

Contenido

Prefacio xix

1. REPASO DE MATEMÁTICAS TÉCNICAS

1.1	Introducción	1-1
1.2	Números complejos	1-1
	Gráficas	1-2
1.3	Álgebra elemental	1-3
	Adición y sustracción de polinomios	1-3
	Multiplicación y división de polinomios	1-4
	Ecuaciones algebraicas y fórmulas	1-4
	Resolución de ecuaciones de primer grado	1-4
	Ecuaciones literales	1-5
	Gráficas de ecuaciones lineales	1-6
	Ecuaciones de segundo grado	1-7
1.4	Exponentes y notación científica	1-8
	Notación científica estándar	1-9
1.5	Logaritmos	1-10
	Logaritmos comunes o de Briggs	1-10
	Números exponenciales	1-11
	Logaritmos naturales	1-11
1.6	Funciones trigonométricas fundamentales	1-11
	Seno, coseno y tangente	1-11
	Otras funciones trigonométricas circulares	1-12
	Funciones trigonométricas inversas	1-12
	Ángulos y cuadrantes	1-13
	Gráficas de funciones trigonométricas primarias	1-14
1.7	Álgebra compleja	1-17
	Formas polares y exponenciales de números complejos	1-18
	Transformación fasorial	1-18
1.8	Bibliografía	1-19

2. ANÁLISIS DE CIRCUITOS DE CC

2.1	Introducción	2-1
	Corriente	2-1
	Voltaje	2-2
	Potencia	2-2
2.2	Resistencia	2-2
	Conductancia	2-3
	Unidad SI para la temperatura	2-3
2.3	Ley de Ohm	2-3
	Disipación de potencia	2-4
2.4	Resistencia equivalente	2-5
	Conexiones en serie	2-5
	Conexiones en paralelo	2-5
	Corolario de equivalencia de Joerg	2-5
	Conductancia equivalente	2-5
	Conexiones en serie-paralelo	2-6
	Conversiones de delta a ye y de ye a delta	2-7
2.5	Leyes de Kirchhoff	2-8
	Ley de corrientes de Kirchhoff (KCL)	2-8
	Ley de voltaje de Kirchhoff (KVL)	2-8
2.6	Divisores de voltaje y corriente	2-9
	Principio del divisor de voltaje	2-9
	Principio del divisor de corriente	2-10
2.7	Análisis de mallas (o triángulos)	2-11
	Ecuación de mallas de Joerg	2-12
	Determinantes	2-12
	Desarrollo de Laplace	2-14
2.8	Análisis nodal	2-15
	Ecuación nodal de Joerg	2-15
2.9	Teoremas de Thévenin y Norton	2-16
	Transformación de fuentes	2-17
2.10	Otros teoremas de redes	2-18
	Teorema de superposición	2-19
	Teorema de máxima transferencia de potencia	2-19
	Teorema de Millman	2-19
	Teorema de compensación	2-20
	Teorema de Tellegen	2-21
2.11	Topología de redes	2-21
	Relaciones	2-22
2.12	Bibliografía	2-24

3. ANÁLISIS DE CIRCUITOS DE CA

3.1	Introducción	3-1
	Valor promedio	3-2
	Valor efectivo (rms)	3-2
3.2	Capacitores e inductores	3-3
	Capacitores	3-3
	Inductores	3-6
3.3	Relaciones de voltaje y corriente (V-I) y diagramas fasoriales	3-9
	Resistencia pura	3-9
	Inductancia pura	3-9
	Capacitancia pura	3-10
	Valores de reactancia a cero y altas frecuencias	3-11
3.4	La impedancia y el triángulo de impedancia	3-11
	Triángulo de impedancia para un circuito <i>RL</i> en serie	3-11
	Triángulo de impedancia para un circuito <i>RC</i> en serie	3-11
	Triángulo de impedancia para un circuito <i>RLC</i> en serie	3-11
3.5	La admitancia y el triángulo de admitancia	3-12
	Triángulo de admitancia para un circuito <i>RC</i> en paralelo	3-13
	Triángulo de admitancia para un circuito <i>RL</i> en paralelo	3-13
	Triángulo de admitancia para un circuito <i>RLC</i> en paralelo	3-13
3.6	Impedancias y admitancias equivalentes	3-14
	Conversiones de serie a paralelo y de paralelo a serie	3-15
3.7	Leyes de Kirchhoff para circuitos de ca	3-16
3.8	Divisores de voltaje y corriente para circuitos de ca	3-16
3.9	Análisis de mallas y nodos de circuitos de ca	3-17

3.10	Los teoremas de Thévenin y Norton aplicados a circuitos de ca	3-18
	Transformación de fuentes	3-19
	Aplicaciones de Thévenin y Norton con fuentes dependientes	3-20
3.11	Otros teoremas de redes para circuitos de ca	3-21
3.12	La potencia de ca y el triángulo de potencia	3-23
	Potencia en un circuito resistivo puro	3-23
	Potencia en un circuito inductivo puro	3-23
	Potencia en un circuito capacitativo puro	3-23
	Potencia aparente, real y reactiva	3-24
3.13	Bibliografía	3-25

