

INDICE

| | |
|--|-----------|
| Prólogo | XIX |
| Parte I. Introducción de las Redes Telefónicas y de Datos | |
| 1. Introducción | 3 |
| 1.1. Elementos básicos de un sistema de comunicaciones | 5 |
| 1.1.1. Elementos del sistema | 6 |
| 1.2. Evolución histórica de las redes de voz y datos | 6 |
| 1.3. Integración de voz y datos | 9 |
| 1.4. Estructura de una red de telecomunicaciones | 9 |
| 1.4.1. Red de acceso | 10 |
| 1.4.2. Red de transporte | 11 |
| 1.4.3. Red de conmutación | 12 |
| 1.4.4. Técnicas de conmutación | 12 |
| 1.4.4.1. Conmutación de circuitos | 12 |
| 1.4.4.2. Conmutación de mensajes | 13 |
| 1.4.4.3. Conmutación de paquetes | 13 |
| 1.5. Protocolo IP | 13 |
| 1.6. Integración telefonía – ordenador | 14 |
| 1.7. Telefonía sobre IP | 16 |
| 1.7.1. Cómo funciona la voz sobre IP | 16 |
| 1.8. IP y las comunicaciones móviles | 16 |
| 2. Fundamentos de Telefonía | 19 |
| 2.1. Red telefónica pública | 21 |
| 2.1.1. Necesidad de centrales | 21 |
| 2.1.2. Estructura jerárquica | 22 |
| 2.2. Centrales de conmutación | 34 |
| 2.2.1. Red de conexión | 24 |
| 2.2.1.1. Conmutación espacial y temporal | 26 |
| 2.2.2. Unidad de control | 28 |
| 2.2.2.1. Control en los sistemas analógicos | 28 |
| 2.2.2.2. Control en los sistemas digitales | 29 |
| 2.2.3. Control SPC | 30 |
| 2.2.3.1. Software del procesador | 31 |
| 2.2.3.2. Duplicación del procesador | 32 |
| 2.2.3.3. Ventajas e inconvenientes del control SPC | 35 |
| 2.2.4. Funciones básicas en los equipos de conmutación | 35 |
| 2.3. RDSI. Red digital de servicios integrados | 37 |
| 2.3.1. RDSI. Banda estrecha | 37 |
| 2.3.1.1. Estructura de transmisión | 37 |
| 2.3.1.2. Componentes | 39 |
| 2.3.1.3. Servicios ofrecidos | 40 |
| 2.3.1.4. Utilización de la RDSI – BE | 40 |
| 2.3.2. RDSI – Banda ancha | 40 |
| 2.4. Señalización | 41 |
| 2.4.1. Procesamiento de una llamada | 41 |
| 2.4.1.1. Transferencia de una llamada | 45 |

