

## INDICE

Prefacio	XIII
<b>Capítulo I.</b>	1
<b>Bases para la Transmisión de Datos</b>	
1.1. Introducción	1
1.2. Velocidades de transmisión	1
1.3. El canal de voz	3
1.4. El canal digital	5
1.5. Clasificación de los canales telefónicos	8
1.6. La comunicación Digital	13
1.6.1. Introducción	13
1.6.2. Redes de datos	15
1.6.3. Interfases	15
1.7. La Evolución de las Comunicaciones Digitales	16
1.7.1. Introducción	16
1.7.2. El Modelo de referencia ISO/OSI	17
1.8. Técnicas de conmutación	24
1.8.1. Conmutación de circuitos	24
1.8.2. Conmutación de mensajes	26
1.8.3. Conmutación de paquetes	26
1.9. Resumen	28
1.10. Cuestionario	29
<b>Capítulo II.</b>	31
<b>Técnicas de Modulación</b>	
2.1. Introducción	31
2.2. Modulación de Señales Continuas	31
2.2.1. Introducción	31
Modulación en Banda Lateral Doble (AM y DSB/SC)	32
Modulación en banda lateral Única (SSB)	33
Modulación en Banda lateral residual (VSC)	34
Modulación ortogonal o en cuadratura (QAM)	34
2.2.3. Modulación angular o exponencial	35
Modulación de frecuencia (FM) y modulación de fase (PM)	35
2.3. Modulación analógica de impulsos	36
2.3.1. Introducción	36
2.3.2. Modulación de amplitud de impulsos (PAM)	37
2.3.3. Modulación de duración o anchura de impulsos (PDM/PWM)	38
2.3.4. Modulación por posición de impulso (PPM)	39
2.4. Modulación digital de impulsos	41
2.4.1. Introducción	41
2.4.2. Modulación de impulsos codificados (PCM)	41
Cuantificación y codificación	41
Demodulación de señales PCM	43
2.5. Técnicas de Modulación Digital con Portadora Modulada	44
2.5.1. Introducción	44
2.5.2. Demodulación y sincronización de señales binarias moduladas	46
Métodos de demodulación	46
Sincronización de portadora y de temporización	47

2.5.3. Modulación binaria de amplitud (ASK)	49
Ancho de banda y relaciones S/N en sistema ASK	50
Demodulación coherente de señales ASK	53
Demodulación no coherente de señales ASK	55
2.5.5. Modulación binaria de fase (PSK)	60
Demodulación de señales PSK	60
Modulación binaria diferencial de fase (DPSK)	61
Ancho de banda y relaciones S/N en sistemas PSK y DPSK	64
2.5.6. Comparación entre los sistemas de modulación binaria	65
2.6. Técnicas de modulación digital M – aria	67
2.6.1. Introducción	67
2.6.2. Modulación PSK M – aria	68
2.6.3. Modulación DPSK M – aria	72
2.6.4. Modulación FSL M – aria de banda ancha	72
2.7. Aspectos prácticos de la modulación digital	75
2.7.1. Introducción	75
Control y detección de impulsos	77
2.7.1. Codificación y modulación compuesta	78
Codificación	78
Modulación compuesta	80
2.7.3. Recomendaciones del UIT – T	85
2.8. Códigos de línea	86
2.8.1. Introducción	86
2.8.2. Descripción de algunas códigos de línea	87
Código AMI	87
Código HDB3	87
Código Manchester	88
2.9. Resumen	
2.10. Cuestionario	89
<b>Capítulo III.</b>	91
<b>Capa Física. Modems e Interfaces</b>	
3.1. Introducción	91
3.2. Modems UIT – T	91
3.2.2. Modems asincrónicos	94
Recomendación V.21	95
Recomendación V.23	96
3.2.3. Modems Sincrónicos	97
Recomendación V. 22 y V.22bis	97
Recomendación V.26, V.26 bis. V26ter	97
Recomendación V. 27, V.27bis y V.27ter	98
Recomendación V.29	98
Recomendación V.32, V.32bis, V.32ter, V.33, V.34 y V.9.	99
3.2.4. Modems de Banda Ancha	100
3.2.5. Otros tipos de Modems	100
Eliminador de Modem	100
Modems de corta distancia	100
3.2.6. Modems inteligentes	101
Conjuntos de comando	101

