

# Índice sistemático

Sumario .....	5
Prólogo .....	7
<b>Capítulo 1. Introducción a las redes de ordenadores .....</b>	<b>9</b>
Objetivos del capítulo .....	9
1. Historia de las redes de comunicaciones .....	10
2. Clasificación de las redes de ordenadores .....	11
2.1. Por el medio de transmisión .....	11
2.1.1. Cableadas .....	11
2.1.2. Inalámbricas .....	12
2.1.2.1. Redes radio .....	13
2.1.2.2. Satélite .....	13
2.1.2.3. Wireless LAN (LAN inalámbrica) .....	14
2.1.2.4. Telefonía móvil .....	15
2.2. Redes punto a punto/difusión .....	17
2.2.1. Redes <i>broadcast</i> o de difusión .....	17
2.2.2. Redes punto a punto .....	18
2.3. Redes dedicadas o conmutadas .....	19
2.3.1. Dedicadas .....	19
2.3.2. Conmutadas .....	20
2.3.2.1. Conmutación de circuitos .....	21
2.3.2.2. Conmutación de mensajes .....	22
2.3.2.3. Conmutación de paquetes .....	23
2.4. Por su dimensión .....	28
2.4.1. Redes de área personal (PAN, <i>personal area network</i> ) .....	28
2.4.2. Redes de área local (LAN, <i>local area network</i> ) .....	29
2.4.3. Redes de área metropolitana (MAN, <i>metropolitan area network</i> ) .....	29
2.4.4. Redes de área extensa (WAN, <i>wide area network</i> ) .....	30
3. Proyectos de redes a nivel mundial: proyecto BOINC .....	30
Conceptos básicos .....	33
Actividades de repaso .....	33
Ejercicios voluntarios .....	34
Referencias bibliográficas .....	34

<b>Capítulo 2. Modelo de referencia OSI. Internet. Modelo de referencia TCP/IP .....</b>	<b>35</b>
Objetivos del capítulo .....	35
1. Modelo OSI de ISO .....	36
1.1. Introducción a OSI .....	36
1.2. Estructura .....	36
1.2.1. Comunicación entre extremos (protocolos) .....	37
1.2.2. Comunicación entre capas adyacentes (primitivas y servicios) .....	41
1.3. Niveles y funciones .....	44
1.3.1. Físico .....	44
1.3.2. Enlace .....	45
1.3.3. Red .....	46
1.3.4. Transporte .....	47
1.3.5. Sesión .....	49
1.3.6. Presentación .....	51
1.3.7. Aplicación .....	51
2. Internet .....	52
2.1. Historia .....	52
2.2. Arquitectura .....	52
2.3. Organización administrativa .....	56
2.3.1. ISOC ( <a href="http://www.isoc.org/internet">http://www.isoc.org/internet</a> ) .....	56
2.4. Futuro de internet .....	61
3. Modelo TCP/IP .....	64
3.1. Origen .....	64
3.2. Estructura .....	64
3.2.1. Niveles .....	64
3.2.1.1. Capa física y de enlace .....	65
3.2.1.2. Capa de interred .....	65
3.2.1.3. Capa de transporte .....	65
3.2.1.4. Capa de aplicación .....	66
3.3. Protocolos TCP/IP .....	66
3.4. Comparación OSI-TCP .....	66
Conceptos básicos .....	68
Actividades de repaso .....	68
Ejercicios voluntarios .....	69
Referencias bibliográficas .....	70
<b>Capítulo 3. Técnicas de transmisión .....</b>	<b>71</b>
Objetivos del capítulo .....	71
1. Introducción a las técnicas de transmisión .....	72

