

# Índice

---

Dedicatoria, **III**  
Acerca de los autores, **V**  
Agradecimientos, **XIII**  
Prólogo, **XV**

## **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN A LA TELEFONÍA, 1**

1. La Telefonía, **3**
  - 1.1. La telefonía fija, **4**
  - 1.2. La telefonía móvil, **5**
2. Internet, **9**
3. La señal de voz, **11**
  - 3.1. Muestreo, **13**
  - 3.2. Cuantificación, **14**
  - 3.3. Codificación de la voz, **16**
  - 3.4. Codecs (codificador-decodificador), **18**
4. El servicio telefónico, **20**
  - 4.1. Estructura de la red telefónica, **20**
  - 4.2. Centrales de conmutación, **22**
  - 4.3. Señalización, **24**
    - 4.3.1. Prefijos telefónicos, **25**
    - 4.3.2. Procesamiento de una llamada, **26**
    - 4.3.3. Protocolos de señalización, **30**
5. Redes de voz sobre paquetes, **32**
  - 5.1. La telefonía IP, **35**
6. Evolución del mercado, **36**

## **CAPÍTULO 2: INTERNET Y REDES IP, 39**

1. Los orígenes de Internet, **41**
2. Organismos de gobierno en Internet, **43**
  - 2.1. La asignación de dominios, **45**
3. El protocolo IP, **46**
  - 3.1. Formato del paquete, **47**
  - 3.2. Fragmentación, **48**
  - 3.3. Direccionamiento, **49**
    - 3.3.1. CIDR, **55**
  - 3.4. ENUM, **55**
  - 3.5. Encaminamiento, **58**
4. Protocolos de encaminamiento, **60**
5. Protocolos de control, **62**

- 5.1. ARP, **62**
- 5.2. ICMP, **63**
- 5.3. DHCP, **64**
- 6. Protocolos de transporte, **65**
  - 6.1. TCP, **65**
  - 6.2. UDP, **66**
  - 6.3. IPv6, **67**

### **CAPÍTULO 3: CALIDAD DE LA VOZ, 71**

- 1. Introducción, **73**
- 2. Conmutación de paquetes versus circuitos, **73**
- 3. Concepto de calidad de la voz, **75**
- 4. Factores que influyen en la calidad, **76**
  - 4.1. Disponibilidad, **77**
  - 4.2. Jitter, **78**
  - 4.3. Pérdidas, **80**
  - 4.4. Retardo, **81**
  - 4.5. Eco, **84**
  - 4.6. Ancho de banda, **87**
    - 4.6.1. Supresión de silencios, **88**
- 5. Medida de la calidad de la voz, **89**
  - 5.1. ITU-P.800 (escalas MOS), **91**
  - 5.2. Modelado perceptual de la voz, **93**
    - 5.2.1. Psicoacústica, **93**
    - 5.2.2. ITU-T P.861 (PSQM), **95**
    - 5.2.3. ITU-T P.862 (PESQ), **96**
  - 5.3. Modelo E, **98**
  - 5.4. VQMon, **100**

### **CAPÍTULO 4: CALIDAD DE SERVICIO EN REDES IP, 103**

- 1. Introducción, **105**
- 2. Calidad de servicio, **105**
  - 2.1. Evolución de las técnicas de QoS, **107**
- 3. Clasificación y marcado del tráfico, **108**
  - 3.1. Etiquetado de tramas en VLAN, **110**
  - 3.2. IP ToS, **117**
  - 3.3. NBAR, **119**
  - 3.4. Otros mecanismos de clasificación y marcado, **119**
- 4. Técnicas LST, **120**
  - 4.1. Compresión de cabeceras, **120**
  - 4.2. Fragmentación y entrelazado del tráfico, **122**
- 5. Control de la congestión, **123**
  - 5.1. FIFO (First In, First Out), **124**
  - 5.2. PQ (Priority Queuing), **125**
  - 5.3. CQ (Custom Queuing), **126**

- 5.4. WRR (Weighted Round Robin), **126**
- 5.5. WFQ (Weighted Fair Queuing), **127**
- 5.6. CBWFQ (Class Based WFQ), **127**
- 5.7. LLQ (Low Latency Queuing), **127**
- 6. Gestión del ancho de banda, **129**
  - 6.1. Integrated Services, **129**
  - 6.2. Differentiated Services, **130**
  - 6.3. MPLS, **131**
- 7. Prevención de la congestión, **134**
  - 7.1. RED (Random Early Detection), **136**
  - 7.2. WRED (Weighted RED), **136**
  - 7.3. DBWRED (DSCP Based WRED), **137**
  - 7.4. Notificación explícita de la congestión, **137**
- 8. Adaptación del tráfico y funciones policía, **138**
- 9. Control de admisión, **140**