| | |
|--|-----------|
| 2.4.1.2. Monitorización de una llamada | 45 |
| 2.4.2. Conexión digital | 45 |
| 2.5. Protocolos de señalización | 46 |
| 2.5.1. Protocolo de señalización E & M | 47 |
| 2.5.2. Recomendación G.732 de CCITT | 49 |
| 2.5.2.1. Tramas y multitramas | 49 |
| 2.5.3. Señalización CITT N° 7 (SS7) | 50 |
| 2.5.3.1. Capas de protocolo SS7 | 52 |
| 2.5.3.2. Enlaces de señalización | 52 |
| 2.5.3.3. Establecimiento de una llamada | 53 |
| 2.5.4. Señalización QSIG | 54 |
| 2.5.4.1. Servicios suplementarios y características adicionales | 55 |
| 2.5.4.2. Beneficio para el usuario | 57 |
| 2.6. Encaminamiento de llamadas | 57 |
| 2.6.1. ANI (Automatic Number Identification) | 58 |
| 2.6.2. Caller ID | 58 |
| 2.6.2.1. Identificación de la llamada en espera | 59 |
| 2.6.3. DNIS (Dialed Number Information Services) | 60 |
| 2.6.4. DID (Direct Inward Dialling) | 61 |
| 2.6.5. Centrex | 61 |
| 3. Sistemas de Conmutación Corporativos | 63 |
| 3.1. Sistemas KTS | 65 |
| 3.1.1. Funcionalidad de los KTS | 67 |
| 3.1.2. Ventajas ofrecidas | 68 |
| 3.2. PBX (Private Branch Exchange) | 69 |
| 3.2.1. Componentes de una PBX | 69 |
| 3.2.2. Configuración del sistema y capacidad | 71 |
| 3.2.3. Funcionalidades de las PBX | 73 |
| 3.2.4. Tendencias en el mercado de las PBX | 75 |
| 3.3. El servicio Ibercom (Red Privada Virtual) | 75 |
| 3.3.1. Arquitectura de red | 76 |
| 3.4. Centrex | 77 |
| 3.4.1. Centrex RDSI | 77 |
| 3.4.2. Centrex sobre IP | 78 |
| 4. Redes de Datos. Fundamentos de la Interconexión de Redes | 81 |
| 4.1. Redes de telecomunicaciones | 83 |
| 4.1.1. Generalidades | 83 |
| 4.1.2. Modelo de referencia OSI | 84 |
| 4.2. Clasificación de las redes | 85 |
| 4.2.1. LAN (Local Area Network) | 85 |
| 4.2.2. MAN (Metropolitan Área Network) | 86 |
| 4.2.3. WAN (Wide ARea Network) | 86 |
| 4.2.4. Redes públicas, privadas y RPV | 87 |
| 4.2.4.1. Red pública | 87 |
| 4.2.4.2. Red privada | 87 |
| 4.2.4.3. Red privada virtual (RPV) | 87 |
| 4.3. Redes de área local | 88 |
| 4.3.1. Componentes de una red LAN | 88 |

| | |
|--|-----|
| 4.3.2. Clasificación de las redes LAN | 89 |
| 4.3.3. Sistemas operativos de red | 91 |
| 4.3.4. Redes LAN más extendidas | 92 |
| 4.3.4.1. Ethernet | 92 |
| 4.3.4.2. Redes Token Ring | 94 |
| 4.3.4.3. Redes Token Bus | 95 |
| 4.3.5. Wireles LAN | 95 |
| 4.3.5.1. Estándar Wi – Fi | 96 |
| 4.3.6. Interconexión de redes | 97 |
| 4.3.6.1. Concentradores (Hubs) | 98 |
| 4.3.6.2. Repetidores (Repeaters) | 98 |
| 4.3.6.3. Puentes (Brigdes) | 98 |
| 4.3.6.4. Encaminadores (Routers) | 99 |
| 4.3.6.5. Pasarelas (Gateways) | 99 |
| 4.3.6.6. Conmutadores (Switches) | 100 |
| 4.4. Redes de área metropolitana | 100 |
| 4.4.1. Componentes de una red MAN | 101 |
| 4.4.2. Servicios de una red MAN | 101 |
| 4.4.3. FDDI. Red MAN más extendida | 101 |
| 4.5. Redes de área amplia | 103 |
| 4.5.1. Características de una red WAN | 103 |
| 4.5.2. Redes públicas | 104 |
| 4.5.2.1. Líneas alquiladas | 104 |
| 4.5.2.2. Comunicaciones vía satélite | 105 |
| 4.5.2.3. Redes VSAT | 105 |
| 4.5.2.4. Red telefónica básica | 106 |
| 4.5.2.5. Red digital de servicios integrados | 107 |
| 4.5.2.6. Télex | 107 |
| 4.5.2.7. Redes de conmutación de paquetes | 107 |
| 4.5.3. Redes privadas | 109 |
| 4.5.3.1. Redes corporativas | 109 |
| 4.5.3.2. Red privada virtual | 110 |
| 4.6. Tendencias tecnológicas | 111 |
| 4.6.1. Frame Relay | 111 |
| 4.6.1.1. Dispositivos Frame Relay | 111 |
| 4.6.1.2. Circuitos virtuales | 111 |
| 4.6.1.3. Funcionamiento | 113 |
| 4.6.2. ATM | 113 |
| 4.6.2.1. Componentes | 113 |
| 4.6.2.2. Circuitos virtuales | 114 |
| 4.6.2.3. Modelo de referencia ATM | 115 |
| 4.6.3. Redes IP | 117 |
| 4.6.3.1. PDH | 116 |
| 4.6.3.2. SDH | 117 |
| 4.7. Redes IP | 117 |
| 4.7.1. Protocolo IP | 118 |
| 4.7.1.1. Direccionamiento | 118 |
| 4.7.1.2. Encaminamiento | 119 |

