

# Índice analítico

**PRÓLOGO** V

**INTRODUCCIÓN** 1

**PRIMERA PARTE. DISPOSITIVOS** 17

**Capítulo 1. FÍSICA DE LOS SEMICONDUCTORES** 19

- 1.1. Clasificación de los materiales 19
- 1.2. Semiconductores 22
- 1.3. Semiconductores con impurezas 26
- 1.4. Conducción en semiconductores 28
- Cuestionario** 30

**Capítulo 2. DIODOS SEMICONDUCTORES** 33

- 2.1. Zona de empobrecimiento y potencial de contacto 35
- 2.2. Diodo con polarización 36
- 2.3. Características de un diodo 37
- 2.4. Circuito equivalente de un diodo 40
- 2.5. Diodos para fines especiales 43
- Cuestionario** 46
- Problemas** 47

**Capítulo 3. TRANSISTORES DE UNIÓN BIPOLARES** 51

- 3.1. Corrientes en el transistor de unión 52
- 3.2. Características estáticas de un BJT 57
- 3.3. Valores nominales de un transistor 63
- Cuestionario** 65
- Problemas** 66

**Capítulo 4. POLARIZACIÓN DE LOS TRANSISTORES DE UNIÓN  
ESTABILIDAD DE LA POLARIZACIÓN  
Y MODELO PARA SEÑAL DÉBIL** 69

- 4.1. Polarización 69
- 4.2. Modelo de BJT para frecuencias bajas 81
- 4.3. Modelo de BJT para frecuencias elevadas 92
- Cuestionario** 96
- Problemas** 96

|                                 |   |            |
|---------------------------------|---|------------|
| Capítulo 5.                     | <b>TRANSISTOR DE CAMPO; SU FUNCIONAMIENTO, POLARIZACIÓN Y MODELOS</b> | <b>99</b>  |
| 5.1.                            | Transistor de campo de unión  | 99         |
| 5.2.                            | Polarización del J-FET  | 104        |
| 5.3.                            | Transistor de campo de compuerta aislada                              | 110        |
| 5.4.                            | Polarización del MOSFET   | 115        |
| 5.5.                            | Modelo del transistor de campo para señales débiles                   | 116        |
| 5.6.                            | Modelo de transistor de campo para frecuencias elevadas               | 118        |
|                                 | <b>Cuestionario</b>   | 119        |
|                                 | <b>Problemas</b>  | 120        |
| Capítulo 6.                     | <b>TIRISTORES Y DISPOSITIVOS RELACIONADOS CON ELLOS</b>               | <b>123</b> |
| 6.1.                            | Transistor uniunión   | 123        |
| 6.2.                            | Diodos de varias capas  | 126        |
| 6.3.                            | Tiristores  | 131        |
|                                 | <b>Cuestionario</b>   | 139        |
| Capítulo 7.                     | <b>DISPOSITIVOS FOTOELÉCTRICOS</b>                                    | <b>141</b> |
| 7.1.                            | Células fotoconductoras   | 141        |
| 7.2.                            | Células fotovoltaicas   | 144        |
| 7.3.                            | Fotodiodos  | 145        |
| 7.4.                            | Fototransistores  | 146        |
| 7.5.                            | Dispositivos pnpn activados por luz                                   | 148        |
| 7.6.                            | Diodos emisores de luz  | 148        |
|                                 | <b>Cuestionario</b>   | 150        |
| <b>SEGUNDA PARTE. CIRCUITOS</b> |   | <b>153</b> |
| Capítulo 8.                     | <b>RECTIFICADORES Y FILTROS</b>                                       | <b>155</b> |
| 8.1.                            | Rectificadores de media onda  | 155        |
| 8.2.                            | Rectificador de onda completa   | 159        |
| 8.3.                            | Filtros para rectificadores   | 163        |
|                                 | <b>Cuestionario</b>   | 167        |
|                                 | <b>Problemas</b>  | 168        |
| Capítulo 9.                     | <b>FUNDAMENTOS DE LA AMPLIFICACIÓN</b>                                | <b>169</b> |
| 9.1.                            | Cálculos de la ganancia - análisis sistemático                        | 170        |
| 9.2.                            | Amplificador monoetapa con BJT  | 171        |
| 9.3.                            | Amplificador monoetapa con FET  | 175        |
| 9.4.                            | Respuesta a las frecuencias   | 178        |
|                                 | <b>Cuestionario</b>   | 183        |
|                                 | <b>Problemas</b>  | 184        |
| Capítulo 10.                    | <b>CONSIDERACIONES PRACTICAS REFERENTES A LOS AMPLIFICADORES</b>      | <b>187</b> |
| 10.1.                           | Impedancias de entrada y de salida                                    | 187        |
| 10.2.                           | Ganancias real y aparente   | 188        |

