

Índice general

Agradecimientos..... xiii

Prólogo xv

Unidad 1

Símbolos eléctricos 1

1.1 Símbolos eléctricos2

Unidad 2

**Herramientas más usadas
en electricidad** 7

2.1 Normas básicas de prevención8

2.1.1 Normas que debe observar
el trabajador.....9

2.1.2 Normas que debe observar
las empresas9

2.1.3 Mantenimiento y reparación9

2.2 Herramientas más usadas9

2.3 Consejos básicos sobre algunas herramientas
más usadas14

2.3.1 Alicata universal.....14

2.3.2 Destornilladores.....14

2.3.3 Navaja.....14

2.3.4 Llaves ajustables y fijas15

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 flexible20

3.5 Colocación de terminales20

3.6 Materiales necesarios.....20

Unidad 4

Montaje de una clavija de enchufe 22

4.1 Montaje de tomas de corriente o clavijas23

4.2 Materiales necesarios24

Unidad 5

**Soldadura blanda con soldador
eléctrico** 26

5.1 Soldar.....27

5.2 Los materiales para soldar27

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 soldador29

5.4.1 Limpieza del soldador29

5.4.2 Desgaste de la punta del soldador
de resistencia30

5.4.3 Reparaciones30

5.4.4 Mantenimiento del soldador
de intensidad30

5.5 Técnicas para hacer una buena soldadura31

Unidad 6

Empalmes con hilo rígido..... 32

6.1 Anilla de hilo rígido.....33

6.2 Empalmes por torsión33

6.3 Materiales necesarios.....34

Unidad 7

Silveta 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 silveta36

7.3 Materiales necesarios.....37

Unidad 8

Producción de energía eléctrica 38

8.1 Generador eléctrico.....39

8.2 Centrales hidroeléctricas40

8.3 Centrales termoeléctricas41

8.4 Energía solar fotovoltaica43

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 Conexionado 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 interruptor 62

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 Conexionado 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 Conexionado 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 Conexionado 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
monofásicas85**

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 araña94
- 15.2 Distribución del circuito94
- 15.3 Materiales necesarios94

Unidad 16
Lámparas en cascada 97

- 16.1 Conmutadores98
- 16.2 Conexión de lámparas en cascada98
- 16.3 Distribución del circuito98
- 16.4 Materiales necesarios98

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 Telerruptor	146
27.2 Distribución del circuito	147
27.3 Materiales necesarios	147

Unidad 28
Alumbrado de escalera o similares 151

28.1 Automáticos de escaleras	152
28.1.1 Térmicos	152
28.1.2 Sistema de péndulo	152
28.1.3 Sistema neumático	152
28.1.4 Sistema electrónico	153
28.2 Distribución del circuito	153
28.3 Materiales necesarios	153

Unidad 29
Alumbrado fluorescente 157

29.1 Lámparas fluorescentes	158
29.1.1 El tubo fluorescente	158
29.1.2 Arrancador o cebador de destello	159
29.1.3 Arrancador o cebador electrónico	159
29.1.4 Reactancia o balastro	159
29.2 Arranque y funcionamiento de las lámparas fluorescentes	159
29.3 Distribución del circuito	160
29.4 Materiales necesarios	160

Unidad 30
Dos fluorescentes en paralelo 163

30.1 Lámparas fluorescentes	164
30.2 Efecto estroboscópico	164
30.3 Distribución del circuito	164
30.4 Materiales necesarios	164

Unidad 31
Alumbrado con tubos led 169

31.1 Tubos led	170
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 T8	171
31.3 Distribución del circuito	171
31.4 Materiales necesarios	171

Unidad 32
Florescentes en paralelo con reactancia electrónica 175

32.1 Reactancias electrónicas	176
32.2 Distribución del circuito	177
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 descarga	184
33.4 Corrección del efecto estroboscópico	185
33.5 Vida útil de las lámparas de descarga	185
33.6 Elementos auxiliares y sus conexiones	186
33.7 Mejora del factor de potencia	187
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 cuadros	193
34.1.2 Características principales de los dispositivos de protección	193
34.2 Protección a las personas	193
34.2.1 Interruptores diferenciales	193
34.3 Protección a los circuitos de sobreintensidades	195
34.3.1 Protección contra sobrecargas	195
34.3.2 Protección contra cortocircuitos	196
34.3.3 Cortacircuitos fusibles e interruptores magnetotérmicos	196
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 circuito	198
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 Electrodos	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 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	51.2.2	Colocación de forma concentrada en armario	314
46.4	Materiales necesarios	292	51.3	Centralización de contadores y sus unidades funcionales	314
Unidad 47			51.3.1	Unidad funcional de interruptor general de maniobra	315
Medidas de potencia reactiva.....		294	51.3.2	Unidad funcional de embarrado general y fusibles de seguridad	315
47.1	Potencia reactiva	295	51.3.3	Unidad funcional de medida.....	315
47.2	Medidas de potencia reactiva en circuitos monofásicos.....	295	51.3.4	Unidad funcional de mando (opcional)	315
47.3	Medidas de potencia reactiva en circuitos trifásicos.....	296	51.3.5	Unidad funcional de embarrado de protección y bornes de salida	316
47.4	Materiales necesarios	297	51.3.6	Unidad funcional de telecomunicaciones (opcional)	316
Unidad 48			51.4	Centralización de contadores completa	316
Medidas del factor de potencia.....		299	51.4.1	Identificación del abonado	316
48.1	Factor de potencia.....	300	51.4.2	Ejemplos de centralizaciones totalmente montadas	317
48.1.1	Medida del factor de potencia con vatímetro, voltímetro y amperímetro ...	300	51.5	Materiales necesarios.....	317
48.1.2	Medidas del factor de potencia con fasímetros	300	Unidad 52		
48.2	Materiales necesarios	301	Medidas con luxómetro		
Unidad 49			52.1	Luxómetro	319
Contadores de energía eléctrica monofásicos.....		303	52.2	Normas de uso	319
49.1	El contador de energía eléctrica.....	304	52.3	Niveles de iluminación recomendados por zonas.....	319
49.1.1	Características de un contador de energía	304	52.3.1	Niveles de iluminación recomendados por tipología:	320
49.2	Conexiones de los contadores monofásicos.....	305	52.4	Materiales necesarios.....	322
49.3	Contadores electrónicos y sus conexiones ...	305	Unidad 53		
49.4	Materiales necesarios	306	Verificación e inspecciones de las instalaciones eléctricas		
Unidad 50			53.1	Exigencias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.....	324
Contadores de energía eléctrica trifásicos		307	53.2	Verificación de las instalaciones eléctricas ...	325
50.1	Conexiones de contadores trifásicos	308	53.2.1	Verificaciones por examen	325
50.2	Conexiones de los contadores trifásicos con transformadores de intensidad	308	53.2.2	Ensayos.....	325
50.3	Contadores electrónicos y sus conexiones ..	309	53.3	Descripción de los ensayos.....	326
50.4	Materiales necesarios	310	53.3.1	Continuidad.....	326
Unidad 51			53.3.2	Resistencia de aislamiento	326
Contadores individuales y centralizaciones		311	53.4	Protección por separación de circuitos.....	327
51.1	Colocación de forma individual.....	312	53.5	Resistencia de suelos y paredes.....	327
51.2	Colocación de forma concentrada	313	53.6	Medida de la resistencia de puesta a tierra	328
51.2.1	Colocación de forma concentrada en local	313	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