4. SELECCIÓN DE COMPONENTES R, L Y C

4.1	Introducción	4-1
4.2	Resistores	4-1
	Tolerancia de resistores fijos	4-1
	Resistores de composición	4-2
	Resistores de baja tolerancia	4-3
	Resistores especiales	4-5
	Efectos de la temperatura	4-5
	Voltaje nominal de trabajo continuo	4-6
	Resistencia crítica	4-6
	Ruido	4-7
	Efectos de alta frecuencia	4-7
	Potencia nominal	4-8
	Resistores variables-potenciómetros	4-8
	Termistores	4-9
	Resumen de tipos de resistores	4-9
4.3	Inductores	4-9
	Elección de inductores	4-11
	Diseño de pequeñas bobinas con núcleo de aire	4-11
	Inductancia mutua	4-13
	Inductancias acopladas en paralelo	4-15
	Q o factor de calidad de una bobina (factor de pérdidas)	4-16
	Capacitancia distribuida en una bobina y sus efectos	4-18
	Reactores de radiofrecuencia (chokes)	4-19
	Bobinas con núcleo de hierro	4-19
	Efectos de alta frecuencia	4-19
4.4	Capacitores	4-19
	Selección de capacitores	4-21
	Capacitores en serie y paralelo	4-22
	Constante dieléctrica relativa	4-22
	Cálculo de la capacitancia a partir de dimensiones	4-23
	Impedancia de un capacitor	4-24
	Q y factor de disipación	4-24
	Coeficiente de temperatura	4-25
	Resonancia en serie en un capacitor	4-26
	Capacitores fijos	4-26
	Capacitores variables	4-27
4.5	Bibliografía	4-27

5. SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES

5.1	Introducción	5-1
5.2	Selección de diodos rectificadores para una fuente de alimentación cc	5-2
5.3	Selección de diodo Zener para un regulador en paralelo	5-4
5.4	Selección de un indicador LED luminiscente	5-7
5.5	Dispositivos de presentación en cristal líquido (LCD)	5-9
5.6	Selección de un diodo de capacitancia variable controlada por voltaje para un circuito sintonizado de RF	5-9
5.7	Selección de diodos de microondas	5-12
5.8	Selección de un transistor amplificador de unión bipolar (BJT)	5-14
5.9	Selección de un BJT conmutador	5-17
5.10	Transistores de radiofrecuencia (RF)	5-19
5.11	Selección de transistores de potencia	5-21
5.12	Selección de un amplificador JFET	5-22
5.13	Selección de un rectificador controlado de silicio (SCR)	5-29

5.14	Selección de un TRIAC	5-33
5.15	Selección de un transistor programable de monounión	5-33
5.16	Bibliografía	5-39

6. AMPLIFICADORES DE AUDIO

6.1	Introducción	6-1
6.2	Etapas cargadas de transistor bipolar	6-1
6.3	Etapas cargadas de transistor de efecto de campo	6-2
6.4	Polarización	6-3
	Polarización directa e inversa en uniones	6-3
	Polarización y conducción básicas del transistor	6-3
	Polarización y conducción del transistor de efecto de campo (FET)	6-4
	Punto de operación y oscilación con señal grande	6-5
	Consideraciones sobre la polarización con variaciones en H_{FE} , I_{CBO} , V_{BE} y la temperatura	6-5
	Circuito básico de polarización de transistor	6-7
6.4a	Cálculo del diseño del circuito de polarización de un transistor <i>npn</i> típico	6-8
6.4b	Cálculo del diseño del circuito de polarización con realimentación	6-9
6.4c	Cálculo de la impedancia de entrada de una etapa de red de polarización con autoarrastre	6-9
	Red de polarización compensada por temperatura	6-10
	Escape térmico	6-11
	Segunda ruptura	6-11
	Polarización del transistor de efecto de campo	6-12
6.5	Etapas acopladas	6-13
	Análisis de la impedancia de entrada y ganancia para etapas con acoplamiento RC	6-13
	Etapas acopladas directamente	6-14
	FET acoplado a transistores convencionales	6-15
6.6	Preamplificadores	6-15
	Cálculo de la impedancia óptima de la fuente para que un preamplificador funcione a bajo ruido	6-15
	Características de ruido de transistores y FET	6-16
	Consideraciones de frecuencia en el diseño de preamplificadores	6-17
	Influencia de la impedancia del transductor sobre el diseño del preamplificador	6-17
	Redes igualadoras en circuitos de audio	6-17
	Control de tonos	6-19
	Control de volumen y sonoridad	6-20
	Diseño de preamplificadores para cartuchos magnéticos	6-20
6.7	Amplificadores de potencia en clase A ¹¹	6-21
	Características operacionales y líneas de carga	6-21
6.7a	Cálculo de la ganancia de potencia de una etapa de salida de audio en clase A	6-24
6.8	Amplificadores equilibrados en clases B y AB ¹²	6-24
	Operaciones básicas en clases B y AB	6-24
	Consideraciones de linealidad en operación clases B y AB	6-25
6.8a	Cálculo de impedancia y ganancia de potencia para etapa de salida en clase AB	6-26
	Salida extremo simple, amplificador equilibrado	6-27
	Amplificadores de potencia sin transformador	6-28
6.9	Amplificadores de audio monolíticos ¹⁶ integrados	6-29
	Componentes monolíticos básicos	6-29
6.10	Bibliografía	6-30

