



Contenido

1 CONCEPTOS INTRODUCTORIOS 1

1-1	<i>Representaciones numéricas</i>	3
1-2	<i>Sistemas digitales y analógicos</i>	4
1-3	<i>Sistemas de números digitales</i>	6
1-4	<i>Representación de cantidades binarias</i>	10
1-5	<i>Circuitos digitales</i>	12
1-6	<i>Transmisión en paralelo y en serie</i>	13
1-7	<i>Memoria</i>	15
1-8	<i>Computadoras digitales</i>	15
	<i>Problemas</i>	18
	<i>Respuestas a las preguntas de repaso</i>	18

2 SISTEMAS NUMÉRICOS Y CÓDIGOS 19

2-1	<i>Conversiones de binario a decimal</i>	21
2-2	<i>Conversiones de decimal a binario</i>	21
2-3	<i>Sistema de numeración octal</i>	23
2-4	<i>Sistema de numeración hexadecimal</i>	26
2-5	<i>Código BCD</i>	30
2-6	<i>Cómo integrar los distintos elementos</i>	32
2-7	<i>Código Gray</i>	33
2-8	<i>Códigos alfanuméricos</i>	34
2-9	<i>Método de paridad para detección de errores</i>	36
2-10	<i>Repaso</i>	38
	<i>Problemas</i>	41
	<i>Respuestas a las preguntas de repaso</i>	44

3-1	Constantes y variables booleanas	47
3-2	Tablas de verdad	48
3-3	Operación OR	49
3-4	Operación AND	53
3-5	Operación NOT	56
3-6	Descripción algebraica de circuitos lógicos	57
3-7	Evaluación de salidas de circuitos lógicos	59
3-8	Implantación de circuitos a partir de expresiones booleanas	61
3-9	Compuertas NOR y compuertas NAND	63
3-10	Teoremas de Boole	67
3-11	Teoremas de DeMorgan	71
3-12	Universalidad de las compuertas NAND y NOR	74
3-13	Representaciones alternas de compuertas lógicas	78
3-14	Cuál representación de compuerta se debe utilizar	81
3-15	Símbolos lógicos estándar IEEE y ANSI	87
	Problemas	91
	Respuestas a las preguntas de repaso	98

4 · CIRCUITOS LÓGICOS COMBINATORIOS

4-1	Forma de suma de productos	101
4-2	Simplificación de circuitos lógicos	102
4-3	Simplificación algebraica	102
4-4	Diseño de circuitos de lógica combinatorios	107
4-5	Método de mapa de Karnaugh	114
4-6	Circuitos OR y NOR exclusivos	125
4-7	Generador y verificador de paridad	130
4-8	Circuitos inhibidos	132
4-9	Características básicas de los CI digitales	135
4-10	Detección de fallas en sistemas digitales	140
4-11	Fallas internas de los CI digitales	141
4-12	Fallas externas	146
4-13	Detección de fallas: caso de estudio	147
4-14	Lógica programable	150
	Problemas	151
	Respuestas a las preguntas de repaso	161

5 · FLIP-FLOPS Y DISPOSITIVOS RELACIONADOS

5-1	Seguro (latch) de compuerta NAND	165
5-2	Seguro (latch) de compuerta NOR	171
5-3	Detección de fallas: caso de estudio	174
5-4	Señales de reloj y flip-flops sincronizados por reloj	176
5-5	Flip-flop S-C sincronizado por reloj	178
5-6	Flip-flop J-K sincronizado por reloj	182

5-7	<i>Flip-flop D sincronizado por reloj</i>	184
5-8	<i>Latch D (seguro transparente)</i>	187
5-9	<i>Entradas asíncronas</i>	189
5-10	<i>Símbolos IEEE/ANSI</i>	192
5-11	<i>Consideraciones sobre la temporización de flip-flops</i>	195
5-12	<i>Problemas potenciales de temporización de circuitos con flip-flops</i>	198
5-13	<i>Flip-flops maestro y esclavo</i>	200
5-14	<i>Aplicaciones de flip-flops</i>	200
5-15	<i>Sincronización de flip-flops</i>	200
5-16	<i>Detección de secuencias de entrada</i>	202
5-17	<i>Almacenamiento y transferencia de datos</i>	203
5-18	<i>Transferencia de datos en serie: registros de corrimiento</i>	205
5-19	<i>División y conteo de frecuencia</i>	209
5-20	<i>Aplicaciones en microcomputadora</i>	212
5-21	<i>Dispositivos de disparador (gatillo) Schmitt</i>	214
5-22	<i>Multivibrador monoestable</i>	216
5-23	<i>Análisis de circuitos secuenciales</i>	219
5-24	<i>Multivibradores estables</i>	220
5-25	<i>Detección de fallas en circuitos con flip-flop</i>	222
5-26	<i>Resumen de flip-flops</i>	227
	<i>Problemas</i>	229
	<i>Respuestas a las preguntas de repaso</i>	241

