

INDICE

Capítulo 1	
Introducción	1
1.1. elementos y limitaciones de los sistemas de comunicación Información, mensajes y señales	2
Elementos de un sistema de comunicación	3
Limitaciones fundamentales	5
1.2. modulación y codificación	
Métodos de modulación	6
Beneficios y aplicaciones de la modulación	7
Métodos y beneficios de la codificación	10
1.3. perspectivas histórica e impacto social	11
perspectivas histórica	12
Impacto social	14
1.4. prospecto	15
Capítulo 2	
Señales y espectros	17
2.1. espectros de líneas y series de Fourier	
Favores y espectros de línea	19
Señales periódicas promedio	23
Series de Fourier	25
Condiciones de convergencia y el fenómeno de Gibbs	29
Teorema de potencia de parseval	31
2.2. transformadas de Fourier y espectros continuos (2.1)	
Transformadas de Fourier	33
Señales y simétricas y causales	37
Teorema de la energía de Rayleigh	40
Teorema de la dualidad	42
Cálculos de transformadas	
2.3. relaciones de tiempo y frecuencia (2.2)	44
Superposición	
Retardo de tiempo y cambio de escala	45
Traslación y modulación de frecuencia	48
Diferenciación e integración	50
2.4. Convolución (2.3)	52
La integral de convolución	53
Teoremas de convolución	55
2.5. impulsos y transformadas en el límite (2.4)	
Propiedades del impulso unitario	58
Impulso en frecuencia	61
Funciones escalón y signo	64
Impulsos en el tiempo	66
Capítulo 3	
Transición y filtrado de señales	75
3.1. respuesta de sistemas LIT (2.4)	76
La respuesta integral al impulso y la integral de superposición	77
Funciones de transferencia y respuesta en frecuencia	80
Análisis con diagramas de bloques	86

3.2. distorsión de la señal en la transmisión (3.1)	
Transmisión sin distorsión	89
Distorsión lineal	91
Compensación	94
Distorsión no lineal y compasión	97
3.3. pérdidas de transmisión y decibeles (3.2)	
Ganancia de potencia	99
Pérdidas en la transmisión y repetidores	101
Fibra óptica	102
Transmisión de radio	106
3.4. filtros y filtrado (3.3)	
Filtros ideales	109
Limitación en banda y limitación en tiempo	111
Filtros reales	112
Respuesta al pulso y tiempo de subida	116
3.5. filtros de cuadratura y transformada de Hilbert (3.4)	120
3.6. Correlación y densidad espectral (3.3)	
Correlación de señales de potencia	124
Correlación de señales de energía	127
Funciones de densidad espectral	130
Capítulo 4	
Modulación lineal de OC	141
4.1. señales y sistemas pasabanda (3.4)	142
Convenciones para los mensajes analógicos	143
Señales pasabanda	144
Transmisión pasabanda	147
4.2. modulación de amplitud de doble banda lateral (4.1)	
Señales y espectros de AM	152
Señales y espectros de DSB	154
Modulación de tono y análisis fasorial	157
4.3. Moduladores y transmisores (4.2)	
Moduladores de producto	158
Moduladores de ley cuadrática y balanceados	160
Moduladores de comunicación	162
4.4. Modulación de amplitud con banda lateral suprimida (3.5, 4.3)	
Señales y espectros de SSB	164
Generación de SSB	167
Señales y espectros de VSB	170
4.5. Conversión de frecuencia desmodulación (4.4)	
Conversión de frecuencia	172
Detección sincrona	173
De envolvente	176
Capítulo 5	
Modulación exponencial de OC	183
5.1. Modulación de fase y de frecuencia (4.3)	
Señales PM y FM	184
PM y FM de banda angosta	188
Modulación de tono	189
Modulación multinacional y periódica	196

5.2. ancho de banda de trasmisión y distorsión (5.1)	
Estimados de banda de trasmisión	199
Distorsión lineal	202
Distorsión no lineal y limitaciones	205
5.3. generación y detección de FM y PM (4.5, 5.2)	
FM directa y OCV	208
Moduladores de fase y FM indirecta	209
FM de onda triangular	212
Detección de frecuencia	214
5.4. interferencia (5.3)	
Senoidales interferentes	219
Filtrado de deseñfasis y Preénfasis	221
Efecto de captura en FM	224
Capítulo 6	
Muestreo y modulación de pulsos	231
6.1. teoría y practica del muestreo (4.2)	
Muestreo con cortador	232
Muestreo ideal y reconstrucción	237
Muestreo practico y alias de frecuencia	240
6.2. Modulación de amplitud de pulsos (6.1)	
Modulación de la duración y de la posición de los pulsos	248
Análisis espectral de la PM	251
Capítulo 7	
Sistemas de comunicación analógicos	257
7.1. Receptores para modulación de OC (5.3)	
Receptores superheterodinos	258
Receptores de conversión directa	
Receptores de propósito especial	262
Especificaciones de receptor	264
Analizadores de espectro de exploración	265
7.2. sistemas de multiplexajes (5.3,6.1)	
Multiplexaje por división de frecuencia	266
Multiplexaje de portadora en cuadratura	271
Multiplexaje por división de tiempo	272
Diafonía y tiempos de guarda	276
Comparación de la TDB y la FDM	277
7.3. lazos de sincronización de fase (PLL) (7.1)	
Operación y enganche del PLL	278
Detección y sincronía y sintetizadores de frecuencia	281
Modelos del PLL linealizados y detección de FM	285
7.4. sistemas de televisión (7.1)	286
Señales de video, resolución y ancho de banda	287
Transmisores y receptores monocromáticos	292
Televisión a color	294
HDTV	299
Capítulo 8	
Probabilidad y variables aleatorias	311
8.1. probabilidad y espacio de muestras	
probabilidades y eventos	312