## **CAPÍTULO 5: PROTOCOLOS UTILIZADOS EN VOIP, 141**

- 1. Control de la comunicación, **143**
- 2. Protocolos de transporte, **144**
  - 2.1. RTP, **145**
  - 2.2. RTCP, **146**
  - 2.3. RTSP, **147**
- 3. Protocolos de señalización, **148**
  - 3.1. H.323, **149**
    - 3.1.1. Terminales, **151**
    - 3.1.2. Gateways (pasarelas), **151**
    - 3.1.3. Gatekeepers, **152**
    - 3.1.4. Unidad Multiconferencia, **152**
    - 3.1.5. Arquitectura, **152**
  - 3.2. SIP, **156**
    - 3.2.1. Arquitectura, **157**
    - 3.2.2. Intercambio de mensajes, **158**
    - 3.2.3. TRIP, **161**
  - 3.3. MGCP, **161**
  - 3.4. SIGTRAN, **163**
- 4. Protocolos de seguridad, **166**
- 5. Protocolos de gestión, **167**

## **CAPÍTULO 6: APLICACIONES, 169**

- 1. Introducción, **171**
- 2. El auge de la VoIP, **172**
  - 2.1. Cuidado con la seguridad, **175**
- 3. Backbones telefónicos sobre IP, **176**
- 4. Redes corporativas de voz, **178**
- 5. IP Centrex, **180**

- 6. Contact center IP, **182**
- 7. Servicios de llamadas a través de la Web, **186**
- 8. VoIP en las redes de acceso, **189**
  - 8.1. VoIP en redes de cable, **190**
    - 8.1.1. Disponibilidad, **191**
    - 8.1.2. QoS, **192**
    - 8.1.3. Bidireccionalidad, **192**
  - 8.2. VoADSL, **192**
  - 8.3. VoWi-Fi, **196**
    - 8.3.1. Roaming, **198**
    - 8.3.2. QoS, **198**
    - 8.3.3. Seguridad, **199**
- 9. VoIP en redes de telefonía móvil, **199**

## **CAPÍTULO 7: EL NEGOCIO DE LA VOIP, 201**

- 1. Introducción, **203**
- 2. El mercado de las llamadas gratis o de bajo coste, **203**
  - 2.1. Convergencia IP, **204**
  - 2.2. La oferta del mercado, **207**
- 3. Consideraciones tecnológicas, **209**
- 4. Cadena de valor y modelos de negocio, **213**
  - 4.1. Operadores incumbentes, **217**
  - 4.2. Proveedores de acceso a Internet (ISP), **219**
  - 4.3. Proveedores de aplicaciones cliente VoIP, **221**
  - 4.4. Desarrolladores de software, **224**
  - 4.5. Fabricantes de equipos, **226**
- 5. Una mirada al futuro, **226**

## **CAPÍTULO 8: MARCO REGULATORIO DE LA VOIP, 229**

- 1. El cambio hacia un nuevo entorno, **231**
- 2. El debate de la VoIP, **233**
- 3. Marco jurídico a partir de la LGT, **237**
  - 3.1. El servicio telefónico disponible al público, **238**
  - 3.2. Problemática de la numeración para la VoIP, **239**
- 4. Tendencias en la regulación en la UE y en EEUU, **241**
- 5. Medidas regulatorias para la telefonía IP en España, **243**
  - 5.1. Consulta pública de la CMT sobre la VoIP, **243**
  - 5.2 Propuesta de regulación de la VoIP, **245**
  - 5.3. Nuevos servicios de telefonía IP, **246**
  - 5.4. Numeración geográfica y específica, **247**

RESOLUCIÓN de la SETSI: Atribución de recursos públicos de numeración al STDP y a los servicios vocales nómadas, **249**

## **CAPÍTULO 9: EJEMPLO DE PROYECTO DE VOIP, 255**

- 1. Introducción, **257**

- 2. Planteamiento del proyecto, **257**
- 3. Planificación, **259**
- 4. Análisis, **262**
- 5. Diseño, **262**
  - 5.1. Cálculo de la capacidad, **263**
  - 5.2. Cálculo del retardo, **266**
  - 5.3. Dimensionamiento del Call Center IP, **268**
- 6. Implementación, **271**
  - 6.1. Calidad de servicio, **271**
  - 6.2. Plan de direccionamiento, **271**
  - 6.3. Alimentación de los terminales, **272**
  - 6.4. Plan de marcación, **273**
- 7. Características de la red, **275**
  
- Glosario de términos, **277**
- Bibliografía, **303**
- Índice Alfabético, **307**