7. AMPLIFICADORES SINTONIZADOS

7.1	Introducción	7-1
7.2	Q del circuito, ancho de banda y circuitos sintonizados	7-1
7.3	Cálculo de la capacitancia necesaria para una frecuencia resonante específica y determinación del ancho de banda	7-4
7.4	Cálculo del ancho de banda de un circuito sintonizado con un resistor de carga externa	7-5
7.5	Análisis de la respuesta en frecuencia de un amplificador a transistor de sintonización simple	7-5
7.6	Cálculo de la ganancia de voltaje de un amplificador a transistor de sintonización simple	7-7

7.7	Análisis de la respuesta en frecuencia de un circuito de sintonización doble	7-8
	Circuito de sintonización doble críticamente acoplado	7-8
	Análisis de un circuito de sintonización doble sobre acoplado	7-10
7.8	Amplificadores sintonizados de etapas múltiples	7-11
	Características de respuesta en frecuencia de un amplificador de etapas múltiples de sintonización sincrónica	7-11
	Análisis de un amplificador de sintonización escalonada	7-11
7.9	Circuitos sintonizados a frecuencia variable	7-12
	Análisis de un circuito de sintonización con capacitor controlado por voltaje	7-13
7.10	Estabilización de amplificadores sintonizados	7-14
	Neutralización de un amplificador sintonizado	7-15
7.11	Amplificador sintonizado de circuito integrado	7-15
7.12	Bibliografía	7-17

8. REALIMENTACIÓN

	Introducción	8-1
8.1	Cálculo de la ganancia total cuando se aplica a un amplificador una razón dada de transferencia de realimentación	8-1
8.2	Cálculo de la ganancia de voltaje del amplificador BJT con realimentación en serie	8-3
8.3	Cálculo de la ganancia de corriente y la impedancia de entrada del amplificador BJT con realimentación en serie	8-4
8.4	Cálculo de la ganancia de la corriente y la impedancia de entrada del amplificador BJT con realimentación en paralelo	8-5
8.5	Cálculo de la ganancia de voltaje del amplificador BJT con realimentación en paralelo	8-6
8.6	Cálculo de la impedancia de salida para el amplificador BJT con retroalimentación en serie	8-6
8.7	Cálculo de la impedancia de salida para el amplificador BJT con realimentación en paralelo	8-7
8.8	Cálculo de la ganancia y la impedancia de salida de un amplificador FET con realimentación	8-8
8.9	La realimentación y el amplificador operacional	8-10
8.10	Cálculo de la ganancia y las impedancias del circuito de amplificador operacional con realimentación	8-12
8.11	Cálculo del ancho de banda con aplicación de realimentación	8-12
8.12	Cálculo de la desensibilización de los parámetros de ganancia de un amplificador con realimentación negativa	8-13
8.13	Cálculo del efecto de la realimentación sobre el ruido o las distorsiones	8-14
8.14	Amplificadores con realimentación de etapas y lazos múltiples	8-14
8.15	Cálculo de la ganancia del amplificador con realimentación de etapas múltiples	8-16
8.16	Cálculo de las impedancias del amplificador con realimentación de etapas múltiples	8-16
8.17	Determinación del margen de ganancia y de fase	8-17
8.18	Determinación de la estabilidad de un amplificador con realimentación	8-18
8.19	Cálculo de una red de compensación	8-18
8.20	Cálculo de la frecuencia central y la gama de enclavamiento de un lazo de amarre en fase (PLL)	8-21
8.21	Bibliografía	8-22

9. OSCILADORES

9.1	Introducción a los principios de los osciladores	9-1
	Criterio de Barkhausen	9-1
	Estabilidad del amplificador	9-2
	Componentes determinantes de la frecuencia	9-4
	Salidas senoidal y no senoidal	9-6
9.2	Osciladores RC	9-6
	Osciladores de cambio de fase	9-6
	Oscilador con puente de Wien	9-8
	Oscilador de doble T	9-10
9.3	Osciladores LC con realimentación	9-12
	Oscilador Colpitts	9-13
	Oscilador Clapp	9-15
	Oscilador Hartley	9-16
	Osciladores Pierce y Miller	9-19
9.4	Osciladores no sinusoidales	9-21
	Oscilador monounión	9-21

