

## INDICE

Prefacio	VII
Agradecimientos	XI
<b>1. Diodos Semiconductores</b>	<b>1</b>
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. Mathcad	17
1.8. Niveles de resistencia	20
1.9. Circuitos equivalentes para diodos	26
1.10. Hojas de especificaciones de diodos	29
1.11. Capacitación y transmisión y de difusión	33
1.12. Tiempo de recuperación inverso	34
1.13. Notación de diodos semiconductores	34
1.14. Prueba de diodos	35
1.15. Diodos Zener	37
1.16. Diodos emisores de luz (LEDs)	40
1.17. Arreglos de diodos: circuitos integrados	45
1.18. Resumen	46
1.19. Análisis por computadora	47
<b>2. Aplicaciones de Diodos</b>	<b>55</b>
2.1. Introducción	55
2.2. Análisis por medio de la recta de carga	56
2.3. Aproximaciones de diodos	62
2.4. Configuraciones de diodos en serie con entradas dc	64
2.5. Configuraciones en paralelo y en serie – paralelo	69
2.6. Compuertas AND/OR	72
2.7. Entradas senoidales, rectificación de media onda	74
2.8. Rectificación de onda completa	77
2.9. Recortadores	81
2.10. Cambiadores de nivel	88
2.11. Diodos Zener	92
2.12. Circuitos multiplicadores de voltaje	98
2.13. Aplicaciones prácticas	100
2.14. Resumen	112
2.15. Análisis por computadora	113
<b>3. Transistores Bipolares de Unión</b>	<b>131</b>
3.1. Introducción	131
3.2. Construcción del transistor	132
3.3. Operación de transistor	132
3.4. Configuración de base común	134
3.5. Acción amplificadora del transistor	138
3.6. Configuración de emisor común	139
3.7. Configuración de colector común	146
3.8. Límites de operación	147

3.9. Hoja de especificaciones de transistores	146
3.10. Verificación de transistores	153
3.11. Encapsulado de transistores e identificación de terminales	155
3.12. Resumen	156
3.13. Análisis por computadoras	158
<b>4. Polarización de DC para BJTs</b>	<b>163</b>
4.1. Introducción	163
4.2. Punto de operación	164
4.3. Circuito de polarización fija	166
4.4. Circuito de polarización estabilizado en emisor	173
4.5. Polarización por divisor de voltaje	177
4.6. Polarización dc con retroalimentación de voltaje	186
4.7. Diversas configuraciones de polarización	189
4.8. Operaciones de diseño	195
4.9. Redes de conmutación con transistores	201
4.10. Técnicas para localización de fallas	206
4.11. Transistores PNP	209
4.12. Estabilización de la polarización	210
4.13. Aplicaciones prácticas	220
4.14. Resumen	228
4.15. Análisis por computadora	231
<b>5. Transistores de Efecto de Campo</b>	<b>245</b>
5.1. Introducción	245
5.2. Construcción y características de los JFETs	246
5.3. Características de transferencia	253
5.4. Hojas de especificaciones (JETs)	259
5.5. Instrumentación	261
5.6. Relaciones importantes	262
5.7. MOSFET de tipo decremental	263
5.8. MOSFET de tipo incremental	269
5.9. Manejo de MOSFET	276
5.10. VMOS	277
5.11. CMOS	278
5.12. Tabla de resumen	280
5.13. Resumen	281
5.14. Análisis por computadora	282
<b>6. Polarización del FET</b>	<b>289</b>
6.1. Introducción	289
6.2. Configuración de polarización fija	290
6.3. Configuración de autopolarización	294
6.4. Polarización por divisor de voltaje	301
6.5. MOSFET de tipo decremental	307
6.6. MOSFET de tipo incremental	311
6.7. Tabla de resumen	317
6.8. Redes combinadas	319
6.9. Diseño	322
6.10. Localización de fallas	324
6.11. FERs de canal – p	325

