

Contenido

prefacio xv

capítulo uno

Las leyes fundamentales de la ingeniería eléctrica 1

1-1 Unidades 2 **1-2** Corriente eléctrica 4 **1-3** Ley de Coulomb 6
1-4 Ley de Ohm 11 **1-5** Ley de Faraday de la inducción
electromagnética 13 **1-6** Leyes de Kirchhoff 15 **1-7** Ley de
Ampère 18 Actividades y preguntas de repaso 20 Problemas 21

parte uno

TEORIA DE CIRCUITOS ELECTRICOS

capítulo dos

Los elementos de un circuito 24

2-1 Fuentes independientes ideales de voltaje y de corriente 26
2-2 Direcciones y símbolos de referencia 29 **2-3** Energía y

potencia 30 **2-4** El parámetro resistencia 32 **2-5** El parámetro inductancia 39 **2-6** El parámetro capacitancia 45
2-7 El amplificador operacional: su papel como elemento de un circuito y como fuente dependiente (controlada) 50 Actividades y preguntas de repaso 63 Problemas 65

capítulo tres

Teoría elemental de redes 74

3-1 Arreglos de resistencias en serie y en paralelo 75 **3-2** Arreglos de capacitancias en serie y en paralelo 77 **3-3** Arreglos de inductancias en serie y en paralelo 80 **3-4** Circuitos serie-paralelo 82
3-5 Teorema de superposición 87 **3-6** Análisis de redes por corrientes de malla 90 **3-7** Análisis de circuitos mediante voltajes de nodo 97 **3-8** Teorema de Thévenin 103 **3-9** Teorema de Norton: conversión de una fuente de voltaje a una fuente de corriente 108
3-10 Reducción de redes mediante transformación $\Delta - Y$ 112 Actividades y preguntas de repaso 115 Problemas 116

capítulo cuatro

Ecuaciones diferenciales de circuitos: formas y soluciones 125

4-1 El operador diferencial 126 **4-2** Impedancia operacional 127
4-3 Formulación de las ecuaciones diferenciales de circuitos empleando el operador diferencial. Equivalencia 130
4-4 Formulación general de las ecuaciones diferenciales de un circuito 133 **4-5** La solución forzada (o solución particular) 135
4-6 La respuesta natural (o solución transitoria) 142 **4-7** Respuesta completa para el caso lineal de segundo orden 147 Actividades y preguntas de repaso 153 Problemas 154

capítulo cinco

Dinámica de circuitos y respuestas forzadas 161

Circuitos de primer orden 162 **5-1** Respuesta escalón de un circuito RL 163 **5-2** Respuesta escalón de un circuito RC 171 **5-3** Dualidad

179 **5-4** Respuesta pulso del circuito *RC* 183 **5-5** La respuesta impulso 185 Circuitos de segundo orden 188 **5-6** Respuesta escalón de un sistema de segundo orden (circuito *RLC*) 189 **5-7** Respuesta completa del circuito *RL* a la entrada senoidal 205 **5-8** Respuesta del circuito *RLC* a entradas senoidales 210 Actividades y preguntas de repaso 212 Problemas 214

capítulo seis

El método de la transformada de Laplace para la solución de circuitos 224

6-1 Naturaleza de una transformación matemática 225 **6-2** La transformada de Laplace: definición y utilidad 226
6-3 Transformadas de Laplace de funciones de excitación comunes 230
6-4 Transformada de Laplace de la función impulso unitario 235
6-5 Teoremas útiles de la transformada de Laplace 237 **6-6** Ejemplo: Solución por transformada de Laplace de una ecuación de primer orden 239 **6-7** Transformada inversa de Laplace mediante expansión en fracciones parciales 242 **6-8** Respuesta escalón de un circuito *RL* 247 **6-9** Respuesta escalón de un circuito *RC* 252 **6-10** La respuesta impulso 255 **6-11** Respuesta escalón de un sistema de segundo orden (circuito *RLC*) 256 **6-12** Respuesta completa de un circuito *RL* a entrada senoidal 260 Actividades y preguntas de repaso 264 Problemas 265