- 10.3. Carga sobre un amplificador 190
- 10.4. Adaptación de impedancias 193
- 10.5. Cascada de amplificadores 194
  - Cuestionario** 198
  - Problemas** 199

**Capítulo 11. AMPLIFICADORES SINTONIZADOS 201**

- 10.1. Impedancias de entrada y de salida 178
- 11.2. Acoplamiento de amplificadores sintonizados 209
- 11.3. Amplificadores doblemente sintonizados 211
  - Cuestionario** 215
  - Problemas** 216

**Capítulo 12. AMPLIFICADORES DE POTENCIA 219**

- 12.1. Clasificación de los amplificadores de potencia 219
- 12.2. Amplificadores clase A alimentados en serie 220
- 12.3. Consideraciones acerca de la potencia 224
- 12.4. Cálculo de la distorsión 229
- 12.5. Amplificadores clase A uniterminales  
acoplados por transformador 232
- 12.6. Amplificadores en contrafase acoplados por transformador 233
- 12.7. Amplificadores en contrafase sin transformador 240
- 12.8. Amplificadores de simetría complementaria 241
- 12.9. Resumen 243
  - Cuestionario** 243
  - Problemas** 244

**Capítulo 13. AMPLIFICADORES CON REALIMENTACIÓN NEGATIVA 247**

- 13.1. Conceptos generales referentes a la realimentación 247
- 13.2. Amplificadores realimentados por tensión 248
- 13.3. Amplificadores realimentados por corriente 252
- 13.4. Efecto de la realimentación sobre la respuesta  
a las frecuencias 256
- 13.5. Amplificadores realimentados en serie y en paralelo 257
- 13.6. Efecto de la realimentación sobre la distorsión alineal  
y el ruido 262
  - Cuestionario** 263
  - Problemas** 263

**Capítulo 14. AMPLIFICADORES DIFERENCIALES Y OPERATIVOS 265**

- 14.1. Emisor seguidor 265
- 14.2. Amplificadores diferenciales 268
- 14.3. Amplificadores diferenciales en circuito integrado 275
- 14.4. Amplificadores operativos (AMP OP) 277
  - Cuestionario** 282
  - Problemas** 283

**Capítulo 15. OSCILADORES SINUSOIDALES 285**

- 15.1. Criterios para la oscilación 285

|       |                                      |     |
|-------|--------------------------------------|-----|
| 15.2. | Osciladores Hartley                  | 288 |
| 15.3. | Osciladores Colpitts                 | 289 |
| 15.4. | Osciladores por rotación de fase RC  | 291 |
| 15.5. | Osciladores de salida sintonizada    | 292 |
| 15.6. | Osciladores de doble T               | 294 |
| 15.7. | Osciladores de puente Wien           | 295 |
| 15.8. | Osciladores de amplitud estabilizada | 297 |
| 15.9. | Osciladores de cristal               | 298 |
|       | <b>Cuestionario</b>                  | 298 |
|       | <b>Problemas</b>                     | 299 |

