

INDICE

| | |
|------------------------------------------|-----------|
| Prólogo | XXV |
| Parte 1. Introducción | 1 |
| Capítulo 1. Introducción | 3 |
| 1.1. Transmisión de Datos | 3 |
| Componentes | 4 |
| Representación de datos | 5 |
| Vídeo | 5 |
| Flujo de datos | 6 |
| 1.2. Redes | 7 |
| Procesamiento Distribuido | 7 |
| Criterios de redes | 7 |
| Estructuras físicas | 8 |
| Modelos de red | 12 |
| Clases de redes | 12 |
| Interconexión de redes: Interredes | 15 |
| 1.3. Internet | 15 |
| Historia breve | 15 |
| Internet en la actualidad | 17 |
| 1.4. Protocolos y Estándares | 18 |
| Protocolos | 18 |
| Estándares | 19 |
| Organizaciones de estandarización | 19 |
| Estándares en Internet | 20 |
| 1.5. Lecturas Recomendadas | 20 |
| Libros | 20 |
| Sitios Web | 21 |
| RFC | 21 |
| 1.6. Términos y conceptos clave | 21 |
| 1.7. Resumen | 22 |
| 1.8. Material práctico | 22 |
| Preguntas de revisión | 22 |
| Ejercicios | 23 |
| Actividades de investigación | 23 |
| Capítulo 2. Modelos de Redes | 25 |
| 2.1. Tareas, receptor y mensajero | 25 |
| Jerarquía | 26 |
| 2.2. El Modelo OSI | 27 |
| Arquitectura por niveles | 27 |
| Procesos paritarios | 28 |
| Encapsulados | 30 |
| 2.3. Niveles en el Modelo OSI | 30 |
| Nivel físico | 30 |
| Nivel de enlace de datos | 31 |

| | |
|-----------------------------------------------------|----|
| Nivel de red | 32 |
| Nivel de transporte | 34 |
| Nivel de sesión | 36 |
| Nivel de presentación | 36 |
| Nivel de aplicación | 38 |
| Resumen de los niveles | 38 |
| 2.4. Familia de Protocolos TCP/IP | 39 |
| Nivel físico y de enlace de datos | 39 |
| Nivel de red | 40 |
| Nivel de transporte | 41 |
| Nivel de aplicación | 42 |
| 2.5. Direccionamiento | 42 |
| Direcciones físicas | 42 |
| Direcciones lógicas | 44 |
| Direcciones de puertos | 45 |
| Direcciones específicos | 47 |
| 2.6. Lecturas Recomendadas | 47 |
| Libros | 47 |
| Sitios Web | 47 |
| RFC | 47 |
| 2.7. Términos y conceptos clave | 47 |
| 2.8. Resumen | 48 |
| 2.9. Material Práctico | 48 |
| Preguntas de revisión | 48 |
| Ejercicios | 48 |
| Actividades de investigación | 50 |
| Parte 2. Medio y Nivel Físico | 51 |
| Capítulo 3. Datos y Señales | 53 |
| 3.1. Analógicos y digital | 53 |
| Datos analógicos y digitales | 53 |
| Señales analógicas y digitales | 54 |
| Señales periódicos y aperiódicas | 54 |
| 3.2. Señales analógicas Periódicas | 55 |
| Onda seno | 55 |
| Face | 59 |
| Longitud de onda | 60 |
| Dominios del tiempo y la frecuencia | 61 |
| Señales compuestas | 62 |
| Ancho de banda | 65 |
| 3.3. Señales Digitales | 68 |
| Tasa de bits (velocidad) | 69 |
| Intervalo de bits | 70 |
| La señal digital como una señal analógica compuesta | 70 |
| Transmisión de señales digitales | 70 |
| 3.4. Deterioro de la Transmisión | 77 |

| | |
|---------------------------------------------------|-----|
| Atenuación | 77 |
| Distorsión | 80 |
| Ruido | 80 |
| 3.5. Límites de la Velocidad de datos | 82 |
| Canal sin ruido: tasa de bits de Nyquist | 82 |
| Canal con ruido: Capacidad de Shannon | 83 |
| Usando ambos límites | 85 |
| 3.6. Prestaciones | 85 |
| Ancho de banda | 85 |
| Rendimiento (Throughput) | 86 |
| Latencia (Retraso) | 87 |
| Producto ancho de banda – retraso | 89 |
| Retraso variable (Jitter) | 90 |
