

# CONTENIDO

## PROLOGO xi

## 1 CONCEPTOS INTRODUCTORIOS 1

- 1.1 *Representaciones numéricas* 2
- 1.2 *Sistemas digitales y analógicos* 3
- 1.3 *Sistemas de números digitales* 4
- 1.4 *Representación de cantidades binarias* 8
- 1.5 *Circuitos digitales* 10
- 1.6 *Representación en paralelo versus serie* 12
- 1.7 *Memoria* 13
- 1.8 *Computadoras digitales* 14

## 2 SISTEMAS DE NUMEROS Y CODIGOS 17

- 2.1 *Conversiones de binario a decimal* 18
- 2.2 *Conversiones de decimal a binario* 19
- 2.3 *Sistema numérico octal* 20
- 2.4 *Sistema numérico hexadecimal* 23
- 2.5 *El código BCD* 26
- 2.6 *Código de exceso 3* 28
- 2.7 *Código de Gray* 29
- 2.8 *Códigos alfanuméricos* 30
- 2.9 *Método de paridad para detección de errores* 32

### **3 COMPUERTAS LOGICAS Y ALGEBRA BOOLEANA 37**

- 3.1 *Constantes y variables booleanas* 38
- 3.2 *Tablas de verdad* 39
- 3.3 *La operación OR* 40
- 3.4 *La operación AND* 43
- 3.5 *La operación NOT* 46
- 3.6 *Descripción algebraica de los circuitos lógicos* 47
- 3.7 *Evaluación de salidas de los circuitos lógicos* 49
- 3.8 *Puesta en acción de circuitos a partir de expresiones booleanas* 51
- 3.9 *Compuertas NOR y NAND* 53
- 3.10 *Teoremas booleanos* 57
- 3.11 *Teoremas de DeMorgan* 62
- 3.12 *Universalidad de las compuertas NAND y NOR* 66
- 3.13 *Representaciones alternativas de compuertas lógicas* 70
- 3.14 *Representación de compuerta que debe usarse* 74

### **4 CIRCUITOS LOGICOS COMBINATORIOS 85**

- 4.1 *Forma de la suma de productos* 86
- 4.2 *Simplificación de circuitos lógicos* 86
- 4.3 *Simplificación algebraica* 87
- 4.4 *Diseño de circuitos lógicos combinatorios* 91
- 4.5 *Método del mapa de Karnaugh* 98
- 4.6 *Circuitos OR y NOR exclusivos* 111
- 4.7 *Circuitos lógicos con salidas múltiples* 116
- 4.8 *Diseño sin una tabla de verdad* 117

### **5 FLIP-FLOPS (MULTIVIBRADORES BIESTABLES) 127**

- 5.1 *Flip-flop set-clear de la compuerta NAND* 129
- 5.2 *Flip-flop set-clear de la compuerta NOR* 136
- 5.3 *Señales de un cronómetro* 138
- 5.4 *Biestables con cronómetro* 139
- 5.5 *El biestable S-C con cronómetro* 141
- 5.6 *El biestable J-K con cronómetro* 144
- 5.7 *El biestable D con cronómetro* 148
- 5.8 *El cerrojo D* 151
- 5.9 *Entradas asincrónicas* 153
- 5.10 *Consideraciones de distribución de los biestables* 155
- 5.11 *Biestables primario y secundario* 159
- 5.12 *Aplicaciones de los biestables* 163
- 5.13 *Sincronización de los biestables* 163
- 5.14 *Detección de una secuencia de entrada* 166
- 5.15 *Almacenamiento y transferencia de la información* 166

- 5.16 Registros de cambios 169
- 5.17 División y conteo de frecuencias 173
- 5.18 La emisión simple 176
- 5.19 Análisis de circuitos secuenciales 178
- 5.20 Resumen del capítulo 181

## 6 ARITMETICA DIGITAL: OPERACIONES Y CIRCUITOS 191

- 6.1 Adición binaria 192
- 6.2 Representación de números con signo 193
- 6.3 Adición en el sistema de complemento de 2 199
- 6.4 Sustracción en el sistema de complemento de 2 200
- 6.5 Multiplicación de números binarios 202
- 6.6 División binaria 203
- 6.7 Adición BCD 204
- 6.8 Aritmética hexadecimal 206
- 6.9 Circuitos aritméticos 208
- 6.10 Sumador binario en paralelo 209
- 6.11 Diseño de un sumador completo (o total) 211
- 6.12 Sumador paralelo completo con registros 214
- 6.13 Propagación de corrimiento 217
- 6.14 Sumador en paralelo con circuitos integrados 218
- 6.15 Sistema de complemento de 2 219
- 6.16 El sumador BCD 223
- 6.17 Multiplicadores binarios 226