**Capítulo 16. CIRCUITOS LÓGICOS DIGITALES 301**

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 16.1. | Sistema binario                          | 301 |
| 16.2. | Interruptor o inversor de transistor     | 303 |
| 16.3. | Puertas de diodos                        | 306 |
| 16.4. | Puertas lógicas resistencia-transistor   | 308 |
| 16.5. | Puertas lógicas diodo-transistor         | 311 |
| 16.6. | Puertas lógicas transistor-transistor    | 313 |
| 16.7. | Características de las puertas TTL en CI | 316 |
|       | <b>Cuestionario</b>                      | 319 |
|       | <b>Problemas</b>                         | 320 |

**Capítulo 17. CIRCUITOS RECORTADORES, FIJADORES Y CONFORMADORES DE ONDAS 323**

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 17.1. | Circuitos recortadores de un solo nivel | 323 |
| 17.2. | Circuitos recortadores de dos niveles   | 326 |
| 17.3. | Circuitos fijadores                     | 328 |
| 17.4. | Circuitos conformadores de ondas        | 333 |
|       | <b>Cuestionario</b>                     | 339 |
|       | <b>Problemas</b>                        | 340 |

**Capítulo 18. MULTIVIBRADORES 343**

|       |                              |     |
|-------|------------------------------|-----|
| 18.1. | Multivibradores biestables   | 343 |
| 18.2. | Multivibradores astables     | 346 |
| 18.3. | Multivibradores monoestables | 351 |
| 18.4. | Flip-Flop (FFS)              | 354 |
|       | <b>Cuestionario</b>          | 364 |
|       | <b>Problemas</b>             | 366 |

**TERCERA PARTE. SISTEMAS 367**

**Capítulo 19. FUENTES DE ALIMENTACIÓN REGULADAS 369**

|       |                                     |     |
|-------|-------------------------------------|-----|
| 19.1. | Reguladores                         | 369 |
| 19.2. | Circuitos limitadores de intensidad | 381 |
| 19.3. | Reguladores en CI                   | 383 |
| 19.4. | Fuente de alimentación completa     | 386 |
|       | <b>Cuestionario</b>                 | 389 |
|       | <b>Problemas</b>                    | 390 |

|                     |   |            |
|---------------------|---|------------|
| <b>Capítulo 20.</b> | <b>SISTEMAS DE CONTROL DE POTENCIA</b>  | <b>393</b> |
| 20.1.               | Principios del control de la potencia   | 393        |
| 20.2.               | Control por triac de la intensidad luminosa   | 400        |
| 20.3.               | Circuito de alarma con SCS  | 400        |
| 20.4.               | Control del sentido de giro y de la velocidad de un motor universal mediante un SCR | 401        |
| 20.5.               | Cargador de baterías de 12 volt   | 402        |
|                     | <b>Cuestionario</b>   | <b>403</b> |
| <b>Capítulo 21.</b> | <b>RECEPTORES DE AM</b>   | <b>405</b> |
| 21.1.               | Principios de la modulación de amplitud   | 405        |
| 21.2.               | Receptores de AM superheterodinos   | 408        |
| 21.3.               | Ejemplos de receptores de AM  | 417        |
|                     | <b>Cuestionario</b>   | <b>418</b> |
|                     | <b>Problemas</b>  | <b>420</b> |
| <b>Capítulo 22.</b> | <b>RECEPTORES DE FM</b>   | <b>423</b> |
| 22.1.               | Principios de la modulación de frecuencia   | 423        |
| 22.2.               | Sintonizador de FM  | 425        |
| 22.3.               | Sintonizador de FM completo   | 438        |
|                     | <b>Cuestionario</b>   | <b>438</b> |
|                     | <b>Problemas</b>  | <b>439</b> |
| <b>Capítulo 23.</b> | <b>SISTEMAS ANALÓGICOS</b>  | <b>441</b> |
| 23.1.               | Principios de cálculo analógico   | 441        |
| 23.2.               | Circuitos analógicos diversos   | 450        |
| 23.3.               | Aplicaciones de sistemas analógicos   | 452        |
|                     | <b>Cuestionario</b>   | <b>455</b> |
| <b>Capítulo 24.</b> | <b>SISTEMAS DIGITALES</b>   | <b>457</b> |
| 24.1.               | Sumadores binarios  | 457        |
| 24.2.               | Descodificadores  | 463        |
| 24.3.               | Contadores (divisores de frecuencia)  | 467        |
| 24.4.               | Registros por desplazamiento y enclavadores   | 471        |
| 24.5.               | Multiplexores   | 471        |
| 24.6.               | Ejemplos de sistemas digitales  | 473        |
|                     | <b>Cuestionario</b>   | <b>477</b> |
|                     | <b>Problemas</b>  | <b>478</b> |
| <b>Capítulo 25.</b> | <b>CONVERSIÓN DE ANALÓGICO EN DIGITAL Y DE DIGITAL EN ANALÓGICO</b>                 | <b>481</b> |
| 25.1.               | Conversión D/A  | 481        |
| 25.2.               | Conversión A/D  | 485        |
| 25.3.               | Resumen   | 495        |
|                     | <b>Cuestionario</b>   | <b>496</b> |
|                     | <b>Problemas</b>  | <b>496</b> |