| 3.7. Lecturas Recomendadas | 91 |
| Libros | 91 |
| 3.8. Términos y conceptos clave | 91 |
| 3.9. Resumen | 91 |
| 3.10. Material práctico | 92 |
| Preguntas de revisión | 92 |
| Ejercicios | 93 |
| Capítulo 4. Transmisión Digital | 94 |
| 4.1. Conversión Digital a Digital | 97 |
| Codificación de línea | 97 |
| Esquemas de codificación de línea | 102 |
| Codificación de bloques | 110 |
| Aleatorización | 114 |
| 4.2. Conversión de analógico a digital | 116 |
| Modulación por codificación de pulsos (PCM) | 116 |
| Modulación delta (DM) | 125 |
| 4.3. Modos de Transmisión | 127 |
| Transmisión paralela | 127 |
| Transmisión serie | 127 |
| 4.4. Lecturas Recomendadas | 130 |
| Libros | 131 |
| 4.5. Términos y conceptos clave | 131 |
| 4.6. Resumen | 131 |
| 4.7. Material Práctico | 132 |
| Preguntas de revisión | 132 |
| Ejercicios | 132 |
| Capítulo 5. Transmisión Analógica | 135 |
| 5.1. Conversión de Digital a Analógico | 135 |
| Aspectos de la conversión de digital a analógico | 136 |
| Modulación por desplazamiento de amplitud (ASK) | 137 |
| Modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK) | 140 |
| Modulación por desplazamiento de fase (PSK) | 142 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Modulación de amplitud en cuadratura (QAM) | 145 |
| 5.2. Conversión de Analógico a Analógico | 146 |
| Modulación en amplitud (AM) | 146 |
| Modulación en frecuencia (FM) | 148 |
| Modulación en fase (PM) | 150 |
| 5.3. Lecturas Recomendadas | 150 |
| Libros | 150 |
| 5.4. Términos y conceptos clave | 150 |
| 5.5. Resumen | 150 |
| 5.6. Material práctico | 151 |
| Preguntas de revisión | 151 |
| Ejercicios | 152 |
| Capítulo 6. Utilizando del Ancho de Banda: Multiplexación y Ensanchado | 155 |
| 6.1. Multiplexación | 155 |
| Multiplexación por división de frecuencia | 156 |
| Multiplexación por división de longitud de onda (WDM) | 161 |
| Multiplexación síncrona por división del tiempo | 162 |
| Multiplexación estadística por división del tiempo | 173 |
| 6.2. Espectro Ensanchado | 174 |
| Espectro ensanchado por salto de frecuencia (FHSS) | 175 |
| Espectro ensanchado por secuencias directa | 178 |
| 6.3. Lecturas recomendadas | 179 |
| Libros | 179 |
| 6.4. Términos y conceptos clave | 179 |
| 6.5. Resumen | 180 |
| 6.6. Material Practico | 180 |
| Preguntas de revisión | 180 |
| Ejercicios | 181 |
| Capítulo 7. Medio de Transmisión | 185 |
| 7.1. Medios Guiados | 186 |
| Cable de par trenzado | 186 |
| Cable coaxial | 189 |
| Fibra óptica | 192 |
| 7.2. Medios no Guiados | 197 |
| Ondas de radio | 199 |
| Microondas | 200 |
| Infrarrojos | 201 |
| 7.3. Lecturas Recomendadas | 202 |
| Libros | 202 |
| 7.4. Términos y conceptos | 202 |
| 7.5. Resumen | 202 |
| 7.6. Material Práctico | 203 |
| Preguntas de revisión | 203 |
| Ejercicios | 203 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Capítulo 8. Conmutación | 207 |
| 8.1. Conmutación de Circuitos | 208 |
| Tres fases | 210 |
| Eficiencia | 211 |
| Retardo | 211 |
| Tecnología de conmutación de circuitos en redes telefónicas | 212 |
| 8.2. Redes de Datagramas | 212 |
| Tabla de encaminamiento | 213 |
| Eficiencia | 214 |
| Retardo | 214 |
| Redes de datagramas en Internet | 215 |
| 8.3. Redes de Circuitos Virtuales | 215 |
