

## INDICE

Prólogo	XI
<b>Capítulo 1. Circuitos Eléctricos en Corriente Continua: Conceptos y Fenómenos</b>	<b>1</b>
Introducción	1
1.1. Conceptos previos	3
1.1.1. Estructura de la materia	3
1.1.2. Estructura de los átomos	3
1.1.3. Comportamiento de los electrones exteriores del átomo	5
1.1.4. Los electrones como base de todos los fenómenos eléctricos	7
1.2. Potencial eléctrico	9
1.2.1. Energía potencial eléctrica	9
1.2.2. Potencial eléctrico y diferencia de potencial eléctrico	10
1.2.3. Representación del potencial eléctrico	10
1.2.4. Potencial eléctrico y energía eléctrica	12
1.3. Circuito eléctrico	14
1.3.1. Fuerza electromotriz	14
1.3.2. La producción de tensión	16
1.3.3. Medida de la tensión	17
1.4. Corriente eléctrica	18
1.4.1. Efectos de la corriente	18
1.4.2. Intensidad de la corriente eléctrica	18
1.4.3. Clases de corriente	20
1.4.4. Densidad de corriente	22
1.5. Fuentes de alimentación	24
1.5.1. Valores de tensión de entrada y salida	24
1.5.2. Tipos de tensión que suministra una fuente de alimentación	24
1.5.3. Capacidad de carga	25
1.5.4. Pérdida de un generador: Resistencia interna	25
1.5.5. Conexión de generadores de tensión	26
1.6. Pilas galvánicas	27
1.6.1. La pila galvánica: fenómenos químicos, elementos constitutivos	27
1.6.2. Pilas húmedas	29
1.6.3. Pilas secas	29
1.6.4. Pilas de óxido de mercurio	29
1.6.5. Pilas en forma de botón	30
1.7. Acumuladores	30
1.7.1. Funcionamiento del acumulador de plomo	30
1.7.2. Fenómenos en procesos de carga y descarga	31
1.7.3. Constitución de una batería de acumuladores de plomo	32
1.7.4. Rendimiento de un acumulador	33
Ejercicios propuestos	34
Prácticas de laboratorio	37
Autoevaluación	40
Procedimientos	41
Actitudes	41
<b>Capítulo 2. Resistencia Eléctrica. Ley de Ohm</b>	<b>42</b>
Introducción	42

2.1. Conductancia y resistencia	43
2.2. Ley de Ohm	45
2.3. Establecimiento experimental de la ley de Ohm	46
2.3.1. Relación entre U e I manteniendo constante R	46
2.3.2. Relación entre E e I manteniendo constante U	47
2.4. Medida de la resistencia de un conductor mediante voltímetro y amperímetro	48
2.5. Resistencia de conductores	48
2.5.1. Relación entre la resistencia de un conductor y su resistividad	49
2.5.2. Relación entre la resistencia de un conductor y su longitud	51
2.5.3. Relación entre la resistencia de un conductor y su sección	52
2.6. El óhmetro	53
2.7. Resistores lineales fijos	54
2.7.1. Características técnicas generales	55
2.7.2. Tipos de resistores lineales fijos	57
Ejercicios de profundización y refuerzo	59
Ejercicio propuestos	61
Prácticas de laboratorio	62
Autoevaluación	64
Procedimientos	66
Actitudes	66
<b>Capítulo 3. Energía y Potencia de la Corriente Eléctrica</b>	67
Introducción	67
3.1. Expresión de la energía y de la potencia de la corriente eléctrica	68
3.2. Efecto térmico de la corriente eléctrica. Efecto Joule	68
3.2.1. Calentamiento de un conductor por efecto Joule: temperatura de equilibrio	69
3.2.2. Variación de la resistencia con la temperatura	71
3.2.3. Coeficiente de temperatura	71
3.3. Fusibles	71
3.3.1. Características principales de los fusibles	71
3.3.2. Clases de servicio	71
3.3.3. Tipos de fusibles	72
3.3.4. Cálculo de un fusible	72
3.4. Potencia, energía y rendimiento de un generador	73
3.5. Potencia, energía y rendimiento de un receptor	74
Ejercicios de profundización y refuerzo	75
Ejercicio propuestos	76
Prácticas de laboratorio	77
Autoevaluación	84
Procedimientos	85
Actitudes	85
<b>Capítulo 4. Cálculo de Circuito Eléctrico</b>	86
Introducción	86
4.1. Reglas de Kirchhoff	87
4.1.1. Aplicación a un circuito	87
4.1.2. Cálculo de la intensidad de corriente y tensiones en circuitos con fem	89
4.1.3. Cálculo de la resistencia interna de generadores	90