	Multivibrador astable	9-23
	Multivibrador monoestable	9-26
	Oscilador controlado a voltaje	9-27
	Lazo de amarre en fase	9-28
9.5	Bibliografía	9-30

10. FUENTES DE ALIMENTACIÓN

10.1	Introducción	10-1
10.2	Fuentes de alimentación no reguladas	10-1
	Fuentes de alimentación con rectificador de media onda	10-2
	Fuentes de alimentación con rectificador de onda completa	10-3
	Fuentes de alimentación con puente rectificador de onda completa	10-4
	Fuentes de alimentación con multiplicador de voltaje	10-5
10.3	Fuentes de alimentación reguladas	10-6
	Fuentes de alimentación reguladas en paralelo	10-7
	Fuentes de alimentación reguladas en serie con referencia Zener	10-8
	Fuentes de alimentación reguladas en serie con realimentación	10-9
	Comentarios adicionales sobre las fuentes de alimentación reguladas	10-10
10.4	Fuentes de alimentación con regulador de conmutación	10-11
10.5	Consideraciones térmicas	10-12
10.6	Bibliografía	10-13

11. USOS DE BATERÍAS Y CELDAS ESPECIALES

11.1	Introducción	11-1
	Tipos de baterías	11-2
	Terminología de las baterías	11-2
	Fundamentos del funcionamiento de las baterías	11-3
11.2	Baterías primarias	11-4
	Información básica	11-4
	Tamaños comerciales	11-6
	Características	11-7
	Aplicaciones	11-7
	Resistencia interna	11-13
11.3	Baterías secundarias	11-15
	Información básica	11-15
	Tipos de baterías	11-17
11.4	Bibliografía	11-23

12. APLICACIONES DE AMPLIFICADORES OPERACIONALES

12.1	Introducción	12-1
12.2	Características de los amplificadores operacionales	12-1
12.3	Amplificadores con realimentación	12-3
	Amplificador inversor	12-4
	Amplificador no inversor	12-4
	Seguidor de voltaje	12-5
12.4	Consideraciones prácticas	12-5
	Compensación de frecuencia	12-5
	Compensación de excentricidad (offset)	12-6
12.5	Amplificadores operacionales en aplicaciones matemáticas	12-7
	Amplificadores de suma	12-7
	Amplificador de diferencia	12-8
	Señales de modo común y modo diferencial	12-8
	Integrador	12-8
	Diferenciador	12-9
	Amplificador logarítmico	12-10
	Amplificador antilogarítmico	12-12
	Multiplicadores y divisores de voltaje	12-13
	Extracción de raíces y exponenciación	12-14
12.6	Generación y formación de ondas	12-15
	Generador de ondas cuadradas	12-15
	Generador de pulsos	12-15
	Oscilador senoidal	12-16
	Generador de funciones	12-18

	Comparador de voltaje	12-18
12.7	Filtros activos	12-19
12.8	Amplificadores operacionales en la instrumentación	12-19
	Amplificadores de instrumentación	12-19
	Circuito puente	12-20
12.9	Bibliografía	12-21

13. LÓGICA DIGITAL

13.1	Introducción	13-1
13.2	Tablas de verdad y variables booleanas	13-1
13.3	Descripción de un circuito de alarma simple mediante el álgebra booleana	13-2
13.4	Complementos	13-2
13.5	Ley de De Morgan para expresiones lógicas complementarias	13-3
13.6	Conversión de una expresión lógica en una tabla de verdad	13-3
13.7	Conversión de una tabla de verdad en una expresión lógica	13-3
13.8	Verificación de ecuaciones lógicas utilizando tablas de verdad	13-4
13.9	Compuertas lógicas	13-4
13.10	Compuertas de entradas múltiples	13-5
13.11	Inhibe/capacita y anticoincidencia	13-5
13.12	Sistemas numéricos	13-6
	Sistema numérico decimal	13-6
	Sistema numérico binario	13-6
	Sistema numérico octal	13-6
	Sistema numérico hexadecimal	13-7
	Conversiones binario a octal	13-8
	Conversiones binario a hexadecimal	13-8
	Conversiones a decimal	13-8
	Conversiones de decimal a	13-8
13.13	Simbología	13-9
13.14	Las 16 posibilidades para la lógica de dos entradas	13-9
13.15	Cómo ahorrar inversores	13-10
13.16	Diseño de lógica de combinación -investigación de métodos	13-11
13.17	Simplificación de expresiones lógicas con mapas de Karnaugh	13-11
13.18	Ejemplos de Simplificación utilizando mapas de Karnaugh	13-15
13.19	Restricciones para el uso de mapas de Karnaugh	13-16
13.20	Medio sumador binario y sumador binario completo	13-16
13.21	Decodificador/demultiplexor	13-18
13.22	Selectores de datos/multiplexores	13-19
	Generación de funciones lógicas	13-20
	Aplicaciones de múltiplex	13-20
13.23	Multivibradores biestables (flip-flops): introducción	13-21
13.24	Multivibradores biestables R-S sin reloj (tipos de compuerta NOR y Compuerta NAND)	13-21
13.25	Multivibradores biestables con reloj: el multivibrador biestable J-K	13-22
13.26	Registadores de desplazamiento	13-23
13.27	Aplicaciones del registrador de desplazamiento	13-23
	Conversión de serie a paralelo	13-23
	Conversión de paralelo a serie	13-23
	Multiplicación y división	13-23
	Retardadores y almacenadores de datos	13-24
	Memoria de recirculación	13-24
	Contadores autodecodificadores	13-24
13.28	Contadores	13-24
	Introducción	13-24
	Funcionamiento del contador de ondulación	13-24
	Funcionamiento del contador sincrónico	13-25
	Características del contador comercial	13-25
	Contadores de división por N	13-25
13.29	Diseño de un contador binario módulo 3	13-26
13.30	Diseño de un contador con secuencia arbitrario de conteo	13-27
13.31	Lógica conectada en OR	13-29
13.32	Lógica de tres estados	13-29
13.33	Bibliografía	13-29

