

INDICE

Preámbulo	XXVII
Capítulo 1 Introducción	
1.1. ¿Por qué estudiar transmisión de datos?	1
1.2. Trasmisión de datos Componentes	3
1.3. Redes Procesamiento distribuido	4
Criterios de redes	5
Aplicaciones	7
1.4. Protocolos y estándares Protocolos	8
Estándares	9
1.5. Organizaciones de estandarización Comités de creación de estándares	10
Foros	12
Agencias reguladoras	13
1.6. Estructura del libro 1.7. Términos y conceptos clave	14
1.8. Resumen 1.9. Material práctico Preguntas de revisión	15
Preguntas con respuesta múltiple	16
Ejercicio	18
Capítulo 2 Conceptos básicos	
2.1. Configuración de la línea Punto a punto	21
Multipunto	
2.2. Topología	22
malla	23
Estrella	
Árbol	25
Bus	26
Anillo	27
Topologías híbridas	
2.3. Modo de transmisión Simplex	28
Semiduplex	29
Full-dúplex	
2.4 Clases de redes	30
Red de área local (LAN)	31
Red de área metropolitana	
Red de área amplia (WAN)	32
2.5. Interconexiones de redes	33
2.6. Términos y conceptos clave	
2.7. Resumen	34
2.8. Material práctico Preguntas de revisión	35

Preguntas con respuesta múltiple	
Ejercicio	37
Capítulo 3. El modelo OSI	
3.1. El modelo Arquitectura por niveles	41
3.2. Funciones de los niveles Nivel físico	45
Nivel de enlace de datos	46
Nivel de red	47
Nivel de transporte	48
Nivel de sesión Nivel de presentación	51
Nivel de aplicación	53
Resumen de las aplicaciones de los niveles	
3.3. Familia de protocolos TCP/IP	54
3.4. Términos y conceptos clave	55
3.5. Resumen	
3.6. Material práctico Preguntas de revisión	56
Preguntas con respuesta múltiple	57
Ejercicio	60
Capítulo 4 Señales	
4.1. Analógico y digital	61
Datos analógicos y digitales Señales analógicas y digitales	62
4.2. Señales periódicas y aperiódicas Señales periódicas	63
Señales aperiódicas	
4.3. Señales analógicas Señales analógicas múltiples	64
4.4. Dominios del tiempo y de la frecuencia	70
4.5. Señales compuestas	71
Espectro de frecuencia y ancho de banda	73
4.6. Señales digitales	74
Descomposición de una señal digital	76
4.7. Términos y conceptos clave	
4.8. Resumen	77
4.9. Material práctico Preguntas de revisión	78
Preguntas con respuesta múltiple	79
Ejercicio	81
Capítulo 5 Codificación y modulación	85
5.1. Conversión digital a digital	86
Unipolar	87
Polar	88
Bipolar	91
5.2. Conversión de analógico a digital Modulación por amplitud de pulsos (PAM)	96
Modulación por codificación en pulsos (PCM)	97

Frecuencias de muestreo	98
¿Cuántos bits por muestra?	
Tasa de bits	100
5.3 Conversión de digital a analógico	101
Aspectos de la conversión de digital a analógico	102
Modulación por desplazamiento de amplitud (ASK)	103
Modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK)	106
Modulación por desplazamiento de fase (PSK)	107
Modulación de amplitud en cuadratura (QAM)	111
Comparación bit/baudio	112
5.4. Conversión de analógico a analógico	
Modulación en amplitud (AM)	114
Modulación infrecuencia (FM)	117
Modulación en fase (PM)	
4.7. Términos y conceptos clave	119
4.8. Resumen	120
4.9. Material práctico	
Preguntas de revisión	121
Preguntas con respuesta múltiple	122
Ejercicio	126
Capítulo 6 Trasmisión de datos digitales: interfaces y modems	
6.1. Trasmisión de datos digitales	133
Trasmisión serie	135
6.2. Interfaz DTE-DCE	
Equipo terminal de datos (DTE)	137
Equipo terminal del circuito de datos (DCE)	138
Estándares	
Interfaz EIA-232	139
6.3. Otros estándares de interfaces	
EIA-449	146
EIA-530	
X.21	152
6.4 Modems	153
Tasa de trasmisión	154
Estándares para modems	158
Modems de 56K	
Modems tradicionales	165
Modems de 56K	166
¿Por que solo 56Kbps?	
6.5. Modem de cable	168
Descarga de datos	
Carga de datos	169
6.6. Términos y conceptos clave	
6.7. Resumen	170
6.8. Material práctico	
Preguntas de revisión	171
Preguntas con respuesta múltiple	172
Ejercicio	178
Capítulo 7 Medios de trasmisión de datos	181