6.12. Curva universal de polarización para JFET	328
6.13. Aplicaciones prácticas	331
6.14. Resumen	343
6.15. Análisis por computadora	344
<b>7. Modelaje de Transistores Bipolares</b>	<b>355</b>
7.1. Introducción	355
7.2. Amplificación en el dominio de ac	355
7.3. Modelaje de transistores bipolares	356
7.4. Los parámetros importantes: $Z_i$ , $Z_o$ , $A_v$ y $A_i$	358
7.5. El modelo $r_e$ del transistor	364
7.6. Modelo híbrido equivalente	371
7.7. Determinación gráfica de los parámetros – h	377
7.8. Variaciones de la parámetros del transistor	381
<b>8. Análisis a pequeña Señal del Transistor Bipolar</b>	<b>389</b>
8.1. Introducción	389
8.2. Configuración de polarización fija con emisor común	389
8.3. Polarización por divisor de voltaje	393
8.4. Configuración de polarización en emisor para emisor común	396
8.5. Configuración de emisor – seguidor	404
8.6. Configuración de base común	409
8.7. Configuración de retroalimentación en colector	411
8.8. Configuración de retroalimentación de dc en colector	417
8.9. Circuito equivalente híbrido aproximado	420
8.10. Modelo equivalente híbrido completo	426
8.11. Tabla de resumen	433
8.12. Localización de fallas	433
8.13. Aplicaciones prácticas	436
8.14. Resumen	444
8.15. Análisis por computadora	446
<b>9. Análisis a Pequeña Señal para FET</b>	<b>461</b>
9.1. Introducción	461
9.2. Modelo de pequeña señal para el FET	462
9.3. Configuración de polarización fija para el JFET	469
9.4. Configuración de autopolarización para el JFET	472
9.5. Configuración de divisor de voltaje para el JFET	479
9.6. Configuración fuente – seguidor (drenaje común) para JFET	480
9.7. Configuración de compuerta común para el JFET	483
9.8. MOSFETs de tipo decremental	487
9.9. MOSFETs de tipo incremental	489
9.10. Configuración de retroalimentación en drenaje para el E – MOSFET	490
9.11. Configuración de divisor de voltaje para E- MOSFET	493
9.12. Diseño de redes de amplificador FET	494
9.13. Tabla de resumen	497
9.14. Localización de fallas	500
9.15. Aplicaciones prácticas	500
9.16. Resumen	510
9.17. Análisis por computadora	512

<b>10. Aplicación de Sistemas: Efectos de <math>R_s</math> y <math>R_L</math></b>	525
10.1. Introducción	525
10.2. Sistemas de dos puertos	525
10.3. Efecto de una impedancia de carga ( $R_L$ )	527
10.4. Efecto de la impedancia de la fuente ( $R_s$ )	532
10.5. Efecto combinado de $R_s$ y $R_L$	534
10.6. Redes BJT de emisor común	536
10.7. Redes emisor – seguidor de BJT	542
10.8. Redes BJT de base común	545
10.9. Redes FET	547
10.10. Tabla de resumen	550
10.11. Sistemas en cascada	554
10.12. Resumen	555
10.13. Análisis por computadora	557
<b>11. Respuesta a la Frecuencia de Transistores BJT y JFET</b>	569
11.1. Introducción	569
11.2. Logaritmos	569
11.3. Decibeles	573
11.4. Consideraciones generales sobre la frecuencia	576
11.5. Análisis de baja frecuencia: Gráfica de Bode	579
11.6. Respuesta a baja frecuencia: Amplificador BJT	586
11.7. Respuesta a baja frecuencia: Amplificador FET	609
11.8. Capacitancia de efecto Miller	600
11.9. Respuesta a alta frecuencia: Amplificador BJT	602
11.10. Respuesta a alta frecuencia: Amplificador FET	609
11.11. Efectos de frecuencia en multietapas	613
11.12. Prueba de onda cuadrada	615
11.13. Resumen	617
11.14. Análisis por computadora	620
<b>12. Configuraciones Compuestas</b>	627
12.1. Introducción	627
12.2. Conexión en cascada	627
12.3. Conexión cascote	632
12.4. Conexión Darlington	633
12.5. Par de retroalimentación	638
12.6. Circuito CMOS	642
12.7. Circuitos de fuente de corriente	644
12.8. Circuitos de espejo de corriente	646
12.9. Circuito amplificador diferencial	649
12.10. Circuitos amplificadores diferenciales BIFET, BMOS y CMOS	657
12.11. Resumen	658
12.12. Análisis por computadora	660
<b>13. Amplificadores Operacionales</b>	675
13.1. Introducción	675
13.2. Operación en modo diferencial y en modo común	677
13.3. Fundamentos del amplificador operacional	681
13.4. Circuitos prácticos con amplificadores operacionales	685
13.5. Especificaciones del amplificador operacional: Parámetros de	691

