

Informe esencial sobre telefonía IP

POR EL GRUPO DE EXPERTOS
SOBRE TELEFONÍA IP DEL UIT-D

Ayudamos al mundo a comunicarse



Unión
Internacional de
Telecomunicaciones

Unidad de Ciberestrategias de la UIT

Informe esencial sobre telefonía por el protocolo Internet (IP)

elaborado por el Grupo de Expertos
sobre Telefonía IP del UIT-D

© UIT 2003

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o microfilm, sin autorización previa escrita de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

Al emplear en esta publicación ciertas denominaciones y clasificaciones, la Unión Internacional de Telecomunicaciones no se pronuncia sobre el estatuto jurídico u otro de ningún territorio ni da su aprobación o aceptación de frontera alguna. Por «país» en esta publicación se entiende país o territorio.

PREFACIO

La posibilidad de transmitir voz por las redes basadas en el protocolo Internet (IP), con todos los problemas que supone y las oportunidades que ofrece, como la integración de voz y datos, constituye un progreso importante en la convergencia del sector de las TIC. La «telefonía IP» ha sido un tema tabú tanto para sus partidarios como para sus detractores, dos campos que están muy divididos. Tras consultar a los Directores de las Oficinas de Normalización de las Telecomunicaciones y de Radio-Comunicaciones de la UIT, la BDT decidió someter la cuestión a debate con arreglo a la Parte 3 de la Opinión D (véase el Anexo O) adoptada por el Foro Mundial de Política de las Telecomunicaciones (Ginebra, 7-9 de marzo de 2001).

Considerando que los países en desarrollo deben abordar importantes cuestiones técnicas, socio-económicas y de política general para introducir la telefonía IP, el FMPT-01 pidió al UIT-D que preparase un Informe para la Conferencia Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones (CMDT-02) con miras a que esta conferencia tome las medidas necesarias.

A tal efecto, he creado un Grupo de Expertos que se encargará de desempeñar las tareas definidas para facilitar la introducción de la telefonía IP, habida cuenta de las consideraciones y repercusiones relativas al interfuncionamiento, cuando se implemente en asociación con las redes de telecomunicaciones con conmutación de circuitos nacionales e internacionales existentes en los países en desarrollo.

En estos momentos, vemos con satisfacción que los dos campos están acercándose, y que muchas cuestiones difíciles han sido planteadas y resueltas. El cometido de la BDT como catalizador y vehículo de difusión de información es esencial para abordar los temas de esta índole, por lo que perseveraremos en esta tarea en el futuro.

En respuesta a la necesidad de proporcionar a las administraciones de los países en desarrollo orientaciones sobre las estrategias que posibilitarán la introducción de la telefonía IP, el «Informe esencial sobre telefonía IP» ha sido preparado por el Grupo de Expertos compuesto de representantes de los países en desarrollo y desarrollados, de los Estados Miembros de la UIT y de los Miembros del Sector del UIT-D, presididos por el Sr. Nabil Kisrawi.

Los trabajos del Grupo de Expertos sobre telefonía IP ha despertado ya interés en el marco de las actividades ordinarias de estudio y de la asistencia técnica de la BDT en relación con la utilización y gestión de las redes basadas en IP en los países en desarrollo. Deseo aprovechar esta oportunidad para agradecer al Presidente, Sr. Nabil Kisrawi, su inestimable apoyo y las iniciativas emprendidas en los últimos meses que nos permitieron salvar los principales obstáculos. Asimismo, deseo dar las gracias a todos los expertos y a sus respectivas administraciones y empresas por sus fructíferas contribuciones.



Hamadoun I. Touré

Director
Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones

PRÓLOGO

Por su Resolución 101 la Conferencia de Plenipotenciarios de Minneápolis, 1998, reconoció que la introducción de las redes basadas en el protocolo Internet (IP), es una cuestión de importancia crucial para el futuro, y un factor decisivo de crecimiento de la economía mundial en el siglo XXI, y destacó la necesidad de identificar las repercusiones del desarrollo de esas redes en los Estados Miembros de la UIT, especialmente las cuestiones de interfuncionamiento entre las redes basadas en IP y otras redes de telecomunicaciones, así como los medios para proporcionar a los usuarios la calidad de servicio requerida.

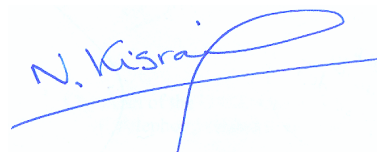
El tráfico de datos está aumentando rápidamente en comparación con el tráfico vocal y, por consiguiente, la concepción antigua de redes telefónicas que también transportan datos podría sustituirse (¿cómo y cuándo?) por la noción de redes de datos capaces de transportar también tráfico vocal.

Con arreglo al Acuerdo 498, adoptado en su reunión de 2000, el Consejo de la UIT decidió convocar el tercer Foro Mundial de Política de las Telecomunicaciones (FMPT-01) en Ginebra, del 7 al 9 de marzo de 2001, para propiciar el debate e intercambiar opiniones sobre el tema de la telefonía por el protocolo Internet (IP). En vista de las características particulares de la «telefonía IP» en los países en desarrollo, el Foro adoptó la Opinión D, que se supone responda a muchos de los problemas y cuestiones que afrontan los países en desarrollo y en particular muchos de los operadores de telecomunicaciones públicos (o privados pero en posición dominante) al introducir la «telefonía IP», a saber:

- su repercusión en los flujos de ingresos, dado que las tarifas de la «telefonía IP» son más bajas que las de prestaciones equivalentes de la RTPC;
- cómo evitar la imposición de requisitos adicionales a las redes RTPC cuando interconectan con las redes basadas en IP;
- cómo satisfacer el grado de calidad y la identificación del tráfico cuando las redes basadas en IP interfuncionan con la RTPC;
- cómo movilizar los fondos necesarios para invertir en las redes basadas en IP;
- cómo resolver las cuestiones de numeración y direccionamiento.

Las conclusiones y las principales cuestiones sobre la «telefonía IP» tratadas en este Informe representan las respuestas a muchos de estos problemas, así como a las tareas enumeradas en la Parte 3 de la Opinión D.

Deseo aprovechar esta oportunidad para agradecer a todos los Expertos y Relatores la ardua labor llevada a cabo y al Sr. Hamadoun I. Touré, Director de la BDT, y a su personal el apoyo prestado al Grupo de Expertos.



Nabil Kisrawi

Presidente del Grupo de Expertos del UIT-D sobre «Telefonía IP»
en relación con la Parte 3 de la Opinión D

AGRADECIMIENTOS

El UIT-D desea expresar su gratitud a los miembros del Grupo de Expertos en telefonía IP por la excelente labor e infatigables esfuerzos realizados para preparar este Informe.

El texto del Informe fue elaborado por un Grupo de Expertos, presidido por el Sr. Nabil Kisrawi (Syrian Telecommunication Establishment), con la asistencia del Vicepresidente Sr. Peter Kenduiywo (Telkom Kenya Ltd). La coordinación general estuvo a cargo del Sr. Désiré Karyabwite, Coordinador de IP, de la Unidad de Ciberestrategias de la BDT/UIT.

El Grupo se dividió en varios Grupos de Relator, concretamente: el Grupo de Relator sobre Aspectos Técnicos, dirigido por el Sr. Jamel Zenkri (Túnez), asistido por el Sr. Souheil Marine (ALCATEL, Francia); el Grupo de Relator sobre Aspectos Económicos, dirigido por el Sr. Sameer Sharma (Autoridad de Reglamentación de Telecomunicaciones de la India), asistido por el Sr. Kumar Jayant (India); el Grupo de Relator sobre Cuestiones de Política, dirigido por la Sra. Virginia Sheffield (EE.UU.), asistida por la Sra. Julie Kearney (Comisión Federal de Telecomunicaciones, EE.UU.); el Grupo de Relator sobre Talleres y Aspectos de Formación, dirigido por la Sra. Rosa Rizvangoul Cissé (SOTELMA, Malí), asistida por el Sr. Désiré Karyabwite; y el Grupo de Relator de la Lista de Factores para la Introducción de la «Telefonía IP», dirigido por el Presidente del Grupo de Expertos.

Además, el Informe se enriqueció con las contribuciones y observaciones de muchos expertos a quienes hacemos constar nuestro agradecimiento. En particular, deseamos dar las gracias a:

Sra. Fiona ALEXANDER, Department of Commerce (Estados Unidos)
Sr. Andjai Fulbert ANDZADZI, Gabon Telecom
Sr. Housseynou Hamady BA, Secrétariat d'Etat auprès du Premier Ministre (Mauritania)
Sr. Riad BAHOUN, Chief Executive Officer and General Manager, TIT (Libano)
Sr. Richard BEAIRD, Department of State (Estados Unidos)
Sr. Mark CARVELL, Department of Trade and Industry (Reino Unido)
Sra. Helen DOMENICI, Federal Communications Commission (Estados Unidos)
Sr. Maurice GHAZAL, Ministry of Telecommunications (Líbano)
Sr. Rainer HANDEL, Siemens AG (Alemania)
Sr. Emmanuel IDOUNDOU, Office des Postes et Télécommunications (Gabón)
Sr. Aysel KANDEMIR, Telecommunications Authority (Turquía)
Sr. Tshoganetso KEPALETSWE, Botswana Telecommunication Authority
Sr. Daniel KIERNAN, ALCATEL (Francia)
Sr. Svend KRAEMER, European Commission (Bélgica)
Sr. Hassane MAKKI, Office fédéral de la communication (Suiza)
Sr. Nangithia MBOGORI, Telkom Kenya Ltd
Sr. Hassan MOTALEBPOUR, Telecommunication Company of Iran
Sr. Hussein Ahmed Mohamed OSMAN, SUDATEL (Sudán)
Sr. Lamoussa OUALBEOGO, Office National des Télécommunications (Burkina Faso)
Sr. Arthur REILLY, CISCO Systems (Estados Unidos)
Sr. Sameer SHARMA, Telecom Regulatory Authority of India
Sra. Sally SHIPMAN, US Department of State (Estados Unidos)
Sra. Paule SIBIETA, France Télécom
Sr. Gyan Prakash SINGH, Videsh Sanchar Nigam Ltd (India)
Sr. Yasuhito TAMADA, Permanent Mission of Japan in Geneva
Sr. Chris TAYLOR, Cable & Wireless (Reino Unido)
Sr. Jean-Louis TERTIAN, ART (Francia)
Sr. Barka Koigoumo TOURÉ, SOTELMA (Malí)
Sra. Elham ZAKARIA, Egypt Telecom

Cabe señalar también que la elaboración de este Informe no hubiera sido posible sin la ayuda de los miembros de la Unidad de Ciberestrategias, en particular: Sr. Alexander Ntoko, Sra. Christine Ochienghs, Sra. Martine Métral y Sr. Efreem Yosef, a quienes expresamos nuestro agradecimiento. También deseamos hacer patente nuestro reconocimiento a la Sra. Renée Zbinden (Servicio de Composición de Publicaciones de la UIT) y a su equipo por la producción de este Informe, y en particular al Sr. Nicolas Stauble por el diseño de la portada.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
PREFACIO	iii
PRÓLOGO	iv
AGRADECIMIENTOS	v
PARTE I – Consideraciones generales sobre la introducción de telefonía por el protocolo internet (IP)	1
Capítulo I.1 – Introducción a las consideraciones relativas a telefonía por el protocolo Internet (IP)	3
I.1.1 Antecedentes.....	3
I.1.2 Definición de trabajo de la telefonía IP	3
I.1.2.1 Motivaciones técnicas para la telefonía IP	3
I.1.2.2 Presentación de los diferentes tipos de telefonía IP.....	4
I.1.2.3 Definición de trabajo de la telefonía IP	8
Capítulo I.2 – Lista de los factores relativos a la introducción de la telefonía IP	10
PARTE II — Telefonía IP – Aspectos técnicos	11
Capítulo II.1 – Arquitectura de red	13
II.1.1 Arquitecturas de las redes telefónicas tradicionales existentes.....	13
II.1.2 Arquitecturas de las redes de datos.....	14
II.1.3 Invasión de los datos en la red de telecomunicaciones.....	15
II.1.4 ¿Qué características tendrán las redes de telecomunicaciones del futuro?.....	16
II.1.4.1 Arquitectura de la red de próxima generación (NGN) de Telecordia.....	16
II.1.4.2 Arquitectura de Software Switch Consortia	18
Capítulo II.2 – Estrategias para la migración de las redes telefónicas hacia redes de próxima generación (NGN); ¿cuándo, cómo y con qué fines?	19
II.2.1 Marco general para la migración hacia la NGN	19
II.2.2 RTPC para voz e Internet	19
II.2.2.1 TDM y SS7 [A]	19
II.2.2.2 Servicios de red inteligente [B]	19
II.2.2.3 Acceso a Internet [C].....	20