Control de error	102
Compresión de datos	104
3.2.7. Resumen de Características para la selección de modems	104
3.3. INTERFACES	106
3.3.1. Introducción	106
3.3.2. Normas del UIT – T, EIA y IEEE	107
UIT – T serie V. Transmisión serie sobre redes telefónicas	108
UIT – T serie X. Transmisión serie sobre redes de datos públicas	108
Normas de la EIA y de la IEEE	109
3.3.3. Descripción de las interfaces	110
3.3.4. Características eléctricas de algunas interfaces	116
3.3.5. Características mecánicas	119
3.3.6. El Lazo de Corriente de 4 -20 mA	120
3.3.7. Señales de temporización entre el ETD y el ETCD	121
Temporización Asincrónica	121
Temporización Isocrónica	122
Temporización sincrónica	123
Temporización plesiocrónica	124
3.3.8. Control de flujo CTS ON/OFF y XON/XOFF	124
3.3.9. Protocolos de capa física	125
3.4. Resumen	126
3.5. Cuestionario	127
<b>Capítulo IV.</b>	129
<b>Capas Enlace y Red. Protocolos de Comunicación</b>	
4.1. Introducción	129
4.1.1. Códigos de transmisión	130
4.1.2. Modos de operación asincrónica y sincrónica	131
Operación asincrónica	131
Operación sincrónica	133
4.1.3. Operación semidúplex y full dúplex	133
4.1.4. Transmisión serie y paralelo	135
4.2. Protocolos de Control a Nivel de Enlace	135
4.2.1. Introducción	135
4.2.2. Protocolos de control por caracteres	137
Protocolo de control BSC	137
4.2.3. Protocolos XMODEM y YMODEM	142
Protocolo XMODEM	142
Protocolo YMODEM	143
4.2.4. Protocolos de control por conteo de octetos	144
Protocolo DDCMP	144
4.2.5. Protocolos de control por dígitos	147
Protocolo SDLC	148
Protocolo HDLC	153
4.3. Protocolos de Control a Nivel de Red	157
4.3.1. Introducción	157
4.3.2. Transmisión digital por conmutación de paquetes	157
Características de las redes de conmutación de paquetes	158
Servicios y facilidades de la red	160

Recomendaciones del UIT – T	161
4.4. La Recomendación X.25	162
4.4.1. Introducción	162
4.4.2. Descripción de las capas X.25	163
4.4.3. Servicio de la red X.25	165
4.4.4. Formato de los paquetes X.25	167
4.4.5. Transferencia de datos	170
4.4.6. Control de flujo y recuperación de errores	171
4.5. Las Recomendaciones X.3, X.28 y X.29	172
4.5.1. Introducción	172
4.5.2. La recomendación X.3.	173
4.5.3. La recomendación X.28	174
4.5.4. La recomendaciones X.29	174
4.6. LA recomendación X.75	175
4.7.1. Definición	176
4.7.2. Configuración del sistema	177
4.8. Los protocolos TCP/IP	179
4.8.1. Introducción	179
7.8.2. Descripción general de los protocolos TCP/IP	179
El nivel TCP	180
El nivel IP	182
4.9. Resumen	182
4.10. Cuestionario	184
<b>Capítulo V. Comunicaciones Industriales</b>	187
5.1. Introducción	187
5.1.1. Integración de la red de comunicaciones	187
5.1.2. Definiciones	190
5.1.3. Sistemas de procesamiento y control industrial	191
El sistema SCADA	191
5.2. Subsistema de Instrumentación y Control Local	194
5.2.1. Esquema general	194
5.2.2. Procesos físicos	195
5.2.3. Captura de variables	193
5.2.4. Procesamiento y control local	202
5.2.5. El controlador lógico programable (PLC)	204
5.2.7. La unidad terminal remota (RTU)	206
5.3. Protocolos Industriales	207
5.3.1. Introducción	207
5.3.2. Protocolos ASCII	208
5.3.3. Protocolos Modbus	212
5.3.4. Protocolos Bristol BSAP	220
5.3.5. Protocolo Microbuffer	226
5.3.6. Protocolo Conitel	233
5.3.7. Protocolo DNP 3.0	238
Otros protocolos industriales	244
5.4. La red de campo (FIELDBUS)	244
5.4.1. Introducción	244