| | |
|---|-----|
| 4.7.1.3. Servicios básicos | 120 |
| 4.7.2. Protocolo ARP | 122 |
| 4.7.3. Encaminamiento | 119 |
| 4.7.1.3. Servicios básicos | 120 |
| 4.7.2. Protocolo ARP | 122 |
| 4.7.3. Protocolo UDP | 122 |
| 4.7.4. Protocolo TCP | 122 |
| 4.8. Red Inteligente | 123 |
| 4.8.1. Arquitectura | 123 |
| 4.8.2. Servicios de red inteligente | 124 |
| Parte II. | |
| La Voz sobre el Protocolo IP (VoIP) | |
| 5. Generalidades de la Voz sobre Paquetes | 129 |
| 5.1. Componentes de una red de voz sobre paquetes | 131 |
| 5.2. Calidad de la voz en redes de paquetes | 132 |
| 5.3. Disponibilidad de las redes de voz sobre paquetes | 136 |
| 5.4. Pasarelas de voz sobre paquetes | 137 |
| 5.4.1. Codificación de la voz | 138 |
| 5.4.2. Cancelación del eco | 140 |
| 5.4.3. Supresión del jitter | 143 |
| 5.4.4. Generación y detección de tonos | 145 |
| 5.4.5. Transmisiones por módem | 145 |
| 5.4.6. Arquitecturas | 146 |
| 6. QoS en Redes Integradas | 149 |
| 6.1. Limitaciones tecnológicas de la voz sobre paquetes | 152 |
| 6.1.1. Ancho de banda | 152 |
| 6.1.2. Pérdida de paquetes | 152 |
| 6.1.3. Retardo | 154 |
| 6.1.4. Jitter de la red | 160 |
| 6.1.5. Eco | 160 |
| 6.2. Aprovisionamiento de ancho de banda | 162 |
| 6.3. Clasificación del tráfico | 163 |
| 6.3.1. IEEE 802. 1p | 163 |
| 6.3.2. IEEE 802.1Q | 165 |
| 6.3.3. ATM QoS | 165 |
| 6.3.4. IP ToS | 165 |
| 6.3.5. DiffServ | 166 |
| 6.4. Control de la congestión | 167 |
| 6.5. Previsión de la congestión | 169 |
| 6.6. Fragmentación del tráfico | 170 |
| 6.7. Adaptación del tráfico y funciones policía | 170 |
| 6.8. Control de admisión | 171 |
| 6.9. Modelos de QoS | 172 |
| 6.10. Otras técnicas de gestión del ancho de banda | 173 |
| 6.10.1. RSVP | 173 |
| 6.10.2. MPLS | 174 |
| 6.10.3. QoSR | 175 |
| 6.10.4. SBM | 175 |