4.1.4. Fuerza contraelectromotriz	90
4.2. Resistencia en serie y en paralelo: Resistencia equivalente	93
4.2.1. Circuitos mixtos	94
4.2.2. Divisor de tensión	95
4.3. Cálculo de la resistencia de escala de voltímetros y amperímetros	97
4.4. Caída de tensión en un conductor	99
4.4.1. Cálculo de la sección de un conductor en función de la pérdida de tensión	100
4.4.2. Tabla de carga para conductores	101
4.4.3. Pérdida de tensión en generadores de tensión	103
4.5. Circuitos puente: puente de Wheatstone u puente de hilo	104
4.5.1. Resistores variables: potenciómetro, tipos y norma	105
4.6. Método auxiliares	108
4.6.1. Principio de superposición	108
4.6.2. Teorema de Thévenin	109
4.6.3. Teorema de Norton	110
Ejercicios de profundización y refuerzo	111
Ejercicio propuestos	115
Prácticas de laboratorio	118
Autoevaluación	120
Procedimientos	122
Actitudes	122
<b>Capítulo 5. La Capacidad Eléctrica</b>	123
Introducción	123
5.1. Capacidad de un condensador	124
5.1.1. Unidades de capacidad	124
5.1.2. Aislantes. Constante y rigidez dieléctrica	124
5.2. Asociación de condensadores	126
5.2.1. Capacidad equivalente a varios condensadores conectados en serie	126
5.2.2. Capacidad equivalente a varios condensadores conectados en paralelo	127
5.3. Proceso de carga y descarga de un condensador	127
5.4. Energía de un condensador cargado	128
5.5. Tipos y clasificación de condensadores	129
5.5.1. Condensadores fijos	129
5.5.2. Condensadores variables	131
5.5.3. Condensadores ajustables	132
5.6. Código de marcado	133
5.7. Aplicaciones del condensador	134
Ejercicios de profundización y refuerzo	135
Ejercicio propuestos	139
Prácticas de laboratorio	140
Autoevaluación	141
Procedimientos	142
Actitudes	142
<b>Capítulo 6. Instalaciones Eléctricas</b>	143
Introducción	143
6.1. Red eléctrica de distribución	144

6.1.1. Tipos de redes de distribución	145
6.1.2. Centro de transformación	146
6.2. Instalación de enlace de un edificio	146
6.2.1. Definición de instalación eléctrica	147
6.2.2. Partes de una instalación eléctrica	147
6.3. Instalación eléctrica de una vivienda	151
6.3.1. Secciones de los conductores empleados en la instalación eléctrica de la vivienda	155
6.3.2. Realizaciones de instalaciones eléctricas básicas	155
6.4. Tarifación eléctrica	158
6.4.1. Composición de las tarifas eléctricas	158
6.4.2. Modelo de recibo de energía eléctrica	159
6.5. Luminotecnia	161
6.5.1. Naturaleza de la luz	161
6.5.2. Magnitudes luminosas	162
6.5.3. Fuentes de luz	165
6.5.4. Características de fuentes de luz	168
6.5.5. Esquemas de conexión de lámparas	170
6.6. Calefacción eléctrica	173
6.6.1. Sistemas de calefacción eléctrica	175
6.6.2. Instalación de aparatos de calefacción eléctrica	181
Prácticas de laboratorio	182
Autoevaluación	189
Procedimientos	189
Actitudes	189
<b>Capítulo 7. Electromagnetismo</b>	190
Introducción	190
7.1. Propiedades de los imanes permanentes	191
7.2. Aplicación de los imanes	195
7.3. Campo magnético	195
7.3.1. El campo magnético de un imán	195
7.3.2. Efectos recíprocos de los campos de dos imanes	196
7.3.3. Flujo magnético. Densidad de flujo	196
7.3.4. momento magnético de un imán	198
7.4. Interacción entre una corriente y un campo magnético	200
7.4.1. Fuerza magnética sobre una carga en movimiento	200
7.4.2. Tipos de fuerzas que actúan sobre partículas cargadas	201
7.4.3. Movimiento de una partícula cargada en el campo magnético	201
7.4.4. Fuerza sobre un conductor que transporta una corriente	203
7.4.5. Par de fuerzas sobre espina que transporta una corriente	204
7.4.6. Efecto Hall	207
7.5. Campo magnético creado por cargas en movimiento	208
7.5.1. Ley de Biot y Savart	208
7.5.2. Aplicaciones de la ley de Biot y Savart	210
7.5.3. Ley de Ampere	213
7.5.4. Fuerza magnética entre dos corrientes paralelas	215
7.6. Introducción electromagnética	216
7.6.1. Experimentos de Faraday	216

