

INDICE

Prefacio	XVII
Agradecimientos	XXI
1. Diodos Semiconductores	1
1.1. Introducción	1
1.2. El diodo ideal	1
1.3. Materiales semiconductores	3
1.4. Niveles de energía	6
1.5. Materiales extrínsecos: tipo n y tipo p	7
1.6. Diodo semiconductor	10
1.7. Niveles de resistencia	17
1.8. Circuitos equivalentes para diodos	24
1.9. Hojas de especificaciones de diodos	27
1.10. Capacitancia de transición inverso	31
1.11. Tiempo de recuperación inverso	32
1.12. Notación de diodos semiconductores	32
1.13. Prueba de diodos	33
1.14. Diodos emisores de luz	38
1.16. Arreglos de diodos: circuitos integrados	42
1.17. Análisis por computadora	44
2. Aplicaciones de Diodos	53
2.1. Introducción	53
2.2. Análisis mediante de la recta de carga	54
2.3. Aproximaciones de diodos	59
2.4. Configuraciones de diodos en serie con entradas dc	61
2.5. Configuraciones en paralelo y serie – paralelo	66
2.6. Compuertas AND/OR	69
2.7. Entradas senoidales; rectificación de media onda	71
2.8. Rectificación de onda completa	74
2.9. Recortadores	78
2.10. Cambiadores de nivel	85
2.11. Diodos Zener	89
2.12. Circuitos multiplicadores de voltaje	96
2.13. Análisis por computadora	99
3. Transistores Bipolares de Unión	114
3.1. Introducción	114
3.2. Construcción de transistores	115
3.3. Operación del transistor	115
3.5. Acción amplificadora del transistor	121
3.6. Configuración de emisor común	122
3.7. Configuración del colector común	129
3.8. Límites de operación	130
3.9. Hoja de especificaciones de transistores	132
3.10. Prueba de transistores	136
3.11. Encapsulado de transistores e identificación de terminales	138
3.12. Análisis por computadora	140
4. Polarización de DC – BJT	144
4.1. Introducción	144

4.2. Punto de operación	145
4.3. Circuito de polarización fija	147
4.4. Circuito de polarización estabilizado en emisor	154
4.5. Polarización por divisor de voltaje	158
4.6. Polarización de dc por retroalimentación de voltaje	166
4.7. Diversas configuraciones de polarización	169
4.8. Operaciones de diseño	175
4.9. Redes de conmutación con transistores	181
4.10. Técnicas para la localización de fallas	186
4.11. Transistores pnp	189
4.12. Estabilización de la polarización	191
4.13. Análisis por computadora	200
5. Transistores de Efecto de Campo	215
5.1. Introducción	215
5.2. Construcción y características de los JFET	216
5.3. Características de transferencia	223
5.4. Hojas de especificaciones (JFET)	227
5.5. Instrumentación	230
5.6. Relaciones importantes	231
5.7. MOSFET de tipo decremental	238
5.8. MOSFET de tipo incremental	238
5.9. Manejo de MOSFET	246
5.10. VMOS	247
5.11. CMOS	248
5.12. Tabla resumen	250
5.13. Análisis por computadora	251
6. Polarización del FET	256
6.1. introducción	256
6.2. Configuración de polarización fija	257
6.3. Configuración de autopolarización	261
6.4. Polarización mediante divisor de voltaje	267
6.5. MOSFET de tipo decremental	273
6.6. MOSFET de tipo incremental	277
6.7. Tabla resumen	283
6.8. Redes combinadas	285
6.9. Diseño	288
6.10. Localización de fallas	290
6.11. FET de canal -p	291
6.12. Curva universal de polarización para JFET	294
6.13. Análisis por computadora	297
7. Modelaje de Transistores Bipolares	311
7.1. Introducción	311
7.2. Amplificación en el dominio de ac	311
7.3. Modelaje de transistores BJT	312
7.4. Modelaje de transistores: Z_i , Z_o , A_v , A_i	314
7.5. El modelo de transistor r_e	320
7.6. El modelo híbrido equivalente	327
7.7. Determinación gráfica de los parámetros h	333

