

## INDICE

Prologo	7
<b>Capitulo 1. Señales y Sistema Digitales</b>	<b>15</b>
1.1. Introducción	15
1.2. Información analógica y discreta	15
1.3. La señal digital	16
1.3.1. Ventajas de las señales digitales	18
1.3.2. Distorsión de las señales digitales	19
1.3.2.1. Distorsión de canal	20
1.3.2.2. Distorsión por ruido e interferencia	20
1.3.3. Relación señal ruido	20
1.3.4. Recuperación de las señales digitales	21
1.4. Conservación analógica a digital	22
1.4.1. Sistema codificados y no codificados	23
1.5. RSR, ancho de banda y capacidad de canal	26
1.5.1. Velocidad de transmisión y ancho de banda	26
1.5.2. RSR y ancho de banda	27
1.6. Aleatoriedad, redundancia y codificación	28
1.7. Probabilidad de error en la recuperación de una señal digital	30
1.7.1. Inmunidad al ruido de las señales digitales	31
1.8. Sistema digitales de comunicación	31
Cuestionario	34
Problemas	36
<b>Capitulo 2. Modulación por Codificación de Pulsos</b>	<b>37</b>
2.1. Principio de la MCP	37
2.1.1. Cuantificación	39
2.1.1.1. Ancho de banda de transmisión	45
2.1.1.2. Relación señal a ruido de salida	46
2.1.2. Construcción de compresor	47
2.1.3. Codificador	47
2.2. Multiplexaje digital	48
2.2.1. Sincronía y señalización	50
2.2.2. Multiplexaje bit a bit y palabra por palabra	52
2.2.3. Formato de la señal multiplexada	53
2.2.4. Canales asíncronos e inserción de bits	54
2.2.5. Jerarquía digital	56
2.3. Modulación delta y MCP diferencial	57
2.3.1. Sobrecarga y umbral de codificación	58
2.3.2. Integración doble	61
2.3.3. Modulación delta autoadaptable	63
2.3.3.1. MD con adaptación continua	64
2.3.3.2. Relación señal ruido de salida	64
2.3.3.3. Comparación con la MCP	67
Cuestionario	68
Problemas	69
<b>Capitulo 3. Codificación de Línea</b>	<b>73</b>
3.1. Formato de señalización	73

3.2. Densidad de potencia de señales digitales de línea	75
3.2.1. Señalización de encendido y apagado (E - A)	77
3.2.2. Señalización bipolar	80
3.2.3. Señalización ternaria con inversión alterna de marca (IAM)	80
3.2.4. Señalización duobinaria	82
3.2.5. Señalización de fase dividida (o Manchester)	85
3.2.6. Señalización bipolar de alta densidad (BAD)	86
Cuestionario	88
<b>Capítulo 4. Transmisión Digital</b>	89
4.1. Interferencia entre símbolos	89
4.1.1. Conformación de pulsos	90
4.1.1.1. Primer método de Nyquist	90
4.1.1.2. Segundo método de Nyquist	95
4.1.1.3. Tercer método de Nyquist	103
4.2. Sincronía de las señales digitales	105
4.2.1. Métodos de sincronía	105
4.2.2. Recuperación de la sincronía	105
4.3. Regeneración de las señales digitales	109
4.3.1. Diagrama de ojo	111
4.4. Comunicación M -aria	112
Cuestionario	116
<b>Capítulo 5. Modulación Digital</b>	119
5.1. Introducción	119
5.2. Radio digital	120
5.2.1. Modulación por desviación de frecuencia (FSK)	121
5.2.1.1. Modulación por desviación mínima FSK (MSK)	126
5.2.2. Modulación por desviación de fase (PSK)	127
5.2.2.1. Modulación por desviación de fase binaria (BPSK)	128
5.2.2.2. Codificación en M -ario	133
5.2.2.3. Modulación por desviación de fase cuaternaria (QPSK)	134
5.2.2.4. PSK de ocho fase	141
5.2.3. Modulación por amplitud en cuadratura	147
5.2.3.1. QAM de ocho	148
5.2.4. Eficiencia de ancho de banda	151
5.2.5. Resumen de PSK y QAM	152
5.2.6. Recuperación de portadora	152
5.2.6.1. Circuito cuadrado	153
5.2.6.2. Circuito de costas	153
5.2.6.3. Remodulador	155
5.2.7. Modulación por desviación de fase diferencial	155
5.2.7.1. DPSK binaria (DBPSK)	155
5.2.8. Recuperación del reloj	156
5.3. Probabilidad de error y tasa de error de bit	157
5.3.1. Rendimiento de error en PSK	162
5.3.2. Rendimiento de error en QAM	165
5.3.3. Rendimiento de error en FSK	167
5.4. Aplicaciones de la modulación digital	168
Cuestionario	168

Problemas	169
<b>Capítulo 6. Señales Aleatorias y Ruido</b>	171
6.1. Introducción	171
6.2. Fundamentos de probabilidad	173
6.2.1. Eventos mutuamente excluyentes	173
6.2.1.1. Probabilidad conjunta	174
6.2.1.2. Probabilidad condicional	174
6.2.2. Eventos independientes	175
6.2.3. Variables aleatorias	177
6.2.4. Función de distribución acumulativa	179
6.2.5. Función de densidad de probabilidad	179
6.2.5.1. Función de densidad de probabilidad conjunta	183
6.2.5.2. Función de densidad de probabilidad condicional	184
6.2.5.3. Función de densidad de probabilidad marginal	184
6.2.6. Promedios estadístico	185
6.2.6.1. Media de una función de una variable aleatoria	186
6.2.6.2. Momentos	188
6.2.7. Distribuciones importantes de probabilidad	190
6.2.7.1. Distribución rectangular o uniforme	190
6.2.7.2. Distribución normal o gaussiana	191
6.2.7.3. Distribución gaussiana multidimensional	195
6.2.7.4. Teorema del limite central	196
6.3. Procesos aleatorios	196
6.3.1. Sistemas de probabilidad del proceso aleatorio	197
6.3.2. Estadística de segundo orden	198
6.3.3. Correlación	199
6.3.4. Proceso aleatorio estacionario	199
6.3.5. Proceso homogéneo	200
6.3.6. Proceso aleatorio ergódico	200
6.4. DEP de un proceso aleatorio	201
6.5. Potencia de una señal con ruido aditivo independiente	203
6.6. Ruido blanco gaussiano	204
6.7. Ruido de banda angosta	204
6.8. Aplicaciones al análisis de señales digitales	208
6.8.1. Pulso rectangular	208
6.8.2. Secuencia periódica de pulsos rectangulares	209
6.8.3. Secuencia aleatoria de pulso rectangulares	211
6.8.4. Coseno elevado	215
Cuestionario	218
Problemas	219
<b>Capítulo 7. Detección de Señales Binarias</b>	223
7.1. El filtro optimo	223
7.2. Umbral de decisión en el filtro optimo	229
7.3. Probabilidad de error	233
7.4. Modulación binaria en amplitud (MBA)	236
7.5. Modulación binaria en fase (MBF)	239
7.6. Modulación binaria en frecuencia (MBF)	242
7.6.1. Probabilidad de error MBFr	245

7.7. Detección por filtro optimo	246
Cuestionario	247
Problemas	249
Apéndices	253
Bibliografía	263
Índice	265