| Direccionamiento | 216 |
| Tres fases | 216 |
| Eficiencia | 220 |
| Retardo en redes de circuitos virtuales | 220 |
| Tecnología de conmutación de circuitos en WAN | 221 |
| 8.4. Estructura de un Conmutador | 221 |
| Estructura de los conmutadores de circuitos | 221 |
| Conmutación por división del espacio | 221 |
| Estructura de los conmutadores de paquetes | 228 |
| 8.5. Lecturas recomendadas | 229 |
| Libros | 229 |
| 8.6. Términos y conceptos clave | 229 |
| 8.7. Resumen | 230 |
| 8.8. Material practico | 230 |
| Preguntas de revisión | 230 |
| Ejercicios | 231 |
| Capítulo 9. Uso de Redes Telefónicas y por Cable para la Transmisión de Datos | 235 |
| 9.1. Red telefónica | 235 |
| Componentes principales | 235 |
| LATA | 236 |
| Señalización | 238 |
| Servicios proporcionados por las redes telefónicas | 241 |
| 9.2. Módems de Marcado | 242 |
| Estándares de módem | 243 |
| 9.3. Línea de abonado digital | 245 |
| ADSL | 245 |
| ADSL ligero (ADSL Lite) | 248 |
| HDSL | 249 |
| SDSL | 249 |
| VDSL | 249 |
| Resumen | 249 |
| 9.4. Redes de TV por cable | 249 |

| | |
|------------------------------------------------------------|-----|
| Redes por cable tradicionales | 250 |
| Red híbrida fibra – coaxial (HFC) | 250 |
| 9.5. La TV por cable para transmitir datos | 251 |
| Ancho de banda | 251 |
| Compartición | 252 |
| CM y CMTS | 253 |
| Esquemas de transmisión de datos: DOCSIS | 254 |
| 9.6. Lectura recomendadas | 254 |
| Libros | 255 |
| 9.7. Términos y conceptos clave | 255 |
| 9.8. Resumen | 256 |
| 9.9. Material práctico | 256 |
| Preguntas de revisión | 256 |
| Ejercicios | 257 |
| Parte 3. Nivel de Enlace | 259 |
| Capítulo 10. Detección y Corrección de Errores | 261 |
| 10.1. Introducción | 261 |
| Tipos de errores | 261 |
| Redundancia | 263 |
| Detección frente a corrección | 263 |
| Corrección de errores hacia delante frente a retransmisión | 263 |
| 10.2. Codificación de Bloques | 263 |
| Detección de errores | 264 |
| Corrección de errores | 165 |
| Distancia Hamming | 267 |
| Mínima distancia Hamming | 267 |
| 10.3. Códigos de Bloques Lineales | 268 |
| Mínima distancia para códigos de bloques lineales | 268 |
| 10.4. Códigos Cíclicos | 273 |
| Comprobación de redundancia cíclica | 273 |
| Polinomios | 274 |
| 10.5. Sumas de Comprobación | 277 |
| Idea | 277 |
| Complemento a uno | 277 |
| Suma de comprobación en Internet | 278 |
| 10.6. Lecturas Recomendadas | 279 |
| Libros | 279 |
| RFCs | 279 |
| 10.7. Términos y conceptos clave | 279 |
| 10.8. Resumen | 279 |
| 10.9. Material Práctico | 280 |
| Preguntas de revisión | 280 |
| Ejercicios | 281 |
| Capítulo 11. Control de Enlace de Datos | 283 |
| 11.1. Creación de Tramas | 283 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tramas de tamaño fijo | 284 |
| Tramas de tamaño variable | 294 |
| 11.2. Control de Flujo y Error | 286 |
| Control de flujo | 287 |
| Control de error | 287 |
| 11.3. Protocolos | 287 |
| 11.4. Canales sin ruido | 288 |
| Protocolo simplest | 288 |
| Protocolo con parada y espera | 290 |
| 11.5. Canales con Ruido | 293 |
| Petición de respuesta automática con parada y espera | 293 |
| Petición de respuesta automática con vuelta atrás N | 299 |
| Petición de respuesta automática con repetición selectiva | 308 |
