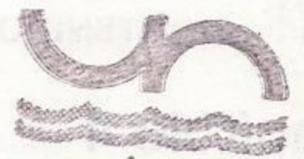


Contenido



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ENTRE RÍOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CENTRO DE MEDIOS
BIBLIOTECA

Prefacio

xiii

Agradecimientos

xv

Capítulo 1 INTRODUCCION

1

- 1-1. Flujo convencional y flujo de electrones 1 1-2. Fuentes de tensión 3 1-3. Fuentes de corriente 5 1-4. Teorema de Thévenin 7 1-5. Teorema de Norton 11 1-6. Detección de averías 12 1-7. Modelo de Sperry del cerebro humano 15 1-8. De dónde vienen las fórmulas 17 1-9. Aproximaciones 20

Capítulo 2 SEMICONDUCTORES

27

- 2-1. Conductores de silicio 27 2-2. Semiconductores 29 2-3. Cristales de silicio 30 2-4. Semiconductores intrínsecos 32 2-5. Dos tipos de flujo 33 2-6. Dopado de un semiconductor 33 2-7. Dos tipos de semiconductores extrínsecos 35 2-8. El diodo no polarizado 36 2-9. Polarización directa 38 2-10. Polarización inversa 40 2-11. Ruptura 42 **Temas opcionales** 44 2-12. Niveles de energía 44 2-13. La barrera de energía 46 2-14. La barrera de potencial y la temperatura 49 2-15. Diodo con polarización inversa 50

Capítulo 3 TEORIA DE LOS DIODOS

59

- 3-1. El símbolo eléctrico 59 3-2. La curva del diodo 59 3-3. La zona directa 60 3-4. La zona inversa 64 3-5. El diodo ideal 64 3-6. La segunda aproximación 66 3-7. La tercera aproximación 67 3-8. Cómo elegir una aproximación 68 3-9. Detección de averías 69 3-10. Pensamiento ascendente-descendente (análisis incremental) 70 3-11. Cómo leer una hoja de características 73 **Temas opcionales** 75 3-12. Dispositivos lineales 75 3-13. Cómo calcular la resistencia interna 76 3-14. Resistencia en continua de un diodo 76 3-15. Rectas de carga 77

Capítulo 4 CIRCUITOS CON DIODOS

- 4-1. El transformador de entrada 85 4-2. El rectificador de media onda 88 4-3. El rectificador de onda completa 91 4-4. El rectificador en puente 94 4-5. Filtro con condensador a la entrada 96 4-6. Cálculo de otras magnitudes 102 4-7. Corriente inicial 104 4-8. Detección de averías 104 4-9. Cómo leer una hoja de características 107 **Temas opcionales** 107
 4-10. Fusibles 108 4-11. Transformadores reales 108 4-12. Sugerencias para el diseño 109 4-13. Corriente inicial 109 4-14. Filtros RC y LC 111 4-15. Multiplicadores de tensión 112 4-16. El limitador 114 4-17. El cambiador de nivel de continua 116 4-18. El detector de pico a pico 117 4-19. El retorno para continua 118

Capítulo 5 DIODOS PARA APLICACIONES ESPECIALES

- 5-1. El diodo Zener 129 5-2. El regulador Zener con carga 133 5-3. Dispositivos optoelectrónicos 140 5-4. El diodo Schottky 143 5-5. El varicap 143 5-6. Varistores 144 5-7. Cómo leer una hoja de características 144 5-8. Detección de averías 146 **Temas opcionales** 148 5-9. Rectas de carga 149 5-10. Segunda aproximación 149 5-11. Rizado 150 5-12. Punto de caída del Zener 152 5-13. Sugerencias para el diseño con LED 153 5-14. Tiempo de recuperación inverso 154 5-15. El diodo Schottky 155 5-16. Características del varicap 156 5-17. Otros diodos 156