7.1. Medios guiados	
Cable de par trenzado	182
Cable coaxial	186
Fibra óptica	187
7.2. Medios no guiados	
Asignación de radio frecuencia	194
Propagación de las ondas de radio	
Microondas terrestres	199
Comunicación vía satélite	200
Telefonía celular	202
7.3. Deterioro de la trasmisión	
Atenuación	205
Distorsión	207
Ruido	
7. 4. Prestaciones	208
Rendimiento	
Velocidad de propagación	
Tiempo de propagación	
7.5. Longitud de onda	209
7.6. Capacidad de Shannon	210
7.7. Comparación de medios	211
7.8. Términos y conceptos clave	212
7.9. Resumen	212
6.8. Material práctico	
Preguntas de revisión	215
Preguntas con respuesta múltiple	216
Ejercicio	221
Capítulo 8 Multiplexación	223
8.1. Muchos a uno/ uno a muchos	224
8.2. Multiplexación por división de frecuencia (FDM)	
8.3. Multiplexación por división de onda (WDM)	227
8.4. Multiplexación por división del tiempo (TDM)	228
Multiplexación inversa	236
8.5. Aplicación de la multiplexación: el sistema telefónico	
Servicios portadores comunes y jerarquías	237
Servicios analógicos	239
Servicios digitales	240
8.6. Línea de abonado digital (DSL)	
ADSL	246
RADSL	
FDSL	248
SDSL	
VDSL	249
8.7. FTTC	
FTTC en la red telefónica	
FTTC en la red de TV por cable	250
8.8. Términos y conceptos clave	
8.9. Resumen	251
8.10. Material práctico	253

Preguntas de revisión	
Preguntas con respuesta múltiple	
Ejercicio	257
Capítulo 9 Detección y coerción de errores	
9.1. Tipos de errores	263
Error de bit	
Error de ráfaga	264
9.2. Detección	
Redundancia	265
9.3. Verificación de redundancia vertical (VRC)	267
9.4. Verificación de redundancia longitudinal (LRC)	268
9.5. Verificación de redundancia cíclica (CRC)	270
Prestaciones	273
9.6. Sumas de comprobación	274
9.7. Corrección de errores	276
Corrección de errores en un único bit	277
Código Hamming	278
Corrección de errores de ráfaga	281
9.8. Términos y concepto clave	
9.9. Resumen	282
9.10. Material práctico	
Preguntas de revisión	283
Preguntas con respuesta múltiple	
Ejercicio	286
Capítulo 10 Control de enlace de datos	289
10.1. Disciplina de línea	
ENQ/ACK	290
Sondeo/selección	291
10.2. Control de flujo	
Parada y espera	295
Ventana deslizante	296
10.3. Control de errores	
Petición de repetición automática (ARQ, Automatic Repeat Request)	300
Ventana deslizante con ARQ	302
10.4. Términos y concepto clave	
10.5. Resumen	309
10.6. Material práctico	
Preguntas de revisión	310
Preguntas con respuesta múltiple	311
Ejercicio	314
Capítulo 11 Protocolo de enlace de datos	
11.1. Protocolos asíncronos	317
XMODEM	
YMODEM	
ZMODEM	319
BLAST	
Kermit	
11.2. Protocolos síncronos	
11.3. Protocolos orientados a carácter	320