II.2.3	Consolidación de la RTPC.....	20
II.2.3.1	Consolidación de los conmutadores [D].....	20
II.2.3.2	Consolidación del acceso [E] y VoDSL [F]	21
II.2.3.3	Servicios de convergencia de IN e Internet [G].....	21
II.2.3.4	Acceso al servicio abierto [H]	22
II.2.4	Voz por paquetes para enlaces interurbanos.....	22
II.2.4.1	Enlaces interurbanos hacia las pasarelas integradas [I].....	22
II.2.4.2	TGW [J] con Softswitch clase 4 [K]	23
II.2.5	Aplicación de voz por paquetes en el acceso.....	23
II.2.5.1	Equipo Softswitch clase 5 [L]	23
II.2.5.2	Pasarela en el hogar [M].....	24
II.2.5.3	Pasarela de acceso en el DSLAM [N]	24
II.2.5.4	Pasarelas de acceso distribuido [O, P].....	24
II.2.5.5	Teléfonos IP [Q].....	24
II.2.6	Introducción de servicios multimedios.....	24
II.2.6.1	Clientes IP [R] con equipo Softswitch MM [S]	25
II.2.6.2	Portal minorista e interfaces abiertas [T].....	25
II.2.6.3	Nuevas aplicaciones [U].....	25
II.2.7	Migración a la NGN completa.....	25
II.2.7.1	Sustitución del equipo tradicional [V].....	25
II.2.7.2	Migración a la señalización IP total [W].....	26
II.2.8	Estrategia de migración alternativa	26
Capítulo II.3 – Aplicaciones	28	
II.3.1	Beneficios para los usuarios finales.....	28
II.3.2	Troncales virtuales VoIP	28
II.3.3	Aplicaciones multimedios	28
II.3.3.1	Servicios de conversación	28
II.3.3.2	Radiodifusión y flujo continuo.....	29
H.3.3.3	Almacenamiento y recuperación	29
II.3.3.4	Servicios multidifusión.....	30
Capítulo II.4 – Calidad de servicio.....	31	
II.4.1	Calidad de servicio en el contexto de la red telefónica.....	31
II.4.1.1	Aspectos técnicos	31
II.4.1.2	Aspectos relativos a la organización de la red.....	32
II.4.2	Calidad de servicio en las redes de datos.....	33
II.4.3	Calidad de servicio de una red IP destinada a la telefonía.....	34
II.4.3.1	Dificultades técnicas.....	34
II.4.3.2	Soluciones técnicas para el aprovisionamiento de QoS en las redes IP	35
II.4.3.3	Aspectos relacionados con la organización y modelo de provisión de servicios por las redes IP	35

Capítulo II.5 – Seguridad	37
II.5.1 Seguridad en el contexto de la red telefónica	37
II.5.2 Seguridad en el contexto de la red IP	38
II.5.3 Intercepción legal en la telefonía IP	40
Capítulo II.6 – Codificación	41
II.6.1 Tecnologías de codificación utilizadas en el contexto de la red telefónica	41
II.6.1.1 Codificación PCM (modulación de impulsos codificados) o MIC	41
II.6.1.2 Codificación diferencial DPCM, ADPCM y ADM.....	41
II.6.2 Tecnologías de codificación para la telefonía en una red IP	42
Capítulo II.7 – Accesibilidad.....	44
II.7.1 Acceso a la red telefónica.....	44
II.7.2 Acceso a las redes de datos y a Internet.....	44
II.7.3 Acceso a la telefonía IP y a las redes de próxima generación	45
Capítulo II.8 – Planes de direccionamiento y numeración para los servicios telefónicos de los abonados IP nativos	47
Capítulo II.9 – Conclusiones de la Parte II: Aspectos técnicos.....	48
PARTE III – Telefonía IP – Aspectos económicos.....	49
Capítulo III.1 – Repercusiones económicas generales de la telefonía IP	51
III.1.1 Observaciones generales.....	51
III.1.2 Comparación entre la telefonía IP (fija y móvil, redes de acceso y básica) con la telefonía con conmutación de circuitos (fija y móvil)	51
III.1.3 Costos de inversión y costos de explotación y mantenimiento.....	53
III.1.4 Recursos humanos, incluida la formación del personal en redes IP	53
Capítulo III.2 – Cálculo global de costos y fijación de precios	54
III.2.1 Metodologías para el cálculo de los costos en la telefonía IP.....	54
III.2.1.1 Observaciones generales.....	54
III.2.1.2 Modelos para el cálculo de costos	54
III.2.1.3 Método de cálculo de costos basado en los elementos de red	54
III.2.1.4 Mecanismos de mercado	54
III.2.1.5 Medidas de reajuste de tráfico: Tarifas basadas en los costos.....	55
III.2.2 Aspectos relativos a la facturación	55
III.2.3 Periodo de amortización	56
III.2.4 Bases para la fijación de precios.....	57
III.2.4.1 Estructura general de la fijación de precios.....	57
III.2.4.2 Fijación de precios para los usuarios extremos	57

Capítulo III.3 – Experiencia de algunos países desarrollados y en desarrollo.....	58
III.3.1 En las empresas	58
III.3.2 India	58
III.3.3 Hong Kong	59
III.3.4 Singapur.....	59
Capítulo III.4 – Repercusiones económicas de la telefonía IP	60
III.4.1 Repercusión sobre los ingresos de los operadores históricos	60
III.4.1.1 Observaciones generales.....	60
III.4.1.2 Disminución de los ingresos existentes	60
III.4.1.3 Posibilidad de generación de nuevos ingresos mediante la inclusión de modelos convergentes para datos y telecomunicaciones.....	61
III.4.1.4 Estrategia económica de los operadores tradicionales.....	61
III.4.2 Repercusión de la telefonía IP en los consumidores.....	63
III.4.3 Repercusiones de la telefonía IP en las tasas de liquidación internacionales	63
III.4.4 Repercusiones económicas de la obligación de servicio universal (USO) en la telefonía IP.....	64
III.4.5 Aspectos relativos a la interconexión	64
Capítulo III.5 – Conclusiones de la Parte III: Aspectos económicos.....	69
PARTE IV – TELEFONÍA IP – Aspectos de política reglamentaria	71
Capítulo IV.1 – Examen del marco reglamentario actual.....	73
IV.1.1 Observaciones generales.....	73
IV.1.2 Resumen	73
IV.1.3 Estudio de ciertas cuestiones	74
IV.1.3.1 Alcance de los objetivos de política reglamentaria en el marco de la convergencia y las condiciones actuales del mercado.....	74
IV.1.3.2 Fomento de las inversiones, estímulo de la innovación, promoción del desarrollo y apertura de los mercados	74
IV.1.3.3 Ventajas para los usuarios	74
IV.1.3.4 Objetivos en materia de acceso/servicio universal para los servicios de tele- comunicaciones	74
IV.1.3.5 Consideraciones relativas a aspectos técnicos tales como la calidad de servicio.	75
IV.1.3.6 Políticas de interconexión y acceso	75
IV.1.4 Contactos con los organismos reguladores.....	75
Capítulo IV.2 – Estudios de caso y experiencias	76
IV.2.1 Introducción.....	76
IV.2.2 Resultados de las políticas favorables a la tecnología IP.....	76
IV.2.3 Políticas coherentes con la transición/convergencia de las redes	76

IV.2.4	Intercambio de experiencias en el desarrollo de nuevas metodologías y enfoques	77
IV.2.4.1	Observaciones generales	77
IV.2.4.2	Metodologías para una reglamentación sectorial «tecnológicamente neutra»	77
IV.2.4.3	Aplicación de la reglamentación nacional de las telecomunicaciones que establece una competencia eficaz, obligaciones de acceso y/o de servicio universal y otras experiencias.....	77
IV.2.5	Posibles repercusiones políticas de ENUM.....	78
IV.2.6	Formación y sensibilización de los reguladores y operadores.....	78
Capítulo IV.3 – Conclusiones de la Parte IV: Aspectos de política reglamentaria.....		80
PARTE V – Telefonía IP – Seminarios y formación.....		81
Capítulo V.1 – Consideraciones generales.....		83
V.1.1	Introducción.....	83
	Tema 1: Redes IP e introducción de la telefonía IP.....	83
	Tema 2: Seminarios de formación para el personal técnico	83
	Tema 3: Seminarios de formación sobre cuestiones reglamentarias asociadas a la introducción de telefonía IP.....	83
Capítulo V.2 – Seminarios y talleres organizados.....		84
V.2.1	Observaciones generales.....	84
V.2.2	Taller regional para la Región de los Estados Árabes: Recomendaciones	84
Capítulo V.3 – Estrategias de desarrollo de una política de formación en telefonía IP		86
V.3.1	Organización de talleres	86
V.3.1.1	Tema 1: Redes IP e introducción a la telefonía IP.....	86
V.3.1.2	Tema 2: Talleres de formación de personal técnico	86
V.3.1.3	Tema 3: Talleres de formación sobre los aspectos reglamentarios de la introducción de la telefonía IP	87
V.3.2	Elaboración de una política de formación en materia de telefonía IP	87
Capítulo V.4 – Conclusiones de la Parte V: Seminarios y aspectos de formación.....		89
Anexo A – Protocolo Internet (IP) y protocolo de datagrama de usuario (UDP).....		91
A.1	IP (protocolo Internet)	91
A.2	UDP (protocolo de datagrama de usuario)	91
Anexo B – Calidad de servicio de transmisión de voz con el protocolo Internet (VoIP).....		93
B.1	Pérdida.....	93
B.2	Retardo.....	93
B.3	Fluctuación de fase	95
B.4	Eco.....	96

Anexo C – Protocolos para prestar el servicio VoIP con calidad de servicio adecuada.....	97
C.1 Protocolo de transporte en tiempo real (RTP)	97
C.2 Protocolo de control de transporte en tiempo real (RTCP)	98
C.3 Protocolo de reservación de recursos (RSVP)	99
C.4 Protocolo de servicios diferenciados (protocolo DiffServ)	100
C.5 Protocolo de conmutación por etiquetas multiprotocolo (MPLS)	101
C.5.1 Componentes del MPLS	102
C.5.2 LSR y LER	102
C.5.3 FEC	102
C.5.4 Etiquetas y asociaciones de etiquetas	102
C.5.5 Formato básico de etiquetas MPLS	103
Anexo D – El protocolo IPSec	105
Anexo E – Principios y técnicas de codificación.....	107
E.1 Codificación diferencial (DPCM, ADPCM, ADM)	107
E.2 Codificación por síntesis (LPC, CELP)	108
Anexo F – Protocolos de nivel aplicación para voz por IP	109
F.1 Protocolo H.323 del UIT-T	109
F.2 El protocolo SIP del IETF	111
Anexo G – Protocolos de nivel de red para voz por IP	115
G.1 Protocolo H.248/MEGACO del UIT-T/IETF	115
G.2 Protocolo BICC del UIT-T	116
Anexo H – Numeración electrónica (ENUM)	117
Anexo I – Siglas y acrónimos	119
Anexo J – Cuestiones y problemas que requieren consideración	125
Anexo K – Actividades de normalización relacionadas con la «telefonía IP»	127
Anexo L – Opinión A del FMPT-01	141
Anexo M – Opinión B del FMPT-01	145
Anexo N – Opinión C del FMPT-01	147
Anexo O – Opinión D del FMPT-01	149
Anexo P – La interconexión en la Unión Europea (UE)	151

PARTE I

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA INTRODUCCIÓN DE TELEFONÍA POR EL PROTOCOLO INTERNET (IP)

Capítulo I.1 – Introducción a las consideraciones relativas a telefonía por el protocolo Internet (IP)

I.1.1 Antecedentes

Con arreglo a la Parte 3 de la Opinión D (Anexo O adjunto) adoptada por el Foro Mundial de Política de las Telecomunicaciones sobre la telefonía IP (Ginebra, 7-9 de marzo de 2001). El Sr. Hamadoun I. Touré, Director de la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT), invitó a los expertos de los países desarrollados y en desarrollo a planificar una estrategia de migración de sus redes a las redes basadas en IP. En respuesta a su invitación, se celebraron tres reuniones de expertos en telefonía IP (9-10 de julio; 8, 9 y 10 de octubre y 13 a 14 de diciembre de 2001) presididas por el Sr. Nabil Kisrawi de Siria, asistido por el Sr. Peter Kenduiywo (Experto de Kenya) como Vicepresidente.

El objetivo de estas reuniones de expertos era ejecutar las siguientes tareas identificadas en la Opinión D en relación con el UIT-D:

- a) preparar, con la premura posible, una relación de los factores que podrían utilizar los países en desarrollo durante el proceso encaminado a acelerar la introducción de redes IP, a fin de facilitar la introducción de la telefonía IP;
- b) asesorar y prestar asistencia para dar respuesta a las preocupaciones y necesidades de los países en desarrollo sobre las repercusiones técnicas, socioeconómicas y políticas que podrían suscitarse con la introducción de la telefonía IP;
- c) elaborar un Informe para la próxima Conferencia Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones, a fin de que la misma pueda tomar las medidas necesarias.

Los trabajos se organizaron de la siguiente manera: en la primera reunión se acordó crear Grupos de Relator, cada uno dirigido por un Relator. El Relator para los aspectos técnicos fue el Sr. Jamel Zenkri (Experto de Túnez) asistido por el Sr. Souheil Marine (Alcatel Francia). El Relator para los aspectos económicos fue el Sr. Sameer Sharma (Experto de la India) asistido por el Sr. Kumar Jayant (Experto de la India). El Relator para cuestiones de política fue la Sra. Virginia Sheffield (Experto de los Estados Unidos) asistida por la Sra. Julie Kearney (Experto de EE.UU.); el Relator para los talleres y los aspectos de formación fue la Sra. Rosa Rizvangoul Cisse (Experto de Malasia) asistida por el Sr. Désiré Karyabwite (UIT/BDT). Por último, el Relator para la lista de factores fue el Sr. Nabil Kisrawi, Presidente del Grupo de Expertos.

I.1.2 Definición de trabajo de la telefonía IP

I.1.2.1 Motivaciones técnicas para la telefonía IP

Pese a que la telefonía IP no constituye aún un porcentaje sustancial del volumen de tráfico telefónico en todo el mundo, está expandiéndose rápidamente debido a las siguientes motivaciones técnicas:

- La red con conmutación de circuitos se diseñó y optimizó con el objetivo de ofrecer un solo producto – canales vocales dúplex entre puntos con conmutación de 4 kHz (canales digitales de 64 kbit/s).
- Por lo general, los datos se caracterizan por ráfagas de información y no por flujos de velocidad binaria constante que se asocian comúnmente con la voz.
- Las ráfagas de datos pueden ser transportadas de una manera más eficaz utilizando paquetes de información que pueden intercalarse en función del tiempo en una red con otros paquetes que estén siendo transportados entre otras fuentes y destinos.
- Durante más de 40 años, la voz ha sido codificada digitalmente en trenes de 64 kbit/s que pueden transportarse por canales de 64 kbit/s. No obstante, los avances de la tecnología de codificación vocal permiten una amplia gama de opciones, por ejemplo, desde audio a 5-8 kbit/s a audio de calidad superior a 64 kbit/s. La multiplexación vocal a velocidades distintas de 64 kbit/s resulta difícil en la red con conmutación de circuitos a 64 kbit/s. Sin embargo, los abonados a la telefonía IP necesitan interconectar con más de mil millones de abonados a la telefonía convencional en todo el mundo y cuando se emplea un mecanismo de transcodificación es necesario transformar su velocidad binaria más baja a la codificación tradicional de 64 kbit/s (bastante similar a lo que sucede cuando se conecta la codificación de baja velocidad de las redes móviles a las redes RTPC fijas).