Capítulo 6 TRANSISTORES BIPOLARES

- 6-1. El transistor sin polarización 165 6-2. El transistor polarizado 166 6-3. Corrientes en un transistor 168 6-4. La conexión en EC 170 6-5. Curva característica de entrada 171 6-6. Curva característica de salida 173 6-7. Aproximaciones para el transistor 177 6-8. Cómo leer la hoja de características 183 6-9. Detección de averías 187 **Temas opcionales** 189 6-10. Consideraciones de energía 189 6-11. Coeficiente alfa para continua 190 6-12. Relación entre alfa y beta 191 6-13. Curvas de entrada 192 6-14. Corte y ruptura 192 6-15. Tercera aproximación 193 6-16. Resistencia de dispersión de la base 194 6-17. El modelo de Ebers-Moll 195 6-18. Ejemplo de una tercera aproximación 196 6-19. Conexión en base común 197

Capítulo 7 FUNDAMENTOS TEORICOS DE LOS TRANSISTORES

- 7-1. Variaciones en la ganancia de corriente de carga 207 7-2. La recta de carga 207 7-3. El punto de funcionamiento 210 7-4. Comprobación de la recta de carga 213 7-5. Cómo reconocer la saturación 215 7-6. El transistor en conmutación 219 7-7. Polarización de emisor 221 7-8. Excitadores para los LED's 227 7-9. El efecto de pequeños cambios 230 7-10. Detección de averías 231 **Temas opcionales** 233

- 7-11. Más acerca de la recta de carga 234 7-12. Más acerca del transistor en conmutación 236 7-13. El transistor como fuente de corriente 238 7-14. Más dispositivos optoelectrónicos 240

Capítulo 8 POLARIZACION DE LOS TRANSISTORES

253

- 8-1. Polarización por divisor de tensión 253 8-2. Análisis del circuito de polarización por división de tensión 255 8-3. Recta de carga y punto Q para el circuito de polarización por división de tensión (PDT) 261 8-4. Polarización de emisor con dos fuentes de alimentación 265 8-5. Transistores 269 8-6. Otros tipos de polarización 275 8-7. Detección de averías 281 **Temas opcionales** 284 8-8. Más sobre la polarización por divisor de tensión 284 8-9. Polarización con realimentación de emisor 287 8-10. Polarización con realimentación de colector 288 8-11. Polarización de emisor con dos fuentes de tensión 290

Capítulo 9 MODELOS EQUIVALENTES PARA SEÑAL

299

- 9-1. Condensador de acoplo 299 9-2. Condensador de desacoplo 303 9-3. Superposición en amplificadores 305 9-4. Funcionamiento con pequeña señal 311 9-5. Resistencia para señal del diodo de emisor 314 9-6. Ganancia para señal 317 9-7. Amplificador en EC 320 9-8. Modelo para señal de un amplificador en EC 322 9-9. Parámetros para señal en las hojas de características 327 **Temas opcionales** 329 9-10. Más acerca de los condensadores 329 9-11. Más acerca de la resistencia de emisor para señal 330 9-12. Significado de los parámetros 331

Capítulo 10 AMPLIFICADORES DE TENSION

343

- 10-1. Descripción general de un amplificador en EC 343 10-2. Ganancia de tensión 348 10-3. Cómo predecir la ganancia de tensión 354 10-4. Análisis simplificado 357 10-5. Amplificador en emisor común degenerado 360 10-6. Etapas en cascada 366 10-7. Detección de averías 373 **Temas opcionales** 375 10-8. Impedancia de salida 375 10-9. Más acerca de la realimentación 377 10-10. Etapas en cascada: El método de Thévenin 378 10-11. Parámetros h 380

Capítulo 11 AMPLIFICADORES DE POTENCIA

389

- 11-1. Recta de carga para señal 389 11-2. Límites para la excursión de señal 394 11-3. Funcionamiento en clase A 400 11-4. Limitación de potencia para un transistor 415 **Temas opcionales** 409 11-5. Saturación y corte para señal 409 11-6. Excursión de la señal de salida 411 11-7. Más acerca del funcionamiento en clase A 413 11-8. Resistencia térmica 416