Comunicación sincronía binaria (BSC)	
Tramas BSC	321
Transparencia de datos	326
11.4. Protocolos orientados a bit	327
HLDC	328
Tramas	330
Mas sobre tramas	337
Ejemplos	342
11.5. Procedimientos re acceso al enlace	
LAPB	345
LAPD	
LAPM10.4. Términos y concepto clave	346
11.6. Términos y concepto clave	
11.7. Resumen	347
11.8. Material práctico	
Preguntas de revisión	348
Preguntas con respuesta múltiple	349
Ejercicio	351
Capitulo 12 Redes de área local	
12.1. Proyecto 802	355
IEEE 802.1	
LLC	
MAC	357
Unidad de datos del protocolo (PDU)	
12.2. Ethernet	358
Método de acceso: CSMA/CD	359
Direccionamiento	360
Especificadota eléctrica	
Formato de trama	361
Implementación	362
12.3. Otras redes Ethernet	366
Ethernet conmutada	367
Fast Ethernet	368
Gigabit Ethernet	371
12.4. Bus con paso de testigo	
12.5. Red en anillo con paso de testigo	372
Método de acceso: paso de testigo	373
Direccionamiento	
Especificaciones eléctricas	375
Formatos de trama	
Implementación	378
12.6. FDDI	379
Método de acceso: paso de testigo	380
Direccionamiento	
Especificación eléctrica	383
Formatos de trama	
Implementación: nivel dependiente del medio físico (PMD)	386
12.7. Comparación	
12.8. Términos y conceptos clave	388

12.9. Resumen	389
12.10. Material práctico	
Preguntas de revisión	391
Preguntas con respuesta múltiple	
Ejercicio	295
Capítulo 13 Redes de área metropolitana	
13.1. IEEE 802.6 (DQDB)	397
Método de acceso: bus dual	
Colas distribuidas	400
Configuración en anillo	
Funcionamiento: niveles en DQDB	403
Implementación	404
13.2. SMDS	
Arquitectura del SMDS	405
Características	407
13.3. Términos y conceptos clave	
13.4. Resumen	408
13.5. Material práctico	
Preguntas de revisión	409
Preguntas con respuesta múltiple	
Ejercicio	411
Capítulo 14 Conmutación	413
14.1. Conmutación de circuitos	414
Conmutadores por división en el espacio	416
Conmutadores por división en el tiempo	419
Bus TDM	
Combinaciones de conmutación por división en el tiempo y en el espacio	420
Red telefónica conmutada	421
14.2. Conmutación de paquetes	423
Enfoque basado en datagramas	424
Enfoque basado en circuitos virtuales	425
14.3. Conmutación de mensajes	427
14.4. Términos y conceptos clave	
14.5. Resumen	430
14.6. Material práctico	
Preguntas de revisión	431
Preguntas con respuesta múltiple	432
Ejercicio	434
Capítulo 15 Protocolo punto a punto (PPP)	
15.1. Transición de estados	437
15.2. niveles del protocolo PPP	438
Nivel físico	
Nivel de enlace de datos	439
15.3. Protocolo de control de enlace (LCP)	
Paquetes del protocolo LCP	440
Opciones	
15.4. Autenticación	442
PAP	443