7.6.2. Ley de inducción de Faraday	217
7.6.3. Fem producida por un movimiento	217
7.6.4. Sentido de una fem inducida: ley de Lenz	219
7.7. Inductancia	221
7.7.1. Coeficiente de autoinducción	222
7.7.2. Circuito con resistencia y autoinducción en corriente continua (R - L)	223
7.7.3. Energía almacenada en una autoinducción	226
7.7.4. Inducción mutua	226
7.8. Propiedades magnéticas de la materia	228
7.8.1. Fenómenos magnéticos de la materia	228
7.8.2. Permeabilidad magnética	228
7.8.3. Interpretación del comportamiento de la materia	229
7.8.4. Intensidad magnética H	232
7.8.5. Curvas de magnetización. Ciclo de histéresis	234
7.8.6. Aplicaciones de los materiales ferromagnéticos	236
7.9. Circuito magnético	237
7.9.1. Fuerza magnetomotriz (fmm) y reluctancia (K)	237
Ejercicios de profundización y refuerzo	238
Ejercicio propuestos	241
Prácticas de laboratorio	243
Autoevaluación	244
Procedimientos	246
Actitudes	246
<b>Capítulo 8. Corriente Alterna</b>	<b>247</b>
8.1. Corriente alterna. Valores instantáneos y valores efectivos	247
8.2. Representación de magnitudes sinusoidales por vectores rotativos o favores	248
8.2.1. Suma de dos funciones sinusoidales de la misma frecuencia	250
8.3. Impedancia	252
8.3.1. Variación de la impedancia con la frecuencia	252
8.4. Circuitos de corriente alterna con un elemento pasivo	253
8.4.1. Circuito de resistencia pura	253
8.4.2. Circuito con autoinducción pura	255
8.4.3. Circuito con capacidad pura	257
8.4.4. Resumen comparativo de los efectos producidos por cada uno de los elementos del circuito	258
8.5. Cálculos con números complejos	259
8.5.1. Aplicación de los números complejos al cálculo de circuitos de corriente alterna	262
8.6. Circuitos en serie con varios elementos	262
8.6.1. Circuito en serie RL	262
8.6.2. Método gráficos	264
8.6.3. Potencia en circuitos con reactancia	265
8.6.4. Circuitos en serie RC	267
8.6.5. Circuitos en serie con RLC	269
8.7. Circuitos en paralelo	272
8.7.1. Circuitos en paralelo con resistencia y autoinducción	272
8.7.2. Circuitos RC en paralelo	275

8.7.3. Circuitos en paralelo RLC	276
8.8. Corrección del factor de potencia	279
8.9. Circuitos oscilantes	281
8.9.1. Frecuencia propia de un circuito	281
8.9.2. Resonancia	283
8.10. Filtros	288
8.10.1. Filtros RC y RL de paso bajo	288
8.10.2. Filtros RC y RL de paso alto	289
8.10.3. Circuitos de banda de paso o banda de corte	290
Ejercicios de profundización y refuerzo	290
Ejercicio propuestos	294
Prácticas de laboratorio	296
Autoevaluación	301
Procedimientos	302
Actitudes	302
<b>Capítulo 9. Circuitos Electrónicos</b>	303
Introducción	303
9.1. Semiconductores	304
9.1.1. Semiconductores intrínsecos	304
9.1.2. Semiconductores extrínsecos	305
9.2. La unión PN	307
9.2.1. Diodos semiconductores	308
9.2.2. Rectificación monofásica	310
9.2.3. Rectificación trifásica	313
9.2.4. Diodos zener	313
9.2.5. Fuentes de alimentación	314
9.2.6. Comprobación de diodos	315
9.3. Resistores no lineales	316
9.3.1. Fotorresistores (LDR)	316
9.3.2. Termistores	317
9.3.3. Varistores (VDR)	319
9.4. Transistores	320
9.4.1. Transistores bipolares. NPN y PNP	320
9.4.2. El transistor como interruptor	324
9.4.3. El transistor como amplificador	324
9.4.4. Transistores unipolares	325
9.5. Tiristores	326
9.6. Amplificadores operacionales	327
9.6.1. Amplificador operacional ideal	327
9.6.2. Circuitos básicos	330
9.7. Electrónica digital	330
9.7.1. Principios del álgebra de Boole	330
9.7.2. Operadores lógicos	332
9.8. Códigos de marcado de semiconductores	333
Ejercicios de profundización y refuerzo	334
Ejercicio propuestos	335
Prácticas de laboratorio	336
Autoevaluación	339

