

# Contenido

*Prefacio* xii

*Agradecimientos* xvi

*Visita paso a paso* xx

*Nota para el estudiante* xxiii

*Acerca de los autores* xxv

2.9 Resumen 64

Preguntas de repaso 66

Problemas 67

Problemas de mayor extensión 78

## **PARTE 1** Circuitos de cd 2

### **Capítulo 1** Conceptos básicos 3

- 1.1 Introducción 4
- 1.2 Sistemas de unidades 4
- 1.3 Carga y corriente 6
- 1.4 Tensión 9
- 1.5 Potencia y energía 10
- 1.6 Elementos de circuitos 15
- 1.7 Aplicaciones 17
  - 1.7.1 Tubo de imagen del televisor
  - 1.7.2 Recibos de consumo de electricidad
- 1.8 Solución de problemas 20
- 1.9 Resumen 23
  - Preguntas de repaso 24
  - Problemas 24
  - Problemas de mayor extensión 27

## **Capítulo 3** Métodos de análisis 81

- 3.1 Introducción 82
- 3.2 Análisis nodal 82
- 3.3 Análisis nodal con fuentes de tensión 88
- 3.4 Análisis de lazo 93
- 3.5 Análisis de lazo con fuentes de corriente 98
- 3.6 Análisis nodal y de lazo por inspección 100
- 3.7 Comparación del análisis nodal con el de lazo 104
- 3.8 Análisis de circuitos con *PSpice* 105
- 3.9 Aplicaciones: Circuitos transistorizados de cd 107
- 3.10 Resumen 112
  - Preguntas de repaso 113
  - Problemas 114
  - Problemas de mayor extensión 126

## **Capítulo 2** Leyes básicas 29

- 2.1 Introducción 30
- 2.2 Ley de Ohm 30
- 2.3 Nodos, ramas y mallas 35
- 2.4 Leyes de Kirchhoff 37
- 2.5 Resistores en serie y división de tensión 43
- 2.6 Resistores en paralelo y división de corriente 45
- 2.7 Transformaciones estrella-delta 52
- 2.8 Aplicaciones 58
  - 2.8.1 Sistemas de iluminación
  - 2.8.2 Diseño de medidores de cd

## **Capítulo 4** Teoremas de circuitos 127

- 4.1 Introducción 128
- 4.2 Propiedad de linealidad 128
- 4.3 Superposición 130
- 4.4 Transformación de fuentes 135
- 4.5 Teorema de Thevenin 139
- 4.6 Teorema de Norton 145
- 4.7 Derivación de los Teoremas de Thevenin y Norton 149
- 4.8 Máxima transferencia de potencia 150
- 4.9 Comprobación de teoremas de circuitos con *PSpice* 152

- 4.10 Aplicaciones 155
  - 4.10.1 Modelado de fuentes
  - 4.10.2 Medición de la resistencia
- 4.11 Resumen 160
  - Preguntas de repaso 161
  - Problemas 162
  - Problemas de mayor extensión 173

## Capítulo 5 Amplificadores operacionales 175

- 5.1 Introducción 176
- 5.2 Amplificadores operacionales 176
- 5.3 Amplificador operacional ideal 179
- 5.4 Amplificador inversor 181
- 5.5 Amplificador no inversor 183
- 5.6 Amplificador sumador 185
- 5.7 Amplificador diferencial 187
- 5.8 Circuitos con amplificadores operacionales en cascada 191
- 5.9 Análisis de circuitos con amplificadores operacionales con *PSpice* 194
- 5.10 Aplicaciones 196
  - 5.10.1 Convertidor digital-analógico
  - 5.10.2 Amplificadores para instrumentación
- 5.11 Resumen 199
  - Preguntas de repaso 201
  - Problemas 202
  - Problemas de mayor extensión 213

## Capítulo 6 Capacitores e inductores 215

- 6.1 Introducción 216
- 6.2 Capacitores 216
- 6.3 Capacitores en serie y en paralelo 222
- 6.4 Inductores 226
- 6.5 Inductores en serie y en paralelo 230
- 6.6 Aplicaciones 233
  - 6.6.1 Integrador
  - 6.6.2 Diferenciador
  - 6.6.3 Computadora analógica
- 6.7 Resumen 240
  - Preguntas de repaso 241
  - Problemas 242
  - Problemas de mayor extensión 251

## Capítulo 7 Circuitos de primer orden 253

- 7.1 Introducción 254
- 7.2 Circuito *RC* sin fuente 254
- 7.3 Circuito *RL* sin fuente 259
- 7.4 Funciones singulares 265

