36.7 Puesta a tierra de las partes móviles.....	215
36.8 Puesta a tierra de máquinas herramientas	215
36.9 Puesta a tierra en instalaciones generadoras de baja tensión.....	216
36.10 Instalación de puesta a tierra en obras de construcción	217
36.11 Receptores con doble aislamiento	218
36.12 Materiales necesarios	219

Unidad 37

Instalación eléctrica de edificios220

37.1 Previsión de potencia en un edificio destinado a viviendas	221
37.1.1 Carga correspondiente al conjunto de viviendas	221

37.1.2 Carga correspondiente a los servicios generales del edificio	223
37.1.3 Carga correspondiente a locales comerciales y de oficinas del edificio	223
37.1.4 Carga correspondiente a garajes del edificio	223
37.2 Circuitos interiores. Protección general.....	224
37.3 Electrificación de cocinas.....	227
37.4 Electrificación de cuartos de baños o aseos.....	228
37.5 Instalaciones de enlace.....	228
37.6 Acometidas	229
37.6.1 Caja general de protección	229
37.6.2 Línea general de alimentación.....	230
37.7 Centralización de contadores	232
37.7.1 Generalidades	233
37.7.2 Formas de montaje	233
37.7.3 Concentración de contadores.....	235
37.8 Derivaciones individuales.....	236
37.8.1 Cálculos para derivaciones individuales..	238
37.9 Dispositivos individuales de mando y protección e interruptor de control de potencia.....	240
37.10 Instalaciones de puesta a tierra.....	240
37.11 Resolución de un caso práctico	240
37.11.1 Previsión de potencia para viviendas...	241
37.11.2 Previsión de potencia para servicios generales	241
37.11.3 Previsión de potencia para locales comerciales.....	241
37.11.4 Previsión de potencia total para el edificio.....	241
37.11.5 Previsión de potencia total en caja general de protección.....	241
37.11.6 Línea general de alimentación.....	242
37.11.7 Centralización de contadores	242
37.11.8 Derivaciones individuales	242
37.11.9 Dispositivos individuales de mando y protección, interruptor de control de potencia y circuitos interiores.....	243
37.12 Resumen de los datos obtenidos.....	243
37.13 Presupuesto.....	244
37.14 Materiales necesarios	245

Unidad 38

Introducción a los aparatos de medidas eléctricas.....246

38.1 Simbología en los aparatos de medidas	247
38.2 Sistema motor de los aparatos analógicos	248

38.3	Sistemas y tipo de corriente.....	250
38.4	Posición de trabajo de los aparatos de medidas.....	250
38.5	Tensiones de pruebas de aislamiento	251
38.6	Observaciones especiales	251
38.7	Errores de medidas	251
38.7.1	Error absoluto.....	252
38.7.2	Error relativo porcentual.....	252
38.7.3	Error relativo referido al final de escala.....	252
38.7.4	Clase o precisión.....	253
38.8	Aparatos digitales	253
38.9	Materiales necesarios	253

Unidad 39

Medidas de tensión con voltímetros 254

39.1	Voltímetros analógicos	255
39.2	Voltímetros con reductor de tensión	255
39.3	Voltímetros con transformadores de tensión...256	
39.4	Voltímetros digitales	257
39.5	Materiales necesarios.....	257

Unidad 40

Medidas de intensidad con amperímetros..... 259

40.1	Amperímetros analógicos.....	260
40.2	Ampliación del alcance del amperímetro mediante <i>shunts</i>	260
40.3	Conexión de amperímetro mediante <i>shunts</i> universal y de plos	262
40.4	Conexión de amperímetros a través de transformadores de intensidad	262
40.5	Amperímetros digitales.....	263
40.6	Materiales necesarios.....	264

Unidad 41

Medidas de resistencias con voltímetros y amperímetros..... 265

41.1	Resistencia eléctrica.....	266
41.1.1	Ley de Ohm.....	266
41.2	Medidas de resistencia eléctrica por el método voltiamperimétrico.....	267
41.2.1	Medidas de resistencia eléctrica de valor elevado	267
41.2.2	Medidas de resistencia eléctrica de valor pequeño.....	267
41.3	Materiales necesarios	267

Unidad 42

Medidas de resistencias con óhmetros.. 269

42.1	Resistencia eléctrica.....	270
42.2	Medidas de resistencia eléctrica con el óhmetro.....	270
42.2.1	El óhmetro serie	270
42.2.2	Óhmetro tipo derivación	271
42.3	Valor de las resistencias.....	271
42.4	Materiales necesarios.....	272

Unidad 43

El polímetro y algunas medidas posibles 273

43.1	El polímetro	274
43.1.1	Medidas de intensidad	275
43.1.2	Medidas de tensión	275
43.1.3	Medidas de resistencia	275
43.2	Observaciones generales para el uso correcto del polímetro	275
43.3	Materiales necesarios	276

Unidad 44

Medidas de aislamiento con megóhmetro 279

44.1	Aislamiento de los circuitos.....	280
44.2	Exigencias REBT respecto al aislamiento de los circuitos.....	280
44.3	Funcionamiento del megóhmetro.....	281
44.4	Materiales necesarios.....	282

Unidad 45

Medidas de resistencia de las puestas a tierra 283

45.1	Revisiones de las tomas de tierra	284
45.2	El telurómetro.....	285
45.3	Impedancia del bucle	286
45.4	Medidas de seguridad	287
45.5	Materiales necesarios.....	287