Capítulo 12 SEGUIDOR DE EMISOR

427

- 12-1. Amplificador en colector común 427 12-2. Modelo para señal de un amplificador en CC 429 12-3. Ganancia de tensión 433 12-4. Máxima excursión de señal 438 12-5. Conexión en cascada de EC y CC 443 12-6. Conexión Darlington 446

- 12-7. Funcionamiento en clase B 447 **Temas opcionales** 454
 12-8. Impedancia de salida 454 12-9. Regulación de tensión mejorada 456

Capítulo 13 TRANSISTORES DE EFECTO DE CAMPO

467

- 13-1. El FET 467 13-2. Polarización del FET 469
 13-3. Características de salida 473 13-4. Característica de transferencia 476 13-5. Aproximaciones del FET 478
 13-6. El MOSFET de empobrecimiento 484 13-7. El MOSFET de enriquecimiento 488 13-8. Cómo leer las hojas de características 495 **Temas opcionales** 497 13-9. Otro tipo de saturación 497 13-10. Deducción matemática 498 13-11. Otra forma de ver las curvas de salida 499

Capítulo 14 CIRCUITOS CON FET

509

- 14-1. FET autopolarizado 509 14-2. Solución gráfica para la autopolarización 512 14-3. Solución con la curva universal del FET 516 14-4. Transconductancia 518 14-5. Amplificación con FET 522 14-6. El conmutador analógico con FET 528
 14-7. Amplificadores con MOSFET de empobrecimiento 530
 14-8. Aplicaciones del MOSFET de enriquecimiento 532
 14-9. Otros circuitos de polarización para FET 537 **Temas opcionales** 539 14-10. Impedancia de salida del seguidor de fuente 539 14-11. Otras aplicaciones del FET 540

Capítulo 15 TIRISTORES

559

- 15-1. El diodo de cuatro capas 559 15-2. El rectificador controlado de silicio 565 15-3. Variantes del SCR 572 15-4. Tiristores bidireccionales 576 15-5. El transistor uniunión 579
 15-6. Detección de averías 582 **Temas opcionales** 582 15-7. Más aplicaciones de los tiristores 582

Capítulo 16 EFECTOS DE LA FRECUENCIA

597

- 16-1. Respuesta de un amplificador en función de la frecuencia 597
 16-2. Condensador de acoplo de la entrada 599 16-3. Condensador de acoplo de la salida 604 16-4. Condensador de desacoplo del emisor 609 16-5. Circuito de desacoplo del colector 614
 16-6. Teorema de Miller 616 16-7. Amplificador en EC en altas frecuencias 618 16-8. Respuesta global con la frecuencia 625
 16-9. Decibelios 627 16-10. Ganancia de tensión en unidades logarítmicas 631 16-11. Ganancia de tensión fuera de frecuencias medias 633 **Temas opcionales** 638 16-12. Demostración del teorema de Miller 638 16-13. Análisis del FET en altas frecuencias 640 16-14. dBm 643 16-15. Ganancias de tensión y de potencia 644 16-16. Diagramas de Bode 645 16-17. Más acerca de la respuesta del amplificador 650 16-18. Relación tiempo de ascenso-ancho de banda 652 16-19. Efectos parásitos 655
 16-20. Varias frecuencias críticas 657