2. Técnicas de transmisión .....	72
2.1. Medios guiados .....	72
2.1.1. Cables metálicos .....	73
2.1.2. Par trenzado .....	74
2.1.3. Cable coaxial .....	76
2.1.3.1. Conectores del cable coaxial .....	76
2.1.4. Fibra óptica .....	78
2.1.4.1. Estructura de la fibra óptica .....	79
2.1.4.2. Clasificación de la fibra óptica .....	80
2.1.4.3. Ventanas de funcionamiento .....	83
2.1.4.4. Dispositivos de fibra óptica .....	84
2.1.4.5. Fibra óptica frente al cable .....	85
2.2. Medios inalámbricos .....	86
2.2.1. Transmisión en bandas de frecuencia .....	86
2.2.2. Microondas .....	87
3. Conceptos sobre transmisión de señales .....	90
3.1. Conceptos sobre propagación de señales .....	90
3.1.1. Frecuencia .....	90
3.1.2. Ancho de banda .....	91
3.1.3. Velocidad de modulación .....	92
3.1.4. Velocidad de transmisión .....	92
3.1.5. Conceptos .....	93
3.1.6. Perturbaciones .....	94
3.1.7. Ecuación de atenuación .....	95
3.1.8. Capacidad de un canal .....	96
3.1.8.1. Canales sin ruido. Teorema de Nyquist .....	97
3.1.8.2. Canales con ruido. Teorema de Shannon .....	97
3.2. Modulaciones .....	98
3.2.1. Técnicas de modulación .....	98
3.2.1.1. Amplitud (AM) .....	98
3.2.1.2. Frecuencia (FM) .....	100
3.2.1.3. Modulación en fase (PM) .....	101
3.2.1.4. Modulación en amplitud en cuadratura (QAM, <i>quadrature amplitude modulation</i> ).....	101
3.2.1.5. OFDM ( <i>orthogonal frequency division multiplexing</i> ) o DMT ( <i>discrete multitone modulation</i> ) .....	102
3.2.1.6. DSSS ( <i>direct sequence spread spectrum</i> ) .....	103
3.2.1.7. FHSS ( <i>frequency hopping spread spectrum</i> ) .....	103
Conceptos básicos .....	104
Actividades de repaso .....	104
Referencias bibliográficas .....	104

<b>Capítulo 4. Nivel de enlace .....</b>	<b>107</b>
Objetivos del capítulo .....	107
1. Introducción a la capa de enlace .....	108
2. Funciones de la capa de enlace .....	108
3. Entramado .....	109
4. Control del enlace lógico .....	109
4.1. Protocolos básicos de control del enlace: <i>simplex</i> , parada y espera .....	110
4.1.1. Protocolo <i>simplex</i> sin restricciones .....	110
4.1.2. Protocolo <i>simplex</i> de parada y espera .....	110
4.1.3. Protocolo <i>piggyback</i> .....	111
4.2. Protocolos basados en ventana deslizante: GBN, rechazo selectivo .....	112
5. Control de errores .....	115
5.1. Detección de errores .....	115
5.2. Corrección de errores .....	119
5.2.1. Distancia Hamming .....	120
6. Control de acceso al medio .....	121
6.1. Técnicas de contienda: ALOHA simple, ALOHA ranurado, CSMA/CSMA-CD, análisis de peticiones y retardos .....	121
6.1.1. ALOHA simple .....	121
6.1.2. ALOHA ranurado .....	122
6.1.3. CSMA .....	123
6.1.3.1. CSMA 1 persistente .....	124
6.1.3.2. CSMA no persistente .....	124
6.1.3.3. CSMA p-persistente .....	124
6.1.3.4. CSMA-CD .....	125
6.2. Técnicas de selección: sondeo/selección, Token Ring, Token Bus .....	125
6.2.1. Token Ring .....	126
6.2.2. Token Bus .....	129
6.3. Técnicas de reserva: mapa de bits, cuenta atrás binaria, MACA .....	131
6.3.1. Mapa de bits ( <i>bitmaps</i> ) .....	131
6.3.2. Protocolo de cuenta atrás binaria .....	131
6.3.3. MACA ( <i>multiple access with collision avoidance</i> ) .....	132
7. Protocolo de enlace en redes .....	132
7.1. Familia de protocolos de enlace HDLC .....	132
7.1.1. Características .....	132
7.1.1.1. Configuración del enlace .....	133
7.1.2. Formato trama HDLC .....	133
7.1.3. Descripción de campos .....	134
7.1.3.1. Dirección .....	134