7.8. Variaciones de los parámetros de transistores	337
7.9. Análisis por computadora	339
8. Análisis a Pequeña Señal del Transistor Bipolar	346
8.1. Introducción	346
8.2. Configuración de emisor común con polarización fija	346
8.3. Polarización mediante divisor de voltaje	350
8.4. Polarización de E – C con polarización en emisor	253
8.5. Configuración emisor – seguidor	360
8.6. Configuración de base común	366
8.7. Configuración con retroalimentación en colector	368
8.8. Circuito con retroalimentación de dec en colector	374
8.9. Circuito equivalente híbrido aproximado	377
8.10. Modelo equivalente híbrido completo	383
8.11. Tabla resumen	390
8.12. Solución de problemas	390
8.13. Análisis por computadora	393
9. Análisis a Pequeña Señal del FET	415
9.1. Introducción	415
9.2. Modelo de pequeña señal de FET	416
9.3. Configuración de polarización fija de JFET	424
9.4. Configuración de autopolarización para el JFET	426
9.5. Configuración de divisor de voltaje para el JFET	432
9.6. Configuración fuente – seguidor (drena común) para el JFET	433
9.7. Configuración de compuerta común para el JFET	436
9.8. MOSFET de tipo decremental	440
9.9. MOSFET de tipo incremental	442
9.10. Configuración de retroalimentación en drenaje para el EMOSFET	443
9.11. Configuración de divisor de voltaje para el EMOSFET	446
9.12. Cómo diseñar redes de amplificador FET	447
9.13. Tabla resumen	450
9.14. Solución de problemas	453
9.15. Análisis por computadora	453
10. Aproximación a los Sistemas Efectos de R_s y R_L	468
10.1. Introducción	468
10.2. Sistemas de dos puertos	468
10.3. Efecto de la impedancia de carga (R_L)	470
10.4. Efecto de la impedancia de carga (R_s)	475
10.5. Efecto combinado de R_s y R_L	477
10.6. Redes BJT de CE	479
10.7. Redes emisor – seguidor	484
10.8. Redes CB	487
10.9. Redes FET	489
10.10. Tablas resumen	492
10.11. Sistemas en cascada	496
10.12. Análisis por computadora	497
11. Respuesta en Frecuencia de Transistores BJT y JFET	509
11.1. Introducción	509
11.2. Logaritmos	509

11.3. Decibeles	513
11.4. Consideraciones generales sobre la frecuencia	516
11.5. Análisis a baja frecuencia, gráfica de Bode	519
11.6. Respuesta a baja frecuencia, amplificador FET	533
11.8. Capacitancia de efecto Miller	536
11.9. Respuestas a alta frecuencia, amplificador BJT	539
11.10. Respuesta a alta frecuencia, amplificador FET	546
11.11. Efectos de frecuencia en multietapas	550
11.12. Prueba de onda cuadrada	552
11.13. Análisis por computadora	554
12. Configuraciones Compuestas	560
12.1. Introducción	560
12.2. Conexión en cascada	560
12.3. Conexión cascade	565
12.4. Conexión Darlington	566
12.5. Par retroalimentado	571
12.6. Circuito CMOS	575
12.7. Circuito de fuente de corriente	577
12.8. Espejo de corriente	579
12.9. Circuito de amplificador diferencial	582
12.10. Circuitos de amplificador diferencial BiFET, BiMOS y CMOS	590
12.11. Análisis por computadora	591
13. Técnicas de Fabricación de Circuitos Discretos e Integrados	607
13.1. Introducción	607
13.2. Materiales semiconductores, Si y GaAS	607
13.3. Diodos discretos	609
13.4. Fabricación de transistores	611
13.5. Circuito integrados	612
13.6. Circuitos integrados monolíticos	614
13.7. El ciclo de producción	617
13.8. Circuito integrados de película delgada y película gruesa	626
13.9. Circuitos integrados híbridos	627
14. Amplificadores Operacionales	628
14.1. Introducción	628
14.2. Operación en modo diferencial y en modo común	630
14.3. Amplificador operacional básico	634
14.4. Circuitos prácticos con amplificadores operacionales	638
14.5. Especificadores, parámetros de desvío de dc	644
14.6. Especificaciones de parámetros de frecuencia	647
14.7. Especificaciones para una unidad de amplificador operacional	651
14.8. Análisis por computadora	657
15. Aplicaciones del Amplificador Operacional	669
15.1. Multiplicador de ganancia constante	669
15.2. Suma de voltajes	673
15.3. Acoplador de voltaje	676
15.4. Fuentes controladas	677
15.5. Circuito de instrumentación	679
15.6. Filtros activos	683