| Piggybacking | 314 |
| 11.6. HDLC | 315 |
| Configuración y modos de comunicación | 315 |
| Tramas | 316 |
| Campos de control | 318 |
| 11.7. Protocolo Punto a Punto | 321 |
| Tramado | 323 |
| Transición de fases | 324 |
| Multiplexación | 324 |
| PPP multienlace | 330 |
| 11.8. Lecturas Recomendadas | 332 |
| Libros | 332 |
| 11.9. Términos y conceptos clave | 332 |
| 11.10. Resumen | 332 |
| 11.11. Material Práctico | 333 |
| Preguntas de revisión | 333 |
| Ejercicios | 334 |
| Capítulo 12. Acceso Múltiple | 337 |
| 12.1. Acceso aleatorio | 338 |
| ALOHA | 339 |
| Acceso múltiple por detección de portadora (CSMA) | 344 |
| Acceso múltiple por detección de portadora y detección de colisiones (CSMA/CD) | 347 |
| Acceso múltiple por detección de portadora y evitación de colisiones (CSMA/CD) | 351 |
| 12.2. Acceso Controlado | 352 |
| Reserva | 352 |
| Muestreo | 353 |
| Paso de testigo | 355 |
| 12.3. Canalización | 356 |
| Acceso múltiple por división de la frecuencia (FDMA) | 356 |
| Acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA) | 357 |

| | |
|------------------------------------------------|-----|
| Acceso múltiple por división de códigos (CDMA) | 358 |
| 12.4. Lectura Recomendadas | 364 |
| Libros | 364 |
| 12.5. Términos y conceptos clave | 364 |
| 12.6. Resumen | 365 |
| 12.7. Material Práctico | 366 |
| Preguntas de revisión | 366 |
| Ejercicios | 366 |
| Actividades de investigación | 367 |
| Capítulo 13. LAN Cableadas: Ethernet | 369 |
| 13.1. Estándares del IEEE | 369 |
| Nivel de enlace | 369 |
| Nivel físico | 376 |
| 13.2. Estándares en el Estándar | 379 |
| Subnivel MAC | 371 |
| Nivel físico | 376 |
| 13.3. Cambios en el Estándar | 379 |
| Ethernet con puentes | 379 |
| Ethernet conmutada | 381 |
| Ethernet full – dúplex | 381 |
| 13.4. FAST ETHERNET | 382 |
| Subnivel MAC | 383 |
| Nivel físico | 383 |
| 13.5. ETHERNET GIGABIT | 385 |
| Subnivel MAC | 386 |
| Nivel físico | 387 |
| Ethernet de 10 gigabits | 389 |
| 13.6. Lecturas recomendadas | 390 |
| Libros | 390 |
| 13.7. Términos y conceptos clave | 390 |
| 13.8. Resumen | 391 |
| 13.9. Material práctico | 392 |
| Preguntas de revisión | 392 |
| Ejercicios | 392 |
| Capítulo 14. LAN Inalámbrica | 393 |
| 14.1. IEEE. 802.11 | 393 |
| Arquitectura | 393 |
| Subnivel MAC | 395 |
| Mecanismo de direccionamiento | 400 |
| Nivel físico | 404 |
| 14.2. BLUETOOTH | 406 |
| Arquitectura | 407 |
| Niveles de bluetooth | 408 |
| Nivel de radio | 408 |
| Nivel de banda base | 409 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| L2CAP | 412 |
| Otros niveles superiores | 413 |
| 14.3. Lecturas recomendadas | 413 |
| Libros | 413 |
| 14.4. Términos y conceptos clave | 413 |
| 14.5. Resumen | 414 |
| 14.6. Material práctico | 414 |
| Preguntas de revisión | 414 |
| Ejercicios | 415 |
| Capítulo 15. Conexión de LAN, Redes Troncales y LAN virtuales | 417 |
| 15.1. Dispositivos de Conexión | 417 |
| Concentradores pasivos | 418 |
| Repetidores | 418 |
| Concentrados activos | 419 |
| Puentes | 419 |
| Conmutadores de dos niveles | 426 |
| Enrutadores | 426 |
| Conmutadores de tres niveles | 426 |
| Pasarela | 427 |
| 15.2. Redes troncales | 427 |
| Troncal tipo bus | 427 |
| Troncal en estrella | 428 |