Espacios de muestras y teorías de probabilidad	313
Probabilidad condicional e independencia estadística	317
8.2. variables aleatorias y funciones de probabilidad (8.1)	
variables aleatorias discretas y la FIDA	320
variables aleatorias continua y FDP	323
Transformaciones de variables aleatorias	327
FDP conjunta y FDP condicional	329
8.3. Promedios estadísticos (2.3, 8.2)	330
Medias, momentos y esperanza	331
Desviación estándar y desigualdad de Chebyshev	332
Esperanzas multivariantes	334
Funciones características	336
8.4. Modelos probabilísticos (8.3)	
Distribución binomial	337
Distribución de Poisson	338
FDP gaussiana	339
FDP de Rayleigh	342
Distribución gaussiana Bivariable	344
Capítulo 9	
Señales aleatorias y ruido	351
9.1. procesos aleatorios	352
Promedios del conjunto y funciones de correlación	353
Procesos estacionarios y ergódicos	357
Procesos gaussianos	
9.2. Señales aleatorias (9.1)	362
Espectro de potencia	
Superposición y modulación	367
Señales aleatorias filtradas	368
9.3. Ruido (9.2)	371
Ruido térmico y potencia disponible	372
Ruido blanco y ruido filtrado	375
Ancho de banda equivalente del ruido	378
Mediciones del sistema mediante el uso de ruido blanco	380
9.4. transmisión de señales de banda base con ruido (9.3)	381
Ruido aditivo y razones señal-a-ruido	382
Trasmisión de señales analógicas	383
9.5. Trasmisión de pulsos de banda base co ruido (9.4.)	
Mediciones de pulsos en ruido	386
Detección de pulsos y filtros adaptados	388
Capítulo 10	
Ruido en sistemas de modulación analógicos	397
10.1. Ruido pasabanda (4.4, 9.2)	398
Modelos de sistemas	399
Componentes en cuadratura	401
Envoltentes y fase	403
Funciones de correlación	404
10.2. modulación lineal de OC con ruido(10.2=	406
Detección síncrona	407
Detección de envolvente y efecto de umbral	409

10.3. modulación exponencial de OC con ruido (5.3, 10.2)	
Ruido de posdetección	412
S/N en el destino	416
Efecto de umbral en FM	418
Extensión del umbral mediante realimentación de FM	421
10.4. comparación de sistemas de modulación de OC (9.4, 10.3)	422
10.5. Desempeño del lazo de sincronización de fase con ruido (7.3.10.1)	425
10.6. modulación analógica de pulsos con ruido (6.3, 9.5)	
Razón señal-a-ruido	426
Efecto de umbral de puso falso	429
Capítulo 11	
Trasmisión digital en la banda base	435
11.1. señales y sistemas digitales (9.1)	
Señales PAM digitales	437
Limitaciones en la transmisión	440
Espectros de potencia de la PAM digital	443
Conformación espectral por premodificación	446
11.2. ruido y errores (9.4, 11.1)	
Probabilidades de error binario	448
Repetidores regenerativos	453
Filtrado adaptado	454
Probabilidades de error M-ario	457
11.3. sistemas de PAM digitales de banda limitada (11.2)	
Formación de pulsos de Nyquist	461
Filtros terminales óptimos	464
Compensación (ecualización)	468
Codificación correlativa	470
11.4. técnicas de sincronización (11.2)	476
Sincronización (477)	477
Cifradores y generadores de secuencia de PN	479
Sincronización de cuadro	484
Capítulo 12	
Técnicas de digitalización para mensajes analógico y redes de computadoras	493
12.1. Modulación por codificación de pulsos (6.2, 11.1)	495
Generación y reconstrucción de PCM	495
Ruido de cuantización	499
Cuantización no uniforme y compasión	501
12.2. PCM con ruido (11.2, 12.1)	504
Ruido de codificación	505
Umbral de error	507
La PCM versus la modulación analógica	508
12.3. Modulación delta y codificación predictiva 12.2)	
Modulación delta	510
Modulación delta-sigma	
Modulación delta adaptiva	516
PCM diferencial	518
Síntesis de voz por LPC	520
12.4. Grabación digital de audio (12.3)	522