14. DISEÑO DE CIRCUITOS CON AYUDA DE COMPUTADORAS

14.1	Introducción	14-1
14.2	Programa de análisis estadístico avanzado	14-1

14.3	Modelos	14-2
14.4	Convenciones del lenguaje ASTAP	14-2
	Encabezado MODEL DESCRIPTION	14-3
	Encabezado ELEMENTS	14-3
	Encabezado MODEL	14-4
	Encabezado FUNCTIONS	14-4
	Encabezado FEATURES	14-5
	Encabezado EXECUTION CONTROLS	14-5
	Encabezado ANALYZE	14-5
	Encabezado RUN CONTROLS	14-6
	Encabezado INITIAL CONDITIONS	14-6
	Encabezado OPERATING POINT	14-6
	Encabezado OUTPUTS	14-7
	Encabezado RERUNS	14-7
	Encabezado UTILITY CONTROLS	14-8
14.5	Sintaxis del lenguaje	14-8
14.6	Análisis de la descarga de un capacitor	14-8
14.7	Análisis de un inversor de saturación	14-11
14.8	Análisis de un amplificador de señales pequeñas	14-14
14.9	Análisis de un filtro activo	14-19
14.10	Análisis de un circuito NAND	14-21
	Codificación de la entrada	14-22
	Salida de un circuito NAND	14-22
14.11	Conclusión	14-23
14.12	Bibliografía	14-27

15. CONVERSIÓN ANALÓGICA-DIGITAL

15.1	Introducción	15-1
15.2	La codificación y la relación básica de conversión	15-2
15.3	Relaciones de conversión de un DAC multiplicador	15-7
15.4	DAC básico en paralelo con valores de resistencia binarios	15-9
15.5	Convertidor D/A que utiliza interruptores de dirección de corriente CMOS y la escala R-2R	15-11
15.6	Errores del DAC	15-12
15.7	Efectos de la temperatura sobre el DAC	15-14
15.8	Especificaciones del DAC	15-15
15.9	ADC de aproximaciones sucesivas	15-17
15.10	Tiempo de conversión y velocidad de muestreo	15-19
15.11	Conversión de integración	15-21
15.12	Relaciones de conversión ADC y errores	15-23
15.13	DAC no monotónicos y códigos faltantes en los ADC	15-24
15.14	Especificaciones del convertidor A/D	15-25
15.15	Bibliografía	15-26

16. AMPLIFICADORES DE VIDEO

16.1	Introducción	16-1
16.2	Transistores para amplificadores de video	16-2
	Circuitos equivalentes	16-2
	Parámetros del transistor	16-2
16.3	Cálculo del límite superior del ancho de banda y la impedancia de entrada de una etapa amplificadora no compensada de baja ganancia y bajo nivel	16-5
16.4	Compensación de frecuencias con un capacitor emisor	16-8
16.5	Respuesta transitoria con compensación del emisor	16-9
16.6	Compensación inductiva en paralelo, con compensación del emisor	16-11
16.7	Compensación inductiva en serie y en serie-paralelo	16-15
16.8	Impedancia de entrada de una etapa de salida excitada como seguidor de emisor	16-16
16.9	Impedancia de entrada de una etapa de salida excitada por cascode	16-19
16.10	Compensación de RC de baja frecuencia	16-20
16.11	Acoplamiento de un restaurador cc	16-23
16.12	Bibliografía	16-25