Informe esencial sobre telefonía IP

- El Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet (IETF) y otros organismos han realizado trabajos importantes orientados a ofrecer capacidades en tiempo real o casi real utilizando el protocolo IP que permite transportar la voz por este protocolo empleando la gama de codificación vocal. Los operadores han estado introduciendo productos que integran estos protocolos y que cumplen la calidad de servicio necesaria para satisfacer a sus clientes. El ETF está trabajando actualmente en la creación de protocolos que garanticen el cumplimiento de las condiciones de QoS de manera compatible cuando es necesario atravesar un conjunto de redes.
- Esta flexibilidad para transportar una diversidad de trenes de información de usuario, es decir, velocidades binarias constantes y variables, distintas velocidades, etc., permite que las redes con conmutación de paquetes evolucionen hacia una red integrada para una amplia gama de aplicaciones.
- Una red integrada (con conmutación de paquetes) puede reducir los costos de funcionamiento y mantenimiento con respecto a los costos asociados con varias redes superpuestas. No obstante, a corto plazo puede haber gastos adicionales.
- Además, la flexibilidad de las redes con conmutación de paquetes para dar cabida a nuevos trenes de información con una amplia gama de características y basadas en el protocolo Internet y en el amplio conjunto de lenguajes e interfaces abiertas y normalizadas disponibles para el mismo permite introducir nuevas aplicaciones que producirán nuevas fuentes de ingresos. En algunos casos, esas capacidades podrían ser el motor real de la introducción del transporte por IP en las redes de telecomunicaciones y no la «reproducción» de los servicios telefónicos existentes.
- Las redes basadas en IP pueden aprovechar las mismas facilidades de transporte de capas más bajas subyacentes, es decir, pares metálicos trenzados, cable, medios inalámbricos, fibra óptica o satélite. La evolución a las redes basadas en IP puede lograrse de una forma económica mediante la instalación de conmutadores/encaminadores de paquetes basados en IP que pueden conectarse mediante las facilidades de transporte existentes. Esto ha representado un vehículo muy importante para poder ofrecer el acceso masivo a Internet para fines comerciales en los países desarrollados gracias a la disponibilidad y ubicuidad de esas facilidades de transporte.

1.1.2.2 Presentación de los diferentes tipos de telefonía IP

Según la naturaleza de la red IP que se emplee, cabe hablar de dos categorías principales de transmisión de voz por las redes IP. La primera se basa esencialmente en Internet, y se considera como la interconexión de un conjunto de redes públicas o privadas en un plano mundial. La segunda categoría reside en las redes IP gestionadas por los operadores de servicio, que disponen de numerosos mecanismos preinstalados (algoritmos de encaminamiento, codificación, etc.), que permiten asegurar un nivel de calidad de servicio aceptable para la voz.

Existen tres casos de utilización de la voz por el protocolo Internet (VoIP) según el equipo terminal y los tipos de red.

Caso 1: Ordenador personal (PC) a PC

En este caso, ambas partes, llamante y llamada, disponen de computadores¹ que les permiten conectarse a la red Internet, por lo general a través de la red de un proveedor de servicio de Internet (ISP)². Las dos partes pueden establecer una comunicación vocal sólo mediante acuerdo previo, ya que ambos usuarios tienen que estar conectados a Internet al mismo tiempo (para lo cual habrán fijado con anterioridad la hora en la que se

¹ Actualmente, el término computador o PC designa un dispositivo capaz de ejecutar un programa de software de aplicación VoIP. Hoy en día, somos testigos de la aparición de aparatos de usuario avanzados tales como las agendas digitales personales (PDA) o los teléfonos móviles avanzados con capacidad de ejecutar software VoIP; por consiguiente, el término PC que se emplea en el resto de este documento se aplica por razones de conveniencia y debe entenderse con el significado general antes mencionado.

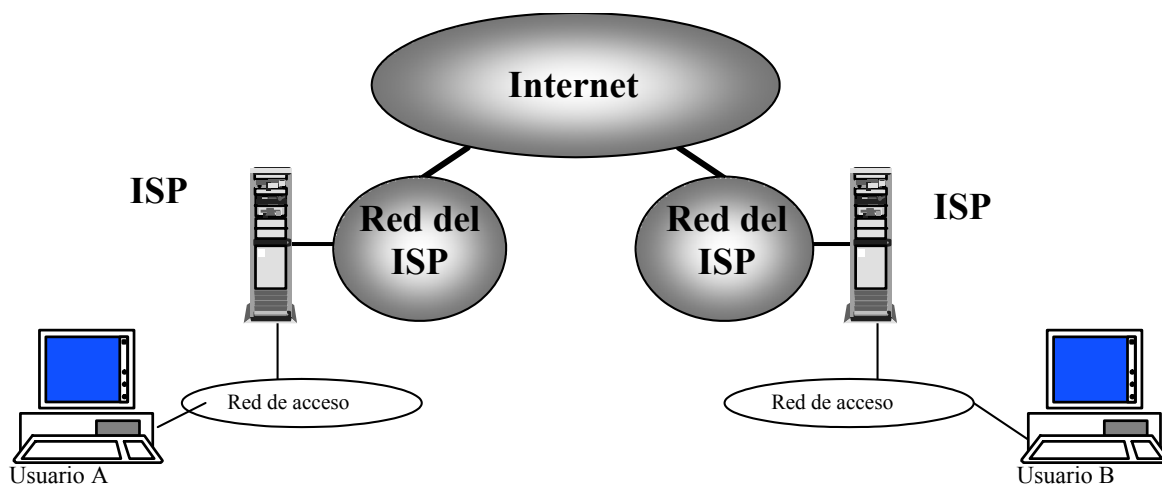
² El cometido del ISP es primordialmente conectar sus abonados a su red y proporcionarles una dirección IP que les permita utilizar las aplicaciones de Internet. En este documento se cita el caso de acceder a Internet a través de un ISP como el ejemplo predominante. Por supuesto, los usuarios conectados directamente a redes LAN o WAN (redes empresariales o docentes) pueden disponer de una dirección IP, si bien es cierto que se trata de una dirección privada detrás de un esquema de traducción de dirección de red (NAT), y aprovechan las aplicaciones de Internet sin la intervención de un ISP.

comunicarán a través de Internet, a menos que se encuentren en línea permanentemente) y utilicen software³ compatible con VoIP. Asimismo, el llamante debe conocer la dirección IP de la parte llamada; para ello, las partes deben ponerse de acuerdo para consultar un servidor de directorio en línea (que se actualiza con cada conexión) en el cual se registran los usuarios antes de cada comunicación o deben disponer de otras formas para localizarse o tener conocimiento de la disponibilidad de la conexión de su corresponsal a Internet (tecnologías de mensajería instantánea).

En este caso, normalmente se accede a la red del ISP a través de la red telefónica pública mediante una simple llamada telefónica. Este medio de acceso aún predomina, incluso en los países desarrollados. Las soluciones alternativas conocidas como «banda ancha» y basadas en la red telefónica (tecnología DSL), una red de televisión por cable o una red de acceso inalámbrico (tecnología LDMS) se encuentran hoy en día en la fase inicial de despliegue, y su uso no se ha generalizado, a pesar de que algunos países ya disponen de los equipos⁴ adecuados.

En este caso, el cometido del ISP se limita simplemente a proporcionar acceso a la red, lo que a su vez permite que el usuario acceda a Internet. La aplicación vocal que emplea el cliente es transparente para el ISP, que no toma medidas específicas para garantizar la calidad del servicio vocal. En pocas palabras, en tal escenario no puede hablarse de «telefonía» en el sentido convencional de la palabra, es decir la prestación de un servicio por un tercer proveedor, sino simplemente de la utilización de una aplicación vocal a través de Internet, utilización que se ha vuelto tan común como cualquier otra aplicación de red. A menudo, el protocolo utilizado entre las dos partes en comunicación es el protocolo H.323 (véase el Anexo F.1) definido por el UIT-T (por ejemplo, la aplicación de NetMeeting); no obstante, el protocolo SIP del IETF (véase el Anexo F.2) podría tener una utilización más generalizada en el futuro. Esa solución se ilustra en la Figura 1 a continuación.

Figura 1 – Telefonía IP de PC a PC



³ Todos los productos de softwares orientados a telefonía que están disponibles en el mercado tienen una estructura similar, ya que muestran un panel de control a partir del cual pueden controlarse las principales funciones de telefonía y pueden consultarse los menús de configuración y de opciones. Todos esos softwares proporcionan acceso a las zonas de charla interactiva Internet (IRC), donde los usuarios pueden intercambiar mensajes de texto en tiempo real, para cuyo fin se visualiza una lista de los individuos que utilizan el mismo software y se encuentran en línea. Según el producto, también hay un menú que permite al usuario llamar a una dirección IP específica que es permanente y corresponde a una máquina que ya está conectada a la red. Algunos productos pueden incluir el cifrado de la comunicación vocal. Una opción de correo vocal facilita que los mensajes vocales sean grabados por la máquina.

⁴ Los principales operadores de la Unión Europea, América del Norte y Corea notifican una disponibilidad de acceso mediante ADSL del orden del 90% (véase asimismo la serie de Informes de la UIT «Programa de nuevas iniciativas de la UIT» sobre «Promoción de la banda ancha», «Repercusiones de la banda ancha en materia económica y reglamentaria» y «Nacimiento de la banda ancha»).

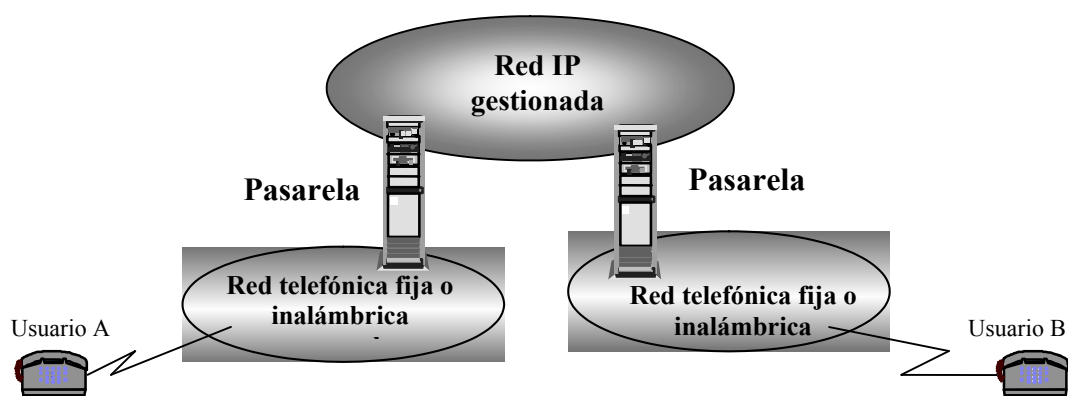
Caso 2: Teléfono a teléfono por IP

En este caso, las partes llamante y llamada están abonadas a la red telefónica pública (fija o móvil) y utilizan su aparato telefónico para comunicación vocal en la forma normal. Hay dos métodos para comunicarse mediante dos aparatos telefónicos ordinarios a través de una red IP o Internet.

Utilización de pasarelas

Esto significa que uno o varios actores de telecomunicaciones han establecido pasarelas que posibilitan la transmisión de voz a través de una red IP de un modo que es transparente para los usuarios telefónicos. En este caso no se trata de la red Internet sino de una red IP «gestionada», es decir, una red dimensionada de tal manera que permite el transporte de la voz con una calidad de servicio aceptable. La siguiente Figura 2 ilustra este caso.

Figura 2 – Telefonía IP en el caso de teléfono a teléfono mediante pasarelas



En este caso, las pasarelas y la red IP gestionada pueden pertenecer a distintos actores, dependiendo de si se trata de:

- la utilización puramente interna de VoIP dentro de la red de un solo operador telefónico que posee y gestiona toda la operación, encargándose de ambos usuarios A y B;
- la prestación de un servicio vocal de larga distancia a través de un operador de larga distancia que utiliza tecnología VoIP (en este caso, los usuarios A y B pertenecen a distintas redes), en cuyo caso toda la operación pertenece al operador de larga distancia y es gestionada por el mismo.

Utilización de dispositivos adaptadores

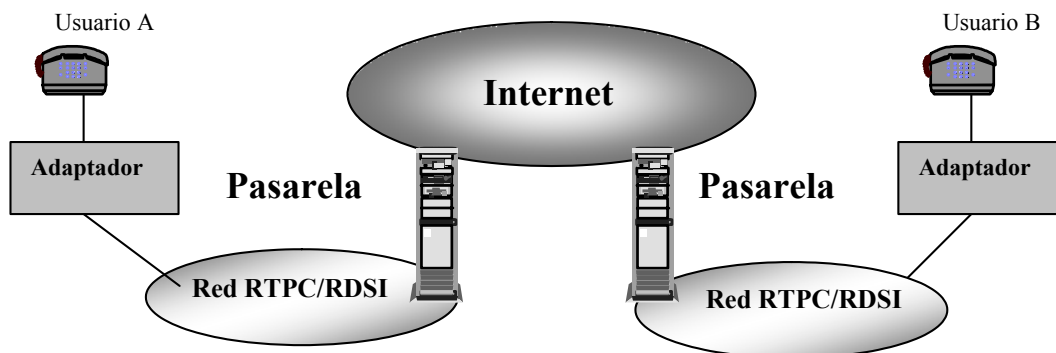
Muchas empresas ofrecen dispositivos parecidos a un módem que se instalan entre el aparato telefónico del usuario y su conexión a la RTPC.