5.4.2. Características básicas de la red de campo estándar	246
5.4.3. Arquitectura de la red de campo estándar	246
5.4.4. Ventajas de la red de campo estándar	249
5.4.5. Normalización de una red de campo	250
5.5. Subsistema de Procesamiento y Control Global	252
5.5.1. Introducción	252
5.5.2. Configuración	252
5.5.3. La unidad terminal maestra (MTU)	254
5.5.4. Computadoras y redes de procesos	255
5.5.5. Bases de datos y servidores	256
5.5.6. Interfaces hombre – máquina	257
5.5.7. Programas de informática (software)	257
5.6. Resumen	258
5.7. Cuestionario	259
<b>Capítulo VI.</b>	261
<b>Redes de Transmisión de Datos</b>	
6.1. Introducción	261
6.1.1. Definición y clasificación	262
6.1.2. Principios de la multicanalización	262
Técnicas de multicanalización	262
Multicanalización de canales telefónicas	262
Jerarquías en los sistemas de transmisión de datos	263
El sistema troncal T1	264
El sistema troncal E1	265
Leyes de la expansión	267
6.2. Redes de Gran Área (WAN)	267
6.2.1. Introducción	271
6.2.2. Características	268
6.2.3. La red digital de servicios integrados (ISDN)	271
Introducción	271
Descripción de las recomendaciones I	271
6.2.4. El sistema de señalización N° 7	281
6.2.5. El sistema Frame Relay	281
6.2.6. Formatos y configuración del sistema Frame Relay	282
6.3. Redes de Área Local	285
6.3.1. Introducción	285
6.3.2. Características técnicas de las redes de área local	286
Topología	286
Métodos de acceso al medio	289
Medios de transmisión en redes de área local	295
6.3.3. Redes de área local no estandarizadas	299
6.3.4. Redes de área local estandarizadas	299
6.3.5. El estándar LAN IEEE 802.3	303
6.3.6. El estándar LAN IEEE 802.4	308
6.3.7. El estándar LAN IEEE 802.5	311
6.4. Redes de Área Metropolitana	314
6.4.1. Definiciones	314
6.4.2. El estándar FDDI	316

La red FDDI – II	321
6.4.3. El estándar DQDB	323
6.5. Estándares, Tecnologías y Servicios de Alta Velocidad	330
6.5.1. Introducción	330
6.5.2. Los estándares SONET/SDH	331
6.5.3. El modo de transferencia asincrónica (ATM)	334
6.5.4. El servicio de datos conmutados multimegabit (SMDS)	340
6.6. Dispositivos de Interconexión de Redes	343
Repetidor	343
Puentes (Bridges)	344
Enrutadores (Routers)	345
Pasarela (Gateway)	346
6.7. Gestión de Redes	347
6.7.1. Introducción	347
6.7.2. Gestión de Red OSI	348
6.8. Resumen	351
6.9. Cuestionario	352
<b>Capítulo VII.</b>	353
<b>Técnicas de Control de Error</b>	
7.1. Introducción	353
7.2. Detección y corrección de error	353
Rendimiento y redundancia de un código	354
7.3. Esquemas de Detección Y/O Corrección de Error	356
7.3.1. Repetición	356
7.3.2. Códigos de ponderación constante	357
7.3.3. Códigos de prueba de paridad sencilla	357
7.3.4. Códigos de prueba de paridad vertical y horizontal	358
7.3.5. Códigos matriciales (Array Codes)	359
7.3.6. Código de Hamming	360
7.3.7. Códigos de redundancia cíclica (CRC)	364
7.4. Principio de la Aleatorización	369
7.4.1. Introducción	369
7.4.2. Seudoaleatorizador Aurosincronizante	370
7.5. Resumen	373
7.6. Cuestionario	374
<b>Capítulo VIII.</b>	375
<b>Factores Limitativos en la Transmisión de Datos</b>	
8.1. Introducción	375
8.2. Distorsión de Fases	376
8.2.1. Introducción	376
8.2.2. Definiciones	377
8.2.3. Medición de la distorsión de retardo	381
Medición del desfase	381
Empleo de instrumentos de medición	381
Método de diagrama de ojo	381
8.2.4. Interferencia intersímbolo	383
8.2.5. Compensación del retardo	384
8.2.6. Recomendaciones del UIT – T	386
8.3. Distorsión de amplitud o atenuación	387