## 7 CONTADORES Y REGISTROS 235

- 7.1 Contadores asincrónicos (de rizo) 236
- 7.2 Contadores con números mod  $< 2^N$  239
- 7.3 Contadores asincrónicos (CI) (IC) 243
- 7.4 Contador asincrónico descendente 248
- 7.5 Demora en la propagación de contadores de ondas 250
- 7.6 Contadores sincrónicos (paralelos) 252
- 7.7 Contadores paralelos descendentes y ascendentes/descendentes 254
- 7.8 Contadores prefijables 256
- 7.9 El contador 74193 258
- 7.10 Decodificación de un contador 264
- 7.11 Decodificación de fallas 267
- 7.12 Contadores BCD con transmisión en cascada 271
- 7.13 Contadores de registros de cambios 272
- 7.14 Aplicaciones de los contadores: Contador de frecuencias 277
- 7.15 Aplicaciones de los contadores: Cronómetro digital 285

- 7.16 Registros con circuitos integrados 285
- 7.17 Entrada y salida en paralelo—74174 y 74178 285
- 7.18 Entrada y salida serie—4731B 289
- 7.19 Entrada en paralelo y salida serie—74165 290
- 7.20 Entrada serie y salida en paralelo—74164 293

## 8 FAMILIAS LOGICAS DE CIRCUITOS INTEGRADOS 305

- 8.1 Terminología digital IC 306
- 8.2 La familia lógica TTL 312
- 8.3 Características de la serie TTL estándar 316
- 8.4 Otras series TTL 319
- 8.5 Reglas de carga del TTL 323
- 8.6 Otras características del TTL 326
- 8.7 Salidas del TTL con colector abierto 332
- 8.8 TTL de estado triple 339
- 8.9 La familia de circuitos integrados digitales ECL 342
- 8.10 Circuitos integrados digitales MOS 346
- 8.11 El MOSFET 346
- 8.12 Circuitos MOSFET digitales 348
- 8.13 Características de la lógica MOS 351
- 8.14 Lógica MOS complementaria 352
- 8.15 Características de la serie CMOS 354
- 8.16 Lógica de estado triple CMOS 359
- 8.17 Compuerta de transmisión CMOS 361
- 8.18 Sincronización IC 363
- 8.19 CMOS conduciendo a TTL 363
- 8.20 N-MOS de conducción del TTL 365
- 8.21 TTL de conducción del CMOS 365

## 9 CIRCUITOS LOGICOS MSI 377

- 9.1 Decodificadores 378
- 9.2 Decodificadores de BCD a decimal 384
- 9.3 Decodificadores y conductores de BCD a 7 segmentos 386
- 9.4 Exhibiciones en cristal líquido (LCD) 389
- 9.5 Codificadores 391
- 9.6 Multiplexor de información (selector de datos) 397
- 9.7 Aplicaciones del multiplexor de información 404
- 9.8 Distribuidores multiplexor de información, demultiplexor (distribuidor de datos) 410
- 9.9 Registro de estado triple 417
- 9.10 Recolector de datos 420

- 7.16 *Registros con circuitos integrados* 285
- 7.17 *Entrada y salida en paralelo—74174 y 74178* 285
- 7.18 *Entrada y salida serie—4731B* 289
- 7.19 *Entrada en paralelo y salida serie—74165* 290
- 7.20 *Entrada serie y salida en paralelo—74164* 293

## **8 FAMILIAS LOGICAS DE CIRCUITOS INTEGRADOS 305**

- 8.1 *Terminología digital IC* 306
- 8.2 *La familia lógica TTL* 312
- 8.3 *Características de la serie TTL estándar* 316
- 8.4 *Otras series TTL* 319
- 8.5 *Reglas de carga del TTL* 323
- 8.6 *Otras características del TTL* 326
- 8.7 *Salidas del TTL con colector abierto* 332
- 8.8 *TTL de estado triple* 339
- 8.9 *La familia de circuitos integrados digitales ECL* 342
- 8.10 *Circuitos integrados digitales MOS* 346
- 8.11 *El MOSFET* 346
- 8.12 *Circuitos MOSFET digitales* 348
- 8.13 *Características de la lógica MOS* 351
- 8.14 *Lógica MOS complementaria* 352
- 8.15 *Características de la serie CMOS* 354
- 8.16 *Lógica de estado triple CMOS* 359
- 8.17 *Compuerta de transmisión CMOS* 361
- 8.18 *Sincronización IC* 363
- 8.19 *CMOS conduciendo a TTL* 363
- 8.20 *N-MOS de conducción del TTL* 365
- 8.21 *TTL de conducción del CMOS* 365