|       |                                      |     |
|-------|--------------------------------------|-----|
| 15.2. | Osciladores Hartley                  | 288 |
| 15.3. | Osciladores Colpitts                 | 289 |
| 15.4. | Osciladores por rotación de fase RC  | 291 |
| 15.5. | Osciladores de salida sintonizada    | 292 |
| 15.6. | Osciladores de doble T               | 294 |
| 15.7. | Osciladores de puente Wien           | 295 |
| 15.8. | Osciladores de amplitud estabilizada | 297 |
| 15.9. | Osciladores de cristal               | 298 |
|       | <b>Cuestionario</b>                  | 298 |
|       | <b>Problemas</b>                     | 299 |

**Capítulo 16. CIRCUITOS LÓGICOS DIGITALES 301**

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 16.1. | Sistema binario                          | 301 |
| 16.2. | Interruptor o inversor de transistor     | 303 |
| 16.3. | Puertas de diodos                        | 306 |
| 16.4. | Puertas lógicas resistencia-transistor   | 308 |
| 16.5. | Puertas lógicas diodo-transistor         | 311 |
| 16.6. | Puertas lógicas transistor-transistor    | 313 |
| 16.7. | Características de las puertas TTL en CI | 316 |
|       | <b>Cuestionario</b>                      | 319 |
|       | <b>Problemas</b>                         | 320 |

**Capítulo 17. CIRCUITOS RECORTADORES, FIJADORES Y CONFORMADORES DE ONDAS 323**

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 17.1. | Circuitos recortadores de un solo nivel | 323 |
| 17.2. | Circuitos recortadores de dos niveles   | 326 |
| 17.3. | Circuitos fijadores                     | 328 |
| 17.4. | Circuitos conformadores de ondas        | 333 |
|       | <b>Cuestionario</b>                     | 339 |
|       | <b>Problemas</b>                        | 340 |

**Capítulo 18. MULTIVIBRADORES 343**

|       |                              |     |
|-------|------------------------------|-----|
| 18.1. | Multivibradores biestables   | 343 |
| 18.2. | Multivibradores astables     | 346 |
| 18.3. | Multivibradores monoestables | 351 |
| 18.4. | Flip-Flop (FFS)              | 354 |
|       | <b>Cuestionario</b>          | 364 |
|       | <b>Problemas</b>             | 366 |

