

Contenido

PREFACIO **xv**

AGRADECIMIENTOS **xix**

1 **DIODOS SEMICONDUCTORES** **1**

- 1.1 Introducción 1
- 1.2 Características generales 1
- 1.3 Niveles de energía 5
- 1.4 Materiales extrínsecos: tipo n y p 7
- 1.5 Diodo ideal 11
- 1.6 Construcción básica y características 13
- 1.7 Resistencia de CD o estática 20
- 1.8 Resistencia de CA o dinámica 22
- 1.9 Resistencia CA promedio 26
- 1.10 Circuitos equivalentes: modelos del diodo 27
- 1.11 Corrientes de desplazamiento y de difusión 31
- 1.12 Capacitancia de transición y de difusión 32
- 1.13 Tiempo de recuperación en sentido inverso 33
- 1.14 Efectos de la temperatura 34
- 1.15 Hojas de especificación del diodo 35
- 1.16 Notación del diodo semiconductor 39
- 1.17 Prueba de diodos mediante óhmetro 39
- 1.18 Técnicas de manufactura 40
- 1.19 Arreglos de diodos: circuitos integrados 46

2 APLICACIONES DEL DIODO

55

- 2.1 Introducción 55
- 2.2 Configuraciones de diodos en serie con entradas de CD 55
- 2.3 Configuraciones en paralelo y en serie-paralelo 62
- 2.4 Compuertas AND/OR 65
- 2.5 Rectificación de media onda 67
- 2.6 Rectificación de onda completa 71
- 2.7 Recortadores 76
- 2.8 Sujetadores 85

3 DIODOS ZENER Y OTROS DISPOSITIVOS DE DOS TERMINALES

98

- 3.1 Introducción 98
- 3.2 Características y notación del diodo Zener 98
- 3.3 Aplicaciones del diodo Zener 103
- 3.4 Diodos de barrera Schottky (portadores de alta energía) 109
- 3.5 Diodos varactores (varicap) 116
- 3.6 Diodos de potencia 120
- 3.7 Diodos túnel 121
- 3.8 Fotodiodos 124
- 3.9 Celdas fotoconductoras 127
- 3.10 Emisores infrarrojos 129
- 3.11 Diodos emisores de luz 129
- 3.12 Indicadores de cristal líquido 137
- 3.13 Celdas solares 141
- 3.14 Termistores 146

4 TRANSISTORES DE UNION BIPOLAR

155

- 4.1 Introducción 155
- 4.2 Construcción del transistor 156
- 4.3 Operación del transistor 157
- 4.4 Acción amplificadora del transistor 160
- 4.5 Configuración base común 161
- 4.6 Configuración emisor común 165
- 4.7 Configuración colector común 172
- 4.8 Valores nominales máximos del transistor 173
- 4.9 Hoja de especificaciones del transistor 175
- 4.10 Fabricación del transistor 181
- 4.11 Encapsulado del transistor e identificación de terminales 184

5 POLARIZACION DE CD: BJT 190

- 5.1 Introducción 190
- 5.2 Punto de operación 191
- 5.3 Circuito con polarización fija 194
- 5.4 Circuito de polarización CD con resistencia en emisor 198
- 5.5 Circuito de polarización CD independiente de beta 201
- 5.6 Polarización CD con retroalimentación de voltaje 206
- 5.7 Análisis de diferentes circuitos de polarización CD 210
- 5.8 Análisis gráfico de polarización CD 213
- 5.9 Diseño de circuitos de polarización CD 219
- 5.10 Estabilización de la polarización 223
- 5.11 Solución por computadora de polarización de CD 229

6 TRANSISTORES DE EFECTO DE CAMPO 241

- 6.1 Descripción general del FET 241
- 6.2 Construcción y características de los JFET 242
- 6.3 Graficación de la característica de transferencia del JFET 248
- 6.4 Parámetros del JFET 251
- 6.5 Construcción y características del MOSFET 253
- 6.6 Hojas de especificaciones 259
- 6.7 CMOS 260

7 POLARIZACION DEL FET 264

- 7.1 Polarización fija 264
- 7.2 Amplificador JFET con autopolarización 268
- 7.3 Polarización por divisor de voltaje 273
- 7.4 Circuitos de polarización del MOSFET de acrecentamiento 280
- 7.5 Circuitos de polarización misceláneos 283
- 7.6 Diseño de circuitos de polarización de CD 289
- 7.7 Polarización de CD empleando la curva universal de polarización del JFET 298
- 7.8 Análisis por computadora del circuito de polarización del JFET 302

8 MODELADO DEL TRANSISTOR 314

- 8.1 Introducción 314
- 8.2 Amplificación en el dominio de CA 314

- 8.3 Modelado del transistor 316
- 8.4 Circuito equivalente híbrido del transistor 319
- 8.5 Modelo r_e 325
- 8.6 ¿Cuál Modelo conviene utilizar? 330
- 8.7 Determinación gráfica de los parámetros h 331
- 8.8 Variaciones de los parámetros del transistor 336

9 ANALISIS DE SEÑAL PEQUEÑA DEL BJT **342**

- 9.1 Introducción 342
- 9.2 Configuración polarización fija-emisor común 343
- 9.3 Polarización por divisor de voltaje 348
- 9.4 Configuración de polarización de emisor sin capacitor en emisor 353
- 9.5 Configuración emisor-seguidor 357
- 9.6 Configuración base común 362
- 9.7 Retroalimentación CD de colector y amplificador de diferencia 365
- 9.8 Configuración de retroalimentación de colector 370
- 9.9 Efectos de carga de R_S y R_L 375
- 9.10 Circuito equivalente híbrido completo 382
- 9.11 Alcance de sistemas 389
- 9.12 Análisis por computadora 392