- 7.5 Respuesta escalón de un circuito *RC* 273
- 7.6 Respuesta escalón de un circuito *RL* 280
- 7.7 Circuitos de primer orden con amplificadores operacionales 284
- 7.8 Análisis transitorio con *PSpice* 289
- 7.9 Aplicaciones 293
  - 7.9.1 Circuitos de retraso
  - 7.9.2 Unidad de flash fotográfico
  - 7.9.3 Circuitos relevadores
  - 7.9.4 Circuitos de encendido de un automóvil
- 7.10 Resumen 299
  - Preguntas de repaso 300
  - Problemas 301
  - Problemas de mayor extensión 311

## Capítulo 8 Circuitos de segundo orden 313

- 8.1 Introducción 314
- 8.2 Determinación de valores iniciales y finales 314
- 8.3 Circuito *RLC* en serie sin fuente 319
- 8.4 Circuito *RLC* en paralelo sin fuente 326
- 8.5 Respuesta escalón de un circuito *RLC* en serie 331
- 8.6 Respuesta escalón de un circuito *RLC* en paralelo 336
- 8.7 Circuitos generales de segundo orden 339
- 8.8 Circuitos de segundo orden con amplificadores operacionales 344
- 8.9 Análisis de circuitos *RLC* con *PSpice* 346
- 8.10 Dualidad 350
- 8.11 Aplicaciones 353
  - 8.11.1 Sistema de encendido de un automóvil
  - 8.11.2 Circuitos suavizadores
- 8.12 Resumen 356
  - Preguntas de repaso 357
  - Problemas 358
  - Problemas de mayor extensión 367

---

## PARTE 2 Circuitos de ca 368

### Capítulo 9 Senoides y fasores 369

- 9.1 Introducción 370
- 9.2 Senoides 371
- 9.3 Fasores 376
- 9.4 Relaciones fasoriales de elementos de circuitos 385
- 9.5 Impedancia y admitancia 387
- 9.6 Las leyes de Kirchhoff en el dominio frecuencial 389
- 9.7 Combinaciones de impedancias 390

- 9.8 Aplicaciones 396
  - 9.8.1 Desfasadores
  - 9.8.2 Puentes de ca
- 9.9 Resumen 402
  - Preguntas de repaso 403
  - Problemas 403
  - Problemas de mayor extensión 411

## Capítulo 10 Análisis senoidal en estado estable 413

- 10.1 Introducción 414
- 10.2 Análisis nodal 414
- 10.3 Análisis de lazo 417
- 10.4 Teorema de superposición 421
- 10.5 Transformación de fuentes 424
- 10.6 Circuitos equivalentes de Thevenin y Norton 426
- 10.7 Circuitos de ca con amplificadores operacionales 431
- 10.8 Análisis de ca con el uso de *PSpice* 433
- 10.9 Aplicaciones 437
  - 10.9.1 Multiplicador de capacitancia
  - 10.9.2 Osciladores
- 10.10 Resumen 441
  - Preguntas de repaso 441
  - Problemas 443

## Capítulo 11 Análisis de potencia de ca 457

- 11.1 Introducción 458
- 11.2 Potencia instantánea y promedio 458
- 11.3 Máxima transferencia de potencia promedio 464
- 11.4 Valor eficaz o rms 467
- 11.5 Potencia aparente y factor de potencia 470
- 11.6 Potencia compleja 473
- 11.7 Conservación de la potencia de ca 477
- 11.8 Corrección del factor de potencia 481
- 11.9 Aplicaciones 483
  - 11.9.1 Medición de la potencia
  - 11.9.2 Costo del consumo de electricidad
- 11.10 Resumen 488
  - Preguntas de repaso 490
  - Problemas 490
  - Problemas de mayor extensión 500

## Capítulo 12 Circuitos trifásicos 503

- 12.1 Introducción 504
- 12.2 Tensiones trifásicas balanceadas 505
- 12.3 Conexión estrella-estrella balanceada 509

- 12.4 Conexión estrella-delta balanceada 512
- 12.5 Conexión delta-delta balanceada 514
- 12.6 Conexión delta-estrella balanceada 516
- 12.7 Potencia en un sistema balanceado 519
- 12.8 Sistemas trifásicos desbalanceados 525
- 12.9 *PSpice* para circuitos trifásicos 529
- 12.10 Aplicaciones 534
  - 12.10.1 Medición de la potencia trifásica
  - 12.10.2 Instalación eléctrica residencial
- 12.11 Resumen 543
  - Preguntas de repaso 543
  - Problemas 544
  - Problemas de mayor extensión 553

## Capítulo 13 Circuitos magnéticamente acoplados 555

- 13.1 Introducción 556
- 13.2 Inductancia mutua 557
- 13.3 Energía en un circuito acoplado 564
- 13.4 Transformadores lineales 567
- 13.5 Transformadores ideales 573
- 13.6 Autotransformadores ideales 581
- 13.7 Transformadores trifásicos 584
- 13.8 Análisis con *PSpice* de circuitos magnéticamente acoplados 586
- 13.9 Aplicaciones 591
  - 13.9.1 El transformador como dispositivo de aislamiento
  - 13.9.2 El transformador como dispositivo de acoplamiento
  - 13.9.3 Distribución de potencia
- 13.10 Resumen 597
  - Preguntas de repaso 598
  - Problemas 599
  - Problemas de mayor extensión 611