capítulo siete

Respuesta en estado senoidal permanente de circuitos 269

7-1 Funciones senoidales: terminología 270 **7-2** Valores promedio y efectivo de funciones periódicas 272 **7-3** Potencia instantánea y promedio. Factor de potencia 277 **7-4** Representación fasorial de senoidales 281 **7-5** Respuesta en estado senoidal permanente de elementos únicos (*RLC*) 290 **7-6** El circuito *RL* serie 298 **7-7** El circuito *RC* en serie 306 **7-8** El circuito *RLC* 308 **7-9** Aplicación de los teoremas de redes a impedancias complejas 310 **7-10** Resonancia 315 **7-11** Circuitos trifásicos balanceados 325 **7-12** Series de Fourier 335 Actividades y preguntas de repaso 343 Problemas 345

parte dos

ELECTRONICA

capítulo ocho

Dispositivos de control electrónicos: tipos de semiconductores 355

8-1 La relación de Boltzmann y la corriente de difusión en los semiconductores 357 **8-2** El diodo semiconductor 369 **8-3** El transistor (o triodo semiconductor) 374 **8-4** El transistor de efecto de campo de unión (JFET) 380 **8-5** FET de compuerta aislada (o MOSFET) 388 **8-6** El rectificador controlado de silicio 392 Actividades y preguntas de repaso 394 Problemas 396

capítulo nueve

Circuitos electrónicos semiconductores 400

9-1 Análisis gráfico de amplificadores de transistores 400 **9-2** Circuitos equivalentes lineales 413 **9-3** Método de polarización para amplificadores de transistores 422 **9-4** Cálculo del funcionamiento del amplificador 432 **9-5** Respuesta en frecuencia de amplificadores de transistores con acoplamiento RC 448 **9-6** Circuitos integrados 458 Actividades y preguntas de repaso 465 Problemas 466

capítulo diez

Temas especiales y aplicaciones 474

10-1 Aplicaciones de circuitos electrónicos con diodos 474 **10-2** El amplificador emisor seguidor 479 **10-3** El amplificador push-pull 482 **10-4** Modulación 484 **10-5** Detección o modulación en amplitud 490 Actividades y preguntas de repaso 492 Problemas 492

parte tres

SISTEMAS DIGITALES

capítulo once

Lógica binaria : teoría y realización 496

- 11-1** Lógica binaria 496 **11-2** Compuertas lógicas 500
11-3 Realización de compuertas lógicas digitales 503 **11-4** Sistemas binarios y otros sistemas numéricos 514 **11-5** Conversiones entre sistemas numéricos 517 **11-6** Aplicaciones de los circuitos con compuertas al procesamiento de datos 522 Actividades y preguntas de repaso 525 Problemas 526

capítulo doce

Simplificación de funciones lógicas 530

- 12-1** Algebra booleana: postulados y teoremas 531
12-2 Simplificación algebraica de funciones lógicas 538
12-3 Simplificación mediante mapas de Karnaugh 542 **12-4** Esquema alternativo: el producto de sumas 548 Actividades y preguntas de repaso 552 Problemas 553

capítulo trece

Componentes de sistemas digitales 557

- Circuitos lógicos combinacionales 557 **13-1** Codificadores 559
13-2 Sumadores 560 **13-3** Sustractores 567 **13-4** Decodificadores y demultiplexores 572 **13-5** Multiplexores (selectores de datos) 576
13-6 Unidades de memoria de lectura únicamente (ROMs) 578
Circuitos lógicos secuenciales síncronos 581
13-7 Flip-flops 581 **13-8** Contadores 592 **13-9** Registros 604
13-10 Memoria de acceso aleatorio (RAM) 610 Actividades y preguntas de repaso 613 Problemas 616

capítulo catorce

Sistemas de computadora microprocesadora 625

- 14-1** Una computadora elemental: arquitectura básica 626
14-2 Microprocesadores 635 **14-3** Instrucciones de transferencia 637
14-4 Instrucciones de operación 640 **14-5** Instrucciones de control 641
14-6 Programación en lenguaje ensamblador: ejemplos 645
Actividades y preguntas de repaso 649 Problemas 651

parte cuatro

CONVERSION DE ENERGIA ELECTROMECHANICA

capítulo quince

Teoría y circuitos magnéticos 653

- 15-1** Ley de Ampère; definición de cantidades magnéticas 654
15-2 Teoría del magnetismo 662 **15-3** Curvas de magnetización de materiales ferromagnéticos 665 **15-4** El circuito magnético: concepto y analogías 669 **15-5** Unidades para el cálculo de circuitos magnéticos 674 **15-6** Cálculos de circuitos magnéticos 674
15-7 Pérdidas por histéresis y corrientes de Eddy en materiales ferromagnéticos 680 **15-8** Relevadores; una aplicación de la fuerza ferromagnética 683 Actividades y preguntas de repaso 688
Problemas 689

