

INDICE

Prefacio	XIX
Capítulo 1. Introducción	1
1.1. Crecimiento de la conectividad entre computadoras	1
1.2. Complejidad de los sistema de redes	2
1.3. Dominio de la complejidad	2
1.4. Conceptos y terminología	3
1.5. organización	3
1.6. Resumen	4
Parte I. Transmisión de Datos	
Capítulo 2. Medios de Trasmisión	7
2.1. Introducción	7
2.2. Alambres de cobre	7
2.3. Fibras de vidrio	9
2.4. radio	10
2.5. Microondas	10
2.6. Infrarrojos	12
2.7. Láser	12
2.8. Resumen	12
Capítulo 3. Comunicación Asíncrona Local (RS - 232)	15
3.1. Introducción	15
3.2. Necesidad de la comunicación asíncrona	16
3.3. Uso de corriente eléctrica para la transmisión de bits	16
3.4. Normas de comunicación	17
3.5. Transmisión asíncrona de caracteres con la RS - 232	17
3.6. Razón de baudios, encuadre y errores	19
3.7. Comunicación asíncrona dúplex integral	20
3.8. Limitaciones del hardware real	21
3.9. Ancho de banda del hardware y trasmisión de bits	21
3.10. Resumen	22
Capítulo 4. Comunicación de Larga Distancia (Portadores y Módems)	25
4.1. Introducción	25
4.2. Transmisión de señales a grandes distancias	25
4.3. Hardware de módem para la modulación y la desmodulación	28
4.4. Circuitos seriales arrendados de datos	29
4.5. Módem ópticos, de radio y de marcaje	29
4.6. Frecuencias de portadora y multiplexión	31
4.7. Multiplexión por división de tiempo	33
4.8. Resumen	33
Parte II. Transmisión de Paquetes	
Capítulo 5. Paquetes, Cuadros y Detención de Errores	37
5.1. Introducción	37
5.2. El concepto de paquetes	37
5.3. Paquetes y multiplexión por división de tiempo	39
5.4. Paquetes y cuadros de hardware	40
5.5. Relleno de bytes	41
5.6. Errores de transmisión	43

5.7. Bits de paridad y comprobación de paridad	43
5.8. Probabilidad, matemáticas y detección de errores	44
5.9. Detección de errores con cifras de comprobación	45
5.10. Detección de errores con comprobación de redundancia cíclica	46
5.11. Combinación de bloques de construcción	47
5.12. Formato de cuadro y mecanismos de detección de errores	49
5.13. Resumen	49
Capítulo 6. Tecnología de Lan y Topología de Red	53
6.1. Introducción	37
6.2. Comunicación directa punto a punto	53
6.3. Canales de comunicación compartidos	55
6.4. Importancia de las LAN y localidad de referencia	56
6.5. Topologías de LAN	57
6.6. Ejemplo de red de canal: Ethernet	59
6.7. Detección de portadora en redes multiacceso (CSMA)	60
6.8. Detección de colisiones y retroceso (CSMA/CD)	61
6.9. Otro ejemplo de red de canal: LocalTalk	62
6.10. Ejemplo de red de anillo: Token Ring IBM	63
6.11. Otro ejemplo de red de anillo: FDDI	64
6.12. Ejemplo de red de estrella: ATM	66
6.13. Resumen	67
Capítulo 7. Direccionamiento de Hardware e Identificación de Tipo de Cuadro	71
7.1. Introducción	71
7.2. Especificación de un receptor	72
7.3. Cómo usa la direcciones en hardware de LAN para filtrar los paquetes	72
7.4. Formato de una dirección física	74
7.5. Difusión y dirección de difusión	75
7.6. Identificación del contenido de los paquetes	76
7.7. Cabeceras de cuadro y formato de cuadro	76
7.8. Ejemplo de formato de cuadro	77
7.9. Uso de redes que no tienen cuadros autoidentificables	78
7.10. Analizadores de red, direcciones físicas, tipos de cuadro	80
7.11. Resumen	82
7.12. Asignación de direcciones en Ethernet	83
Capítulo 8. Alambrado, Topología Física y Hardware de Interfaz de las LAN	
8.1. Introducción	85
8.2. Velocidades de las LAN y las computadoras	85
8.3. Hardware de interfaz de red	86
8.4. Conexión entre una NIC y una red	88
8.5. Ethernet de alambre grueso	88
8.6. Multiplexión de conexiones	90
8.7. Ethernet de alambre delgado	91
8.8. Ethernet de par trenzado	92
8.9. Ventajas y desventajas de los esquemas de alambrado	94
8.10. Paradoja de la topología	96
8.11. Tarjetas de interfaz de red y esquemas de alambrado	96