6 ARITMÉTICA DIGITAL: OPERACIONES Y CIRCUITOS

243

6-1	<i>Suma (adición) binaria</i>	245
6-2	<i>Representación de números con signo</i>	246
6-3	<i>Sumas en el sistema complemento a 2</i>	252
6-4	<i>Restas (sustracciones) en el sistema complemento a 2</i>	253
6-5	<i>Multipliación de números binarios</i>	254
6-6	<i>División binaria</i>	256
6-7	<i>Suma en BCD</i>	256
6-8	<i>Aritmética hexadecimal</i>	258
6-9	<i>Circuitos aritméticos</i>	260
6-10	<i>Sumador binario en paralelo</i>	262
6-11	<i>Diseño de un sumador completo</i>	263
6-12	<i>Sumador completo en paralelo con registros</i>	266
6-13	<i>Propagación del acarreo</i>	268
6-14	<i>Sumador en paralelo de circuito integrado</i>	269
6-15	<i>Sistema complemento a 2</i>	271
6-16	<i>Sumador de BCD</i>	275
6-17	<i>Multiplicadores binarios</i>	278
6-18	<i>Circuitos integrados aritméticos complejos</i>	282
6-19	<i>Símbolos IEEE/ANSI</i>	283
6-20	<i>Detección de fallas: caso de estudio</i>	283
	<i>Problemas</i>	285
	<i>Respuestas a las preguntas de repaso</i>	292

7-1	Contadores asíncronos (de rizo)	295
7-2	Contadores con números MOD $< 2^N$	298
7-3	Contadores asíncronos en CI	303
7-4	Contador asíncrono descendente	309
7-5	Retardo de propagación en contadores de rizo	310
7-6	Contadores síncronos (en paralelo)	313
7-7	Contadores síncronos ascendentes y ascendentes/descendentes	325
7-8	Contadores con preestablecimiento	317
7-9	El contador 74193 (LS193/HC193)	319
7-10	Más acerca de la notación de dependencia de IEEE/ANSI	325
7-11	Decodificación de un contador	327
7-12	Decodificación de espigas (glitches)	330
7-13	Conexión en cascada de contadores BCD	333
7-14	Diseño de contadores síncronos	334
7-15	Contadores con registro de corrimiento	340
7-16	Aplicaciones de contadores: contadores de frecuencia	345
7-17	Aplicaciones de contadores: reloj digital	350
7-18	Registros en circuitos integrados	353
7-19	Entrada en paralelo/salida en paralelo, 74174 y 74178	353
7-20	Entrada en serie/salida en serie, el 4731B	357
7-21	Entrada en paralelo/salida en serie, 74165/74LS165/74HC165	358
7-22	Entrada en serie, salida en paralelo, 74164/74LS164/74HC164	360
7-23	Símbolos IEEE/ANSI para registros	363
7-24	Detección de fallas	364
	Problemas	368
	Respuestas a las preguntas de repaso	383

8 FAMILIAS LÓGICAS DE CIRCUITOS INTEGRADOS

8-1	Terminología de circuitos integrados digitales	387
8-2	La familia lógica TTL	394
8-3	Características estándar de la serie TTL	399
8-4	Características mejoradas de la serie TTL	402
8-5	Carga y capacidad de salida de TTL	406
8-6	Otras características de TTL	412
8-7	Conexión entre sí de salidas de TTL	416
8-8	TTL de tres estados	420
8-9	La familia ECL de CI digitales	424
8-10	Circuitos integrados MOS digitales	427
8-11	El MOSFET	428
8-12	Circuitos MOSFET digitales	430
8-13	Características de la lógica MOS	632
8-14	Lógica MOS complementaria	434
8-15	Característica de la serie CMOS	437
8-16	Salidas de CMOS con drenador abierto y con salidas de tres estados	443

8-17	<i>Compuerta de transmisión CMOS (Conmutador bilateral)</i>	445
8-18	<i>Interface de CI</i>	448
8-19	<i>Excitación de CMOS cor. TTL</i>	449
8-20	<i>Excitación de TTL con CMOS</i>	451
8-21	<i>Tecnología de bajo voltaje</i>	455
8-22	<i>Detección de fallas</i>	456
	<i>Problemas</i>	458
	<i>Respuestas a las preguntas de repaso</i>	472