| | |
|---|-----|
| 6.11. Consideraciones adicionales | 176 |
| 7. Estándares de VoIP | 179 |
| 7.1. Protocolos de señalización | 181 |
| 7.2. H.323 | 183 |
| 7.2.1. Mecanismo de control y señalización | 185 |
| 7.2.1.1. Señalización de llamada H.225.0/Q.931 | 185 |
| 7.2.1.2. RAS H.225.0 | 185 |
| 7.2.1.3. H.245 | 186 |
| 7.2.2. Componentes de una red H.323 | 187 |
| 7.2.2.1. Codec de Audio | 187 |
| 7.2.2.2. Codec de Video | 187 |
| 7.2.2.3. Conferencia de datos | 187 |
| 7.2.2.4. Terminal | 188 |
| 7.2.2.5. Pasarela (Gateway) | 188 |
| 7.2.2.6. Gatekeeper | 189 |
| 7.2.2.7. MCU | 190 |
| 7.2.3. Revisiones de estándar | 190 |
| 7.2.3.1. H.323v2 | 190 |
| 7.2.3.2. H.323v3 | 191 |
| 7.2.3.3. H.323v4 | 191 |
| 7.3. SIP | 193 |
| 7.3.1. Componentes de una red SIP | 194 |
| 7.3.2. Mensajes SIP | 195 |
| 7.3.2.1. Cabeceras | 195 |
| 7.3.2.2. Mensajes de petición | 196 |
| 7.3.2.3. Mensajes de respuesta | 196 |
| 7.3.2.4. Cuerpo del mensaje | 197 |
| 7.3.3. Direccionamiento | 197 |
| 7.3.4. Localización de usuario | 197 |
| 7.3.5. Pila de protocolos SIP | 200 |
| 7.3.6. SDP | 200 |
| 7.3.7. CPL | 202 |
| 7.3.8. GLP | 202 |
| 7.4. MGCP | 202 |
| 7.4.1. Componentes | 203 |
| 7.4.2. Comandos y señales | 203 |
| 7.4.3. Creación de conexiones | 204 |
| 7.4.4. Ventajas de MGCP | 205 |
| 7.5. Protocolos de transporte | 205 |
| 7.6. RTP | 206 |
| 7.7. RTCP | 207 |
| 7.8. RTSP | 208 |
| 7.9. Apéndice. Recomendaciones multimedia de la ITU | 209 |
| Parte III. Integración Telefonía – Ordenador. CALL CENTERS | |
| 8. Generalidades sobre CTI | 215 |
| 8.1. Aplicaciones de la tecnología CTI | 215 |
| 8.2. Elementos básicos CTI | 216 |

| | |
|---|-----|
| 8.3. Arquitectura CTI | 216 |
| 8.3.1. Configuraciones first – party | 217 |
| 8.3.2. Configuraciones tirad – party | 218 |
| 8.3.3. Configuraciones basadas en servidor CTI | 221 |
| 9. Tecnologías del Habla | 223 |
| 9.1. Síntesis de la voz | 227 |
| 9.2. Reconocimiento de voz | 230 |
| 9.2.1. Vocabulario | 233 |
| 9.3. Reconocimiento del hablante | 234 |
| 9.4. IVR (Interactive Voice Response) | 234 |
| 9.4.1. Detección de dígitos | 235 |
| 9.4.2. Componentes | 235 |
| 9.4.3. Configuraciones | 235 |
| 9.4.3.1. Configuración con IVR aislado | 236 |
| 9.4.3.2. Configuraciones IVR con PBX | 238 |
| 9.4.4. Diseño de sistemas IVR | 239 |
| 9.4.5. Ventajas | 241 |
| 9.5. Portales de voz | 242 |
| 9.5.1. Arquitectura | 243 |
| 9.5.2. VUI | 244 |
| 9.5.3. Diseño de un portal de voz | 246 |
| 9.5.4. Requerimientos técnicos de un servicio vocal | 247 |
| 10. Contact Centers | 251 |
| 10.1. Evolución histórica | 253 |
| 10.2. Canales de comunicación con el cliente | 255 |
| 10.3. ACD | 257 |
| 10.3.1. Pautas de elección | 260 |
| 10.4. Marcadores automáticos | 260 |
| 10.4.1. Marcación predictiva | 261 |
| 10.5. Ingeniería de Contact Centers | 262 |
| 10.5.1. Modelos de Erlang | 263 |
| 10.5.2. Descripción del proceso de diseño | 264 |
| 10.5.3. Erlang B extendido | 265 |
| 10.6. Organización de un Contact Center | 266 |
| 11. Mensajería Unificada | 269 |
| 11.1. Características de la mensajería unificada | 271 |
| 11.2. Arquitectura | 272 |
| 11.3. Función habilidades | 273 |
| 11.4. Sistemas de mensajería vocal | 275 |
| 11.4.1. Funcionalidades | 276 |
| 11.4.2. Aplicaciones | 277 |
| 11.5. Fax | 277 |
| 11.6. Correo electrónico | 279 |
| 12. Bloques de un Sistema CTI | 281 |
| 12.1. Servidores CTI | 284 |
| 12.1.1. Sistema operativo | 285 |
| 12.1.2. Tolerancia a fallos | 285 |
| 12.1.2.1. Los discos RAID | 287 |