CHAP	
15.5. Protocolo de control de red (NCP) IPCP	445
Otros protocolos	446
15.6. Ejemplo	447
15.7. Términos y conceptos clave	
15.8. Resumen	448
14.6. Material práctico Preguntas de revisión Preguntas con respuesta múltiple	449
Ejercicio	451
Capítulo 16 Red digital de servicios integrados (RDSI)	
Servicios portadores	453
16.1. Servicios Teleservicios	
Servicios suplementarios	
16.2. Historia Comunicación de voz sobre analógicas Comunicación de datos y voz a través de redes analógicas	454
Servicios digitales y analógicos a los abonados Red digital integrada (RDI)	455
Red digital de servicios integrados (RDSI)	456
16.3. Acceso del abonado a la RDSI	457
Canales B Canales D Canales H Interfaces de usuario	458
Agrupaciones funcionales	460
Puntos de referencia	
16.4. Niveles de la RDSI	462
Nivel físico	464
Nivel de enlace de datos	470
Nivel de red	471
16.5. RDSI de banda ancha	474
Servicios	475
Especificaciones físicas	
16.6. Futuro de la RDSI	477
16.7. Términos y conceptos clave	
16.8. Resumen	479
16.9. Material práctico Preguntas de revisión Preguntas con respuesta múltiple	480
Ejercicio	481
Capítulo 17 X.25	484
17.1. Niveles de X.25	
Nivel físico	488
Nivel de trama	
Nivel de paquetes	490
Paquete del protocolo PLP	493

17.2. Otros protocolos relacionados con X.25	
Protocolo X.121	498
Protocolo triple X	499
17.3. Términos y conceptos clave	
17.4. Resumen	500
17.5. Material práctico	
Preguntas de revisión	501
Preguntas con respuesta múltiple	
Ejercicio	503
Capítulo 18 Frame Relay (retransmisión de tramas)	
18.1. Introducción	507
Ventajas	
Desventajas	510
Papel de Frame Relay	
18.2. Funcionamiento de Frame Relay	511
Circuitos virtuales	512
DLCI dentro de la red	
Conmutadores	514
18.3. Niveles en Frame Relay	515
Nivel físico	
Nivel de enlace de datos	516
18.4. Control de congestión	517
Elusión de congestión	
Descarte	518
18.5. Algoritmo del cubo con escape	519
18.6. Control de tráfico	
Velocidad de acceso	522
Tamaño de la ráfaga comprometido	
Velocidad de información comprometida	523
Tamaño de ráfaga en exceso	
Velocidad del usuario	524
18.7. Otras características	
Direcciones ampliadas	
Ensamblador/desensamblador en Frame Relay	525
Voz a través de Frame Relay	
Información de gestión local	
18.8. Términos y conceptos clave	526
18.9. Resumen	
17.5. Material práctico	
Preguntas de revisión	527
Preguntas con respuesta múltiple	528
Ejercicio	531
Capítulo 19 ATM	
19.1. Objetivos de diseño	533
Redes de paquetes	
Tráfico de red mixto	534
Redes basadas en celdas	535
TDM asíncrono	536
19.2. Arquitectura de ATM	537

Conexión virtual	
Identificadores	538
Celdas	
Establecimiento y liberaron de la conexión	539
19.3. Conmutación	
Conmutador VP	541
Conmutador VPC	542
19.4. Tipos de conmutadores	
Conmutador de barras cruzadas	543
Conmutador eliminatorio	
Conmutador Banyan	544
Conmutador Batcher-Banyan	545
19.5. Niveles de ATM	
Nivel de adaptación de la aplicación (AAL)	547
Nivel ATM	554
Nivel físico	
19.6. Clases de servicios	556
Calidad de servicio	558
Descriptores de trafico	
19.7. Aplicaciones de ATM	559
WAN con ATM	
LAN con ATM	
LANE	561
19.8. Términos y conceptos clave	562
19.9. Resumen	563
17.5. Material práctico	
Preguntas de revisión	564
Preguntas con respuesta múltiple	565
Ejercicio	569
Capítulo 20 SONET/SDH	573
20.1. Señales de transporte síncronas	574
20.2. Configuración física	
Dispositivos SONET	575
Secciones, línea y caminos	576
20.3. Niveles de SONET	
Nivel fotónico	577
Nivel de sección	
Nivel de línea	
Nivel de camino	578
20.4. Tramas de SONET	
Formato de la trama	579
Sobrecarga de sección	580
Sobrecarga de línea	581
Sobrecarga del camino	582
Cargas tributarias virtuales	583
Tipos de VT	584
20.5. Multiplexación de tramas STS	
Convergencia de ATM a SONET/SDH	585
20.6. Aplicaciones	586