8.12. Esquemas de alambrado y otras tecnologías de red	98
8.13. Resumen	99
Capítulo 9. Extensión de las LAN: Módems de Fibra, Repetidores, Puentes y Conmutadores	101
9.1. Introducción	101
9.2. Limitaciones de distancia y diseño de LAN	101
9.3. Extensiones de fibra óptica	102
9.4. Repetidores	103
9.5. Puentes	106
9.6. Filtrado de cuadros	107
9.7. Arranque y comportamiento de estado estable de las redes en puente	108
9.8. Planeación de una red en puente	108
9.9. Puentes entre edificios	109
9.10. Puentes sobre distancias mayores	110
9.11. Ciclo de puentes	112
9.12. Árbol expandido distribuido	113
9.13. Conmutación	113
9.14. Combinación de conmutadores y concentradores	114
9.15. Puente y conmutación mediante otras tecnologías	115
9.16. Resumen	115
Capítulo 10. Tecnologías WAN y Enrutamiento	119
10.1. Introducción	119
10.2. Redes grandes y de área amplia	119
10.3. Conmutadores de paquetes	120
10.4. Formación de las WAN	121
10.5. Almacenamiento y reenvío	122
10.6. Direccionamiento físico en las WAN	123
10.7. Reenvío por siguiente salto	123
10.8. Independencia de fuente	125
10.9. Relación entre direcciones jerárquicas y enrutamiento	125
10.10. enrutamiento en las WAN	126
10.11. Uso de rutas predeterminadas	128
10.12. Cálculo de la tabla de enrutamiento	129
10.13. Cálculo de la trayectoria más corta en una gráfica	129
10.14. Cálculo distribuido de rutas	132
10.15. Enrutamiento por vector – distancia	132
10.16. Enrutamiento por estado de enlace (SPF)	134
10.17. Ejemplo de tecnologías WAN	134
10.18. Resumen	137
Capítulo 11. Propiedad de las Redes, Paradigmas de Servicio y Desempeño	141
11.1. Introducción	141
11.2. Propiedad de las redes	142
11.3. Paradigma de servicio	143
11.4. Duración y persistencia de las conexiones	144
11.5. Ejemplos de paradigmas de servicio	146
11.6. Direcciones e identificadores de conexión	147
11.7. Características de desempeño de las redes	148