9 CIRCUITOS LÓGICOS MSI

475

9-1	<i>Decodificadores</i>	477
9-2	<i>Decodificadores y manejadores de BCD a siete segmentos</i>	485
9-3	<i>Exhibidores con cristal líquido</i>	487
9-4	<i>Codificadores</i>	490
9-5	<i>Símbolos IEEE/ANSI</i>	497
9-6	<i>Detección de fallas</i>	498
9-7	<i>Multiplexores (Selectores de datos)</i>	499
9-8	<i>Aplicaciones de los multiplexores</i>	505
9-9	<i>Demultiplexores (distribuidores de datos)</i>	511
9-10	<i>Información adicional sobre la simbología IEEE/ANSI</i>	519
9-11	<i>Ejemplos adicionales sobre detección de fallas</i>	521
9-12	<i>Comparadores de magnitud</i>	524
9-13	<i>Convertidores de códigos</i>	528
9-14	<i>Canal de datos</i>	532
9-15	<i>Registros de tres estados 74173/LS173/HC173</i>	534
9-16	<i>Operación del canal de datos</i>	536
	<i>Problemas</i>	544
	<i>Respuestas a las preguntas de repaso</i>	558

10 INTERFACE CON EL MUNDO ANALÓGICO

560

10-1	<i>Interface con el mundo analógico</i>	561
10-2	<i>Conversión de digital a analógico</i>	563
10-3	<i>Circuitos de un convertidor D/A</i>	572
10-4	<i>Especificaciones de DAC</i>	577
10-5	<i>Un DAC en circuito integrado</i>	579
10-6	<i>Aplicaciones del DAC</i>	580
10-7	<i>Detección de fallas del DAC</i>	581
10-8	<i>Conversión de analógico a digital</i>	582
10-9	<i>ADC de rampa digital</i>	583
10-10	<i>Adquisición de datos</i>	588
10-11	<i>ADC de aproximaciones sucesivas</i>	591
10-12	<i>ADC instantáneos</i>	598
10-13	<i>Otros métodos de conversión A/D</i>	600
10-14	<i>Voltímetro digital</i>	602
10-15	<i>Circuitos de muestra y retención</i>	604

- 10-16 *Multiplexaje* 606
- 10-17 *Osciloscopio de almacenamiento digital* 607
 - Problemas* 609
 - Respuestas a las preguntas de repaso* 619

11 DISPOSITIVOS DE MEMORIA 621

- 11-1 *Tecnología de la memoria* 624
- 11-2 *Operaciones generales en la memoria* 627
- 11-3 *Conexiones entre CPU y la memoria* 630
- 11-4 *Memorias de sólo lectura (ROM)* 632
- 11-5 *Arquitectura de la ROM* 634
- 11-6 *Temporización de la ROM* 636
- 11-7 *Tipos de ROM* 637
- 11-8 *Memorias instantáneas* 647
- 11-9 *Aplicaciones de la ROM* 651
- 11-10 *Dispositivos lógicos programables* 654
- 11-11 *RAM de semiconductores* 663
- 11-12 *Arquitectura de la RAM* 664
- 11-13 *RAM estática (SRAM)* 667
- 11-14 *RAM dinámica (DRAM)* 671
- 11-15 *Estructura y funcionamiento de la RAM dinámica* 672
- 11-16 *Ciclos de lectura y escritura en DRAM* 677
- 11-17 *Regeneración de la DRAM* 679
- 11-18 *Ampliación (expansión) del tamaño de la palabra y la capacidad* 682
- 11-19 *Funciones especiales de la memoria* 689
- 11-20 *Detección de fallas en sistemas de RAM* 692
- 11-21 *Pruebas de ROM* 700
 - Problemas* 701
 - Respuestas a las preguntas de repaso* 712

12 APLICACIONES DE UN DISPOSITIVO DE LÓGICA PROGRAMABLE 714

- 12-1 *El GAL 16V8A* 716
- 12-2 *Programación de los PLD* 725
- 12-3 *Software para desarrollo* 729
- 12-4 *Compilador universal para lógica programable (CUPL)* 730
- 12-5 *Comentarios finales* 740
 - Problemas* 742
 - Respuestas a las preguntas de repaso* 743

13 INTRODUCCIÓN AL MICROPROCESADOR Y A LA MICROCOMPUTADORA 744

- 13-1 *¿Qué es una computadora digital?* 746
- 13-2 *¿Cómo piensan las computadoras?* 746

13-3	<i>El agente secreto</i>	89	746
13-4	<i>Organización de un sistema de computadora básico</i>		748
13-5	<i>Elementos básicos de la microcomputadora</i>	751	
13-6	<i>Palabras de computadora</i>		753
13-7	<i>Palabras de instrucción</i>		755
13-8	<i>Ejecución de un programa en lenguaje de máquina</i>	758	
13-9	<i>Estructura típica de una microcomputadora</i>	761	
13-1	<i>Comentarios finales</i>	765	
	<i>Respuestas a las preguntas de repaso</i>		765
	APÉNDICE I: <i>Glosario</i>		769
	APÉNDICE II: <i>Hojas de especificaciones de fabricantes de CI</i>		782
	RESPUESTAS A PROBLEMAS SELECCIONADOS		812
	ÍNDICE DE CIRCUITOS INTEGRADOS (CI)		822
	ÍNDICE		824