## Capítulo 14 Respuestas en frecuencia 613

- 14.1 Introducción 614
- 14.2 Función de transferencia 614
- 14.3 La escala de decibeles 617
- 14.4 Diagramas de Bode 619
- 14.5 Resonancia en serie 629
- 14.6 Resonancia en paralelo 634
- 14.7 Filtros pasivos 637
  - 14.7.1 Filtro pasabajas
  - 14.7.2 Filtro pasaaltas
  - 14.7.3 Filtro pasabanda
  - 14.7.4 Filtro rechazabanda
- 14.8 Filtros activos 642
  - 14.8.1 Filtro pasabajas de primer orden
  - 14.8.2 Filtro pasaaltas de primer orden

- 14.8.3 Filtro pasabanda
- 14.8.4 Filtro rechazabanda (o de muesca)
- 14.9 Escalamiento 648
  - 14.9.1 Escalamiento de magnitud
  - 14.9.2 Escalamiento de frecuencia
  - 14.9.3 Escalamiento de magnitud y de frecuencia
- 14.10 Respuesta en frecuencia utilizando *PSpice* 652
- 14.11 Computación con *MATLAB* 655
- 14.12 Aplicaciones 657
  - 14.12.1 Receptor de radio
  - 14.12.2 Teléfono de tonos por teclas
  - 14.12.3 Red de separación
- 14.13 Resumen 663
  - Preguntas de repaso 664
  - Problemas 665
  - Problemas de mayor extensión 673

### PARTE 3

### Análisis avanzado de circuitos 674

#### Capítulo 15 Introducción a la transformada de Laplace 675

- 15.1 Introducción 676
- 15.2 Definición de la transformada de Laplace 677
- 15.3 Propiedades de la transformada de Laplace 679
- 15.4 Transformada inversa de Laplace 690
  - 15.4.1 Polos simples
  - 15.4.2 Polos repetidos
  - 15.4.3 Polos complejos
- 15.5 Integral de convolución 697
- 15.6 Aplicación de las ecuaciones integrodiferenciales 705
- 15.7 Resumen 708
  - Preguntas de repaso 708
  - Problemas 709

#### Capítulo 16 Aplicaciones de la transformada de Laplace 715

- 16.1 Introducción 716
- 16.2 Modelos de los elementos de un circuito 716
- 16.3 Análisis de circuitos 722
- 16.4 Funciones de transferencia 726
- 16.5 Variables de estado 730
- 16.6 Aplicaciones 737
  - 16.6.1 Estabilidad de una red
  - 16.6.2 Síntesis de red

- 16.7 Resumen 745
  - Preguntas de repaso 746
  - Problemas 747
  - Problemas de mayor extensión 754

#### Capítulo 17 Las series de Fourier 755

- 17.1 Introducción 756
- 17.2 Series trigonométricas de Fourier 756
- 17.3 Consideraciones de simetría 764
  - 17.3.1 Simetría par
  - 17.3.2 Simetría impar
  - 17.3.3 Simetría de media onda
- 17.4 Aplicaciones en circuitos 774
- 17.5 Potencia promedio y valores rms 778
- 17.6 Series exponenciales de Fourier 781
- 17.7 Análisis de Fourier con *PSpice* 787
  - 17.7.1 Transformada discreta de Fourier
  - 17.7.2 Transformada rápida de Fourier
- 17.8 Aplicaciones 793
  - 17.8.1 Analizadores de espectro
  - 17.8.2 Filtros
- 17.9 Resumen 796
  - Preguntas de repaso 798
  - Problemas 798
  - Problemas de mayor extensión 807

#### Capítulo 18 Transformada de Fourier 809

- 18.1 Introducción 810
- 18.2 Definición de la transformada de Fourier 810
- 18.3 Propiedades de la transformada de Fourier 816
- 18.4 Aplicaciones en circuitos 829
- 18.5 Teorema de Parseval 832
- 18.6 Comparación de las transformadas de Fourier y de Laplace 835
- 18.7 Aplicaciones 836
  - 18.7.1 Modulación de amplitud
  - 18.7.2 Muestreo
- 18.8 Resumen 839
  - Preguntas de repaso 840
  - Problemas 841
  - Problemas de mayor extensión 847

#### Capítulo 19 Redes de dos puertos 849

- 19.1 Introducción 850
- 19.2 Parámetros de impedancia 850
- 19.3 Parámetros de admitancia 855
- 19.4 Parámetros híbridos 858