11.8. Resumen	151
Capítulo 12. Protocolos y Capas	155
12.1. Introducción	155
12.2. Necesidades de protocolos	155
12.3. Familias de protocolos	157
12.4. Plan para diseño de protocolos	157
12.5. Las siete capas	157
12.6. Pilas: Software en capas	159
12.7. Funcionamiento del software en capas	160
12.8. Cabeceras múltiples anidadas	161
12.9. Base científica de las capas	161
12.10. Técnicas usadas por los protocolos	162
12.11. El arte del diseño de protocolos	170
12.12. Resumen	171
Parte III. Interconectividad	
Capítulo 13. Interconectividad: Conceptos, Arquitectura y Protocolos	175
13.1. Introducción	175
13.2. Razones de la interconectividad	175
13.3. Concepto de servicio universal	176
13.4. Servicio universal en un mundo heterogéneo	176
13.5. Interconectividad	177
13.6. Conexión física de redes mediante enrutadores	177
13.7. Arquitectura de las interredes	178
13.8. Cómo logara un servicio universal	179
13.9. Red virtual	179
13.10. Protocolos de interconectividad	181
13.11. Importancia de la interconectividad y el TCP/IP	181
13.12. Capas y protocolos TCP/IP	182
13.13. Computadoras host, enrutadores y capas de protocolo	183
13.14. Resumen	184
Capítulo 14. IP: Direcciones de Protocolo de Interred	187
14.1. Introducción	187
14.2. Direcciones de la interred virtual	187
14.3. Esquema de direccionamiento del IP	188
14.4. Jerarquía de direcciones IP	189
14.5. Clases de direcciones IP	189
14.6. Cómputo de la clase de una dirección	191
14.7. Notación decimal con puntos	192
14.8. Clases y notación decimal con puntos	192
14.9. División del espacio de dirección	193
14.10. Autoridad de direcciones	194
10.11. Ejemplo de direccionamiento	194
10.12. Direcciones IP especiales	195
10.13. Resumen de las direcciones IP especiales	197
10.14. Dirección de difusión Berkeley	198
10.15. Enrutadores y principio de direccionamiento del IP	198
14.16. Hosts multibase	199

14.17. Resumen	200
Capítulo 15. Ligas de Direcciones de Protocolo (ARP)	203
15.1. Introducción	203
15.2. Direcciones de protocolo y entrega de paquetes	204
15.3. Resolución de dirección	204
15.4. Técnicas de resolución de dirección	205
15.5. Resolución de dirección con búsqueda en tabla	206
15.6. Resolución de dirección con cálculo de forma cerrada	207
15.7. Resolución de dirección con intercambio de mensajes	208
15.8. Protocolo de resolución de dirección	209
15.9. Entrega de mensajes ARP	210
15.10. Formato de mensajes ARP	211
15.11. Transmisión de un mensaje ARP	212
15.12. Identificación de los cuadros ARP	213
15.13. Manejo en caché de las respuestas ARP	213
15.14. Procesamiento de un mensaje ARP de entrada	213
15.15. Capas, resolución de dirección, direcciones de protocolo	214
15.16. Resumen	215
Capítulo 16. Datagramas IP y Reenvío de Datagramas	219
16.1. Introducción	219
16.2. Servicio sin conexiones	219
16.3. Paquetes virtuales	220
16.4. Datagrama IP	221
16.5. Reenvío de datagramas IP	222
16.6. Direcciones IP y entradas de tabla de enrutamiento	223
16.7. Campo de máscara y reenvío de datagramas	224
16.8. Direcciones destino y de siguiente salto	224
16.9. Entrega de mejor esfuerzo	225
16.10. Formato de cabecera de datagrama IP	226
16.11. Resumen	227
Capítulo 17. Encapsulamiento IP, Fragmentación y Reensamble	229
17.1. Introducción	229
17.2. Transmisión de datagramas y cuadros	229
17.3. Encapsulamiento	230
17.4. Transmisión por una interred	231
17.5. MTU, tamaño y datagrama y encapsulamiento	232
17.6. Reensamble	234
17.7. Identificación del datagrama	234
17.8. Pérdida de fragmentos	235
17.9. Fragmentación de fragmentos	235
17.10. Resumen	236
Capítulo 18. El IP Futuro (IPv6)	239
18.1. Introducción	239
18.2. El éxito de IP	239
18.3. Razones para los cambios	240
18.4. Nombre y número de versión	241
18.5. Características del IPv6	241
18.6. Formato de datagrama IPv6	242

