

# Contenido

Prefacio	xiii
Reconocimientos	xiv
Nota para el estudiante	xvii

## PARTE I | CIRCUITOS cd |

<b>Capítulo 1</b>	<b>Conceptos básicos</b>	<b>3</b>
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 circuito	13
1.7	Aplicaciones	15
1.7.1	Tubo de imagen de TV	
1.7.2	Recibos de consumo de electricidad	
1.8	Solución de problemas	18
1.9	Resumen	21
Preguntas de repaso		22
Problemas		23
Problemas de mayor extensión		25

<b>Capítulo 2</b>	<b>Leyes básicas</b>	<b>27</b>
2.1	Introducción	28
2.2	Ley de Ohm	28
2.3	Nodos, ramas y lazos	33
2.4	Leyes de Kirchhoff	35
2.5	Resistores en serie y división de tensión	41
2.6	Resistores en paralelo y división de corriente	43
2.7	Transformaciones estrella-delta	50
2.8	Aplicaciones	55
2.8.1	Sistemas de iluminación	
2.8.2	Diseño de medidores de cd	
2.9	Resumen	60
Preguntas de repaso		62
Problemas		63
Problemas de mayor extensión		72

<b>Capítulo 3</b>	<b>Métodos de análisis</b>	<b>75</b>
3.1	Introducción	76
3.2	Análisis nodal	76
3.3	Análisis nodal con fuentes de tensión	83
3.4	Análisis de malla	88
3.5	Análisis de malla con fuentes de corriente	93
3.6	Análisis nodal y de malla por inspección	96

3.7	Comparación del análisis nodal con el de malla	101
3.8	Análisis de circuitos con <i>PSpice</i>	101
3.9	Aplicaciones: Circuitos transistorizados de cd	104
3.10	Resumen	109
Preguntas de repaso		109
Problemas		110
Problemas de mayor extensión		119

<b>Capítulo 4</b>	<b>Teoremas de circuito</b>	<b>121</b>
4.1	Introducción	122
4.2	Propiedad de linealidad	122
4.3	Superposición	125
4.4	Transformación de fuente	130
4.5	Teorema de Thevenin	134
4.6	Teorema de Norton	139
4.7	Orígenes de los teoremas de Thevenin y Norton	143
4.8	Máxima transferencia de potencia	145
4.9	Comprobación de teoremas de circuito con <i>PSpice</i>	147
4.10	Aplicaciones	150
4.10.1	Elaboración del Modelo para la fuente	
4.10.2	Medición de la resistencia	
4.11	Resumen	156
Preguntas de repaso		157
Problemas		157
Problemas de mayor extensión		166

<b>Capítulo 5</b>	<b>Amplificadores operacionales</b>	<b>167</b>
5.1	Introducción	168
5.2	Amplificadores operacionales	168
5.3	Amplificador operacional ideal	172
5.4	Amplificador inversor	174
5.5	Amplificador no inversor	177
5.6	Amplificador sumador	179
5.7	Amplificador diferencial	180
5.8	Circuitos del amplificador operacional en cascada	184
5.9	Análisis de circuitos de amplificador operacional con <i>PSpice</i>	187
5.10	Aplicaciones	188
5.10.1	Convertidor digital/analógico	
5.10.2	Amplificadores para instrumentos	
5.11	Resumen	192
Preguntas de repaso		194
Problemas		195
Problemas de mayor extensión		204

**Capítulo 6 Capacitores e inductores 205**

- 6.1 Introducción 206
- 6.2 Capacitores 206
- 6.3 Capacitores en serie y en paralelo 213
- 6.4 Inductores 216
- 6.5 Inductores en serie y en paralelo 221
- 6.6 Aplicaciones 225
  - 6.6.1 Integrador
  - 6.6.2 Diferenciador
  - 6.6.3 Computadora analógica

**6.7 Resumen 232**

Preguntas de repaso 232

Problemas 233

Problemas de mayor extensión 241

**Capítulo 7 Circuitos de primer orden 243**

- 7.1 Introducción 244
- 7.2 Circuito sin fuente *RC* 244
- 7.3 Circuito sin fuente *RL* 249
- 7.4 Funciones singulares 255
- 7.5 Respuesta de escalón de un circuito *RC* 263
- 7.6 Respuesta de escalón de un circuito *RL* 269
- 7.7 Circuitos op amp de primer orden 274
- 7.8 Análisis transitorio con *PSpice* 279
- 7.9 Aplicaciones 282