**TERCERA PARTE. SISTEMAS 367**

**Capítulo 19. FUENTES DE ALIMENTACIÓN REGULADAS 369**

|       |                                     |     |
|-------|-------------------------------------|-----|
| 19.1. | Reguladores                         | 369 |
| 19.2. | Circuitos limitadores de intensidad | 381 |
| 19.3. | Reguladores en CI                   | 383 |
| 19.4. | Fuente de alimentación completa     | 386 |
|       | <b>Cuestionario</b>                 | 389 |
|       | <b>Problemas</b>                    | 390 |

|              |   |            |
|--------------|---|------------|
| Capítulo 20. | <b>SISTEMAS DE CONTROL DE POTENCIA</b>  | <b>393</b> |
| 20.1.        | Principios del control de la potencia   | 393        |
| 20.2.        | Control por triac de la intensidad luminosa   | 400        |
| 20.3.        | Circuito de alarma con SCS  | 400        |
| 20.4.        | Control del sentido de giro y de la velocidad de un motor universal mediante un SCR | 401        |
| 20.5.        | Cargador de baterías de 12 volt   | 402        |
|              | <b>Cuestionario</b>   | <b>403</b> |
| Capítulo 21. | <b>RECEPTORES DE AM</b>   | <b>405</b> |
| 21.1.        | Principios de la modulación de amplitud   | 405        |
| 21.2.        | Receptores de AM superheterodinos   | 408        |
| 21.3.        | Ejemplos de receptores de AM  | 417        |
|              | <b>Cuestionario</b>   | <b>418</b> |
|              | <b>Problemas</b>  | <b>420</b> |
| Capítulo 22. | <b>RECEPTORES DE FM</b>   | <b>423</b> |
| 22.1.        | Principios de la modulación de frecuencia   | 423        |
| 22.2.        | Sintonizador de FM  | 425        |
| 22.3.        | Sintonizador de FM completo   | 438        |
|              | <b>Cuestionario</b>   | <b>438</b> |
|              | <b>Problemas</b>  | <b>439</b> |
| Capítulo 23. | <b>SISTEMAS ANALÓGICOS</b>  | <b>441</b> |
| 23.1.        | Principios de cálculo analógico   | 441        |
| 23.2.        | Circuitos analógicos diversos   | 450        |
| 23.3.        | Aplicaciones de sistemas analógicos   | 452        |
|              | <b>Cuestionario</b>   | <b>455</b> |
| Capítulo 24. | <b>SISTEMAS DIGITALES</b>   | <b>457</b> |
| 24.1.        | Sumadores binarios  | 457        |
| 24.2.        | Descodificadores  | 463        |
| 24.3.        | Contadores (divisores de frecuencia)  | 467        |
| 24.4.        | Registros por desplazamiento y enclavadores   | 471        |
| 24.5.        | Multiplexores   | 471        |
| 24.6.        | Ejemplos de sistemas digitales  | 473        |
|              | <b>Cuestionario</b>   | <b>477</b> |
|              | <b>Problemas</b>  | <b>478</b> |
| Capítulo 25. | <b>CONVERSIÓN DE ANALÓGICO EN DIGITAL Y DE DIGITAL EN ANALÓGICO</b>                 | <b>481</b> |
| 25.1.        | Conversión D/A  | 481        |
| 25.2.        | Conversión A/D  | 485        |
| 25.3.        | Resumen   | 495        |
|              | <b>Cuestionario</b>   | <b>496</b> |
|              | <b>Problemas</b>  | <b>496</b> |

Apéndice I. **MEDIDA DE LOS PARAMETROS HÍBRIDOS  
DE UN TRANSISTOR 499**

Apéndice II. **VALVULAS DE VACÍO 503**

II.1. Diodos de vacío 503

II.2. Triodos de vacío 506

II.3. Pentodo 509

Apéndice III. **HOJAS DE DATOS PROPORCIONADAS  
POR LOS FABRICANTES 511**

**INDICE ALFABÉTICO 597**