| Conexión de LAN remotas | 429 |
| 15.3. LAN VITUALES | 430 |
| Pertenencia | 432 |
| Configuración | 433 |
| Comunicaciones entre conmutadores | 433 |
| Estándar del IEEE | 434 |
| Ventajas | 434 |
| 15.4. Lecturas Recomendadas | 434 |
| Libros | 434 |
| Sitios | 434 |
| 15.5. Términos y conceptos clave | 435 |
| 15.6. Resumen | 435 |
| 15.7. Material Práctico | 435 |
| Preguntas de revisión | 435 |
| Ejercicios | 436 |
| Capítulo 16. WAN Inalámbricas: Telefonía Móvil y Redes por Satélites | 437 |
| 16.1. Telefonía Móvil | 437 |
| Principio de reutilización de frecuencias | 437 |
| Transmisión | 438 |
| Recepción | 439 |
| Itinerancia | 439 |
| Primera generación | 439 |
| Segunda generación | 440 |

| | |
|-----------------------------------------|-----|
| Tercera generación | 447 |
| 16.2. Redes por Satélite | 448 |
| Órbitas | 448 |
| Cobertura | 449 |
| Tres categorías de satélites | 450 |
| Satélites GEO | 451 |
| Satélites MEO | 451 |
| Satélites LEO | 454 |
| 16.3. Lecturas Recomendadas | 456 |
| Libros | 457 |
| 16.4. Términos y conceptos clave | 456 |
| Libros | 457 |
| 16.4. Términos y conceptos clave | 457 |
| 16.5. Resumen | 457 |
| 16.6. Material Práctico | 458 |
| Preguntas de revisión | 458 |
| Ejercicios | 458 |
| Capítulo 17. SONET/SDH | 459 |
| 17.1. Arquitectura | 459 |
| Señales | 459 |
| Dispositivos SONET | 460 |
| Conexiones | 461 |
| 17.2. Niveles SONET | 462 |
| Nivel de ruta | 462 |
| Nivel de línea | 462 |
| Nivel de sección | 463 |
| Nivel fotónico | 463 |
| Relaciones entre niveles y dispositivos | 463 |
| 17.3. Tramas SONET | 463 |
| Transmisión de trama, byte y bit | 464 |
| Formato de trama STS -1 | 465 |
| Resumen de cabeceras | 469 |
| Encapsulado | 470 |
| 17.4. Multiplexación STS | 471 |
| Entrelazado de byte | 471 |
| Señal concatenada | 473 |
| Multiplexados de inserción/ extracción | 474 |
| 17.5. Redes SONET | 474 |
| Redes lineales | 474 |
| Redes en anillo | 477 |
| Redes en malla | 478 |
| 17.6. Tributarios virtuales | 480 |
| Tipos de VT | 480 |
| 17.7. Lectura recomendadas | 481 |
| Libros | 481 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 17.8. Términos y conceptos clave | 481 |
| 17.9. Resumen | 482 |
| 17.10. Material práctico | 482 |
| Preguntas y revisión | 482 |
| Ejercicios | 483 |
| Capítulo 18. Redes de Circuitos Virtuales: Frame Relay y ATM | 485 |
| 18.1. Frame RELAY | 485 |
| Arquitectura | 486 |
| Niveles en Frame Relay | 487 |
| Dirección extendida | 489 |
| Ensamblador/ desensamblador en Frame Relay | 489 |
| Voz sobre Frame Relay | 490 |
| Información de gestión local | 490 |
| Control de congestión y calidad de servicio | 490 |
| 18.2. ATM | 490 |
| Objetivos de diseño | 490 |
| Problemas | 491 |
| Arquitectura de ATM | 493 |
| Conmutación | 496 |
| Niveles de ATM | 497 |
| Control de congestión y calidad de servicio | 503 |
| 18.3. LAN CON ATM | 503 |
| Arquitectura de una LAN ATM | 503 |
| Emulación de red de área local (LANE) | 505 |
| Modelo cliente / servidor | 506 |
| Arquitectura mixta con cliente /servidor | 507 |
| 18.4. Lecturas recomendadas | 507 |
| Libros | 507 |
| 18.5. Términos y conceptos clave | 508 |
| 18.6. Resumen | 509 |
| 18.7. Material Práctico | 510 |
| Preguntas de revisión | 510 |
| Ejercicios | 510 |