17. EL MICROPROCESADOR

17.1	Introducción	17-1
17.2	Programación del microprocesador	17-2

17.3	Circuitos de respaldo del microprocesador	17-14
17.4	Interfaces de la memoria	17-19
17.5	Selección de un microprocesador	17-26
17.6	Bibliografía	17-27

18. LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

18.1	Introducción	18-1
18.2	Cálculo del tiempo necesario para que una señal eléctrica recorra un tramo dado de cable	18-1
18.3	Determinación de si es necesario o no considerar una sección de cable como línea de transmisión	18-2
18.4	Determinación de la impedancia característica de una línea de transmisión cuando se conocen la capacitancia y la inductancia por unidad de longitud	18-3
18.5	Determinación de la terminación óptima de una línea de transmisión	18-4
18.6	Determinación de la impedancia característica a partir de la forma geométrica del cable	18-4
18.7	Determinación de la velocidad de propagación y del factor de velocidad	18-6
18.8	Cálculo de la razón de onda estacionaria a partir de Z_o y la resistencia de carga	18-7
18.9	Cálculo del coeficiente de reflexión en una línea	18-7
18.10	Determinación de la potencia incidente, reflejada y absorbida	18-7
18.11	Determinación de las pérdidas por atenuación en una línea de transmisión con un relación SWR de 1:1	18-9
18.12	Determinación de las pérdidas en una línea con SWR distinto de 1:1	18-10
18.13	Cómo proporcionar acoplamiento de impedancias con secciones de igualación de un cuarto de longitud de onda	18-11
18.14	Eliminación de ondas estacionarias mediante el uso de secciones acopladoras	18-12
18.15	Determinación de la diferencia apropiada de longitud entre dos segmentos de líneas de transmisión para proporcionar un cambio de fase dado	18-14
18.16	Determinación de si una geometría dada de guía de ondas puede transmitir una señal de una frecuencia dada	18-15
18.17	Bibliografía	18-15
	Apéndice del capítulo 18 (nomografías, gráficas y tabla de datos de líneas de transmisión)	18-16

19. FILTROS

19.1	Introducción	19-1
19.2	Formas de respuestas	19-1
19.3	Definición de parámetros básicos	19-1
	Frecuencia de corte (F_c)	19-1
	Frecuencia central (F_o)	19-2
	Frecuencia de corte de supresión de banda (F_s)	19-2
	Factor de selectividad (Q)	19-2
	Factor de forma (SF)	19-3
	Pérdida de inserción (IL)	19-3
19.4	Análisis de los tipos de filtros	19-3
	Filtros LC	19-3
	Filtros activos	19-4
	Filtros de cristal	19-4
	Filtros mecánicos	19-4
19.5	Selección de familias de respuestas	19-5
	Normalización de las necesidades de filtros	19-5
	Normalización de filtros pasa baja	19-5
	Normalización de filtros pasa alta	19-5
	Normalización de filtros pasa banda	19-6
	Normalización de filtros de rechazo de banda	19-8
19.6	Funciones de respuesta	19-9
	Respuesta de Butterworth	19-9
	Filtros de Chebyshev	19-9
	Retardo plano al máximo	19-9
	Familia de filtros de función elíptica	19-11
19.7	Diseño de filtros LC mediante tablas	19-11
	Cambios de escalas de frecuencias e impedancias	19-15
	Diseño de filtros pasa baja	19-17
	Tipo omnipolar	19-1
	Filtros de función elíptica	19-9
	Diseño de filtros pasa alta	19-9

	Diseño de filtros pasa banda	19-24
	De banda ancha	19-24
	De banda angosta	19-24
	Diseño de filtros supresores de banda	19-26
	Métodos de sintonización	19-27
	Método de respuesta en frecuencia	19-27
	Método de patrón de Lissajous	19-28
	Efectos de la selección de componentes	19-29
	Selección de capacitores	19-29
	Selección de inductores	19-29
19.8	Diseño de filtros activos	19-29
	Cambios de escalas de frecuencias e impedancias	19-30
	Diseño de filtros pasa baja	19-31
	Filtros omnipolares	19-31
	Filtros de función elíptica	19-34
	Diseño de filtros pasa alta	19-37
	Diseño de filtros pasa banda	19-38
	Filtros pasa banda de banda ancha	19-38
	Filtros pasa banda de banda angosta	19-38
	Filtros supresores de banda	19-40
	Filtros supresores de banda ancha	19-40
	Redes de muesca (notch)	19-41
19.9	Bibliografía	19-42