| | |
|--|------------|
| 12.1.3. Consideraciones adicionales | 288 |
| 1.2.1.4. Funciones telefónicas | 291 |
| 1.2.1.5. Funciones de procesamiento de la voz | 291 |
| 1.2.1.6. Bus de voz | 292 |
| 12.3. Señalización | 293 |
| 12.3.1. Enlace CTI | 294 |
| 12.3.1.1. Requerimientos de un protocolo de enlace CTI | 295 |
| 12.3.2. Capacidad del enlace CTI | 296 |
| 12.3.3. CSTA | 296 |
| 12.3.3.1. Dispositivos, llamadas y conexiones | 298 |
| 12.3.4. SCAI | 299 |
| Apéndices | |
| Apéndice A. Diseño de Redes de Voz sobre Paquetes | 303 |
| A.1. Planificación | 305 |
| A.1.1. Auditoría de la red | 306 |
| A.1.2. Fijación de los objetivos de la red | 309 |
| A.2. Análisis | 311 |
| A.2.1. Modelos de integración | 311 |
| A.2.2. Tecnologías de integración | 313 |
| A.3. Diseño | 314 |
| A.3.1. Selección de la arquitectura | 314 |
| A.3.2. Selección de codec | 319 |
| A.3.3. Selección de la pasarela | 323 |
| A.3.4. Cálculo del retardo | 323 |
| A.3.5. Evaluación de las características de la transmisión | 324 |
| A.3.6. Cálculo de la capacidad | 326 |
| A.3.6.1. Dimensionamiento de los enlaces entre la PBX y la red de paquetes | 327 |
| A.3.6.2. Dimensionamiento del ancho de banda de voz | 327 |
| A.4. Implementación | 329 |
| A.4.1. Implementación de una sede | 329 |
| A.4.2. Plan de marcación | 329 |
| A.4.3. Alimentación del hardware de red | 331 |
| A.4.4. Terminales de voz sobre paquetes | 332 |
| A.4.5. Calidad de servicio | 335 |
| A.5. Justificación económica | 336 |
| A.5.1. Beneficios de una solución integrada | 337 |
| A.5.2. Inconvenientes | 340 |
| Apéndice B. Diseño e Implementación de Sistemas CTI | 341 |
| B.1. Gestión de requerimientos | 343 |
| B.2. Selección de la solución | 343 |
| B.3. Dimensionamiento | 344 |
| B.4. Estrategias de control de llamadas | 347 |
| B.4.1. Llamadas en espera | 349 |
| Apéndice C. Programación de Aplicaciones y Servicios CTI | 351 |
| C.1. Aplicaciones | 353 |
| C.1.1. Telephony API (TAPI) | 355 |
| C.1.2. Telephony Server API (TSAPI) | 356 |

| | |
|-----------------------------------|-----|
| C.1.3. Java Telephony API (JTAPI) | 356 |
| C.2. Servicios | 358 |
| C.2.1. CPL | 359 |
| C.2.2. VoiceXML | 361 |
| C.2.3. XHTML | 364 |
| C.2.4. EJB | 367 |
| C.2.5. E-Speak | 369 |
| C.2.6. Parlay | 370 |
| C.2.7. DCOM | 371 |
| C.2.8. CORBA | 373 |
| Glosario | 375 |
| Bibliografía | 381 |
| Índice Analítico | 383 |
| Catálogo de telecomunicaciones | 395 |