Para que este tipo de configuración funcione adecuadamente, cada uno de los dos usuarios debe disponer de un abono con un ISP cuyos parámetros de acceso hayan sido programados en el dispositivo.

La parte llamante inicia la llamada de la misma manera que en una red de telecomunicaciones convencional, y la primera fase es en realidad el establecimiento de la comunicación en esa red; no obstante, inmediatamente después del establecimiento, los dispositivos intercambian la información necesaria para la segunda fase. A continuación, se disocia la llamada convencional y los dispositivos, en función de los datos que se han intercambiado y los parámetros preestablecidos, se establece una conexión entre cada uno de los

corresponsales y su respectivo ISP. Una vez establecida la llamada, los dispositivos convierten localmente las señales vocales a paquetes IP para transportarlos por Internet como se ilustra en la Figura 3. En principio, este caso es muy similar al caso 1, salvo que los dos usuarios no requieren un PC y la necesidad de una «cita» Internet se facilita mediante el procedimiento iniciado en forma de una llamada telefónica. Sin embargo, este tipo configuración ha tenido éxito sólo marginalmente ya que requiere, como en el caso de PC a PC, que los dos corresponsales dispongan del mismo tipo de dispositivo.

Figura 3 – Telefonía IP de teléfono a teléfono mediante adaptadores



En este caso, los dos métodos emplean dos tipos de red para establecer la llamada telefónica, es decir, la red Internet o una red IP gestionada y la RTPC.

Caso 3: PC a teléfono o teléfono a PC

En este caso, uno de los usuarios dispone de un computador con el cual se conecta a Internet a través de una red de acceso y un ISP (en forma similar al caso 1)⁵, en tanto que el otro usuario es un abonado «normal» a una red telefónica fija o móvil.

PC a teléfono

Cuando el usuario con computador desea llamar al aparato telefónico de un corresponsal, debe empezar conectándose a Internet en la forma tradicional a través de la red de su ISP. Una vez conectado, emplea los servicios de un proveedor de servicio de telefonía Internet (ITSP) que dispone de una pasarela que garantiza el acceso al punto más cercano a la central telefónica del abonado llamado. Dicha pasarela será la que se encargue de la llamada de la parte llamante y de toda la señalización relacionada con la llamada telefónica en el extremo de la parte llamada.

Cabe observar que el ITSP presta un servicio unidireccional de PC a teléfono y no gestiona a los abonados como tales; *de hecho, el abonado con PC emplea los servicios del ITSP únicamente para las llamadas salientes*. Cabe notar además que el ITSP dispone de una red IP gestionada y en consecuencia garantiza una determinada calidad de servicio vocal hasta la pasarela más cercana al abonado llamado, y que asimismo gestiona la interconexión con el operador telefónico de este último. Pese a que los ITSP utilizan tecnología VoIP, se consideran a sí mismos como proveedores de servicio telefónico y por lo general prestan sus servicios a individuos de la manera convencional, es decir, con tasación por minuto.

⁵ Aquí podría aplicarse la misma observación efectuada para el caso 1; el caso correspondiente al ISP es únicamente el ejemplo predominante. El usuario puede conectarse a Internet como parte de una red LAN o WAN sin necesidad de intervención de un ISP.

Teléfono a PC

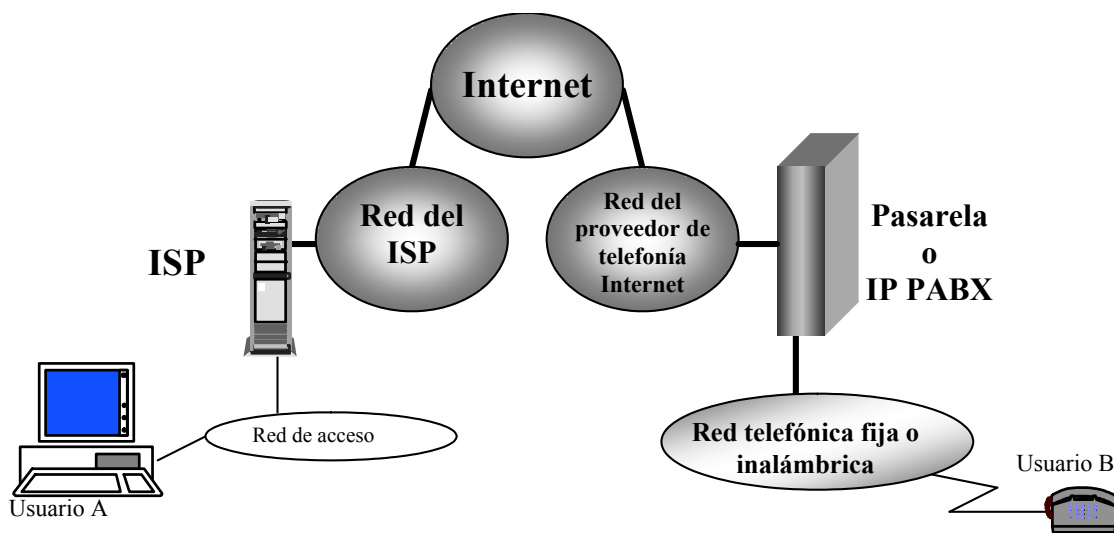
En este caso, la parte llamante es el usuario telefónico y la parte llamada es el usuario con un PC. Como un usuario telefónico puede marcar esencialmente un número E.164 para establecer comunicación con la parte llamada, el usuario con un PC debería disponer de alguna manera de un número E.164:

- indirectamente: en el caso de su interconexión a la red como abonado de una centralita privada automática (PABX) con tecnología IP conectada a la red pública (en realidad, en este caso cabría hablar más apropiadamente de un «teléfono IP» en lugar de un PC conectado a la red LAN gestionada por la PABX IP);
- o directamente: en este caso, se trata del abonado del lado IP que tiene una dirección E.164 atribuida por un operador de telefonía IP.

Técnicamente, hoy en día sólo funciona el primero de los casos anteriores a través de dispositivos PABX IP. El segundo caso funcionará dependiendo de la disponibilidad de un mecanismo de traducción intermediario implantado por el lado IP que pueda traducir el número E.164 público a la dirección IP de la parte llamada. Este mecanismo estará disponible sólo en función de la aplicación de una tecnología como ENUM que se examina en el Anexo H.

En la Figura 4 a continuación se ilustra este caso.

Figura 4 – Telefonía IP de PC a teléfono o de teléfono a PC



I.1.2.3 Definición de trabajo de la telefonía IP

La Comisión de Estudio 2 del UIT-T (CE 2) emitió las siguientes explicaciones del término «telefonía IP»:

«IP es una abreviatura del protocolo Internet, el cual fue creado para soportar una red con conmutación de paquetes. El protocolo fue desarrollado por el IETF. La **telefonía IP** consiste en el intercambio de información primordialmente en la forma de voz que emplea un mecanismo conocido como protocolo Internet».

La posición de la CE 2 en lo que concierne al término «telefonía por Internet» también debería tenerse en cuenta:

«La combinación del término Internet con el término telefonía se considera inapropiada. La red Internet ofrece muchas capacidades a los usuarios, como la capacidad para transportar voz bidireccional en tiempo real o en tiempo casi real. Consideramos que se trata de una capacidad intrínseca de Internet y no de un servicio de telecomunicaciones».

Aparte de la posibilidad de utilizar la red telefónica como una red de acceso a Internet, es posible clasificar los casos presentados anteriormente en dos tipos:

Tipo 1: Los casos que necesitan la intervención de un operador y que permiten, mediante una pasarela, el suministro parcial (en un sentido, como en el caso 3) o total (en ambos sentidos, como en el caso 2 con pasarela) de comunicación a la red pública conmutada mundial.

Tipo 2: Los casos que no requieren la intervención de un tercer proveedor (como en el caso 1 o el caso 2 con adaptadores) ni necesitan una pasarela; en este caso, la aplicación de VoIP se considera como una de las diversas aplicaciones del mundo Internet.

El tipo 2 es muy similar a lo que la CE 2 considera como «telefonía por Internet» en el sentido de que se emplean «las capacidades intrínsecas de Internet y no [participa] un servicio de telecomunicaciones». Por otro lado, los casos del tipo 1 aprovechan el protocolo Internet como un portador de voz pero incluyen la intervención de un operador solamente para proporcionar un servicio de interconexión hacia un abonado de la red telefónica. Estos casos son muy similares a la definición anterior de la telefonía IP aunque esa definición se centra únicamente en la tecnología de transporte utilizada para la transmisión vocal (concretamente, el protocolo Internet) y no parece abordar los demás atributos conocidos de la telefonía como un **servicio** prestado por un operador.

Huelga decir que el primer tipo de utilización es el que ofrece mayores ventajas, al menos a corto y mediano plazo, pues permite proporcionar acceso a más de mil millones de usuarios de la red de telecomunicaciones en todo el mundo, contribuyendo así al acceso universal a los servicios de telecomunicaciones.

El segundo tipo es interesante, a corto plazo, únicamente para la comunidad de usuarios de Internet, y será validado como un modelo de comunicación universal a largo plazo cuando todos los equipos de usuario (particularmente los terminales) en todo el mundo hayan migrado a la tecnología IP «nativa» para acceder a Internet, y cuando se haya generalizado la introducción en las redes IP de las tecnologías necesarias para implantar la calidad de servicio de las aplicaciones que participan en la interacción entre individuos (ya sea mediante voz y/o otros medios). Más adelante se enfocará el examen de problemas relacionados con la aplicación del servicio de telefonía IP y las maneras en las que interactúan la RTPC y las redes que emplean la tecnología IP. Asimismo, se considerarán los factores tecnológicos que favorecen la migración del servicio telefónico a la tecnología de red IP y las perspectivas que se presentan con la migración desde el punto de vista de nuevos servicios.

Capítulo I.2 – Lista de los factores relativos a la introducción de la telefonía IP

Después del FMPT-01, el Grupo de Expertos sobre «telefonía IP» desempeñó las tareas que le fueron asignadas en las reuniones. Al principio, se elaboró la siguiente lista de factores («Lista de factores») que serían útiles a los responsables de la reglamentación y la formulación de políticas nacionales cuando estudiaran, en el marco de su soberanía nacional, la introducción de la telefonía IP. Reconociendo que cada país tiene que considerar circunstancias únicas, esta lista ofrece a los Estados Miembros una relación de factores que podrían utilizar durante el proceso de acelerar la introducción de redes IP, las cuales pueden conducir a la introducción de la telefonía IP. Cabe notar que las sugerencias presentadas en la lista no constituyen prerequisites para la introducción de la telefonía IP.

- 1) ¿El aumento del tráfico de telecomunicaciones y las proporciones relativas entre voz y datos sustentan la introducción de la telefonía IP?
- 2) Se debe considerar la necesidad de conocimientos técnicos y formación para disponer rápidamente de personal calificado capaz de afrontar los desafíos técnicos, de explotación, de gestión y de política que emanan del nuevo entorno de la telefonía IP.
- 3) Servicio universal: Función de un sistema de telefonía IP durante la prestación del servicio universal/acceso.
- 4) Precios asequibles: Cuáles son los parámetros que deberían tenerse en cuenta para:
 - los precios de la telefonía IP propuesta que podrán considerarse a un determinado nivel para lograr el uso de las aplicaciones de la manera más generalizada posible,
 - los costos que afectan la asequibilidad del servicio, tales como:
 - Tasas de interconexión.
 - Tasas de tránsito razonables, en su caso.
 - Tasas gubernamentales (si las hubiere).
- 5) Cuestiones de interconexión: ¿Existen limitaciones técnicas y/o de funcionamiento que pudiesen impedir la interconexión, y cuáles son las medidas que deben adoptarse para resolverlas?
- 6) Numeración: Qué medidas pueden ser necesarias para implantar el esquema de numeración internacional para los sistemas de telefonía IP (E-164 y/o ENUM).
- 7) Considerar en qué grado un sistema puede impedir y/o identificar modos de utilización no autorizados, los medios para identificarlo, su repercusión en la RTPC y en otros proveedores de servicios de telecomunicaciones.
- 8) Considerar la repercusión del funcionamiento de la telefonía IP en las redes y servicios de telecomunicaciones existentes y en sus ingresos, evaluando al mismo tiempo el beneficio total que puede obtenerse con la introducción de la telefonía IP.
- 9) Considerar las cuestiones de competencia entre los sistemas basados en IP y las redes y servicios de telecomunicaciones existentes para garantizar un entorno competitivo.
- 10) Considerar el grado de privacidad y seguridad de las comunicaciones que pueden proporcionar los sistemas basados en IP.
- 11) Considerar el grado de respuesta de la telefonía IP a los requisitos de telecomunicaciones en casos de emergencia.
- 12) Considerar las fuentes de inversión amplias, incluidas las asociaciones privadas-públicas y las fuentes nacionales y extranjeras, para la introducción de redes y servicios basados en IP.
- 13) Considerar procesos de reglamentación no discriminatorios, transparentes y eficaces compatibles con el desarrollo sostenible de las nuevas tecnologías.

PARTE II

TELEFONÍA IP – ASPECTOS TÉCNICOS

Capítulo II.1 – Arquitectura de red

Una red de telecomunicaciones puede describirse como el conjunto de infraestructuras que permiten transferir información entre dos puntos de conexión a la red. La noción de red surge de la necesidad de compartir infraestructuras para optimizar sus costos, de modo que una sola línea de transmisión pueda ser utilizada por diferentes usuarios durante distintos periodos. A las líneas internas hay que añadir las redes de distribución o de acceso a fin de poder alcanzar a todos los usuarios potenciales de la red.