7.9.1 Circuitos de retraso

7.9.2 Unidad de flash

7.9.3 Circuitos relevadores

7.9.4 Circuito de encendido automovilístico

**7.10 Resumen 288**

Preguntas de repaso 289

Problemas 290

Problemas de mayor extensión 299

**Capítulo 8 Circuitos de segundo orden 301**

- 8.1 Introducción 302
- 8.2 Determinación de los valores inicial y final 303
- 8.3 El circuito *RLC* en serie sin fuente 308
- 8.4 El circuito *RLC* en paralelo sin fuente 316
- 8.5 Respuesta de escalón para un circuito *RLC* en serie 322
- 8.6 Respuesta de escalón para un circuito *RLC* en paralelo 328
- 8.7 Circuitos generales de segundo orden 331
- 8.8 Circuitos de segundo orden de amplificador operacional 337
- 8.9 Análisis *PSpice* de circuitos *RLC* 340
- 8.10 Dualidad 342
- 8.11 Aplicaciones 346

8.11.1 Sistema de encendido de automóviles

8.11.2 Circuitos de alisamiento

**8.12 Resumen 350**

Preguntas de repaso 351

Problemas 352

Problemas de mayor extensión 360

**PARTE 2 CIRCUITOS ca 363**

**Capítulo 9 Senoides y fasores 365**

- 9.1 Introducción 366
- 9.2 Senoides 367
- 9.3 Fasores 371
- 9.4 Relaciones fasoriales para los elementos de circuitos 380
- 9.5 Impedancia y admitancia 382
- 9.6 Las leyes de Kirchhoff en el dominio de frecuencia 385
- 9.7 Combinaciones de impedancia 386
- 9.8 Aplicaciones 393

9.8.1 Circuitos desfasadores

9.8.2 Puentes ca

**9.9 Resumen 399**

Preguntas de repaso 400

Problemas 401

Problemas de mayor extensión 407

**Capítulo 10 Análisis senoidal en estado estable 409**

- 10.1 Introducción 410
- 10.2 Análisis nodal 410
- 10.3 Análisis de malla 413
- 10.4 Teorema de superposición 417
- 10.5 Transformación de fuente 420
- 10.6 Circuitos equivalentes de Thevenin y de Norton 422
- 10.7 Circuitos ca de amplificador operacional 427
- 10.8 Análisis de ca mediante *PSpice* 429
- 10.9 Aplicaciones 433
  - 10.9.1 Multiplicador de capacitancia
  - 10.9.2 Osciladores
- 10.10 Resumen 437

Preguntas de repaso 438

Problemas 439

**Capítulo 11 Análisis de potencia ca 449**

- 11.1 Introducción 450
- 11.2 Potencia instantánea y potencia promedio 450

- 11.3 Máxima transferencia de potencia promedio 457
- 11.4 Valor eficaz o rms 460
- 11.5 Potencia aparente y factor de potencia 464
- 11.6 Potencia compleja 467
- 11.7 Conservación de la potencia ca 472
- 11.8 Corrección del factor de potencia 475
- 11.9 Aplicaciones 478
  - 11.9.1 Medición de potencia
  - 11.9.2 Costo del consumo de electricidad

11.10 Resumen 482

- Preguntas de repaso 484
- Problemas 485
- Problemas de mayor extensión 492

**Capítulo 12 Circuitos trifásicos 495**

- 12.1 Introducción 496
- 12.2 Tensiones trifásicas balanceadas 497
- 12.3 Conexión estrella-estrella balanceada 500
- 12.4 Conexión estrella-delta balanceada 504
- 12.5 Conexión delta-delta balanceada 507
- 12.6 Conexión delta-estrella balanceada 509
- 12.7 Potencia en un sistema balanceado 513
- 12.8 Sistemas trifásicos desbalanceados 520
- 12.9 *PSpice* para circuitos trifásicos 524
- 12.10 Aplicaciones 528
  - 12.10.1 Medición de potencia trifásica
  - 12.10.2 Instalación residencial

12.11 Resumen 537

- Preguntas de repaso 538
- Problemas 539
- Problemas de mayor extensión 546

**Capítulo 13 Circuitos magnéticamente acoplados 549**

- 13.1 Introducción 550
- 13.2 Inductancia mutua 550
- 13.3 Energía en un circuito acoplado 558
- 13.4 Transformadores lineales 563
- 13.5 Transformadores ideales 569
- 13.6 Autotransformadores ideales 576
- 13.7 Transformadores trifásicos 580
- 13.8 Análisis con *PSpice* de circuitos magnéticamente acoplados 583
- 13.9 Aplicaciones 587
  - 13.9.1 El transformador como un dispositivo de aislamiento
  - 13.9.2 El transformador como un dispositivo de acoplamiento
  - 13.9.3 Distribución de potencia