20.7. Términos y conceptos clave	586
20.8. Resumen	587
20.9. Material práctico	
Preguntas de revisión	588
Preguntas con respuesta múltiple	
Ejercicio	590
Capítulo 21 Disponibilidad de red y de interconexión de redes	593
21.1. Repetidores	594
No es un amplificador	596
21.2. Puentes	
Tipos de puentes	598
Puentes conectados a LAN diferente	600
21.3. Encaminadores	
Conceptos de encaminamiento	602
21.4. Pasarelas	604
21.5. Otros dispositivos	605
Encaminadores multiprotocolo	
Puentes/encaminadores	606
Conmutadores	607
Conmutadores de encaminamiento	608
21.6. Algoritmos de encaminamiento	
21.7. Encaminamiento basado en el vector distancia	609
Compartir información	
Tablas de encaminamiento	610
21.8. Encaminamiento basado en el enlace	614
Compartir información	
El algoritmo de Dijkstra	618
21.9. Términos y conceptos clave	621
21.10. Resumen	
21.11. Material práctico	622
Preguntas de revisión	
Preguntas con respuesta múltiple	623
Ejercicio	626
Capítulo 22 Nivel de transporte	629
22.1. Servicios del nivel de transporte	630
Entrega extremo a extremo	
Direccionamiento	631
Entrega fiable	632
Control de flujo	635
Multiplexación	
22.2. Conexión	638
Establecimiento de la conexión	
Terminación de la conexión	639
22.3. El protocolo de transporte del modelo OSI	
Clases de transporte	640
Unidad de datos del protocolo de transporte (TPDU)	
Servicios orientados a conexión y servicios no orientados a conexión	641
22.4. Términos y conceptos clave	643
22.5. Resumen	

22.6. Material práctico	
Preguntas de revisión	644
Preguntas con respuesta múltiple	
Ejercicio	646
Capítulo 23 Niveles superiores del Modelo OSI	
23.1. Nivel de sesión	647
Interacción entre el nivel de sesión y el nivel de transporte	648
Puntos de sincronización	649
Unidad de datos del protocolo de sesión	650
23.2. Nivel de presentación	
Traducción	651
Cifrado/descifrado	652
Autenticación	663
Comprensión de datos	664
23.3. Nivel de aplicación	
Sistema de gestión de mensajes (MHS)	666
Transferencia, acceso y gestión de archivos (FTAM)	667
Terminal virtual (VT)	669
Servicio de directorios (DS)	
Protocolo común de gestión de información (CMIP)	671
22.4. Términos y conceptos clave	673
22.5. Resumen	674
22.6. Material práctico	
Preguntas de revisión	675
Preguntas con respuesta múltiple	676
Ejercicio	679
Capítulo 24 Conjunto de protocolos TCP/IP: parte 1	
24.1. Visión de TCP/IP	681
TCP IP/e Internet	
TCP IP y OSI	
Encapsulado	682
24.2. Nivel de red	
Protocolo IP	683
24.3. Direccionamiento	685
Clases	686
Notación decimal-punto	687
Nodos con más de una dirección	
Una Internet de ejemplo	689
24.4. Subredes	690
Tres niveles de jerarquía	
Enmascaramiento	692
Como encontrar la dirección de una subred	
24.5. Otros protocolos en el nivel de red	
Protocolo de resolución de direcciones (ARP)	695
Protocolo de resolución inversa de direcciones (RARP)	
Protocolo de mensajes de control de Internet (ICMP)	696
Protocolo de mensajes de grupos de Internet (IGMP)	
24.6. Nivel de transporte	697
Protocolo de datagramas de usuario (UDP)	698