II.1.1 Arquitecturas de las redes telefónicas tradicionales existentes

Con el tiempo, las redes telefónicas han experimentado cambios evolutivos importantes, impulsados esencialmente por el progreso tecnológico en varios campos (conmutación, transmisión, acceso y mantenimiento). El último de esos cambios ha sido la digitalización de su tecnología de transporte, que ha tenido una considerable influencia en la integración.

No obstante, la finalidad de una red telefónica se ha asociado siempre con la prestación de un servicio de comunicación universal y una determinada calidad. Esto tiene varias repercusiones para las tecnologías utilizadas y el modo de interconexión entre las subredes.

Cada uno de los operadores telefónicos de todo el mundo explota una subred de la red telefónica mundial. Para ofrecer un servicio de comunicación universal a todos los abonados respectivos, los operadores tienen la obligación de interconectar sus redes y acordar un sistema simple y coherente para designar a sus abonados.

El requisito de calidad de servicio implica que deben activarse recursos adecuados (capacidades de los circuitos, velocidades de transmisión, disposiciones de gestión) durante toda la llamada en cada una de las subredes participantes entre las dos partes comunicantes. Esto tiene relevancia no sólo en la tecnología utilizada para transportar la voz, sino también, y más fundamentalmente, en el diseño de la lógica incorporada en los componentes activos de la red (conmutadores) y en el lenguaje mutuo (señalización) que se emplea para garantizar el encaminamiento adecuado de una llamada entre dos o más abonados.

La tecnología que se utiliza hoy en día para transportar voz en las redes telefónicas se conoce como «conmutación de circuitos». Se basa en el principio de reservar un recurso (circuito) para una llamada desde el momento de su establecimiento hasta su conclusión. El tamaño de este recurso, expresado como una velocidad binaria desde la digitalización de las redes telefónicas, es 64 kbit/s. Este límite fue escogido en su momento porque permitía la digitalización eficaz de las muestras de la voz humana, cuyo espectro va de 300 a 3 400 Hz⁶. Las técnicas de codificación vocal más recientes posibilitan una considerable reducción de los 64 kbit/s definidos para un circuito; no obstante, como ésta es la velocidad que se utiliza en la mayoría de los componentes activos y de transmisión en toda la red telefónica mundial, sería difícil cambiarla sin incurrir en costos excesivos y sin poner en riesgo una de las principales cualidades de esa red: el servicio universal. Por ejemplo, cabe mencionar que pese a que la red GSM inalámbrica moderna aplica una codificación que sólo consume 8 kbit/s en la parte de radiocomunicación, ésta se transforma en una codificación de 64 kbit/s cuando la voz llega a los conmutadores del servicio móvil.

De modo similar, la arquitectura de una red telefónica está cimentada en la hipótesis de que será utilizada esencialmente para la comunicación de voz entre personas, lo que representa una ventaja desde el punto de vista de la optimización de la red para esta aplicación, pero también una debilidad si la misma red se emplea para otro tipo de aplicaciones (transferencia de datos) cuando los requisitos son distintos de los que corresponden a la voz.

¿De dónde nace la idea de usar la red telefónica para otras aplicaciones y la noción concomitante de que la voz podría transportarse por circuitos distintos a 64 kbit/s? Este tema será examinado después de la breve reseña histórica de las redes de datos.

⁶ A la velocidad de 8 000 muestras por segundo, cada una con una codificación de 8 bits.

II.1.2 Arquitecturas de las redes de datos

Las redes de datos se diseñaron inicialmente, y aún se emplean ampliamente, para interconectar computadores, sus servidores y las plataformas de gestión entre ellos. Las aplicaciones que aprovechan las redes de datos son por lo general aplicaciones de computador para el intercambio de datos entre las máquinas. El despliegue de las redes de datos tuvo auge tras la introducción generalizada de computadores en las empresas y en las universidades con motivo del progreso alcanzado en el campo de la tecnología de la información (minicomputadores, y a continuación microcomputadores incluidos los portátiles).

Las redes de datos reflejan una determinada «neutralidad» en relación con las aplicaciones que aceptan, caracterizada generalmente por la transferencia de datos en «paquetes», cada uno de los cuales contiene todos o parte de los datos que han de transferirse entre dos computadores y la dirección del computador de destino. Esencialmente, la red se encarga de transferir los paquetes al computador de destino con una calidad de servicio definida por el usuario, que en realidad representa, para los efectos de este documento, la aplicación en el computador transmisor, sin ningún conocimiento a priori de la naturaleza de esa aplicación. La ventaja en este caso es la de una red con servicios múltiples cuya arquitectura no está subordinada a una aplicación específica, siendo posible incluso utilizar la red más adelante para aplicaciones que aún no han sido creadas en el momento de su instalación original. Esta flexibilidad conduce, por ejemplo, al empleo de redes de datos (particularmente las basadas en IP) para nuevos tipos de aplicaciones de comunicación «relacionada con los humanos», como es el caso de la transmisión de voz y de vídeo, y mediante (aún insignificante pero con probabilidades de aumento en los años venideros) dispositivos con capacidad de ejecutar un determinado subconjunto de aplicaciones de comunicación sin necesidad de disponer de un computador de «utilidad general».

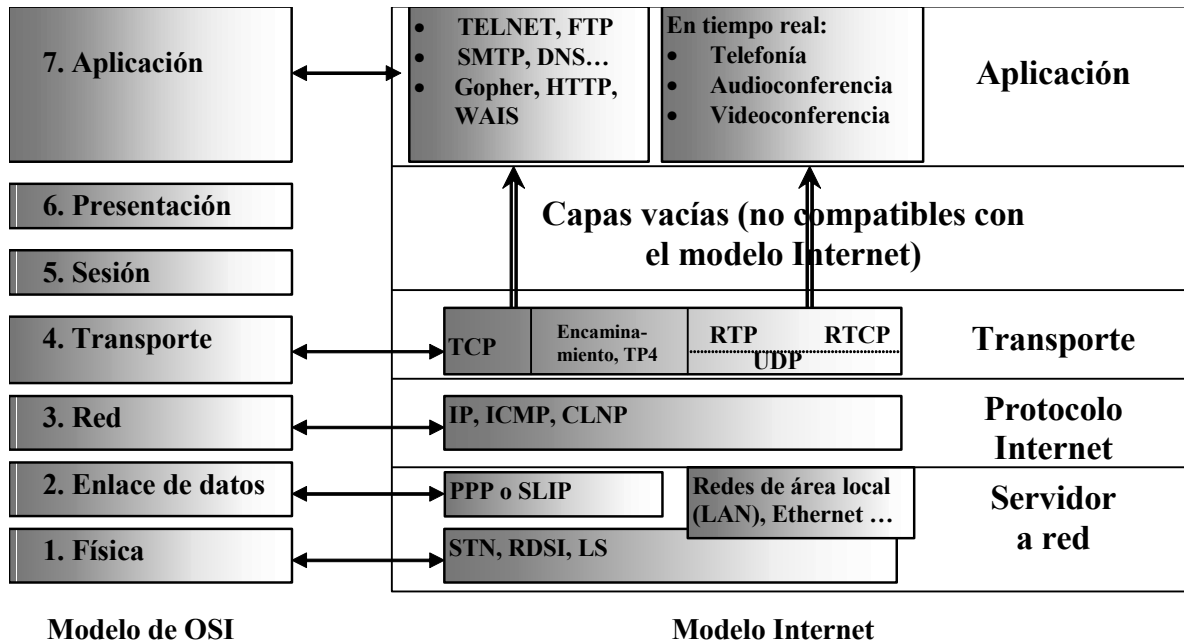
Esta búsqueda de apertura y generalidad (es decir, neutralidad y transparencia con respecto a las aplicaciones) condujo a la ISO a definir el modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI). La piedra angular de este modelo es una arquitectura de siete capas en la que cada una de esas capas ofrece servicios a la capa inmediatamente inferior, mientras que la capa de «aplicación» está situada en el nivel superior del modelo. Al efecto, se definió un conjunto completo de protocolos específicos para «rellenar» los diferentes niveles del modelo en cuestión. Es evidente que, en cualquier instalación de red determinada, sólo se aprovechará un subconjunto o «perfil» de esos protocolos. Por consiguiente, las interconexiones de red no están preestablecidas, y deben realizarse en cada caso mediante pasarelas o puentes de complejidad variable.

Al final del decenio de 1960, Estados Unidos de América desarrolló un protocolo de interconexión conocido como el protocolo de interfuncionamiento o Internet, con la finalidad inicial de posibilitar la comunicación entre los computadores universitarios destinados a labores de defensa en ese país. Este protocolo pertenece a la capa 3 (red) del modelo OSI. En la siguiente Figura 5 se ilustra la correspondencia de dicho protocolo con los protocolos y aplicaciones creados en conexión con el mismo.

El protocolo IP es independiente de las capas subyacentes, lo que supone que puede adaptarse a una red con soportes variados y numerosos. No obstante, se trata de un protocolo simple que no cuenta con control de errores.

En la cláusula A.1 del Anexo A se describe el protocolo IP y en la cláusula A.2 del mismo Anexo se describe el protocolo UDP usado para transportar voz por IP. Cabe señalar que las aplicaciones asociadas con el protocolo IP han sido creadas gradualmente al paso de los años. Hasta principios de 1990, las aplicaciones más comunes eran Telnet (inicio de una sesión en un computador distante), FTP (empleado para obtener ficheros de un computador distante) y correo-e (para el intercambio de correo electrónico). Fue esencialmente la comunidad científica y tecnológica la que utilizó esas aplicaciones para acceder a computadores desde su sitio de trabajo. Fue la aparición de la aplicación conocida como World Wide Web (protocolo HTTP) y la disponibilidad de computadores personales relativamente poderosos las que suscitaron, a mediados del decenio de 1990, el desarrollo de Internet para su utilización por el público en general.

Figura 5 – Compatibilidad entre el modelo de Internet y el modelo de OSI



II.1.3 Invasión de los datos en la red de telecomunicaciones

Cuando se confirmó la necesidad de interconectar computadores personales a las redes de datos, la elección más natural de la red de acceso fue la red mundial de telecomunicaciones.

Los dos motivos para dicha elección fueron: primero, la ubicuidad de la red telefónica, particularmente en los países desarrollados, con una o varias líneas instaladas en cada hogar; y segundo, la disponibilidad de módems que permiten convertir la información digital del computador personal a señales analógicas para su transmisión por la red telefónica.

La situación actual es que la mayor parte de las interconexiones de los computadores personales a Internet se lleva a cabo a través de la red telefónica mundial, aun en los países desarrollados. El resultado de todo esto es que, en algunos países desarrollados, el volumen de tráfico de datos por las redes telefónicas sobrepasa el del tráfico vocal para el que fueron concebidas originalmente dichas redes⁷. Este crecimiento del tráfico de datos es el resultado de una buena penetración de Internet (especialmente en los países desarrollados), la innovación de la tecnología IP y el desarrollo dinámico de las aplicaciones de usuario y la infraestructura de Internet. Este crecimiento ha producido asimismo la demanda y el desarrollo del acceso denominado de «banda ancha» a Internet gracias a nuevas tecnologías como DSL, TV por cable o bucle local inalámbrico para citar las más importantes. No obstante, esas tecnologías aún no han podido sustituir al modo de acceso a Internet aún dominante por marcación telefónica, incluso en los países desarrollados. Cabría señalar que la tecnología DSL reconoce al menos la presencia de los hilos de cobre físicos instalados por un operador telefónico.

⁷ Aunque los países desarrollados han instalado servidores de acceso a Internet en cantidad considerable y que el tráfico hacia los ISP deja de utilizar la red telefónica lo más pronto posible (se impide la congestión en el nivel de tránsito), aún existen dos problemas: 1) no se ha eliminado la congestión en el nivel de acceso y 2) un operador telefónico que cursa un volumen considerable de tráfico de Internet debería instalar redes de datos para manejar dicho tráfico.

El primer problema generado por los datos que invaden la red telefónica es determinar si es adecuado para las aplicaciones de datos utilizar un modo de transporte en el que intervienen circuitos de un tamaño específico que deben reservarse durante toda la llamada. Esto representa un problema, puesto que las aplicaciones de datos incluyen a menudo una gran proporción de periodos de silencio, el término utilizado para describir este fenómeno es «aplicación esporádica». Es fácil observar que el modo de transporte con conmutación de circuitos no es adecuado para este tipo de aplicación y que sería más apropiado el modo de transporte por paquetes mencionado anteriormente.

El segundo problema es: dado que la red de telecomunicaciones transporta más datos que voz, ¿no sería una buena idea migrar el tráfico de voz a una tecnología de transporte por paquetes del tipo IP? Esto lleva a concebir los trayectos de migración que podrían conducir a esas redes convergentes de datos/voz y la manera en que ofrecerían sus servicios a los usuarios finales. Estos problemas serán examinados más adelante, pero antes sería conveniente concluir este capítulo haciendo un paréntesis para tratar el tema de cómo pudieran evolucionar las redes de telecomunicaciones del futuro.

II.1.4 ¿Qué características tendrán las redes de telecomunicaciones del futuro?

II.1.4.1 Arquitectura de la red de próxima generación (NGN) de Telecordia

Al principio de este Informe se han examinado las evoluciones paralelas que condujeron al establecimiento de dos tipos de red, cada una optimizada para transportar el tipo de información predominante para el cual había sido concebida (voz para la red telefónica y todos los tipos de datos para las redes de datos). La utilización de la red telefónica para acceder a Internet y la posibilidad de transportar voz por una red de paquetes tipo IP, nos lleva a examinar la posibilidad de la convergencia entre estos dos tipos de red.

De hecho, ¿no debería ser el objetivo final para el futuro crear un tipo único de redes independientes del servicio e interconectadas que puedan transportar datos, voz o cualquier otro tipo de aplicación? Si la respuesta es sí, en ese caso: ¿cuáles son las principales propiedades que deben «heredar» esas redes de próxima generación de las redes de datos por un lado y de las redes telefónicas por el otro?

