

Parámetros y curvas del BJT	8-15
8.6 Transistor de efecto de campo	8-15
FET de unión	8-15
Operación	8-16
MOSFET	8-17
Operación de empobrecimiento tipo MOSFET	8-18
Operación de enriquecimiento tipo MOSFET	8-18
Parámetros del FET	8-20
8.7 Rectificador controlado de silicio	8-20
Operación del SCR	8-22
SCR activado por medio de luz	8-23
Curvas características	8-23
Parámetros del SCR	8-25
8.8 Triodo tiristor bidireccional	8-25
8.9 Transistor de unijuntura	8-25
Operación del UJT	8-26
Transistor de unijuntura programable	8-29
Curvas y parámetros del UJT	8-29
8.10 Diodos emisores de luz	8-29
Curvas características	8-29
Parámetros del LED	8-30
8.11 Otros dispositivos semiconductores	8-30
Diodo túnel	8-31
Diodo de barrera Schottky	8-31
Fotodiodos	8-31
Fototransistor	8-33
Optoaislador	8-33
Dispositivo de cargas acopladas	8-33
Diodos de potencia en microondas	8-34
8.12 Semiconductores en chip	8-35
Chips reversibles	8-35
Dispositivo con terminales tipo viga	8-35
Dispositivo invertido sin terminales	8-35
8.13 Comprensión de las hojas de especificaciones	8-36

**TOMO**  
**2**

**9. TECNOLOGÍA DE CIRCUITOS INTEGRADOS**

9.1 Introducción	9-1
9.2 Dimensionamiento de los circuitos integrados	9-2
9.3 Tecnología monolítica	9-2
Pasos básicos del proceso	9-3
Sustrato tipo p	9-3
Capa epitaxial	9-3
Capa de óxido	9-3

Fotoprotección	9-5
Diseño	9-5
Exposición de la máscara de colector	9-7
Difusión	9-7
Atacado	9-9
Difusión tipo p	9-9
Oxidación y protección	9-9
Exposición para la máscara de la base	9-9
Difusión de la base	9-9
Oxidación y protección	9-9
Formación del emisor	9-9
Exposición para la máscara de $n^+$	9-9
Difusión $n^+$	9-10
Oxidación y protección	9-10
Exposición para la máscara del contacto	9-10
Metalización	9-10
Exposición para la interconexión de la máscara	9-10
Prueba y empaque	9-10
9.4 Aislamiento eléctrico	9-11
Aislamiento de unión	9-11
Aislamiento dieléctrico	9-11
Aislamiento de terminal tipo viga	9-11
Efectos parásitos	9-12
9.5 Propiedades y características de los elementos difun- didos	9-12
Transistor de unión bipolar (BJT)	9-12
Transistor lateral pnp	9-12
Transistor de efecto de campo (FET)	9-13
Diodo	9-13
Resistor	9-14
Probador de cuatro puntos	9-15
Capacitor	9-15
Inductor	9-16
9.6 Construcción de un CI monolítico	9-16
Máscara de aislamiento	9-17
Máscara de difusión p	9-18
Máscara de difusión $n^+$	9-18
Máscara de contacto e interconexión	9-18
Cruzamiento enterrado	9-18
9.7 Integración en gran escala (LSI)	9-19
9.8 Tecnología de película delgada	9-20
Producción de películas delgadas	9-20
Componentes de película delgada	9-21
Resistor	9-21
Capacitor	9-21
Inductor	9-22
Procesamiento de película delgada	9-22

9.9 Tecnología de película gruesa	9-22
Impresión por el proceso de pantalla	9-23
Pastas de película gruesa (tintas)	9-25
Componentes de película gruesa	9-26

## 10. CIRCUITOS SINTONIZADOS

10.1 Introducción	10-1
Analogías	10-2
Algunos usos de circuitos sintonizados	10-3
10.2 Tipos de circuitos sintonizados	10-3
Circuitos de sintonía fija	10-4
Circuitos sintonizables	10-4
Ancho de banda de los circuitos	10-5
Circuitos de sintonía simple y doble	10-5
Circuitos de sintonía en serie y en paralelo	10-5
10.3 Comparación de circuitos de sintonía en serie y en paralelo	10-5
10.4 Circuitos de sintonía en serie	10-6
Aplicaciones	10-6
Fundamentos	10-7
Voltajes sintonizados en serie en resonancia	10-10
10.5 Circuitos sintonizados en paralelo	10-12
Aplicaciones	10-12
Fundamentos	10-13
10.6 Selectividad, ancho de banda y el factor $Q$	10-18
Ancho de banda	10-1
Factor $Q$	10-19
Condiciones de las aplicaciones	10-22
10.7 Circuitos de doble sintonía (sintonía múltiple) (también llamados en sintonía escalonada)	10-22
10.8 Circuitos acoplados	10-24
Coeficiente crítico de acoplamiento	10-25
10.9 Compensación de temperatura en circuitos sintonizados	10-26
Selección de un capacitor compensador de temperatura	10-28
Consideraciones prácticas	10-29