20. ANTENAS

20.1	Introducción	20-1
20.2	Diseño de una antena con irradiaciones igualmente buenas en todas las direcciones	20-1
20.3	Diseño de una antena que irradia bien en dos direcciones, pero que es ineficaz en las direcciones perpendiculares a las dos óptimas	20-2
20.4	Diseño de una antena con características muy direccionales de propagación	20-4
20.5	Determinación de la altura mínima de una antena receptora que se utiliza para recibir ondas de línea de vista	20-7
20.6	Uso de trampas de antena para cambiar la longitud efectiva de una antena	20-8
20.7	Determinación del valor Q de una antena	20-10
20.8	Elección del ancho del haz de una antena	20-13
20.9	Elección de una antena sobre la base de la relación frente-atrás	20-13
20.10	Elección de una línea de transmisión apropiada para una antena	20-14
20.11	Determinación de la resistencia de radiación y los requisitos de carga fantasma	20-14
20.12	Cálculo de la ganancia de una antena	20-15
20.13	Determinación de la potencia irradiada efectiva de una antena	20-16
20.14	Determinación de la resistencia a la radiación de una antena unifilar larga	20-17
20.15	Antenas log-periódicas o independientes de la frecuencia	20-17
20.16	Antenas parabólicas	20-19
20.17	Bibliografía	20-21

21. MICROONDAS

	Introducción	21-1
21.1	Cálculo de la longitud de onda y la velocidad de una onda progresiva	21-2
21.2	Cálculo de las propiedades y las dimensiones de una línea de transmisión coaxial	21-2
21.3	Cálculo de las propiedades de una línea de transmisión de microcinta	21-3
21.4	Cálculo de las limitaciones del ancho de banda, la longitud de onda y la velocidad de propagación en la guía de onda rectangular	21-4
21.5	Cálculo del ancho de banda, la longitud de onda y la velocidad de propagación en una guía de onda cilíndrica	21-6
21.6	Cálculo de la atenuación de la guía de onda más allá del corte	21-7
21.7	Cálculo de las magnitudes relativas de las ondas en una línea de transmisión para una carga dada	21-8
21.8	Cálculo de la impedancia a lo largo de una línea de transmisión	21-9
21.9	Cálculo de la longitud y la impedancia característica de una línea de transmisión que cambiará una impedancia real en otra	21-10
21.10	Cálculo de la longitud y la impedancia característica de una línea de transmisión que hace que parezca real una impedancia compleja	21-10
21.11	Cálculo del coeficiente de reflexión a partir de la impedancia y de ésta a partir de aquél	21-11

21.12	Uso de una carta de Smith para las transformaciones entre la impedancia y el coeficiente de reflexión	21-12
21.13	Uso de la carta de Smith para calcular el coeficiente de reflexión y la impedancia a lo largo de una línea de transmisión	21-14
21.14	Uso de la carta de Smith para la conversión entre la impedancia y la admittancia	21-16
21.15	Uso de una línea ranurada para determinar una relación de ondas estacionarias y la magnitud del coeficiente de reflexión	21-16
21.16	Determinación del coeficiente de reflexión complejo y la impedancia a partir de mediciones en línea ranurada	21-18
21.17	Cálculo del flujo de potencia	21-20
21.18	Cálculo de dB, pérdida por retorno, pérdida por falta de coincidencia, atenuación y dBm	21-21
21.19	Medición del coeficiente de reflexión, determinando primeramente la pérdida por retorno en un reflectómetro de barrido	21-22
21-20	Cálculo de los límites de potencia incidente de un generador a la carga. Incertidumbre por desacoplamiento.	21-24
21-21	Transferencia de potencia a través de un atenuador	21-25
21-22	Determinación del coeficiente de reflexión de la fuente de un generador de señales niveladas	21-26
21-23	Relación entre la potencia de pulsos y la promedio	21-27
21-24	Cálculo de la respuesta al pulso de un detector de microondas	21-28
21-25	Cálculo de la potencia de ruido térmico	21-29
21-26	Cálculo de la cifra de ruido y la temperatura de ruido de entrada efectiva a partir de datos de mediciones del factor Y	21-29
21-27	Cálculo de la cifra general de ruido de dispositivos en cascada	21-31
21-28	Cálculo de la cifra de ruido de un receptor, tomando en consideración la respuesta de imagen	21-31
21-29	Bibliografía	21-32

22. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

22-1	Introducción	22-1
22-2	Cálculo de capacidades nominales de sensibilidad de micrófonos	22-1
22-3	Diseño de un atenuador H adaptador	22-3
22-4	Diseño de un atenuador tipo puente para una línea de 600 ohms	22-4
22-5	Determinación de la lectura correcta de un medidor VU en una entrada de 150 ohms	22-6
22-6	Cálculo del nivel de entrada y la razón S/N para un preamplificador	22-7
22-7	Determinación del nivel máximo de entrada y la nueva razón S/N	22-7
22-8	Mediciones de la respuesta en frecuencia de AM, del ruido y de las distorsiones	22-7
	Etapas de medición de la respuesta en frecuencia	22-8
	Medición del ruido	22-10
	Medición de la distorsión	22-10
	Desplazamiento de la portadora	22-10
22-9	Mediciones de la respuesta en frecuencia de FM, del ruido y de las distorsiones	22-10
22-10	Verificación de la precisión de un monitor de modulación de AM	22-11
22-11	Verificación de la precisión de un monitor de modulación de FM	23-13
22-12	Relación entre las ondas senoidales y la fonía para las lecturas de VU	22-14
22-13	Cálculo de los requisitos de un sistema de estaciones de radio con línea de vista	22-15
22-14	Cálculo de la corriente de placa de un amplificador final de RF	22-17
22-15	Cálculo de la entrada de potencia a la etapa final de un transmisor SSSC	22-17
22-16	Cálculo de la potencia efectiva irradiada de RF	22-18
22-17	Cálculo de la potencia efectiva irradiada con la carta de la FCC	22-19
22-18	Cálculo de la intensidad de campo por reemplazo de una antena	22-20
22-19	Cálculo de la capacidad de un canal en bits por segundo	22-21
22-20	Cálculo de la razón de señal a ruido para un sistema digital	22-22
22-21	Bibliografía	22-23

23. MEDICIONES

23.1	Introducción	23-1
23.2	Determinación de la sensibilidad de un medidor	23-1
23.3	Conversión del medidor básico en un voltmetro	23-2
23.4	Cálculo de la capacidad nominal de ohms/volt de un voltmetro de cc	23-2
23.5	Uso de una escala de medidor de bajo voltaje, para medir con precisión un voltaje más alto	23-3

23.6	Modificación del medidor básico de cc para obtener escalas más altas de corriente	23-5
23.7	Uso de un diodo Zener con una derivación de medidor para medir un voltaje específico	23-6
23.8	Cálculo de las lecturas en dos medidores diferentes al medir una onda cuadrada	23-8
23.9	Cálculo de los porcentajes de error en dos escalas distintas de un medidor analógico	23-8
23.10	Cálculo del porcentaje de error de un voltímetro digital	23-13
23.11	Cálculo de la precisión de un frecuenciómetro digital	23-13
23.12	Determinación de los tipos de medidores que se deben utilizar para mediciones a la entrada y la salida de un amplificador diferencial	23-13
23.13	Cómo calcular los errores "de carga" de tres voltímetros diferentes	23-16
23.14	Cálculo del valor real de una cantidad por el valor medio y la desviación estándar	23-17
23.15	Calibración de un osciloscopio y su punta de prueba	23-18
23.16	Cálculo del ángulo de fase del patrón del osciloscopio	23-19
23.17	Cálculo del error introducido por cualquier osciloscopio al medir el tiempo de elevación de un pulso	23-20
23.18	Uso de un puente de Wheatstone para medir la resistencia con una precisión del 0.1%	23-21
23.19	Bibliografía	23-22

24. TECNOLOGÍA DE PELÍCULA GRUESA

24.1	Introducción	24-1
	Sustratos	24-1
	Películas gruesas	24-1
	Conductivas	24-2
	Resistivas	24-3
	Dieléctricas	24-3
	Dieléctricos de capacitor	24-4
	Componentes en paquete	24-4
	Interconexiones de alambre corrido	24-4
	Cápsula o empaquetado	24-6
24.2	Cálculos de la razón de aspecto	24-6
24.3	Cálculos de la resistividad de la hoja	24-9
24.4	Cálculos de diseño de resistor, efectos geométricos y tolerancia de recorte	24-10
24.5	Coefficiente de temperatura de resistencia, linealidad de TCR y cálculos de rastreo	24-13
24.6	Cálculos de la resistencia del coeficiente de voltaje de la resistencia	24-15
24.7	Mezcla de tintas de resistores para la resistividad y el TCR	24-16
24.8	Cálculos de diseño térmico	24-17
24.9	Configuración del diseño de un circuito híbrido de película gruesa	24-21
24.10	Bibliografía	24-27

Apéndices

A.	Alfabeto griego	A-1
B.	Valores probables de constantes físicas generales	A-2
C.	Factores de conversión y prefijos	A-2
D.	Tabla de decibeles	A-3
E.	Senos y cosenos naturales	A-4
F.	Tangentes y cotangentes naturales	A-6
G.	Logaritmos comunes de los números	A-8
H.	Logaritmos naturales, neperianos o hiperbólicos	A-10
I.	Grados y minutos expresados en radianes	A-12
J.	Radianes expresados en grados	A-13
K.	Exponenciales	A-14
L.	Relaciones trigonométricas	A-15
M.	Propiedades de las funciones hiperbólicas	A-17
N.	Tabla de alambre de cobre, Standard Annealed Copper American Wire Gage (B & S)	A-18
O.	Prefijos de unidades SI	A-20
P.	Unidades SI básicas	A-20
Q.	Sistema Internacional de unidades para la electricidad (SI)	A-20
R.	Postulados en lenguaje ASTAP con ejemplos de variaciones comunes	A-22