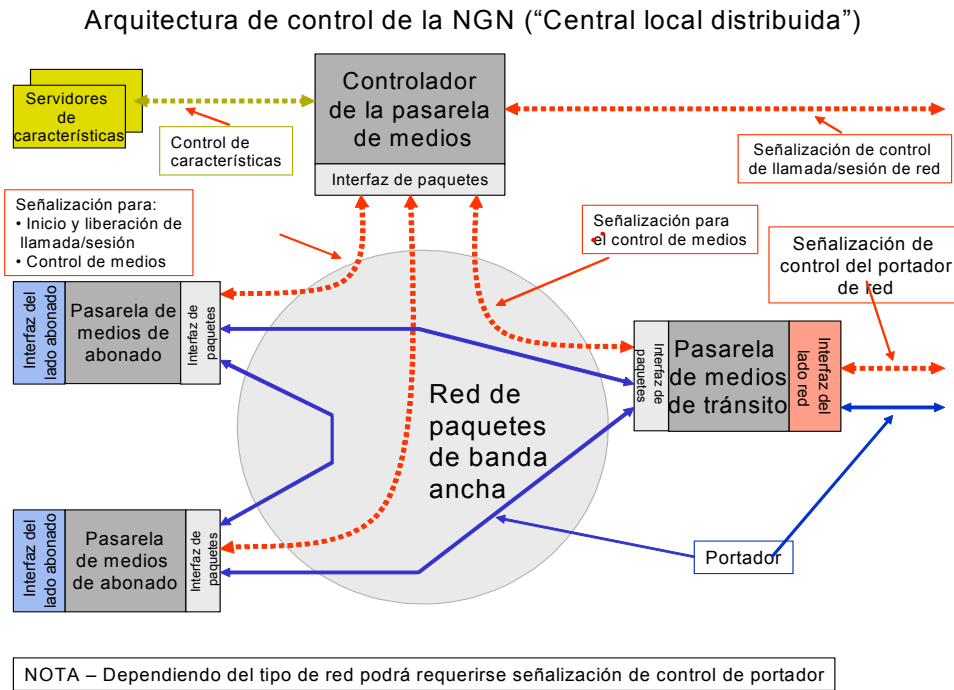
El concepto de red de próxima generación fue introducido inicialmente por Bellcore. Una red de próxima generación se caracteriza esencialmente por la separación de las funciones de transporte y de control y por el hecho de que la primera se basa en la tecnología de paquetes. El objetivo de esta arquitectura es construir una red convergente donde la voz y los datos compartan la misma infraestructura de transporte. Otra meta de esta arquitectura es abrir el camino a una nueva generación de servicios. Una red de próxima generación puede tener las siguientes características técnicas:

- Todos los datos de las aplicaciones son transportados en paquetes/células;
- Tecnología de banda ancha en el acceso;
- Redes multiservicio con capacidad de QoS en la red en el borde;
- Funcionamiento en red óptica en la red núcleo;
- La arquitectura abierta de control distribuido sustituye al conmutador «monolítico» clásico;
- Capa inteligente distribuida que separa la lógica de control del transporte;
- Plataformas y API abiertas para la creación, aprovisionamiento y distribución de servicios inteligentes/mejorados;
- «Tecnología web» para la gestión de redes y servicios, incluida la «autogestión» del cliente (*gestión basada en la web*).

La **arquitectura de control** se caracteriza por la descomposición de la central local monolítica clásica en unidades que manejan el tren de medios, una unidad que contiene la lógica del control de llamada/sesión y una red de paquetes de banda ancha que proporciona la conectividad. Estas unidades (funcionales) pueden estar contenidas en equipos separados física y geográficamente.

En la Figura 6 a continuación se muestra un modelo simple, pero adecuado, para la «central local distribuida».

Figura 6 – Vista simplificada de la central local distribuida



La vista anterior de la red de próxima generación no puede estar completa, en primer lugar, sin examinar los casos de migración de las redes telefónicas TDM actuales a este objetivo (esto será examinado en el siguiente capítulo) y, en segundo lugar, sin examinar los diversos problemas técnicos relacionados con el aprovisionamiento de los servicios de comunicaciones (que duplican o amplían el servicio de comunicación vocal ofrecido por las redes telefónicas), concretamente:

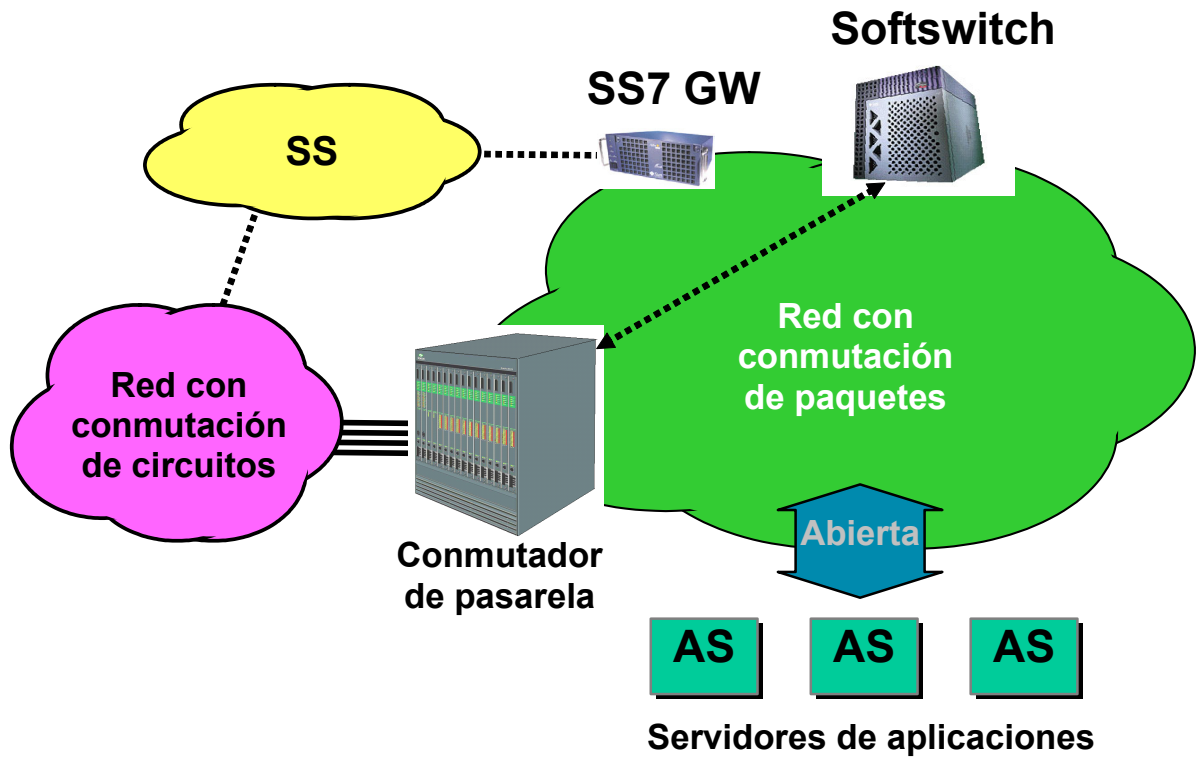
- 1) la calidad de servicio;
- 2) la seguridad de la llamada;
- 3) la interconexión e interfuncionamiento de redes;
- 4) la prestación de servicio y aplicaciones a los usuarios de la red;
- 5) la tasación por el uso de servicios y aplicaciones;
- 6) la designación de los usuarios y los planes de direccionamiento.

Cada una de estas consideraciones será examinada en este Informe, tratando, en la medida posible, de mantener un enfoque constante mediante la presentación del estado de las tecnologías empleadas en cada uno de los tipos de redes de telefonía y de datos y la síntesis posible o previsible entre ellas en el caso de una red convergente que pueda transportar ambos servicios de voz y datos.

II.1.4.2 Arquitectura de Software Switch Consortia

Softswitch Consortia ofrece una arquitectura alternativa que se presenta a continuación:

Figura 7 – Arquitectura Software Switch Consortia



Capítulo II.2 – Estrategias para la migración de las redes telefónicas hacia redes de próxima generación (NGN); ¿cuándo, cómo y con qué fines?

II.2.1 Marco general para la migración hacia la NGN

En los mercados con un gran crecimiento de los servicios vocales tradicionales (como es el caso de la mayoría de los países en desarrollo), las redes telefónicas existentes necesitarán ampliaciones sustanciales para poder cubrir la inmensa necesidad de nuevas líneas. Los proveedores de servicios establecidos tendrán que decidir cómo ampliar sus redes: aplicando soluciones tradicionales con conmutación de circuitos o la arquitectura de red distribuida, con una capa de transporte común basada en paquetes para voz y datos.

Para que esto pueda ser una realidad, tendrán que tenerse en cuenta muchos aspectos como la consolidación, expansión y migración⁸ de la red de una forma que sea específica para cada operador. No obstante, se puede concebir un método genérico por etapas, como el que se indica a continuación:

- *Etapas 1:* utilización de la red TDM actual para el acceso a la telefonía vocal y a Internet;
- *Etapas 2:* consolidación de equipos de conmutación y acceso;
- *Etapas 3:* introducción de la tecnología de voz por paquetes para los circuitos interurbanos;
- *Etapas 4:* introducción de la telefonía de voz por paquetes en el acceso y en el equipo del cliente;
- *Etapas 5:* servicios multimedia y nuevas aplicaciones;
- *Etapas 6:* Sustitución de la infraestructura tradicional por fin de vida y migración a una señalización IP total.

Las etapas anteriores son genéricas en el sentido de que no son obligatorias para cada caso de operador específico. De cualquier manera, son interesantes ya que ponen de relieve las principales etapas de evolución de las redes que pudieran realizarse en los siguientes años. A continuación se examina brevemente cada una de esas etapas.

II.2.2 RTPC para voz e Internet

El punto de partida para la migración a la NGN es la actual red telefónica pública conmutada o RTPC, como se ilustra en la Figura 8 más adelante.

II.2.2.1 TDM y SS7 [A]

En esta red, todo el tráfico vocal es transportado por TDM, y controlado por una jerarquía de conmutadores de circuitos locales (LEX o clase 5) y de tránsito (TEX/clase 4). La red de señalización SS7 se encarga de manejar toda la red de señalización relacionada con la voz (PUSI e INAP).

II.2.2.2 Servicios de red inteligente [B]

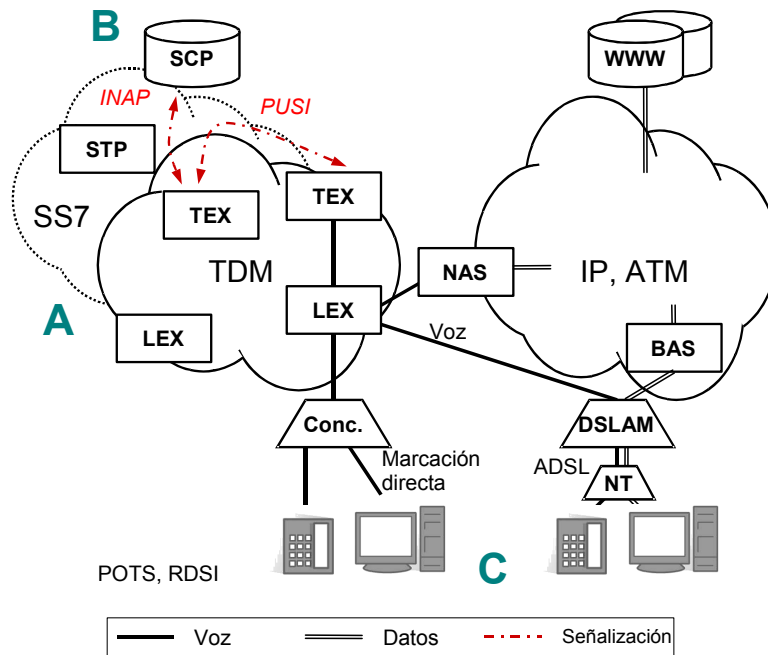
Dentro de los conmutadores o mediante la red inteligente (IN) se proporcionan servicios de valor añadido. Los servicios IN difundidos ampliamente incluyen servicios de tarjeta de llamada, servicios de traducción de números y encaminamiento (tales como los servicios de llamada gratuita, los servicios con recargo y el número de acceso universal) y los servicios de red empresarial (como es el caso de la redes privadas virtuales y el servicio Centrex de área extensa).

⁸ Los términos anteriores requieren definiciones apropiadas a fin de eliminar cualquier ambigüedad en la secuela. La consolidación de la red se refiere a la optimización de la base RTPC instalada a fin de reducir los gastos de capital (CAPEX) y/o los gastos de funcionamiento (OPEX). La consolidación puede combinarse con la selección de productos que dispongan de una garantía de funcionamiento futuro para preparar la migración a la NGN. La ampliación se refiere a la introducción de una NGN subyacente (basada en el acceso por banda ancha) para el direccionamiento a nuevos clientes y a la introducción de nuevos servicios (como la comunicación multimedia). Por último, migración se refiere a la sustitución de los componentes de la RTPC (al final de su vida útil) por los de la NGN equivalentes.

II.2.2.3 Acceso a Internet [C]

Con el creciente número de usuarios de Internet, los operadores están proporcionando conectividad a los proveedores de servicio de Internet (ISP) mediante los servicios de marcación directa de banda estrecha (RTPC o RDSI) o a través de la introducción de ADSL de banda ancha (con la voz separada como un servicio aparte).

Figura 8 – Etapa 1: RTPC para comunicación de voz e Internet



II.2.3 Consolidación de la RTPC

Los operadores establecidos en los mercados en crecimiento tendrán que afrontar gastos de capital (CAPEX) importantes para poder ampliar la capacidad de su red de conformidad con el aumento de los abonados. Estas inversiones serán necesarias en todos los niveles de la red, es decir, en el nivel local y en la red de larga distancia.