| Actividades de investigación | 511 |
| Parte 4. Nivel de red | 513 |
| Capítulo 19. Nivel de Red: Direccionamiento Lógico | 515 |
| 19.1. Direcciones IPv4 | 515 |
| Espacio de direcciones | 516 |
| Notaciones | 516 |
| Direccionamiento con clases | 518 |
| Direccionamiento sin clases | 521 |
| Traducción de dirección de red (Network Address Translation, NAT) | 529 |
| 19.2. Direcciones IPv6 | 533 |
| Estructura | 533 |
| Espacio de direcciones | 534 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 19.3. Lecturas Recomendadas | 538 |
| Libros | 538 |
| Sitios | 538 |
| RFC | 538 |
| 19.4. Términos y conceptos clave | 539 |
| 19.5. Resumen | 539 |
| 19.6. Material práctico | 540 |
| Preguntas de revisión | 540 |
| Ejercicios | 540 |
| Actividades de investigación | 542 |
| Capítulo 20. Nivel de Red: Protocolo de Internet | 543 |
| 20.1. Interconexión entre Redes | 543 |
| Necesidades del nivel de red | 543 |
| Internet como una red de datagramas | 545 |
| Internet como red no orientada a conexión | 546 |
| 20.2. IPv4 | 546 |
| Datagrama | 547 |
| Fragmentación | 553 |
| Suma de comprobación | 557 |
| Opciones | 558 |
| 20.3. IPv6 | 560 |
| Ventajas | 560 |
| Formato del paquete | 561 |
| Cabeceras de ampliación | 565 |
| 20.4. Transición de IPv4 E IPv6 | 566 |
| Pila dual | 567 |
| Túneles | 567 |
| Traducción de cabeceras | 568 |
| 20.5. Lecturas Recomendadas | 569 |
| Libros | 569 |
| Sitios | 569 |
| RFC | 569 |
| 20.6. Términos y conceptos clave | 570 |
| 20.7. Resumen | 570 |
| 20.8. Material práctico | 571 |
| Preguntas de revisión | 571 |
| Ejercicios | 571 |
| Actividades de investigación | 572 |
| Capítulo 21. Nivel de Red: Asociación de Direcciones, Informes de Error y Multicast | 573 |
| 21.1. Asociación de Direcciones | 573 |
| Asociación de direcciones lógicas a físicas: ARP | 574 |
| Asociación de direcciones físicas: RARP, BOOTP y DHCP | 578 |
| 21.2. ICMP | 581 |
| Tipos de mensajes | 581 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| Formatos de mensaje | 581 |
| Informes de error | 582 |
| Consulta | 585 |
| Herramientas de depuración | 586 |
| 21.3. IGMP | 589 |
| Gestión de grupos | 590 |
| Mensajes IGMP | 590 |
| Formato de mensaje | 590 |
| Funcionamiento de IGMP | 591 |
| Utilidad Netstat | 593 |
| 21.4. ICMPv6 | 593 |
| Informe de errores | 594 |
| Consulta | 594 |
| 21.5. Lecturas recomendadas | 595 |
| Libros | 595 |
| Sitios | 595 |
| 21.6. Términos y Conceptos Clave | 595 |
| 21.7. Resumen | 596 |
| 21.8. Material Práctico | 597 |
| Preguntas de revisión | 597 |
| Ejercicios | 597 |
| Actividades de investigación | 597 |
| Capítulo 22. Nivel de Red: Entrega, Reenvío y Encaminamiento | 599 |
| 22.1. Entrega | 599 |
| Entrega directa frente a indirecta | 599 |
| 22.2. Reenvío | 600 |
| Técnicas de reenvío | 600 |
| Proceso de reenvío | 600 |
| Proceso de reenvío | 602 |
| Tabla de encaminamiento | 607 |
| 22.3. Protocolos de Encaminamiento Unidestino | 610 |
| Optimización | 610 |
| Encaminamiento interdominio e intradominio | 611 |
| Encaminamiento interdominio e intradominio | 611 |
| Encaminamiento basado en el estado del enlace | 618 |
| Encaminamiento basado en el vector camino | 626 |
| 22.4. Protocolos de Encaminamiento Multienvío | 630 |