10 ANALISIS DE SEÑAL PEQUEÑA DEL FET **406**

- 10.1 Introducción 406
- 10.2 Modelo de señal pequeña de MOSFET de vaciamiento/JFET 407
- 10.3 Operación de señal pequeña CA 410
- 10.4 Efectos de carga 417
- 10.5 Circuito fuente-seguidor (drenaje común) 421
- 10.6 Circuito de compuerta común 426
- 10.7 Diseño de circuitos amplificadores con FET 428
- 10.8 Efectos de alta frecuencia-capacitancia de Miller 434
- 10.9 Análisis por computadora de circuitos amplificadores con FET 436

11 SISTEMAS MULTITAPA Y CONSIDERACIONES DE FRECUENCIA **444**

- 11.1 Introducción 444
- 11.2 Generalidades de sistemas en cascada 444
- 11.3 Amplificadores acoplados RC 446
- 11.4 Amplificadores transistorizados con acoplamiento a transformador 454

- 11.5 Amplificadores transistorizados con acoplamiento directo 456
- 11.6 Amplificador cascode 458
- 11.7 Configuración Darlington 460
- 11.8 Decibelios 468
- 11.9 Consideraciones generales de frecuencia 475
- 11.10 Amplificador transistorizado de una sola etapa: consideraciones de baja frecuencia 478
- 11.11 Amplificador transistorizado de una sola etapa: consideraciones de alta frecuencia 492
- 11.12 Efectos de frecuencia de amplificadores multietapa 499
- 11.13 Respuesta de frecuencia en amplificadores FET en cascada 502

12 AMPLIFICADORES DE SEÑAL GRANDE **511**

- 12.1 Introducción 511
- 12.2 Amplificador clase A alimentado en serie 512
- 12.3 Amplificador de potencia acoplado a transformador 517
- 12.4 Operación del amplificador clase B 527
- 12.5 Circuitos del amplificador clase B 532
- 12.6 Clases de operación de un amplificador y distorsión 540
- 12.7 Disipadores de calor en el transistor de potencia 547

13 pnpn Y OTROS DISPOSITIVOS **555**

- 13.1 Introducción 555
- 13.2 Rectificador controlado de silicio 555
- 13.3 Operación básica del rectificador controlado de silicio 556
- 13.4 Características y valores nominales del SCR 559
- 13.5 Construcción del SCR e identificación de terminales 562
- 13.6 Aplicaciones del SCR 563
- 13.7 Interruptor controlado de silicio 567
- 13.8 Interruptor controlado por compuerta 571
- 13.9 SCR activado por luz 573
- 13.10 Diodo Shockley 576
- 13.11 DIAC 577
- 13.12 TRIAC 579
- 13.13 Transistor monounión 581
- 13.14 Fototransistores 394
- 13.15 Optoaisladores 596
- 13.16 Transistor monounión programable 600

14 CIRCUITOS INTEGRADOS **611**

- 14.1 Introducción 611
- 14.2 Desarrollos recientes 612

- 14.3 Circuito integrado monolítico 614
- 14.4 Elementos del circuito monolítico 617
- 14.5 Mascarillas 621
- 14.6 Circuito integrado monolítico: compuerta NAND 625
- 14.7 Circuitos integrados de película delgada y película gruesa 639
- 14.8 Circuitos integrados híbridos 640

15 CI LINEALES: AMPLIFICADORES OPERACIONALES 642

- 15.1 Amplificador diferencial básico 642
- 15.2 Circuitos del amplificador diferencial 649
- 15.3 Fuente de corriente constante 656
- 15.4 Rechazo en modo común 666
- 15.5 Fundamentos del amplificador operacional 671
- 15.6 Circuitos con el amp-op 675
- 15.7 Circuitos de amp-op prácticos 681
- 15.8 Especificaciones del amp-op 684
- 15.9 Aplicaciones del amp-op 690

16 CI LINEALES: REGULADORES (INCLUYENDO FILTROS Y FUENTES DE PODER) 704

- 16.1 Introducción 704
- 16.2 Consideraciones generales de filtros 705
- 16.3 Filtro simple con capacitor 708
- 16.4 Filtro RC 715
- 16.5 Circuitos multiplicadores de voltaje 720
- 16.6 Reguladores de voltaje discretos 723
- 16.7 Reguladores de voltaje con CI 733
- 16.8 Fuentes de poder prácticas 736

17 CI LINEALES/DIGITALES 744

- 17.1 Introducción 744
- 17.2 Comparadores y su operación 745
- 17.3 Convertidores digitales/analógicos 752
- 17.4 Temporizador con CI y sus aplicaciones 757
- 17.5 Oscilador controlado por voltaje 762
- 17.6 Ciclo de fase cerrada 765
- 17.7 Interfaz 771

18 AMPLIFICADORES RETROALIMENTADOS Y CIRCUITOS OSCILADORES

777

- 18.1** Conceptos de retroalimentación 777
- 18.2** Tipos de conexión de retroalimentación 777
- 18.3** Circuitos de retroalimentación prácticos 787
- 18.4** Amplificador retroalimentado: consideraciones de fase y frecuencia 794
- 18.5** Operación del oscilador 798
- 18.6** Oscilador de desplazamiento de fase 799
- 18.7** Oscilador de puente de Wien 803
- 18.8** Circuito oscilador sintonizado 805
- 18.9** Oscilador a cristal 809
- 18.10** Oscilador monounión 813

APENDICES

819

- A.** Parámetros híbridos: ecuaciones de conversión (exactas y aproximadas) 819
- B.** Factor de rizo y cálculos de voltaje 822
- C.** Gráficas y tablas 830

INDICE

837