## **9 CIRCUITOS LOGICOS MSI 377**

- 9.1 *Decodificadores* 378
- 9.2 *Decodificadores de BCD a decimal* 384
- 9.3 *Decodificadores y conductores de BCD a 7 segmentos* 386
- 9.4 *Exhibiciones en cristal líquido (LCD)* 389
- 9.5 *Codificadores* 391
- 9.6 *Multiplexor de información (selector de datos)* 397
- 9.7 *Aplicaciones del multiplexor de información* 404
- 9.8 *Distribuidores multiplexor de información, demultiplexor (distribuidor de datos)* 410
- 9.9 *Registro de estado triple* 417
- 9.10 *Recolector de datos* 420

## **10 SINCRONIZACION CON EL MUNDO ANALOGICO 433**

- 10.1 *Conversión de digital a analógico* 435
- 10.2 *Circuitos convertidores D/A* 440
- 10.3 *Especificaciones DAC* 445
- 10.4 *Aplicaciones DAC* 447
- 10.5 *Conversión de analógico a digital* 447
- 10.6 *Convertidor A/D con rampa digital* 448
- 10.7 *Adquisición de datos* 452
- 10.8 *ADC de aproximación sucesiva* 454
- 10.9 *ADC de ráfaga* 456
- 10.10 *Voltímetro digital* 458
- 10.11 *ADC de triple estado* 460
- 10.12 *Circuitos de muestreo y contención* 461
- 10.13 *Transmisión masiva de información (multiplexación)* 463

## **11 DISPOSITIVOS DE MEMORIA 469**

- 11.1 *Terminología de la memoria* 471
- 11.2 *Operación general de la memoria* 474
- 11.3 *Tecnologías de memoria semiconductoras* 476
- 11.4 *Memorias sólo para lectura—ROM* 478
- 11.5 *Arquitectura de la ROM* 480
- 11.6 *Distribución de la ROM* 482
- 11.7 *Tipos de ROM* 484
- 11.8 *Aplicaciones de la ROM* 490
- 11.9 *RAM semiconductoras* 492
- 11.10 *Arquitectura de la RAM* 493
- 11.11 *RAM estática* 496
- 11.12 *RAM dinámica* 500
- 11.13 *Estructura y operación de una RAM dinámica* 501
- 11.14 *Refrescamiento de la DRAM* 506
- 11.15 *Expansión del tamaño de palabra y de la capacidad* 507
- 11.16 *Memorias de burbuja magnética* 514
- 11.17 *Memoria con dispositivo acoplado de carga de energía (CCD)* 516
- 11.18 *Memoria con núcleo magnético* 518
- 11.19 *Grabación en superficies magnéticas móviles* 521
- 11.20 *Discos magnéticos* 522
- 11.21 *Cinta magnética* 525

## **12 INTRODUCCION AL MICROPROCESADOR Y A LA MICROCOMPUTADORA 533**

- 12.1 *¿Qué es una computadora digital?* 534
- 12.2 *¿Cómo piensan las computadoras?* 534

- 12.3 *Agente secreto 89* 534
- 12.4 *Organización básica de un sistema de computación* 536
- 12.5 *Elementos básicos del  $\mu C$*  539
- 12.6 *Palabras en la computadora* 540
- 12.7 *Palabras de datos binarios* 541
- 12.8 *Palabras de datos codificados* 543
- 12.9 *Palabras de instrucción* 544
- 12.10 *Ejecución de un programa en lenguaje de máquina* 547
- 12.11 *Estructura común  $\mu C$*  551
- 12.12 *Operaciones lectura y escritura (read y write)* 556
- 12.13 *El microprocesador ( $\mu P$ )* 561
- 12.14 *Sección de distribución y control* 562
- 12.15 *La sección de registros* 563
- 12.16 *La unidad aritmética/lógica (UAL)* 567
- 12.17 *Comentarios finales* 572

## **APENDICE I: POTENCIAS DE 2** 573

## **APENDICE II: HOJAS DE DATOS IC DE LOS FABRICANTES** 575

## **RESPUESTAS A PROBLEMAS SELECCIONADOS** 603

## **INDICE** 609