## 11. FILTROS

11.1 Introducción	11-1
11.2 Clasificación de los filtros	11-1
Aplicaciones	11-3
11.3 Terminología de filtros	11-4
11.4 Componentes de filtros	11-7
11.5 Métodos de diseño de filtros $LC$	11-8
Diseño del parámetro imagen	11-8
Diseño del método de redes	11-8



	Estabilización del diodo	12-11
	Polarización de amplificadores JFET y MOSFET tipo empobrecido	12-11
	Polarización de un MOSFET tipo enriquecido	12-13
12.5	Amplificadores de señal pequeña	12-14
	Análisis del amplificador BJT	12-14
	Modelo híbrido simplificado	12-16
	Aplicación del modelo híbrido simplificado	12-16
	Consideraciones prácticas	12-17
	Análisis del amplificador FET	12-18
12.6	Respuesta en frecuencia de un amplificador	12-20
	Modelo de alta frecuencia de un amplificador con emisor común	12-20
	Modelo pi híbrido simplificado	12-21
	Figuras de méritos	12-22
	Modelo de alta frecuencia de un amplificador con fuente común	12-23
	Respuesta a baja frecuencia	12-24
12.7	Etapas de amplificadores en cascada	12-25
	Acoplamiento de etapas en cascada	12-25
	Respuesta en frecuencia de un amplificador en cascada	12-26
12.8	Amplificadores de potencia	12-26
	Amplificador de potencia clase A	12-27
	Disipación del colector	12-28
	Distorsión de la segunda armónica	12-28
	Amplificadores simétricos de potencia	12-28
	Distorsión de cruce	12-29
	Disipadores de calor	12-30
12.9	Amplificadores de retroalimentación	12-31
	Propiedades de la retroalimentación negativa	12-31
	Ancho de banda	12-33
	Distorsión	12-33
	Inestabilidad	12-33
	Efectos en la resistencia de entrada y de salida	12-34
12.10	Osciladores sinusoidales	12-35
	Oscilador con desplazamiento de fase	12-35
	Osciladores de circuitos sintonizados	12-35
	Estabilidad de frecuencia	12-36
	Osciladores de cristal	12-36

### 13. AMPLIFICADORES OPERACIONALES

13.1	Introducción	13-1
13.2	El AMP OP básico	13-1
	Características ideales	13-2
	Retroalimentación	13-2
13.3	Aplicaciones	13-3
	Amplificador no inversor	13-3

Amplificador de diferencia	13-4
Seguidor de voltaje	13-4
Amplificador sumador	13-5
Amplificador logarítmico	13-6
Convertidor de corriente a voltaje	13-7
13.4 Consideraciones prácticas	13-7
Respuesta en frecuencia y compensación	13-8
Desnivel (offset)	13-9
Corriente de desnivel de entrada	13-9
Voltaje de desnivel de entrada	13-10
Corrimiento de la corriente de desnivel de entrada	13-10
Corrimiento del voltaje de desnivel de entrada	13-10
Corrección de desnivel	13-10
Rapidez de la respuesta	13-11
13.5 Configuración intrínseca del AMP OP	13-12
Amplificador diferencial	13-12
Sumidero de corriente	13-14
Etapas en cascada	13-15
Desplazador de nivel de cc	13-16
Etapa de salida	13-16
13.6 Ejemplos de AMP OP prácticos	13-17
13.7 Comprensión de las hojas técnicas para un AMP OP	13-20

## 14. FUNDAMENTOS DE CIRCUITOS DIGITALES

14.1 Introducción	14-1
14.2 Números binarios	14-1
Conversión de decimal a binario	14-2
Conversión de una fracción decimal en binaria	14-3
Conversión de binaria en decimal	14-3
Conversión de una fracción binaria en decimal	14-4
14.3 El diodo como un interruptor	14-5
14.4 El transistor como un interruptor	14-6
14.5 Circuitos lógicos básicos	14-7
Compuerta OR	14-7
Lógica positiva y negativa	14-8
Circuito de la compuerta OR	14-9
Compuerta AND	14-9
Circuito de la compuerta AND	14-10
INVERSOR	14-11
Circuito INVERSOR	14-11
14.6 Medio sumador	14-12
14.7 Compuertas OR EXCLUYENTE e INHIBIDORA	14-13
14.8 Compuertas NAND y NOR	14-14
Compuerta NAND	14-15
Compuerta NOR	14-16
14.9 Multivibradores	14-18
MV biestable	14-18