Protocolo de control de transmisión (TCP)	699
24.7. Términos y conceptos clave	701
24.8. Resumen	702
24.9. Material práctico	
Preguntas de revisión	703
Preguntas con respuesta múltiple	704
Ejercicio	706
Capítulo 25 Conjunto de protocolos TCP/IP: parte 2, el nivel de aplicación	711
25.1. Modelo cliente-servidor	
Cliente	
Servidor	712
25.2. Protocolo de arranque (BOOTP) y protocolo de configuración dinámica de estación (DHCP)	
BOOTP	
DHCP	713
25.3. Sistemas de nombres de dominio (DNS)	
DNS en Internet	714
25.4. TELNET	717
Terminal virtual de red (NVT)	719
25.5. Protocolo de transferencia de archivos (FTP)	720
25.6. Protocolo trivial de transferencia de archivos (FTP)	
25.7. Protocolo sencillo de transferencia de correo electrónico (SMTP)	721
Agente de usuario (UA)	
Direcciones	723
Agente de transferencia de correo (MTA)	724
Aplicaciones multiusuario de correo electrónico en Internet (/MIME)	725
25.8. Protocolo sencillo de gestión de red (SNMP)	
Concepto	726
SMI	
MIB	
SNMP	728
25.9. Protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP)	729
Transacción http	
Mensajes	730
Mensajes de petición	
Mensajes de respuesta	
Localizador uniforme de recursos (URL)	731
25.10. World Wide Web (WWW)	732
Hipertexto e hipermedia	733
Arquitectura del navegador	734
Documentos estáticos	
HTML	735
Documentos dinámicos	
Interfaz de pasarela común (CGI)	737
Documentos activos	738
Java	739
24.7. Términos y conceptos clave	
24.8. Resumen	740

24.9. Material práctico	
Preguntas de revisión	743
Preguntas con respuesta múltiple	
Ejercicio	748
Apéndice A Código ASCII	749
Apéndice B Sistemas de numeración y transformación	
B.1 Sistemas de numeración	755
Números decimales	
Números binarios	756
Números octales	757
Números hexadecimales	758
B.2 Transformación	759
De otros sistemas al sistema decimal	
Del sistema decimal a otros sistemas	761
De binario a octal o hexadecimal	
De octal a hexadecimal o binario	762
Apéndice C Representación de números binarios	
C. 1 Números sin signo	763
C.2 Números con signo	
Signo-magnitud	764
Complemento a uno	766
Complemento a dos	767
C.3 Mas sobre el complemento a uno	
Encontrar el complemento	768
Suma de dos números	769
Apéndice D análisis de Fourier	771
D.1 Series de Fourier	772
D.2 Transformada de Fourier	774
Apéndice E Equipos hardware para detección de errores	
E.1. Dispositivos electrónicos	775
Puertas XOR	
Puertas NOT	
Registros de desplazamiento	
E.2 Verificación de redundancia vertical (VRC)	776
Generador VRC	
Comprobador VRC	777
E.3 Verificación de redundancia longitudinal (LRC)	
Generador LRC	
Comprobador LRC	778
E.4 Verificación de redundancia cíclica (CRC)	
Generador CRC	
Comprobador CRC	780
Apéndice F. Códigos de Huffman	781
F.1 Árbol de caracteres	782
F.2 Asignación de códigos	785
F.3 Codificación	786
Apéndice G Método de compresión LZW (Lempel-Ziv-Welch)	
Comprensión	787
Diccionario	

Registro	
Algoritmo de comprensión	789
Ejemplo de comprensión	
G.2 Decompresión	
Diccionario	791
Registros	
Algoritmo de descomprensión	
Ejemplo de descomprensión	
Apéndice H Siguiete generación de TCPIP Conjunto de protocolo: IPv6 e ICMPv6	795
H.1 IPV6	
Direcciones en IPV6	796
Formato del paquete IPV6	801
H.2 ICMPv6	807
Apéndice I El árbol de expansión	
I.1 Árbol de expansión y puentes	809
Algoritmo	811
Construcción del árbol de expansión	
Ejemplo	812
I.2 Árbol de expansión y encaminamiento multidestino	814
Glosario	815
Bibliografía	847
Índice	849