| Comunicación unidestino, multienvío y difusión | 630 |
| Aplicaciones | 633 |
| Encaminamiento multienvío | 634 |
| Protocolos de encaminamiento | 636 |
| 22.5. Lecturas Recomendadas | 645 |
| Libros | 646 |
| Sitios | 646 |
| RFC | 646 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 22.6. Términos y Conceptos clave | 646 |
| 22.7. Resumen | 647 |
| 22.8. Material Práctico | 648 |
| Preguntas de revisión | 648 |
| Ejercicios | 649 |
| Actividades de investigación | 650 |
| Parte 5. Nivel de Transporte | 651 |
| Capítulo 23. Comunicación Proceso a Proceso. UDP, TCP y SCTP | 653 |
| 23.1. Comunicación Proceso a Proceso | 653 |
| Paradigma cliente/servidor | 654 |
| Multiplexación y demultiplexación | 656 |
| Servicio sin conexión frente a servicio orientado a conexión | 657 |
| Tres protocolos | 658 |
| 23.2. Protocolo de Datagrama de Usuario (UDP) | 658 |
| Puertos bien conocidos en UDP | 659 |
| Datagramas de usuarios | 660 |
| Funcionamiento de UDP | 661 |
| Uso de UDP | 663 |
| 23.3. Protocolo de Control de Transmisión (TCP) | 663 |
| Servicios TCP | 667 |
| Características de TCP | 667 |
| Segmento | 669 |
| Una conexión TCP | 671 |
| Control de error | 678 |
| Control de congestión | 683 |
| 23.4. Protocolo de Control de Transmisión de Flujo (SCTP) | 683 |
| Servicios SCTP | 683 |
| Características de SCTP | 685 |
| Una asociación SCTP | 687 |
| Control de flujo | 690 |
| Control de error | 692 |
| 23.5. Lecturas Recomendadas | 694 |
| Libros | 694 |
| Sitios | 694 |
| 23.6. Términos y Conceptos Clave | 694 |
| 23.7. Resumen | 695 |
| 23.8. Material práctico | 696 |
| Preguntas de revisión | 696 |
| Ejercicios | 696 |
| Actividades de investigación | 698 |
| Capítulo 24. Control de Congestión y Calidad de Servicio | 699 |
| 24.1. Tráfico de Datos | 699 |
| Descriptores de tráfico | 699 |
| Perfiles de tráfico | 700 |
| 24.2. Congestión | 701 |

| | |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| Prestaciones de una red | 702 |
| 24.3. Control de Congestión | 703 |
| Control de congestión de bucle abierto | 704 |
| Control de congestión de bucle cerrado | 704 |
| 24.4. Dos ejemplos | 706 |
| Control de congestión en TCP | 706 |
| Control de congestión en Frame Relay | 710 |
| 24.5. Calidad de Servicio | 712 |
| Características de un flujo | 713 |
| Clases de flujos | 714 |
| 24.6. Técnicas para Mejorar la Calidad de Servicio | 714 |
| Planificación | 714 |
| Ajuste de tráfico | 715 |
| Reserva de recursos | 718 |
| Control de admisión | 718 |
| 24.7. Servicios Integrados | 718 |
| Señalización | 719 |
| Especificación del flujo | 719 |
| Admisión | 719 |
| Clases de servicios | 719 |
| RVSP | 720 |
| Problemas con los servicios integrados | 722 |
| 24.8. Servicios Diferenciados | 723 |
| Campo DS | 723 |
| 24.9. QoS en redes conmutadas | 724 |
| QoS en frame Relay | 725 |
| QoS en ATM | 726 |
| 24.10. Lecturas Recomendadas | 728 |
| Libros | 728 |
| 24.11. Términos y conceptos clave | 729 |
| 24.12. Resumen | 729 |
| 24.15. Material práctico | 730 |
| Preguntas de revisión | 730 |
| Ejercicios | 730 |
| Parte 6. Nivel de Aplicación y Seguridad de la Red | 733 |
| Capítulo 25. Nivel de Aplicación | 735 |
| 25.1. Sistema de Nombres de Dominio (DNS) | 735 |
| 25.2. Espacio de Nombres de Dominio | 735 |