15.7. Análisis por computadora	687
16. Amplificadores de Potencia	701
16.1. Introducción: definiciones y tipos de amplificadores	701
16.2. Amplificador clase A alimento en serie	703
16.3. Amplificador acoplado con transformador clase A	708
16.4. Operación del amplificador clase B	715
16.5. Circuito de amplificador clase B	719
16.6. Distorsión del amplificador	726
16.7. Disipación de calor del transistor de potencia	730
16.8. Amplificadores clase C y clase D	734
16.9. Análisis por computadora	736
17. CI Lineales / Digitales	741
17.1. Introducción	741
17.2. Operación del comparador	741
17.3. Convertidores analógicos y digitales	748
17.4. Operación de CI temporizador	752
17.5. Oscilador controlado por voltaje	755
17.6. Lazo de seguimiento de fase	758
17.7. Circuito de interfaz	762
17.8. Análisis por computadora	765
18. Circuitos con Retroalimentación y Osciladores	773
18.1. Conceptos de retroalimentación	773
18.2. Tipos de conexión de retroalimentación	774
18.3. Circuitos prácticos con retroalimentación	780
18.4. Amplificador retroalimentado: consideraciones de fase y frecuencia	787
18.5. Operación del oscilador	789
18.6. Oscilador de corrimiento de fase	791
18.7. Oscilador de puente Wien	794
18.8. Circuito de oscilador sintonizado	795
18.9. Oscilador a cristal	798
18.10. Oscilador monounión	802
19. Fuentes de Alimentación (Reguladores de Voltaje)	805
19.1. Introducción	805
19.2. Consideraciones generales de filtros	805
19.3. Filtro capacitor	808
19.4. Filtro RC	811
19.5. Regulación de voltaje con transistores discretos	814
19.6. Reguladores de voltaje de CI	821
19.7. Análisis por computadora	826
20. Otros Dispositivos de Dos Terminales	832
20.1. Introducción	832
20.2. Diodos de barrera Schottky (“portadores calientes”)	832
20.3. Diodos varactores (varicap)	836
20.4. Diodos de potencia	840
20.5. Diodos túnel	841
20.6. Fotodiodos	846
20.7. Celdas fotoconductoras	849
20.8. Emisores de IR	851

20.9. Pantallas de cristal líquido	853
20.10. Celdas solares	855
20.11. Termistores	859
21. Dispositivos pnpn	864
21.1. Introducción	864
21.2. Rectificador controlado de silicio	684
21.3. Operación básica del rectificador controlado de silicio	864
21.4. Características y valores nominales del SCR	867
21.5. Construcción e identificación de terminales del SCR	869
21.6. Aplicaciones del SCR	870
21.7. Interruptor controlado de silicio	874
21.8. Interruptor controlado en compuerta	876
21.9. SCR activado por luz	877
21.10. Diodo Shockley	880
21.11. DIAC	880
21.12. TRIAC	882
21.13. Transistor monounión	883
21.14. Fototransistores	893
21.15. Optoaisladores	895
21.16. Transistor monounión programable	897
22. Osciloscopio y Otros Instrumentos de Medición	906
22.1. Introducción	906
22.2. Tubo de rayos católicos: teoría y construcción	906
22.3. Operación del osciloscopio de rayos católicos	907
22.4. Operación del barrido de voltaje	908
22.5. Sincronización y disparo	911
22.6. Operación en multitrazo	915
22.7. Medición utilizando las escalas calibradas	915
22.8. Características especiales	920
22.9. Generadores de señales	921
Apéndice A: Parámetros Híbridos: Ecuaciones para conversión (Exacta y aproximadas)	924
Apéndice B: Factor de Rizo y Cálculos de Voltaje	926
Apéndice C: Gráficas y Tablas	933
Apéndice D: PSPICE	935
Apéndice E: Soluciones a los Problemas Seleccionados con Números NON	937
Índice	943