capítulo dieciséis

Transformadores 695

- 16-1** Teoría de la operación y elaboración de diagramas fasoriales 696
16-2 El circuito equivalente 706 **16-3** Parámetros de las pruebas sin carga 716 **16-4** Eficiencia y regulación de voltaje 721
16-5 Inductancia mutua 724 Actividades y preguntas de repaso 726
Problemas 728

capítulo diecisiete

Conversión de energía electromecánica 732

- 17-1** Análisis básico de par electromecánico 733 **17-2** Análisis de los voltajes inducidos 740 **17-3** Características de construcción de las máquinas eléctricas 742 **17-4** Fórmulas prácticas de par y voltaje 748 Actividades y preguntas de repaso 754
Problemas 756

capítulo dieciocho

El motor de inducción trifásico 759

- 18-1** El campo magnético revolvente 760 **18-2** El motor de inducción como transformador 764 **18-3** El circuito equivalente 767
18-4 Cálculos de funcionamiento 771 **18-5** Característica par-velocidad, par de arranque y par máximo desarrollado 775
18-6 Parámetros de las pruebas sin carga 778 **18-7** Clases y usos de

motores de inducción trifásicos 779 **18-8** Controladores para motores de inducción trifásicos 780 Actividades y preguntas de repaso 786
Problemas 787

capítulo diecinueve

Máquinas síncronas trifásicas 792

19-1 Generación de un sistema de voltajes trifásicos 793
19-2 Diagrama fasorial del generador síncrono y circuito equivalente 794 **19-3** El motor síncrono 797 **19-4** Diagrama fasorial del motor síncrono y circuito equivalente 798 **19-5** Cálculos de funcionamiento del motor síncrono 800 **19-6** Control del factor de potencia 803
19-7 Usos del motor síncrono 805 Actividades y preguntas de repaso 806 Problemas 808

capítulo veinte

Máquinas de cd 810

20-1 Análisis del generador de cd 810 **20-2** Análisis del motor de cd 816 **20-3** Características par-velocidad del motor. Control de velocidad 819 **20-4** Control de velocidad por medios electrónicos 823 **20-5** Usos de los motores de cd 829 **20-6** Arrancadores y controladores para motores de cd 832 Actividades y preguntas de repaso 835 Problemas 836

capítulo veintiuno

Motores de inducción monofásicos 841

21-1 Cómo se obtiene el campo rotatorio 841 **21-2** Los diferentes tipos de motores monofásicos 844 **21-3** Características y usos típicos 847 Actividades y preguntas de repaso 848 Problemas 848

capítulo veintidós

Motores de pasos 850

22-1 Características de construcción 851 **22-2** Método de operación 851 **22-3** Unidas amplificadoras y lógica del traductor 857
22-4 Medio paso y la secuencia de conmutación requerida 861
22-5 El motor de pasos del tipo de reluctancia 863 **22-6** Clases y otras características 865 Actividades y preguntas de repaso 866
Problemas 867

parte cinco

SISTEMAS DE CONTROL REALIMENTADOS

capítulo veintitrés

Principios de control automático 869

23-1 Distinción entre sistemas de malla abierta y malla cerrada (realimentación) 870 **23-2** Diagramas de bloques de sistemas de control realimentados. Terminología 871 **23-3** Sistema de control realimentado de posición. Servomecanismo 875 **23-4** Aplicaciones típicas de control realimentado 877 **23-5** La realimentación y sus efectos 883 Actividades y preguntas de repaso 893 Problemas 893

capítulo veinticuatro

Comportamiento dinámico de los sistemas de control 896

24-1 Respuesta dinámica de un servomecanismo de segundo orden 897 **24-2** Control de error de la razón de cambio (o derivativo) 911 **24-3** Control de la razón de cambio de la salida 914 **24-4** Control de error integral (o reset) 918 **24-5** Funciones de transferencia de componentes de un sistema 920 Actividades y preguntas de repaso 937 Problemas 939

apéndices

Apéndice A: Unidades y factores de conversión 946 **Apéndice B:** Tabla periódica de los elementos 948 **Apéndice C:** Propiedades conductoras de metales comunes 949 **Apéndice D:** Características de transistores selectos 950 **Apéndice E:** Respuestas a problemas selectos 954

Indice 965