18.7. Formato de la cabecera base IPv6	242
18.8. Manejo de varias cabeceras en el IPv6	244
18.9. Fragmentación, reensamble y MTU de trayectoria	245
19.10. Propósito de la cabeceras múltiples	246
18.11. Direccionamiento IPv6	247
18.12. Notación hexadecimal con dos puntos IPv6	248
18.13. Resumen	248
Capítulo 19. Mecanismo de Reporte de Errores (ICMP)	251
19.1. Introducción	251
19.2. Semántica del mejor esfuerzo y detección de errores	251
19.3. Protocolo de mensajes de control de interred	252
19.4. Transportación de mensajes ICMP	254
19.5. Uso de mensajes ICMP para probar la asequibilidad	255
19.6. Uso del ICMP para trazar rutas	255
19.7. Uso del ICMP para descubrimiento de la MTU de trayectoria	256
19.8. Resumen	257
Capítulo 20. TCP: Servicio de Transportación Confiable	259
20.1. Introducción	259
20.2. Necesidad de transportación confiable	259
20.3. Protocolo de control de transmisión	260
20.4. Servicio ofrecido por el TCP a las aplicaciones	260
20.5. Servicio terminal a terminal y datagramas	261
20.6. Confiabilidad	262
20.7. Pérdida de paquetes y retransmisión	263
20.8. Retransmisión adaptable	264
20.9. Comparación de los tiempos de retransmisión	265
20.10. Búfers, control de flujo y ventanas	265
20.11. Acuerdo de tres vías	267
20.12. Control de congestionamientos	268
20.13. Formato de segmento TCP	268
20.14. Resumen	269
Parte IV. Aplicaciones de Red	
Capítulo 21. Interacción Cliente – Servidor	273
21.1. Introducción	273
21.2. Funcionalidad del software de aplicación	274
21.3. Funcionalidad de las interredes	274
21.4. El establecimiento del contacto	275
21.5. Paradigma cliente – servidor	275
21.6. Características de clientes y servidores	275
21.7. Programas servidores y computadoras clase servidor	276
21.8. Solicitudes, respuestas y dirección de flujo de datos	276
21.9. Protocolo de transportación e interacción cliente – servidor	277
21.10. Servicios múltiples en una computadora	278
21.11. Identificación de los servicios	279
21.12. Varias copias de un servidor para un solo servicio	279
21.13. Creación de servidores dinámicos	280
21.14. Protocolos de transportación y comunicación no ambigua	280
21.15. Transportación orientada a conexión y sin conexiones	281

21.16. Servicios asequible por medio de varios protocolos	282
21.17. Interacciones cliente – servidor complejas	282
21.18. Interacciones y dependencia circulares	283
21.19. Resumen	283
Capítulo 22. Interfaz de Socket	285
22.1. Introducción	285
22.2. Interfaz de programación de aplicaciones	285
22.3. API de socket	286
22.4. Sockets y bibliotecas de sockets	286
22.5. Comunicación de sockets y E/S UNIX	287
22.6. Sockets, descriptores y E/S de red	288
22.7. Parámetros y API de socket	288
22.8. Procedimientos que implantan la API de socket	289
22.9. Lectura y escritura con sockets	295
22.10. Otros procedimientos de socket	295
22.11. Sockets, hilos y herencia	296
Capítulo 23. Ejemplo de Cliente y Servidor	299
23.1. Introducción	299
23.2. Comunicación orientada a conexión	299
23.3. Ejemplo de servicio	300
23.4. Argumentos de línea de comando de los programas de ejemplo	300
23.5. Secuencia de llamas de procedimiento de socket	300
23.6. Código del cliente del ejemplo	302
23.7. Código del servidor del ejemplo	305
23.8. servicio por flujo y varias llamadas recv	307
23.9. Procedimientos de socket y bloqueos	308
23.10. Tamaño del código y reporte de errores	308
23.11. Uso del cliente del ejemplo con otro servicio	309
23.12. Uso de otro cliente para probar el servidor	309
23.13. Resumen	310
Capítulo 24. Nombres con el Sistema de Nombres de Dominio	313
24.1. Introducción	313
24.2. Estructura de los nombres de computadora	314
24.3. Estructura geográfica	315
24.4. Nombres de dominio en las organizaciones	316
24.5. Modelo cliente – servidor del DNS	318
24.6. Jerarquía de servidores DNS	318
24.7. Arquitectura de servidor	320
24.8. Localidad de referencia y servidores múltiples	320
24.9. Enlaces entre servidores	321
24.10. Resolución de los nombres	321
24.11. Optimización del desempeño del DNS	323
24.12. Entradas DNS	323
24.13. Alias con el tipo CNAME	324
24.14. Una consecuencia importantes de los diferentes tipos	324
24.15. Abreviaturas y DNS	325
24.16. Resumen	325
Capítulo 25. Correo Electrónico: Representación y Transferencia	329