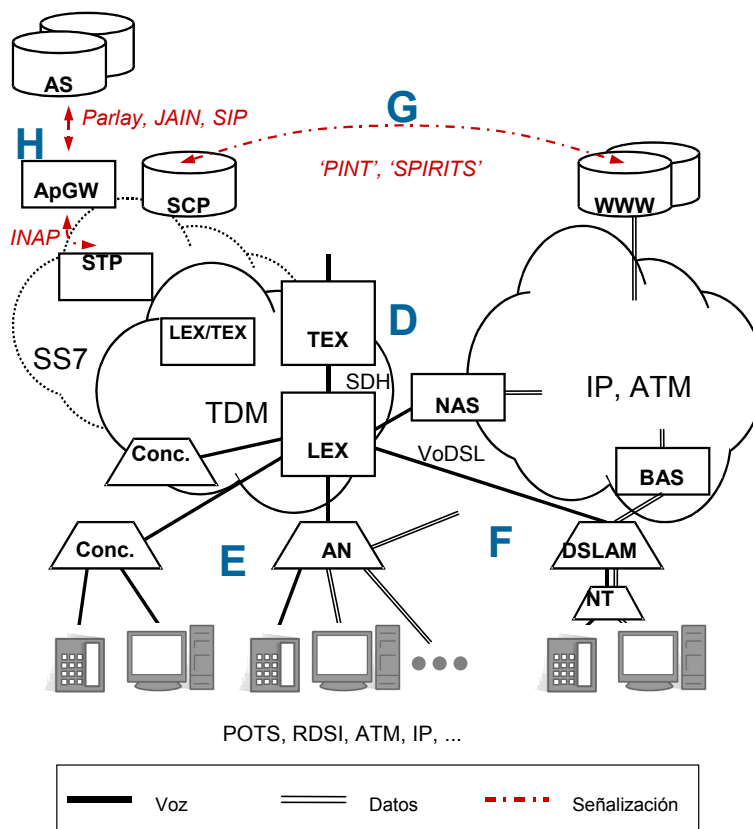
Un método seguro (desde una perspectiva técnica y económica) es comenzar con la consolidación de la infraestructura de la RTPC existente y seleccionar productos «preparados para la NGN» destinados a la ampliación y la introducción de nuevos servicios con el fin de generar ingresos adicionales, como se ilustra en la siguiente Figura 9.

II.2.3.1 Consolidación de los conmutadores [D]

La instalación de un reducido número de grandes centrales (locales y de tránsito) con una mayor capacidad de conmutación e interfaces de alta velocidad (por ejemplo, SDH, ATM) ayudará a reducir los gastos de funcionamiento del operador (OPEX) y a facilitar el rápido despliegue de nuevos servicios. Los conmutadores «redundantes» pueden ser convertidos en concentradores adicionales de acceso distante.

La introducción de nueva tecnología con, por ejemplo, una cobertura limitada, o de módulos de tratamiento de paquetes en las centrales, permiten que el operador reduzca los gastos y reutilice el equipo de conmutación para nuevos servicios de datos.

Figura 9 – Etapa 2: Consolidación de la RTPC



II.2.3.2 Consolidación del acceso [E] y VoDSL [F]

La adición de nuevos nodos de acceso y la actualización de los existentes permiten que el operador capitalice su RTPC, ampliando al mismo tiempo la zona de cobertura y el ancho de banda ofrecido a los abonados (fibra óptica más cercana al usuario). La nueva tecnología de acceso ofrece acceso multiservicios sin fisuras a los servicios de voz (POTS, RDSI) y de datos (ADSL, ATM, IP, etc.) y prepara el camino para las redes de próxima generación.

La optimización de la infraestructura de acceso mediante ADSL se realiza con la introducción de servicios de emulación de bucle de voz por DSL (VoDSL) (pasarela inversa, con una conexión V5.2/GR303 a la LEX).

II.2.3.3 Servicios de convergencia de IN e Internet [G]

Si se prevé un servidor externo en la RTPC y en Internet, el punto de control de servicio (SCP) de la IN puede servir como un medio para integrar voz y datos en las aplicaciones comunes.

Un ejemplo de las aplicaciones de convergencia entre la IN e Internet son los servicios de hacer click para marcar, llamada en espera en Internet, llamada aumentada Web, mensaje unificado, etc. Para poder comunicarse con los servidores de Internet, el SCP tiene que adoptar algunos conjuntos de protocolos del IETF (por ejemplo, PINT y SPIRITS).

II.2.4.2 TGW [J] con Softswitch clase 4 [K]

Para aprovechar los conmutadores existentes sin la integración de una pasarela, pueden añadirse pasarelas troncales (TGW) externas controladas por un equipo Softswitch clase 4 (utilizando el protocolo H.248 o Megaco⁹ – véase la cláusula G.1 en el Anexo G). Desde una perspectiva funcional, Softswitch se comporta como una central de clase 4 (interurbana/tránsito), con características similares (por ejemplo, cribado y enca-minamiento), interfaces de señalización (PUSI, INAP) y acceso a servicios de valor añadido (IN).

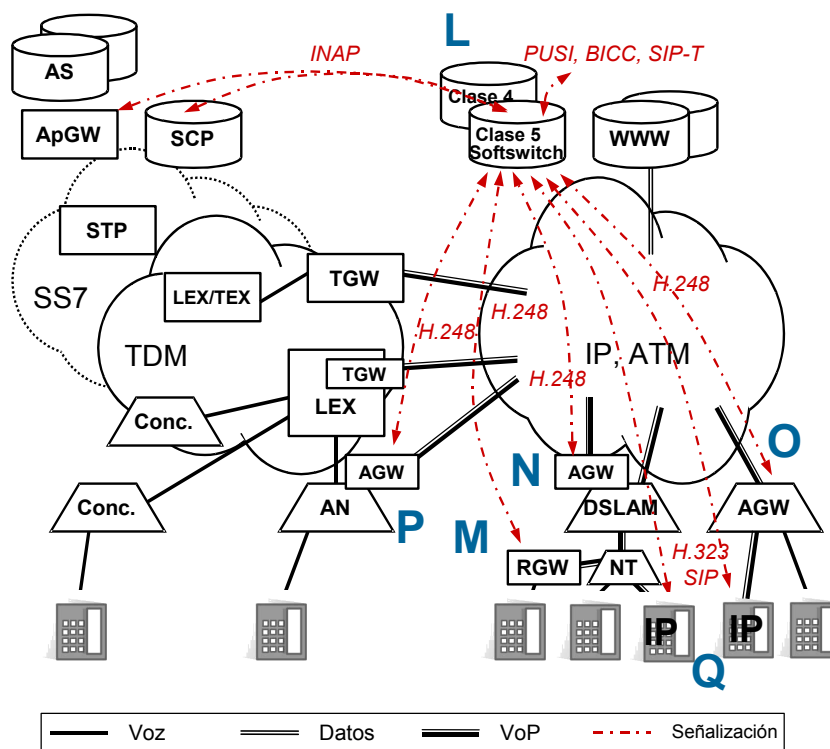
II.2.5 Aplicación de voz por paquetes en el acceso

En los mercados con un crecimiento acelerado o en aquéllos con un despliegue masivo de acceso por banda ancha (ADSL, LMDS, cable), los operadores tienen la opción de introducir la tecnología de voz por paquetes para poder captar parte de ese crecimiento en la red de acceso, o como un mecanismo para descargar las centrales vocales de las líneas DSL.

II.2.5.1 Equipo Softswitch clase 5 [L]

Este equipo con características locales (por ejemplo, CLASS, llamada personalizada) se comporta como un elemento de control compartido, aunque se puede utilizar para diversas alternativas de las pasarelas vocales (dependiendo de la topología del usuario final, la densidad, los requisitos de servicio, etc.) [Figura 11]. De la misma manera que en el caso de la clase 4, el Softswitch se comunicará con las pasarelas utilizando el protocolo H.248/Megaco (o el MGCP).

Figura 11 – Etapa 4: Aplicación de voz por paquetes en el acceso y en el CPE



⁹ En el caso de una instalación prematura, podría utilizarse el protocolo MGCP, precursor de los protocolos H.248/Megaco, en función de la disponibilidad de las pasarelas que lo soportan.

Informe esencial sobre telefonía IP

II.2.5.2 Pasarela en el hogar [M]

Los abonados ADSL tienen la opción de instalar una pasarela en el hogar (RGW) o un dispositivo de acceso integrado (IAD) con capacidad de codificación VoP. A diferencia de las soluciones de ADSL con separación de la voz [B] o la emulación de bucle VoDSL [E] la RGW ofrece al usuario de banda ancha el servicio de voz por paquetes de extremo a extremo.

II.2.5.3 Pasarela de acceso en el DSLAM [N]

Como una opción para mejorar el CPE de sus abonados, un operador ADSL puede tomar la decisión de ampliar los DSLAM con la integración de la funcionalidad de pasarela VoP.

II.2.5.4 Pasarelas de acceso distribuido [O, P]

Otra opción para conectar los abonados locales directamente a la red de datos es introducir nuevas pasarelas de acceso [AGW] o mejorar los nodos de acceso existentes incorporando la funcionalidad AGW.

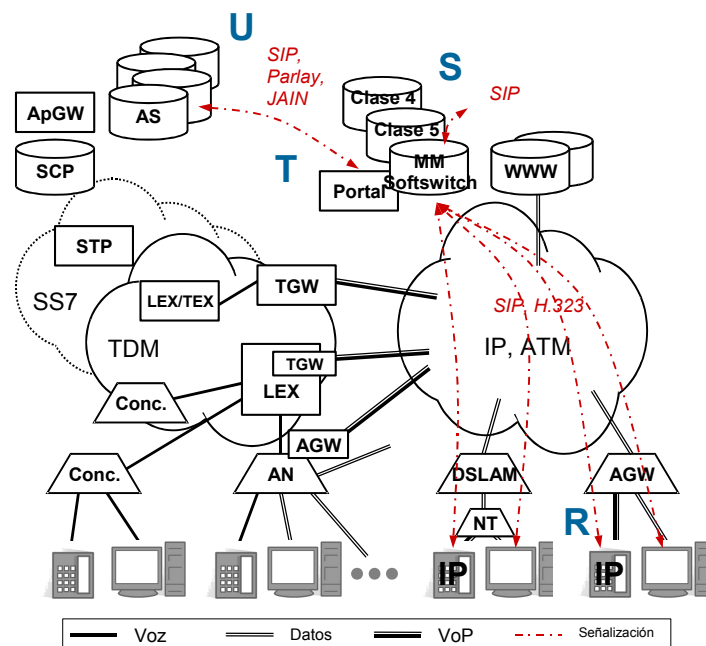
II.2.5.5 Teléfonos IP [Q]

Para comunicar con los terminales vocales de nueva generación (teléfonos IP), el equipo Softswitch clase 5 también puede terminar los protocolos de señalización usuario a red emergentes, tales como H.323 y SIP.

II.2.6 Introducción de servicios multimedia

No hay dudas de que a corto (e incluso a mediano) plazo, la voz será el servicio predominante aún en las redes de próxima generación. La introducción de acceso de banda ancha en la red, no obstante, está permitiendo la instalación de una nueva gama de servicios de datos y multimedia. Estos nuevos servicios permitirán que los operadores puedan diferenciarse y competir con los nuevos participantes.

Figura 12 – Etapa 5: Multimedia



II.2.6.1 Clientes IP [R] con equipo Softswitch MM [S]

La disponibilidad generalizada de terminales apropiados es un prerrequisito para la instalación de servicios multimedios. Los computadores personales existentes son un buen punto de partida, pero se prevé que la convergencia de las tecnologías de operador, de consumidor y de comunicaciones redundará en una diversidad de nuevos dispositivos multimedios.

Estos nuevos terminales comunicarán con el equipo Softswitch aplicando protocolos de señalización multimedios emergentes, como H.323 y SIP.

Para poder soportar plenamente las nuevas capacidades de red y del terminal, el equipo Softswitch ha sido ampliado con sesión de medios combinados y control de QoS.

II.2.6.2 Portal minorista e interfaces abiertas [T]

Con la introducción de nuevos modelos comerciales y nuevos actores (por ejemplo, los operadores de red virtual, proveedores de aplicaciones de terceros, proveedores de contenido), se necesita el acceso a las aplicaciones (para autenticación, autorización, contabilidad, itinerancia, perfiles de abonado, etc.), y plataformas de negociación (negociación de capacidades del terminal, de anchura de banda, agregación de contenido, etc.).

Esos portales representan para el operador de la red no sólo nuevas oportunidades comerciales como un minorista de servicios, sino que también permiten separar de modo transparente el control de red de la funcionalidad de los servicios.

En una arquitectura NGN completa, las aplicaciones y la red podrán interconectar a través de protocolos normalizados (por ejemplo, SIP) y las API (por ejemplo, JAIN, OSA/Parlay).

II.2.6.3 Nuevas aplicaciones [U]

Desde la perspectiva de las aplicaciones (es decir, de los ingresos), el servicio de voz por paquetes (convencional) no se considera como un diferenciador. Es más, se supone que los servicios vocales ofrecidos por las redes VoP dispondrán de menos características que las redes con conmutación de circuitos (especialmente en un entorno H.323).

Por consiguiente, la evolución del abanico de aplicaciones hacia datos y multimedios se considera como un prerrequisito absoluto para que los proveedores de servicio de telecomunicaciones puedan diferenciarse, crecer y generar nuevos ingresos. Los ejemplos típicos de aplicaciones multimedios incluyen:

- Llamadas/conferencias con medios combinados;
- Flujo continuo de datos en tiempo real;
- Mensajería instantánea, presencia y servicios de localización.

La instalación masiva de nuevas aplicaciones se potencializará con la disponibilidad de servidores de aplicaciones y terminales, con herramientas de creación de servicios fáciles de utilizar.