8.3.1. Introducción	384
8.3.2. Distorsión de atenuación en señales digitales	387
8.3.3. Recomendaciones del UIT – T	388
8.4. Otros Factores de Deterioro	389
Ruido impulsivo	389
Ruido errático de espectro uniforme	390
Ruido sofométrico	390
Picos de ganancia	390
Desplazamiento de frecuencias	390
Fluctuaciones de fase (Jitter)	391
Picos de fase (Phase hits)	392
Ecos	393
Fallas de línea	393
8.5. Evaluación de la red telefónica conmutada	394
8.5.1. Procedimientos de medición	394
8.5.2. Mediciones sobre la red conmutada urbana	395
8.5.3. La recomendaciones V.53 para la red conmutada	396
8.6. Evaluación de la Red Telefónica dedicada	398
8.6.1. Introducción	398
8.6.2. Recomendaciones del UIT – T para la red telefónica dedicada	399
8.7. Niveles de potencia en la transmisión de datos	400
8.7.1. Introducción	400
8.7.2. Niveles en transmisión de voz	400
8.7.3. Niveles de transmisión digital	402
8.7.4. Capacidad de carga en transmisión de voz o datos	404
8.7.5. Capacidad de carga en transmisión combinada de voz y datos	406
8.7.6. Transmisión combinada de voz y datos de diferentes potencias	414
8.8. Niveles de Potencia de Decibeles	415
8.8.1. Unidades de potencia	415
8.8.2. Niveles de potencia relativos y absolutos	416
8.8.3. Concepto de punto de referencia cero y nivel relativo	416
8.8.4. Medición del ruido	418
8.9. Resumen	419
8.10. Cuestionario	420
<b>Capítulo IX.</b>	421
<b>Medios para la Transmisión de Datos</b>	
9.1. Introducción	421
9.1.1. Clasificación	421
9.2. El par Trenzado	422
9.2.1. Introducción	422
9.2.2. Categorías de par trenzado	423
9.2.3. Recomendaciones del UIT – T	424
9.3. El cable COAXIAL	425
9.3.1. Introducción	425
9.3.2. Selección de cables COAXIALES	427
9.3.3. Cálculo de los niveles de potencia	428
9.4. Transmisión de señales digitales sobre fibras ópticas	432
9.4.1. Introducción	432

9.4.2. Mecanismos de la propagación de la luz en fibras ópticas	433
9.4.3. El canal óptico	436
Modulación y detección electro - óptica	436
9.4.4. Áreas de aplicación	439
9.5. Transmisión de señales digitales por microondas	440
9.5.1. Introducción	440
9.5.2. Comportamiento de los sistemas digitales por microondas	440
9.5.3. Comparación transmisión digital TDM vs transmisión analógica FDM	441
9.5.4. Características de las trayectoria de propagación	442
9.6. Configuración típica de un sistema digital de microondas	
9.6.1. Tipos de estación	446
9.6.2. Conmutación de las rutas de reserva	448
9.7. Resumen	451
9.8. Cuestionario	452
Apéndice A	453
Apéndice B	456
Bibliografía	459