Capítulo 17	TEORIA DEL AMPLIFICADOR OPERACIONAL	669
17-1. Circuitos integrados	669	17-2. El amplificador diferencial
17-3. Dos características de entrada de un amplificador diferencial	679	17-4. Análisis para señal de salida
684	17-5. Tensión de off-set de salida	689
17-6. Ganancia en modo común	696	Temas opcionales
702	17-7. El espejo de corriente	702
17-8. El amplificador diferencial con espejos de corriente	704	
Capítulo 18	MAS TEORIA DEL AMPLIFICADOR OPERACIONAL	715
18-1. Respuesta con la frecuencia para pequeña señal	715	
18-2. Respuesta con la frecuencia para señal grande de banda de potencia	724	18-3. Ancho de banda de potencia
724	18-4. El amplificador operacional	726
18-5. Características del amplificador operacional	732	
18-6. Amplificadores operacionales populares	738	Temas opcionales
740	18-7. Otros CI's lineales	740
Capítulo 19	AMPLIFICADORES OPERACIONALES CON REALIMENTACION NEGATIVA	749
19-1. Realimentación de tensión en fase (amplificador no inversor con realimentación)	749	19-2. Ganancias de tensión en lazo abierto y en lazo cerrado
756	19-3. Impedancias de entrada y de salida	759
19-4. Otras ventajas de la realimentación negativa	762	
19-5. Realimentación de tensión con desfase (amplificador inversor con realimentación)	769	19-6. Ancho de banda
776	Temas opcionales	782
19-7. El valor exacto de la fracción de realimentación	782	19-8. Más sobre la realimentación de tensión con desfase (amplificador inversor realimentado)
782	19-9. Realimentación de corriente en fase	783
19-10. Realimentación de corriente con desfase (amplificador inversor con realimentación de corriente)	786	19-11. Más sobre el ancho de banda en lazo cerrado
787		
Capítulo 20	CIRCUITOS LINEALES CON AMPLIFICADOR OPERACIONAL	799
20-1. Amplificador no inversor de tensión	799	20-2. Amplificador inversor de tensión
806	20-3. Circuitos inversores con amplificador operacional	811
20-4. El amplificador sumador	818	
20-5. Buffers de corriente para amplificadores de tensión	820	
20-6. Fuentes de corriente controladas por tensión	822	
20-7. Amplificadores diferenciales y de instrumentación	826	
20-8. Filtros activos	828	Temas opcionales
832	20-9. Control automático de ganancia (CAG)	833
20-10. Fuente de corriente Howland	836	20-11. Más sobre filtros activos
836		
Capítulo 21	CIRCUITOS NO LINEALES CON AMPLIFICADOR OPERACIONAL	851
21-1. Circuitos activos con diodos	851	21-2. Comparadores
858	21-3. Báscula de Schmitt	864
21-4. El integrador	869	
21-5. Convertidores de formas de onda	873	21-6. Generadores

de señal 878 **Temas opcionales** 881 21-7. Conversor 881
 21-8. Comparador de ventana 882 21-9. Más acerca de la báscula
 Schmitt 884 21-10. El diferenciador 887 21-11. Otro generador
 de ondas triangulares 890

Capítulo 22 OSCILADORES 899

22-1. Teoría de los osciladores senoidales 899 22-2. El oscilador
 en puente de Wien 901 22-3. Otros osciladores RC 908
 22-4. El oscilador Colpitts 911 22-5. Otros osciladores LC 918
 22-6. Cristales de cuarzo 921 22-7. Oscilaciones indeseables 926
Temas opcionales 932 22-8. Otras formas de reducir AB a la
 unidad 932 22-9. El generador de base de tiempo 555 934

**Capítulo 23 FUENTES DE ALIMENTACION
 REGULADAS 951**

23-1. Regulación con realimentación de tensión 951 23-2. Limitación
 de corriente 957 23-3. Características de las fuentes de
 alimentación 963 23-4. Reguladores integrados de tres
 terminales 969 23-5. Incremento de la corriente de salida 977
 23-6. Convertidor CC-CC 981 23-7. Reguladores conmutados 983
Temas opcionales 988 23-8. Limitación de la corriente de
 cortocircuito 988 23-9. Salida regulada con limitación de la
 corriente de cortocircuito 991

APENDICE (HOJAS DE CARACTERISTICAS) 1003

GLOSARIO 1013

RESPUESTA A LOS PROBLEMAS IMPARES 1025

INDICE 1031