Procedimientos	339
Actitudes	340
<b>Capítulo 10. Máquinas Eléctricas</b>	<b>341</b>
Introducción	341
10.1. Definición y clasificación de las máquinas eléctricas	343
10.2. Máquinas eléctricas de corriente continua rotativas	344
10.2.1. Constitución general de las máquinas de corriente continua rotativos	344
10.2.2. Principio de funcionamiento de los generadores electromagnéticos	346
10.2.3. Arrollamientos del inducido	349
10.2.4. Polos y tipos de excitación de las máquinas de corriente continua	350
10.2.5. Conmutación	353
10.2.6. Reacción del inducido. Línea neutra en vacía y en carga	355
10.3. Curvas características de los generadores de corriente continua	357
10.3.1. Curva característica de tensión de una dinamo con excitación independiente	357
10.3.2. Curva característica de una dinamo con excitación en derivación	358
10.3.3. Curva características de tensión de una dinamo con excitación serie	359
10.4. Motores de corriente continua	360
10.4.1. Par electromagnético de una máquina de corriente continua	361
10.4.2. ecuación de la intensidad de un motor de corriente continua	361
10.4.3. Ecuación de la velocidad de un motor de corriente continua	362
10.5. Características de funcionamiento de los motores de corriente continua	363
10.5.1. Curva característica de funcionamiento de un motor de corriente continua con excitación en derivación	363
10.5.2. Curva característica de funcionamiento de un motor de corriente continua con excitación en serie	364
10.5.3. Curva características de funcionamiento de un motor de corriente continua con excitación compuesta	365
10.6. Máquinas eléctricas de corriente alterna	366
10.6.1. El transformador: definición, utilización y clasificación	366
10.6.2. Constitución del transformador	367
10.6.3. Principio de funcionamiento del transformador ideal en vacío	370
10.6.4. Funcionamiento del transformador real en carga	371
10.6.5. Pérdida de energía en el transformador	375
10.6.6. Rendimiento del transformador	375
10.7. Alternadores	375
10.7.1. Construcción de un alternador	377
10.7.2. Fundamento del alternador monofásico	378
10.7.3. Fuerza electromotriz de un alternador	380
10.7.4. Fundamento del alternador trifásico	381
10.7.5. Conexión de las fases de un alternador trifásico	382
10.8. Motores de corriente alterna	383
10.8.1. Generalidades sobre los motores asíncronos trifásicos	383
10.8.2. Principio de funcionamiento	385
Prácticas de laboratorio	386

Autoevaluación	388
Procedimientos	388
Actitudes	388
<b>Capítulo 11. Medidas de Protección Eléctrica</b>	<b>389</b>
Introducción	389
11.1. Efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano	390
11.1.1. Efectos físicos	390
11.1.2. Efectos Fisiológicos	390
11.1.3. Factores que intervienen en el accidente eléctrico	391
11.2. Contacto directo e indirecto	394
11.2.1. Tensión de contacto directo	394
11.2.2. Tensión de contacto indirecto	394
11.3. Protecciones contra corriente de choque	395
11.3.1. Protecciones contra contactos directos e indirectos	396
11.3.2. Protección contra contactos directos	396
11.3.3. Protección contra contactos indirectos	399
11.4. Tipos de fallos	401
11.5. Puesta a tierra	403
11.5.1. Definición de puesta a tierra	403
11.5.2. Partes que comprende una puesta a tierra	403
11.5.3. Medida de la resistencia de tierra	404
11.6. Primeros auxilios	406
11.6.1. Reanimación	406
Prácticas de laboratorio	407
Autoevaluación	412
Procedimientos	412
Actitudes	413
Apéndice A. Fundamentos de los aparatos de medida	415
Apéndice B. Soluciones a las autoevaluaciones	426
Bibliografía	431
Índice analítico	432