25.1. Introducción	329
25.2. Paradigma del correo electrónico	329
25.3. Buzones y direcciones de correo electrónico	330
25.4. Formato de los mensajes de correo electrónico	331
25.5. Copias al carbón	333
25.6. Extensiones multipropósito de correo Internet (MIME)	333
25.7. Correo electrónico y programas de aplicación	335
25.8. Transferencia de correo	335
25.9. Protocolo sencillo de transferencia de correo (SMTP)	336
25.10. Optimización para varios destinatarios en una misma computadora	336
25.11. Expansores, listas y reexpeditores de correo	336
25.12. Puertas de enlace de correo electrónico	337
25.13. Listas de correo automatizadas	338
25.14. Relevadores de correo y direcciones de correo electrónico	339
25.15. Acceso al buzón de correo	340
25.16. Conexiones de marcaje y POP	342
25.17. Resumen	342
Capítulo 26. Transferencia y Acceso Remoto de Archivos	345
26.1. Introducción	345
26.2. Transferencia de datos y cómputos distribuidos	345
26.3. Almacenamiento de resultados intermedios	346
26.4. Transferencia generalizada de archivos	346
26.5. Paradigmas de transferencia interactiva y pos lotes	347
26.6. Protocolo de transferencia de archivos	348
26.7. Modelo general e interfaz de usuario del FTP	348
26.8. Comandos FTP	349
26.9. Conexiones, autorización y permisos de archivos	350
26.10. Acceso anónimo de archivos	351
26.11. Transferencia de archivos en ambas direcciones	351
26.12. Expansión de comodines e los nombres de archivos	352
26.13. Traducción de nombres de archivos	352
26.14. Cambio de directorios y listado de contenido	352
26.15. Tipos de archivos y modos de transferencia	353
26.16. Ejemplo del uso de FTP	354
26.17. Salida de verbose	356
26.18. Interacción cliente – servidor en el FTP	356
26.19. Conexiones de control y de datos	356
26.20. Conexiones de datos y fin de archivos	357
26.21. Protocolo trivial de transferencia de archivos	358
26.22. Sistema de archivos de red	358
26.23 Resumen	359
Capítulo 27. Páginas y Visualización de la World Wide Web	363
27.1. Introducción	363
27.2. Interfaz de visualizador	363
27.3. Hipertexto e hipermedia	364
27.4. Representación de documentos	364
27.5. Formato y representación HTML	365