Grabación de CD	523
Reproducción de CD	525
12.5. Multiplexaje de digital (12.1)	526
Multiplexores y jerarquías	527
Líneas digitales de abonado	530
Red digital de servicios integrados	532
Red óptica síncrona	533
Multiplexores de datos	535
12.6. redes de computadores (12.5)	537
Interconexión de sistemas abiertos	538
Protocolo de control de transmisiones/Protocolo de Internet	539
Capítulo 13	
Codificación y encriptación de canales	547
13.1. Detección y corrección de errores (112.2)	
Códigos de repetición y de su verificación de paridad	549
Intercalación	550
Vectores códigos y distancia de Hamming	552
Sistemas de FEC	553
Sistemas de ARQ	556
13.2. representación matricial de códigos de bloques	560
Recodificación de síndrome	564
Códigos cíclicos	567
Códigos M-arios	
13.3. Códigos convolucionales (13.2)	573
Codificación convolucional	
Distancia libre y ganancia de codificación	580
Métodos de de codificación	585
Códigos turbo	592
13.4. Encriptación de datos (13.1)	594
Estándar de encriptación de datos	598
Sistemas Rivest-Shamir-Adleman	602
Capítulo 14	
Trasmisión digital pasabanda	611
14.1. modulación digital de OC (4.5, 5.1, 11.1)	612
Análisis espectral de señales digitales pasabanda	613
Métodos de modulación de amplitud	
Métodos de modulación de fase	617
Métodos de modulación de frecuencia	619
Métodos por desplazamiento mínimo	622
14.2. sistemas binarios coherentes (11.2, 14.1)	
Detección binaria oprima	626
OOK, BPSK y FSK coherentes	631
Temporización y sincronización	633
14.3. sistemas binarios no coherentes (14.2)	
Envolvente de una senoidal mas ruido pasabanda	634
OOK no coherente	636
FSK no coherente	638
PSK diferencialmente coherente	640
14.4. Sistemas de portadora en cuadratura y M-arios (14.2)	644

Sistemas de portadora en cuadratura	
Sistemas de PSK M-arios	646
Sistemas QAM M-arios	650
Comparación de los sistemas de modulación digital	653
14.5. Modulación codificada por entramado	655
Fundamentación de la TCM	656
Decisiones difíciles versus decisiones fáciles	664
Módems	665
Capítulo 15	
Sistemas de espectro disperso	671
15.1. espectro disperso de secuencia directa (14.2)	672
Señales de DDS	673
Desempeño del DSS en presencia de interferencia	676
Acceso múltiple	678
15.2. espectro disperso por salto de frecuencia (15.1)	679
Señales de FH-SS	680
Desempeño del FH-SS en presencia de interferencia	682
15.3. codificación (15.1)	684
15.4. Sincronización (7.3)	
Adquisición	689
Seguimiento	691
15.5. Sistemas de telefonía inalámbrica (15.1)	692
Sistemas de telefonía celular	
Sistemas de comunicación personal	693
Capítulo 16	
Teoría de la información y detección	696
16.1. Medida de la información y codificación fuente (12.1)	699
Medida de la información	700
Entropía y velocidad de la información	701
Codificación para un canal discreto sin memoria	705
Codificación predictiva para fuentes con memoria	709
16.2. Transmisión de información en canales discretos (16.1)	
Información mutua	713
Capacidad de los canales discretos	717
Codificación para canal simétrico binario	719
16.3. canales continuos y comparación de sistemas (16.2)	
Información continua	722
Capacidad de los canales continuos	725
Sistemas ideales de comunicación	727
Comparaciones de sistemas	731
16.4. espacio de señales	
Señales como vectores	735
El procedimiento Gram-Schmidt	738
16.5. detección digital óptima(16.3, 16.4)	740
Detección óptima y receptores MAP	741
Probabilidades de error	747
Selección de señal y señalización ortogonal	751
Apéndice: ruido de circuitos y sistemas (9.4)	760
Ruido de circuitos y dispositivos	761

Ruido de amplificadores	768
Cálculos de ruido del sistema	773
Sistemas de repetidores por cable	777
Tablas 780	
T.1 transformadas de Fourier	780
T.2 Serie de Fourier	782
T.3 Relaciones matemáticas	784
T.4 Función Sinc	787
T.5. Funciones de probabilidad	788
T.6. Probabilidades gaussianas	790
T.7 Glosario de nociones	792
Soluciones a los ejercicios	794
Respuesta a los problemas seleccionados	825
Lecturas complementarias	832
Referencias	835
Índice	839