desvío de dc	
13.6. Especificaciones del amplificador operacional: parámetros de frecuencia	694
13.7. Especificaciones para el amplificador operacional típico	698
13.8. Resumen	704
13.9. Análisis por computadora	705
<b>14. Aplicaciones del Amplificador Operacional</b>	715
14.1. Multiplicador de ganancia constante	715
14.2. Sumador de voltaje	719
14.3. Acoplador de voltaje	722
14.4. Fuentes controladas	723
14.5. Circuitos de instrumentación	725
14.6. Filtros activos	729
14.7. Resumen	733
14.8. Análisis por computadora	733
<b>15. Amplificadores de Potencia</b>	747
15.1. Introducción: definiciones y tipos de amplificadores	747
15.2. Amplificador Clase A alimentado en serie	749
15.3. Amplificador Clase A acoplado por transformador	754
15.4. operación de amplificador Clase B	765
15.5. Circuitos amplificadores	765
15.6. Distorsión del amplificador	772
15.7. Disipación de calor del transistor de potencia	776
15.8. Amplificadores Clase C y Clase D	780
15.9. Resumen	782
15.10. Análisis por computadora	784
<b>16. Circuitos Integrados CIs Lineales Digitales</b>	791
16.1. Introducción	791
16.2. Operación del comparador	791
16.3. Convertidores digitales – analógicos	798
16.4. Operación de la unidad temporizadora de CI	802
16.5. Oscilador controlado por voltajes	805
16.6. lazo de seguimiento de fase	808
16.7. Circuitos de interfase	812
16.8. Resumen	815
16.9. Análisis por computadora	815
<b>17. Retroalimentación y Circuitos Osciladores</b>	821
17.1. Conceptos de retroalimentación	821
17.2. Tipos de conexión de retroalimentación	822
17.3. Circuitos de retroalimentación	828
17.4. Amplificador con retroalimentación: Consideraciones de fase y frecuencia	835
17.5. Operación del oscilador	837
17.6. Oscilador de corrimiento de fase	839
17.7. Oscilador de puente Wien	842
17.8. Circuito oscilador sintonizado	843
17.9. Oscilador de cristal	846
17.10. Oscilador monounión	850
17.11. Resumen	852

17.12. Análisis por computadora	853
<b>18. Fuentes de alimentación (Reguladores de Voltaje)</b>	859
18.1. Introducción	859
18.2. Consideraciones generales de los filtros	859
18.3. Filtro de capacitor	862
18.4. Filtros RC	865
18.5. Regulación de voltaje con transistor discreto	868
18.6. Reguladores de voltaje de CI	875
18.7. Aplicaciones prácticas	880
18.8. Resumen	883
18.9. Análisis por computadora	884
<b>19. Otros Dispositivos de Dos Terminales</b>	889
19.1. Introducción	889
19.2. Diodos de barrera Schottky (Portadores calientes)	889
19.3. Diodos vacatores (varicap)	892
19.4. Diodos de potencia	897
19.5. Diodos túnel	898
19.6. Fotodiodos	902
19.7. Celdas fotoconductoras	906
19.8. Emisores IR (infrarrojos)	908
19.9. Pantallas de cristal líquido	909
19.10. Celdas solares	912
19.11. Termistores	916
19.12. Resumen	918
<b>20. Dispositivos pnpn y Otros</b>	923
20.1. Introducción	923
20.2. Rectificador controlado de silicio	923
20.3. Operación básica del rectificador controlado de silicio	923
20.4. Características y valores nominales del SCR	925
20.5. Construcción e identificación de terminales del SCR	927
20.6. Aplicaciones del SCR	928
20.7. Interruptor controlado de silicio	932
20.8. Interruptor controlado en compuerta	934
20.9. SCR activado por luz	935
20.10. Diodo Shockley	937
20.11. DIAC	938
20.12. TRIAC	940
20.13. Transistor monounión	941
20.14. Fototransistores	950
20.15. Optoaisladores	952
20.16. Transistor monounión programable	955
20.17. Resumen	960
<b>21. El Osciloscopio y Otros Instrumentos de Medición</b>	965
21.1. Introducción	965
21.2. Tubo de rayos catódicos: teoría y construcción	965
21.3. Operación del osciloscopio de rayos catódicos	966
21.4. Operación de barrido de voltaje	967
21.5. Sincronización y disparo	970

21.6. Operación de multitrazo	974
21.7. Medición mediante escalas calibradas del CRO	974
21.8. Características especiales del CRO	979
21.9. Generadores de señal	980
21.10. Análisis por computadora	982
Apéndices	
A. Fabricación de los Circuitos Integrados que mueven al mundo	984
B. Parámetros híbridos: Ecuaciones de Conversión (Exactas y Aproximadas)	996
C. Cálculo del voltaje y del factor de rizo	998
D. Tablas	1005
E. Soluciones a Problemas Nones Seleccionados	1007
Índice	1013