27.6. Ejemplo de referencias de formato HTML	367
27.7. Cabeceras	367
27.8. Listas	368
27.9. Incrustación de imágenes en una página de Web	368
27.10. Identificación de una página	369
27.11. Vínculos de hipertexto entre documentos	370
27.12. Interacción cliente – servidor	371
27.13. Transportación de documentos de Web y HTTP	372
27.14. Arquitectura de visualizador	372
27.15. Cliente opcionales	373
27.16. Coché en visualizadores de Web	374
27.17. Resumen	375
Capítulo 28. Tecnología CGI para Documentos de Web Dinámicos	379
28.1. Introducción	379
28.2. Tres tipos básicos de documentos de Web	380
28.3. ventajas y desventajas de cada tipo de documento	380
28.4. Implantación de documentos dinámicos	382
28.5. Norma CGI	383
28.6. Salida de un programa	383
28.7. Ejemplo de programa CGI	384
28.8. Parámetros y variables de ambiente	386
28.9. Información y variables de ambiente	386
28.10. Guión CGI con información de estado de largo plazo	387
28.11. Guión CGI con información de estado de corto plazo	389
28.12. Formas e interacción	392
28.13. Resumen	392
Capítulo 29. Tecnología Java para Documentos de Web Activos	395
29.1. Introducción	395
29.2. Forma antigua de actualización continua	396
29.3. Documentos activos y sobrecarga del servidor	397
29.4. Representación y traducción de documentos activos	397
29.5. Tecnología Java	399
29.6. Lenguaje de programación Java	401
29.7. Ambiente de ejecución de Java	401
29.8. Biblioteca Java	402
29.9. Juego de herramientas gráficas	403
29.10. Gráficos Java en una computadora en particular	404
29.11. Intérpretes Java y visualizadores	405
29.12. Compilación de un programa Java	405
29.13. Ejemplo de applet	406
29.14. Llamadas de una applet	408
29.15. Ejemplo de interacción con un visualizador	409
29.16. Manejo de errores y excepciones	411
29.17. Alternativas y variaciones	411
29.18. Resumen	412
Capítulo 30. Administración de Redes (SNMP)	415
30.1. Introducción	415
30.2. Administración de una interred	415

30.3. El peligro de la fallas ocultas	416
30.4. Software de administración de red	417
30.5. Clientes, servidores y agentes	417
30.6. Protocolo sencillo de administración de redes (SNMP	418
30.7. Paradigma de obtención y almacenamiento	418
30.8. La MIB y los nombres de objeto	419
30.9. Diversidad de las variables MIB	420
30.10. Variables MIB correspondientes a arreglos	420
30.11. Resumen	421
Capítulo 31. Seguridad en las Redes	432
31.1. Introducción	423
31.2. Redes seguras y políticas	423
31.3. Aspectos de la seguridad	424
31.4. Responsabilidad y control	425
31.5. Mecanismos de seguridad	425
31.6. Control de acceso y contraseñas	426
31.7. Cifrado e intimidad	426
31.8. Cifrado de clave pública	427
31.9. Validación de identificación con firmas digitales	427
31.10. Filtrado de paquetes	428
31.11. Concepto de Internet Firewall	430
31.12. Resumen	431
Capítulo 32. Inicialización (Configuración)	433
32.1. Introducción	433
32.2. Proceso de arranque	433
32.3. Arranque de software de protocolo	434
32.4. Parámetros de protocolo	434
32.5. Configuración del protocolo	435
32.6. Ejemplos de elementos que necesitan configurarse	435
32.7. Ejemplo de configuración: Utilización de un archivo en disco	436
32.8. Necesidad de automatizar la configuración de protocolo	437
32.9. Métodos de configuración automática de protocolo	437
32.10. La dirección para encontrar una dirección	438
32.11. Secuencia de protocolos usados durante el arranque	439
32.12. Protocolo de arranque (BOOTP)	439
32.13. Asignación automática de direcciones	441
32.14. Protocolo dinámica de direcciones	441
32.15. Optimizaciones del DHCP	442
32.16. Formato de mensaje DHCP	442
32.17. DHCP y nombres de dominio	444
32.18. Resumen	444
Apéndice 1. Glosario de términos y abreviaturas de redes	447
Apéndice 2. Juego de caracteres ASCII	477
Apéndice 3. Empleo del CD – ROM incluido con este libro	479
Bibliografía	485