Unidad 46

Medidas de potencia activa 288

46.1	Potencia activa.....	289
46.1.1	Vatímetros especiales de bajo factor de potencia	289
46.1.2	Determinación de la constante K de vatímetro	290
46.2	Medidas de potencia activa en circuitos monofásicos.....	290

46.3 Medidas de potencia activa en circuitos trifásicos.....	290
46.4 Materiales necesarios.....	292

Unidad 47

Medidas de potencia reactiva.....294

47.1 Potencia reactiva.....	295
47.2 Medidas de potencia reactiva en circuitos monofásicos.....	295
47.3 Medidas de potencia reactiva en circuitos trifásicos.....	296
47.4 Materiales necesarios.....	297

Unidad 48

Medidas del factor de potencia.....299

48.1 Factor de potencia.....	300
48.1.1 Medida del factor de potencia con vatímetro, voltímetro y amperímetro ...	300
48.1.2 Medidas del factor de potencia con fasímetros.....	300
48.2 Materiales necesarios.....	301

Unidad 49

Contadores de energía eléctrica monofásicos.....303

49.1 El contador de energía eléctrica.....	304
49.1.1 Características de un contador de energía.....	304
49.2 Conexiones de los contadores monofásicos.....	305
49.3 Contadores electrónicos y sus conexiones ...	305
49.4 Materiales necesarios.....	306

Unidad 50

Contadores de energía eléctrica trifásicos307

50.1 Conexiones de contadores trifásicos.....	308
50.2 Conexiones de los contadores trifásicos con transformadores de intensidad.....	308
50.3 Contadores electrónicos y sus conexiones ..	309
50.4 Materiales necesarios.....	310

Unidad 51

Contadores individuales y centralizaciones311

51.1 Colocación de forma individual.....	312
51.2 Colocación de forma concentrada.....	313
51.2.1 Colocación de forma concentrada en local.....	313

51.2.2 Colocación de forma concentrada en armario.....	314
--	-----

51.3 Centralización de contadores y sus unidades funcionales.....314

51.3.1 Unidad funcional de interruptor general de maniobra.....	315
51.3.2 Unidad funcional de embarrado general y fusibles de seguridad.....	315
51.3.3 Unidad funcional de medida.....	315
51.3.4 Unidad funcional de mando (opcional).....	315
51.3.5 Unidad funcional de embarrado de protección y bornes de salida	316
51.3.6 Unidad funcional de telecomunicaciones (opcional).....	316

51.4 Centralización de contadores completa.....316

51.4.1 Identificación del abonado.....	316
51.4.2 Ejemplos de centralizaciones totalmente montadas.....	317

51.5 Materiales necesarios.....317

Unidad 52

Medidas con luxómetro318

52.1 Luxómetro.....	319
52.2 Normas de uso	319
52.3 Niveles de iluminación recomendados por zonas.....	319
52.3.1 Niveles de iluminación recomendados por tipología:.....	320
52.4 Materiales necesarios.....	322

Unidad 53

Verificación e inspecciones de las instalaciones eléctricas323

53.1 Exigencias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.....	324
53.2 Verificación de las instalaciones eléctricas ...	325
53.2.1 Verificaciones por examen	325
53.2.2 Ensayos.....	325
53.3 Descripción de los ensayos.....	326
53.3.1 Continuidad.....	326
53.3.2 Resistencia de aislamiento.....	326
53.4 Protección por separación de circuitos.....	327
53.5 Resistencia de suelos y paredes.....	327
53.6 Medida de la resistencia de puesta a tierra	328
53.7 Ensayo de polaridad	329
53.8 Medida de la resistencia de bucle	330
53.9 Comprobación de los interruptores	331

53.10	Medida del alumbrado de emergencia	332
53.11	Medida de corrientes de fugas.....	332
53.12	Ensayos funcionales	333
53.13	Medidas de seguridad	333
53.14	Materiales necesarios	333

Unidad 54

Locales de pública concurrencia 334

54.1	Locales de pública concurrencia.....	335
54.2	Quirófanos y salas de intervención.....	335
54.2.1	Conexión de equipotenciales.....	335
54.3	Materiales necesarios.....	336

Unidad 55

Instalaciones eléctricas especiales 337

55.1	Locales con riesgo de incendio o explosión ..	338
55.1.1	Medidas de seguridad	338
55.1.2	Para alcanzar una buena seguridad ...	339
55.1.3	Clasificación de los emplazamientos...	339
55.1.4	Condiciones generales	339
55.2	Instalaciones en locales de características especiales	340
55.2.1	Instalaciones en locales húmedos.....	340
55.2.2	Instalaciones en locales mojados.....	341
55.2.3	Instalaciones con riesgo de corrosión..	341

55.2.4	Instalaciones en locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión	341
55.2.5	Instalaciones en locales a temperaturas elevadas	342
55.2.6	Instalaciones en locales de muy baja temperatura	342
55.2.7	Instalaciones en locales en que existan baterías de acumuladores	342
55.2.8	Instalaciones en locales afectos a un servicio eléctrico	343
55.2.9	Instalaciones en otros locales de características especiales.....	343
55.3	Materiales necesarios.....	344

Unidad 56

Normas de seguridad y mantenimiento en instalaciones eléctricas 345

56.1	Seguridad en instalaciones eléctricas.....	346
56.1.1	La descarga a los seres humanos.....	346
56.1.2	Peligro de producción de un incendio o explosión	347
56.2	Medidas de seguridad en instalaciones eléctricas.....	347
56.3	En caso de accidente.....	348
56.4	Equipos de protección individual	349
56.5	Normativa de protección ambiental	350
56.6	Materiales necesarios.....	350