7.1.3.2. Control .....	135
7.1.3.3. Datos .....	136
7.1.3.4. Checksum .....	136
7.1.4. Protocolos de la familia HDLC .....	137
7.2. Nivel de enlace en internet .....	138
7.2.1. SLIP ( <i>serial line IP</i> ) .....	138
7.2.2. PPP ( <i>point to point protocol</i> ) .....	139
7.3. Otros protocolos de enlace .....	141
7.3.1. IEEE 802.3 Ethernet .....	141
7.3.2. IEEE 802.11 Wireless LAN .....	144
Conceptos básicos .....	149
Actividades de repaso .....	149
Ejercicios voluntarios .....	149
Referencias bibliográficas .....	150
<b>Capítulo 5. Nivel de red .....</b>	<b>151</b>
Objetivos del capítulo .....	151
1. Introducción al nivel de red .....	152
2. Protocolo IPv4 .....	152
2.1. Formato del datagrama .....	153
2.2. Direccionamiento .....	155
2.2.1. <i>Subnetting</i> .....	158
2.2.1.1. Subredes .....	158
2.2.2. <i>Supernetting</i> (CIDR) .....	160
2.2.3. NAT .....	162
2.3. Fragmentación .....	170
2.4. Encaminamiento .....	173
2.4.1. Destinos directos e indirectos .....	173
2.4.2. Tabla de encaminamiento IP .....	174
2.4.3. Principio de optimalidad .....	174
2.4.4. Algoritmos de encaminamiento .....	175
2.4.4.1. Grupos de algoritmos de encaminamiento .....	175
2.4.5. Protocolos de encaminamiento .....	178
2.4.5.1. Protocolos de <i>routing</i> interno (IGP) .....	180
2.4.5.2. Protocolos de <i>routing</i> externo (EGP) .....	183
3. Protocolo IPv6 .....	184
3.1. Formato del datagrama .....	185
3.1.1. Cabeceras de extensión .....	186

3.2. Direccionamiento .....	187
3.2.1. Notación de direcciones IPv6 .....	188
3.2.2. IPv6 frente a IPv4 .....	189
4. Protocolos de nivel de red .....	189
4.1. ICMP .....	190
4.2. ARP .....	191
4.3. Resolución inversa de direcciones: RARP, DHCP, BOOTP .....	193
4.3.1. RARP ( <i>reverse address resolution protocol</i> ) .....	193
4.3.2. DHCP ( <i>dynamic host configuration protocol</i> ) .....	193
4.3.3. BOOTP ( <i>bootstrap protocol</i> ) .....	195
Conceptos básicos .....	197
Actividades de repaso .....	197
Ejercicios voluntarios .....	198
Referencias bibliográficas .....	198
<b>Capítulo 6. Nivel de transporte de datos .....</b>	<b>201</b>
Objetivos del capítulo .....	201
1. Introducción al nivel de transporte de datos .....	202
2. Características .....	202
3. Funciones .....	202
3.1. Procedimientos en el nivel de transporte .....	204
3.1.1. Establecimiento de una conexión .....	204
3.1.2. Control de flujo y de <i>buffers</i> .....	205
3.1.3. Multiplexación .....	208
3.1.4. Recuperación de caídas .....	209
3.1.5. Liberación de una conexión .....	209
4. Protocolo de transporte en internet .....	210
4.1. TCP .....	210
4.1.1. Formato del segmento TCP .....	211
4.1.2. Fragmentación en TCP .....	216
4.1.3. Flujo de datos en TCP .....	217
4.1.4. Procedimiento de establecimiento y liberación de conexiones .....	218
4.1.4.1. Procedimiento de establecimiento .....	218
4.1.4.2. Procedimiento de liberación .....	219
4.1.5. Control de congestión en TCP .....	220
4.2. UDP .....	222
4.2.1. Características de UDP .....	222
4.2.2. Formato del datagrama UDP .....	223
4.3. Puertos en el nivel de transporte de TCP/IP .....	224

Conceptos básicos .....	226
Actividades de repaso .....	226
Ejercicios voluntarios .....	226
Referencias bibliográficas .....	227
<b>Capítulo 7. Servicios de nivel de aplicación .....</b>	<b>229</b>
Objetivos del capítulo .....	229
1. Introducción a los servicios de nivel de aplicación .....	230
2. Sistema de nombres de dominio (DNS) .....	230
2.1. El espacio de nombres de dominio jerárquico .....	231
2.2. Gestión de registros en una zona DNS .....	233
2.3. Resolución de una consulta a un servidor DNS .....	234
3. TELNET .....	234
4. FTP .....	237
4.1. Autenticación .....	240
5. SNMP .....	240
5.1. Base de información de gestión (MIB) .....	241
5.1.1. MIB-2 .....	244
5.2. SNMPv2 .....	245
5.3. SNMPv3 .....	246
5.4. RMON .....	246
6. SMTP .....	247
6.1. Relay de correo .....	249
6.2. Recepción de correo electrónico en TCP/IP .....	250
6.3. Formato de mensajes SMTP .....	252
6.4. Extensiones MIME .....	253
7. HTTP .....	254
8. HTML .....	257
Conceptos básicos .....	261
Actividades de repaso .....	261
Ejercicios voluntarios .....	262
Referencias bibliográficas .....	262
<b>Capítulo 8. Redes de área local. Interconexión de redes .....</b>	<b>263</b>
Objetivos del capítulo .....	263
1. Introducción a las redes de área local .....	264
2. Características de las redes de área local .....	265
3. Topología física de una red LAN .....	267
3.1. Topología en estrella .....	267