**15. CIRCUITOS INTEGRADOS DIGITALES**

MV monoestable	14-19
MV astable	14-21
14.10 Respuesta dinámica de la conmutación del diodo y del transistor	14-21
Respuesta de un diodo como interruptor	14-21
Respuesta de un transistor como interruptor	14-22
15.1 Introducción	15-1
15.2 Términos y parámetros de los CID	15-3
Convergencia de entradas	15-3
Divergencia de salidas	15-3
Retardo de propagación	15-3
Velocidad	15-3
Disipación de la compuerta	15-3
Producto velocidad-potencia	15-3
Margen de ruido	15-3
15.3 $T^2L$	15-3
$T^2L$ estándar	15-4
$T^2L$ de baja potencia	15-5
$T^2L$ de alta velocidad	15-5
$T^2L$ Schottky fijador de nivel	15-6
15.4 ECL	15-7
15.5 CMOS	15-8
Inversor	15-8
Compuerta NOR	15-9
Compuerta NAND	15-10
15.6 Multivibradores biestables (FLIP-FLOP)	15-10
Multivibrador biestable R-S ( <i>Latch</i> )	15-10
Multivibrador biestable R-S controlado por reloj	15-12
Multivibrador biestable J-K	15-13
Multivibrador biestable T	15-14
Multivibrador biestable D	15-15
Limpiar y prefijar	15-15
Multivibrador biestable maestro-esclavo	15-16
15.7 Contadores	15-17
Otros tipos de contadores	15-18
Contador hacia arriba	15-18
Contador hacia abajo	15-18
Contador hacia arriba-abajo	15-18
Contador de módulo	15-18
15.8 Registros de corrimiento	15-19
Registro en serie	15-19
Registro de entrada en serie y salida en paralelo	15-19
Registro de entrada en paralelo y salida en serie	15-19
Registro de entrada en paralelo y salida en paralelo	15-19
Registro circulante	15-19
15.9 Memorias semiconductoras	15-21
Tipos de memorias	15-22

	Tiempos de acceso y ciclo	15-22
	ROM	15-22
	RAM	15-23
15.10	Convertidores digital-analógico y analógico-digital	15-24
	Convertidor D/A	15-25
	Convertidor A/D	15-28
15.11	El microprocesador	15-29

## 16. FUENTES DE PODER

16.1	Introducción	16-1
16.2	Sistemas rectificadores	16-1
	Rectificadores de media onda	16-3
	Filtrado	16-4
	Rectificadores de onda completa	16-5
	Rectificadores de tubo o válvula	16-7
	Puentes rectificadores	16-9
	Dobladores de voltaje de media onda	16-10
	Dobladores de voltaje de onda completa	16-12
	Triplificadores de voltaje y otros multiplicadores de voltaje	16-13
	Carga contra resistencia de carga	16-14
	Combinación de fuentes positivas y negativas	16-15
16.3	Fuentes de poder reguladas	16-16
	Tipos básicos	16-18
	Tipo serie	16-18
	Tipo paralelo	16-18
	Tipo conmutación	16-18
16.4	Circuitos reguladores de fuentes de poder	16-19
16.5	Características de circuitos de filtrado para fuentes no reguladas	16-22
16.6	Especificaciones	16-24
	Regulación	16-24
	Coefficiente de temperatura	16-25
	Estabilidad	16-26
	Respuesta transitoria	16-26
	Rizo	16-27
16.7	Características especiales de diseño	16-28
	Detección remota	16-28
	Programación remota	16-29
	Protección contra sobre voltaje	16-30
	Protección contra subvoltaje	16-30

## 17. BATERÍAS

17.1	Introducción	17-1
	Consideraciones generales	17-2
	Batería primaria	17-3

Batería secundaria	17-4
Baterías de reserva	17-4
17.2 Características importantes de baterías primarias comerciales	17-6
Tipos básicos	17-6
Polarización de celdas secas	17-6
Datos de comportamiento	17-9
Requisitos del American National Standards Institute (ANSI)	17-11
Vida de almacenamiento	17-11
Baterías alcalinas	17-13
Baterías secas de mercurio	17-15
Baterías secas de magnesio	17-18
17.3 Características importantes de los tipos secundarios comerciales	17-20
Batería de plomo-ácido	17-20
Baterías de níquel-cadmio	17-23
Batería de plata-zinc	17-26
17.4 Mantenimiento	17-29
Mantenimiento de la batería de plomo-ácido	17-30
Unidades selladas	17-31
Carga de baterías de níquel-cadmio	17-31
Carga en las baterías de plata-zinc	17-32
17.5 Tipos especiales	17-33
Baterías de magnesio	17-34
Baterías orgánicas despolarizadas	17-35
Baterías de cloruro cúprico-magnesio	17-35
Baterías de cloruro de plata-magnesio	17-35
Baterías de aire despolarizado	17-36
Baterías de aire-zinc	17-36
17.6 Celdas de combustible	17-37

**TOMO**  
**3**

**18. MICROPROCESADORES Y MICROCOMPUTADORAS**

18.1 Introducción	18-1
18.2 Transporte de palabras digitales	18-1
18.3 Introducción a los sistemas de microprocesadores	18-4
Microcomputadoras	18-6
18.4 El microprocesador 8085	18-7
Registros	18-8
Apuntador de pila	18-9
Contador del programa	18-9
Unidad aritmética y lógica	18-9
Registro de direcciones incrementador-decrementador	18-9