| Etiqueta | 736 |
| Nombres de dominio | 736 |
| Dominio | 737 |
| Servidores de nombres | 738 |
| 25.3. DNS en Internet | 738 |
| Dominios genéricos | 739 |
| Dominio de países | 739 |

| | |
|----------------------------------------------------------|-----|
| Dominio inverso | 739 |
| 25.4. Resolución | 741 |
| Revolvedor | 741 |
| Traducción de nombres a direcciones | 742 |
| Traducción de direcciones a nombres | 742 |
| Resolución recursiva | 742 |
| Resolución iterativa | 743 |
| Empleo de caché | 743 |
| Sistema de nombres de dominio dinámico (DDNS) | 744 |
| 25.5. Telnet | 744 |
| 25.6. Correo electrónico | 476 |
| Arquitectura | 746 |
| Agente de usuario | 747 |
| 25.7. El Agente de Transferencia de Mensajes SMTP | 749 |
| Agente de acceso a mensajes: POP e IMAP | 750 |
| Correo de transferencia de archivos (FTP) | 752 |
| 25.9. WWW y HTTP | 753 |
| Arquitectura | 753 |
| Cliente (navegador) | 754 |
| Documentos Web | 756 |
| HTTP | 761 |
| 25.10. Gestión de la Red (SNM) | 764 |
| Protocolo sencillo de gestión de red (SNMP) | 764 |
| Concepto | 764 |
| Componentes de la gestión | 765 |
| SNMP | 767 |
| 25.11. Multimedia | 768 |
| Streaming de audio y vídeo almacenado | 769 |
| Streaming de audio o vídeo en directo | 772 |
| Audio y vídeo interactivo en tiempo real | 772 |
| RTP | 776 |
| RTCP | 778 |
| Voz sobre IP | 779 |
| 25.12. Lecturas recomendadas | 783 |
| Libros | 783 |
| 25.13. Conceptos y términos clave | 784 |
| 25.14. Resumen | 785 |
| 21.15. Material práctico | 787 |
| Preguntas de revisión | 787 |
| Ejercicios | 788 |
| Actividades de investigación | 789 |
| Capítulo 26. Seguridad en la Red | 791 |
| 26.1. Introducción | 791 |
| Definiciones | 791 |
| Dos categorías de cifradores | 792 |

| | |
|------------------------------------------------|-----|
| Servicios de seguridad | 793 |
| Protocolo de seguridad en Internet | 794 |
| 26.2. Criptografía con Clave Simétrica | 795 |
| Cifradores tradicionales | 795 |
| Cifradores modernos simples | 797 |
| Cifradores modernos iterativos | 799 |
| 26.3. Criptografía con Clave Asimétrica | 803 |
| RSA | 803 |
| Diffie – Hellman | 805 |
| 26.4. Servicios de Seguridad | 806 |
| Confidencialidad del mensaje | 807 |
| Integridad del mensaje | 808 |
| Autenticación del mensaje | 809 |
| No repudio del mensaje: firma digital | 811 |
| Autenticación de entidad o identificación | 815 |
| 26.5. Gestión de Claves | 819 |
| Distribución de claves simétricas | 819 |
| Distribución de clave pública | 821 |
| 26.6. Seguridad IP (IPSEC) | 825 |
| Dos modos | 825 |
| Dos protocolos de seguridad | 823 |
| Asociación de seguridad | 829 |
| Intercambio de claves en internet (IKE) | 830 |
| Red privada virtual | 831 |
| 26.7. SSL/TLS | 334 |
| Servicios SSL | 834 |
| Parámetros de seguridad | 835 |
| Cuatro protocolos | 836 |
| Seguridad en el nivel de transporte (TLS) | 838 |
| 26.8. Cortafuegos | 838 |
| Cortafuegos de filtrado de paquetes | 838 |
| Cortafuegos basados en proxy | 839 |
| 26.9. Lectura Recomendadas | 840 |
| Libros | 840 |
| 26.10. Términos y conceptos clave | 840 |
| 26.11. Resumen | 841 |
| 26.12. Material Práctico | 843 |
| Preguntas de revisión | 843 |
| Ejercicios | 844 |
| Referencias | 845 |
| Índice | 849 |