3.2. Topología en bus .....	268
3.3. Topología en anillo .....	268
3.4. Topología en malla/grafos/red o completa .....	268
3.5. Topología en árbol .....	269
3.6. Topología híbrida .....	269
4. Topología lógica de una red LAN .....	269
4.1. Redes Ethernet .....	269
4.2. Redes Token Ring .....	270
4.3. Redes Token Bus .....	270
5. Componentes de una red local .....	270
6. Dispositivos de interconexión de redes .....	272
6.1. Repetidores .....	272
6.2. Concentradores o <i>hubs</i> (funciones/características/niveles de operación/tipos) .....	272
6.3. Puentes o <i>bridges</i> .....	273
6.4. Conmutadores o <i>switches</i> .....	274
6.5. Enrutadores o <i>routers</i> .....	275
6.6. Pasarelas o <i>gateways</i> .....	275
Conceptos básicos .....	276
Actividades de repaso .....	276
Ejercicios voluntarios .....	277
Referencias bibliográficas .....	277
<b>Capítulo 9. Redes de área extensa .....</b>	<b>279</b>
Objetivos del capítulo .....	279
1. Introducción a las redes de área extensa .....	280
2. Frame Relay .....	282
2.1. Características de Frame Relay .....	282
2.2. Arquitectura Frame Relay .....	283
2.3. Protocolo LAPF .....	284
2.4. Control de congestión y caudal mínimo garantizado .....	285
3. ATM .....	287
3.1. Características de ATM .....	288
3.2. Arquitectura de protocolos .....	289
3.2.1. Nivel físico .....	290
3.2.2. Nivel ATM .....	291
3.2.3. Nivel AAL .....	293
3.2.4. Protocolos superiores .....	295
Conceptos básicos .....	296
Actividades de repaso .....	296
Ejercicios voluntarios .....	297
Referencias bibliográficas .....	297



<b>Capítulo 10. Seguridad en redes .....</b>	<b>299</b>
Objetivos del capítulo .....	299
1. Introducción a la seguridad en redes de comunicaciones .....	300
2. Protocolos de seguridad .....	302
2.1. SSL ( <i>Secure Socket Layer</i> ) .....	302
2.1.1. Fases de SSL .....	304
2.2. IPSec .....	307
2.2.1. Descripción del protocolo IPSec .....	308
2.2.1.1. El protocolo AH .....	309
2.2.1.2. El protocolo ESP .....	309
2.2.2. Modos de transporte y túnel .....	311
3. Cortafuegos .....	312
3.1. Tipos de cortafuegos .....	313
3.1.1. Primera generación. Cortafuegos de filtrado de paquetes .....	313
3.1.2. Segunda generación. Cortafuegos con inspección de estado .....	315
3.1.3. Tercera generación. Cortafuegos a nivel de aplicación .....	315
3.1.3.1. <i>Reverse proxy</i> .....	317
3.1.4. Cuarta generación. Cortafuegos de filtrado dinámico de paquetes .....	317
3.2. Arquitecturas de seguridad basadas en cortafuegos .....	318
3.2.1. Cortafuegos de filtrado de paquetes ( <i>screened router</i> ) .....	318
3.2.2. Nodo con doble interfaz ( <i>dual-homed host</i> ) .....	318
3.2.3. <i>Screened host</i> .....	318
3.2.4. <i>Screened subnet</i> (DMZ) .....	319
4. Redes privadas virtuales .....	319
4.1. Elementos de una conexión VPN .....	320
4.2. Mecanismos de <i>tunneling</i> .....	322
4.3. Tipos de VPN .....	322
4.4. Funcionamiento de una VPN .....	322
Conceptos básicos .....	325
Actividades de repaso .....	325
Ejercicios voluntarios .....	326
Referencias bibliográficas .....	326