13.10 Resumen 593

- Preguntas de repaso 594
- Problemas 595
- Problemas de mayor extensión 606

**Capítulo 14 Respuesta en frecuencia 607**

- 14.1 Introducción 608
- 14.2 Función de transferencia 608
- 14.3 La escala de decibeles 612
- 14.4 Diagramas de Bode 613
- 14.5 Resonancia en serie 625
- 14.6 Resonancia en paralelo 631
- 14.7 Filtros pasivos 634
  - 14.7.1 Filtro pasabajas
  - 14.7.2 Filtro pasaaltas
  - 14.7.3 Filtro pasabanda
  - 14.7.4 Filtro rechazabanda

14.8 Filtros activos 640

- 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 corte)

14.9 Escalamiento 646

- 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* 649

14.11 Aplicaciones 653

- 14.11.1 Receptor de radio
- 14.11.2 Teléfono de tonos por contacto
- 14.11.3 Red de enlace

14.12 Resumen 659

- Preguntas de repaso 660
- Problemas 661
- Problemas de mayor extensión 668

**PARTE 3 ANÁLISIS DE CIRCUITOS AVANZADOS 671**

**Capítulo 15 La transformada de Laplace 673**

- 15.1 Introducción 674
- 15.2 Definición de la transformada de Laplace 674
- 15.3 Propiedades de la transformada de Laplace 677
- 15.4 Transformada inversa de Laplace 689
  - 15.4.1 Polos simples
  - 15.4.2 Polos repetidos
  - 15.4.3 Polos complejos

15.5	Aplicación a los circuitos	698
15.6	Funciones de transferencia	704
15.7	Integral de convolución	710
15.8	Aplicación a las ecuaciones integrodiferenciales	719
15.9	Aplicaciones	721
15.9.1	Estabilidad de red	
15.9.2	Síntesis de red	
15.10	Resumen	729

Preguntas de repaso	731
Problemas	731
Problemas de mayor extensión	740

### Capítulo 16 Las series de Fourier 741

16.1	Introducción	742
16.2	Series trigonométricas de Fourier	742
16.3	Consideraciones de simetría	751
16.3.1	Simetría par	
16.3.2	Simetría impar	
16.3.3	Simetría de media onda	
16.4	Aplicaciones de circuitos	761
16.5	Potencia promedio y valores rms	765
16.6	Series exponenciales de Fourier	770
16.7	Análisis de Fourier con <i>PSpice</i>	777
16.7.1	Transformada discreta de Fourier	
16.7.2	Transformada rápida de Fourier	
16.8	Aplicaciones	782
16.8.1	Analizadores de espectro	
16.8.2	Filtros	
16.9	Resumen	786

Preguntas de repaso	788
Problemas	788
Problemas de mayor extensión	795

### Capítulo 17 Transformada de Fourier 797

17.1	Introducción	798
17.2	Definición de la transformada de Fourier	798
17.3	Propiedades de la transformada de Fourier	804

17.4	Aplicaciones en circuitos	819
17.5	Teorema de Parseval	822
17.6	Comparación de las transformadas de Fourier y de Laplace	825
17.7	Aplicaciones	826
17.7.1	Modulación de amplitud	
17.7.2	Muestreo	
17.8	Resumen	830

Preguntas de repaso	831
Problemas	832
Problemas de mayor extensión	836

### Capítulo 18 Redes de dos puertos 837

18.1	Introducción	838
18.2	Parámetros de impedancia	839
18.3	Parámetros de admitancia	843
18.4	Parámetros híbridos	848
18.5	Parámetros de transmisión	853
18.6	Relaciones entre parámetros	858
18.7	Interconexión de redes	862
18.8	Cálculo de los parámetros de dos puertos utilizando <i>PSpice</i>	869
18.9	Aplicaciones	872
18.9.1	Circuitos transistorizados	
18.9.2	Síntesis de red en escalera	
18.10	Resumen	880

Preguntas de repaso	881
Problemas	882
Problemas de mayor extensión	891

**Apéndice A** Solución de ecuaciones simultáneas utilizando la regla de Cramer 893

**Apéndice B** Números complejos 899

**Apéndice C** Fórmulas matemáticas 907

**Apéndice D** *PSpice* para Windows 911

**Apéndice E** Respuestas a los problemas impares 939

**Bibliografía** 977

**Índice** 979