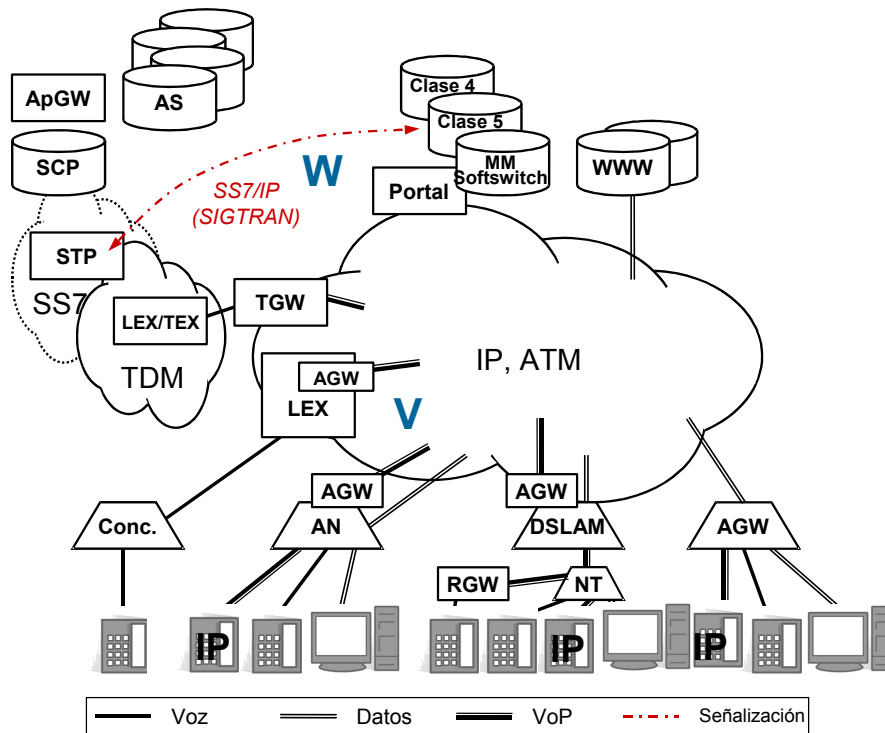
II.2.7 Migración a la NGN completa

Como un paso final de migración hacia la plena NGN, el equipo RTPC convencional restante será transformado o sustituido por componentes de red «conformes» a la NGN. La meta de esta transformación última (aunque facultativa) es sacar provecho del CAPEX existente (por ejemplo, concentradores de acceso conectados a las centrales locales) y reducir aún más el OPEX (red con conmutación sólo de paquetes para transporte y señalización).

II.2.7.1 Sustitución del equipo tradicional [V]

Al final de su vida útil, las centrales TDM y los nodos de acceso restantes serán transformados o sustituidos sin interrupción del servicio por pasarelas troncales, pasarelas de acceso y equipos Softswitch, como se ha descrito en las cláusulas anteriores.

Figura 13 – Etapa 6: La NGN completa



II.2.7.2 Migración a la señalización IP total [W]

Las capas superiores (SCCP, PUSI, TCAP, INAP) se mantienen intactas, mientras que las capas inferiores de la red de señalización SS7 se sustituyen por un equivalente basado en paquetes, como ha sido definido por los Grupos de Trabajo SIGTRAN del IETF.

II.2.8 Estrategia de migración alternativa

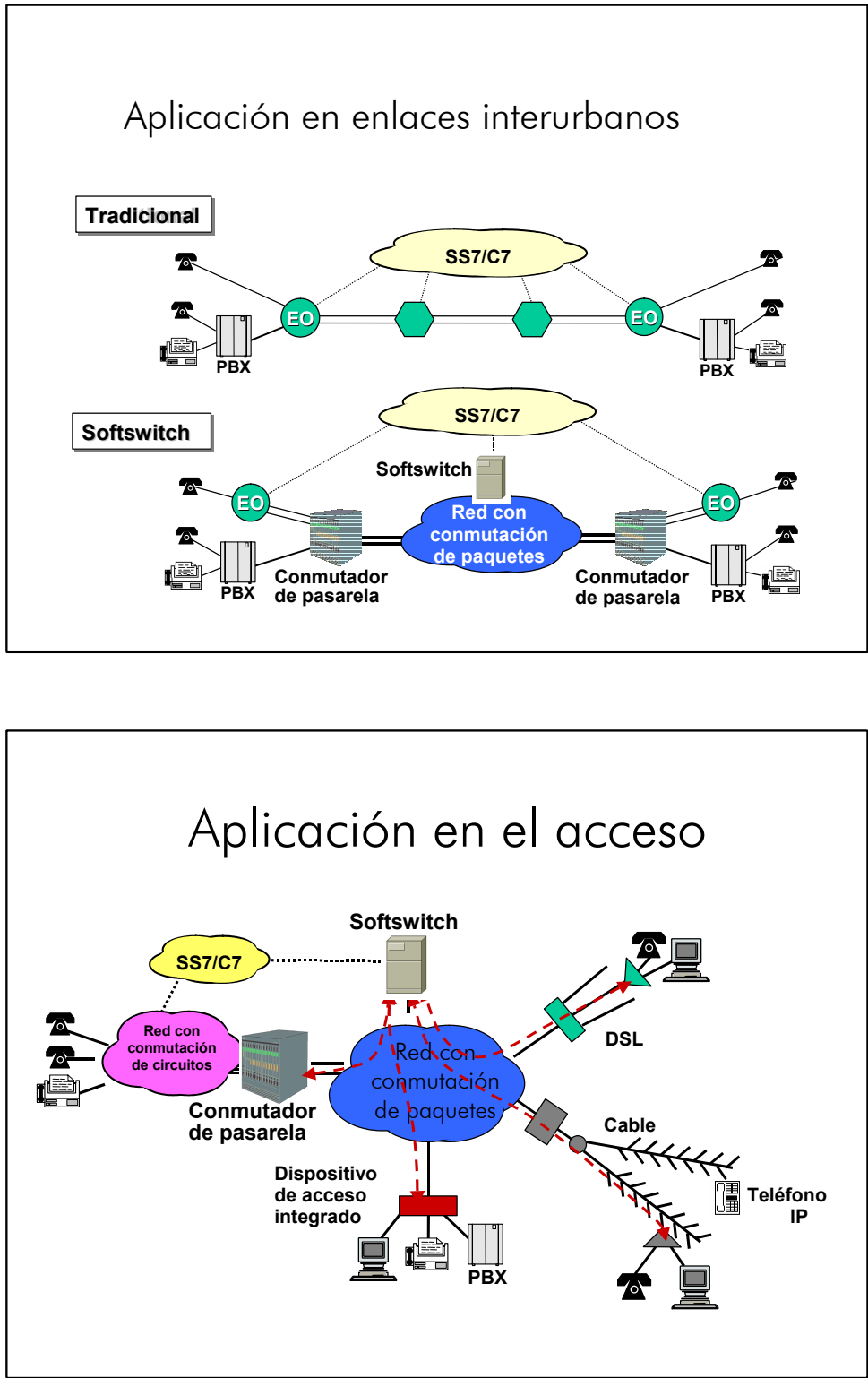
Una estrategia de migración más simplificada basada en la arquitectura del consorcio Softswitch consiste en un método de dos etapas, donde:

Etapa 1 – introducción de equipo de telefonía IP para los enlaces interurbanos y el acceso.

Etapa 2 – introducción de nuevas capacidades y aplicaciones basadas en el protocolo Internet y el conjunto de interfaces normalizadas y abiertas y los lenguajes de software disponibles para el mismo.

Esta estrategia en dos etapas se ilustra a continuación para los enlaces interurbanos y el acceso.

Figura 14 – Migración alternativa



Capítulo II.3 – Aplicaciones

II.3.1 Beneficios para los usuarios finales

La tecnología de la telefonía IP, además de ofrecer a los usuarios finales la perspectiva de la telefonía con un costo más bajo, facilita la creación de nuevas capacidades para las aplicaciones debido a que:

- transporta y procesa el tráfico de voz, datos y multimedios y la señalización de la misma forma;
- emplea el protocolo Internet y el conjunto de interfaces normalizadas y abiertas y los lenguajes de software disponibles para el mismo.
- Algunos ejemplos de esas capacidades de aplicaciones son:
- Centrex IP – amplía las capacidades del centro tradicional no sólo para dar cabida a la voz, sino también a datos y multimedios;
- mensajería unificada – distribuye mensajes de voz, fax y correo electrónico a un sólo buzón al que pueden acceder los usuarios desde cualquier parte a través de un explorador web, el correo electrónico o un teléfono;
- llamada con pago previo/facturación – ofrece una gama de capacidades de llamada con tarjeta de previo pago y facturación que se crea en una plataforma abierta;
- llamada en espera de Internet – facilita la utilización de una sola línea telefónica para las llamadas vocales y el acceso a Internet;
- capacidades de llamada conferencia;
- centros de llamada/contacto – posibilita una gama de capacidades de centro de llamadas, por ejemplo, a través la web.

II.3.2 Troncales virtuales VoIP

En esta aplicación, la red IP sustituye a la red interurbana TDM. Las llamadas que se originan en la RTPC pasan a la red IP a través de una pasarela, la cual también convierte el tren de medios transportado por la red IP mediante una troncal virtual preaprovisionada (por ejemplo, túnel de capa 2) a una pasarela en la RTPC de terminación, donde se convierte el tren de medios a su forma original y se entrega a la parte llamada. La señalización entre las RTPC utiliza BICC transportado por SCTP.

Actualmente, cuando se ofrece el VoIP como un servicio público, se supone que emplea el direccionamiento basado en E.164 (en la aplicación de troncal privada puede seguir un plan de numeración privado), mientras que en la telefonía Internet emplea el direccionamiento basado en la web. Con el progreso de los trabajos sobre ENUM (véase el Anexo H), esto podrá sufrir modificaciones en el futuro.

II.3.3 Aplicaciones multimedios

La distribución de información multimedios y comunicaciones multimedios de un modo unificado se considera como un impulsor para la creación de la red IPTN+, porque permite a su vez la creación de nuevas aplicaciones/servicios que se convertirán en una nueva fuente de ingresos.

A continuación se presenta una breve descripción funcional de los protocolos/marcos de aplicación más prometedores para los distintos tipos de servicios:

II.3.3.1 Servicios de conversación

La Recomendación UIT-T H.323 representa una norma que aglutina a otras para especificar un sistema de conferencia multimedios basado en IP. Hace referencia a un par de otras normas que especifican protocolos de señalización, codificación de medios y servicios de control de llamada. El protocolo H.323 utiliza un método evolutivo para VoIP, que ofrece un alto grado de interfuncionamiento con los servicios telefónicos basados en la RCC tradicional. Las desventajas de este protocolo son su elevada complejidad de aplicación y los problemas en materia de arquitectura referentes a la convergencia de los servicios telefónicos y de Internet y la carencia de escalabilidad y flexibilidad.

II.3.3.2 Radiodifusión y flujo continuo

MPEG-2

La norma MPEG-2 de ISO/CEI (Partes 1 a 9 de la Norma ISO/CEI 13818) trata de la compresión digital de las señales de televisión (audio y vídeo), la sincronización de los componentes de medios y su distribución bien sea por un medio de almacenamiento (por ejemplo, DVD) o mediante un servicio de radiodifusión. MPEG-2 es la norma más importante del sistema de TV digital, que sustituirá al sistema analógico a corto plazo. Además, se considera como una norma para la distribución de vídeo de alta calidad, por ejemplo, para servicios de vídeo a petición en la NGN.

MPEG-4

Se trata de un conjunto de normas desarrolladas por el Grupo de Trabajo MPEG de ISO/CEI, que trata de los mecanismos para transmitir información multimedia en flujo continuo para:

- representar unidades de contenido sonoro (música, voz), visual (vídeo, fotos, gráficos) o audiovisual, denominadas «objetos de medios». Estos objetos pueden ser de origen natural o sintético; esto supone que los objetos pueden ser registrados con una cámara o un micrófono, o generados por un computador;
- describir la composición de estos objetos para crear objetos de medios combinados que forman escenas audiovisuales;
- multiplexar y sincronizar los datos asociados con los objetos de medios, de modo que puedan ser transportados por los canales de la red con una QoS apropiada en función de la naturaleza de los objetos de medios específicos; e
- interactuar con la escena audiovisual generada en el extremo receptor.

Aunque debido al método de codificación basado en objetos, la norma MPEG-4 está orientada primordialmente a las aplicaciones que exigen un alto grado de interactividad y flexibilidad, por ejemplo, el ciberaprendizaje y la publicidad, la norma incluye asimismo perfiles de aplicación que soportan de un modo eficaz los servicios de conversación y de radiodifusión, de una manera similar a la norma MPEG-2 y la Recomendación H.263.

H.3.3.3 Almacenamiento y recuperación

MPEG-7

Se trata de una norma de ISO/CEI concebida por MPEG, denominada formalmente «Interfaz de descripción de contenido multimedia», que permite crear una norma para describir los datos de contenido multimedia que sustentarán algún grado de interpretación del significado de la información, el cual puede ser trasladado a un dispositivo o un código informático, o accedido a través de dicho dispositivo. La norma MPEG-7 no está enfocada a ninguna otra aplicación en particular, por el contrario, los elementos normalizados de MPEG-7 admitirán una gama de aplicaciones lo más amplia posible.

MPEG-21

La cadena de distribución de contenido multimedia engloba la creación, producción, distribución y consumo del contenido. Para sustentar esto, es necesario identificar, describir, gestionar, y proteger el contenido. El transporte y la distribución del contenido tienen lugar a través de un conjunto de terminales y redes heterogéneas en las cuales se producen eventos que deben ser notificados. Esos Informes incluirán la distribución fiable, la gestión de los datos y preferencias personales teniendo en cuenta la privacidad del usuario y la gestión de las transacciones (financieras).

Resulta necesario un marco multimedia para poder sustentar este nuevo tipo de utilización multimedia. Este marco exige que sus arquitectos comprendan una visión compartida o un plan de objetivos, para garantizar que los sistemas que distribuyen contenido multimedia son *interoperables* y que se simplifiquen las transacciones y, de ser posible, están *automatizados*. Esto debería aplicarse a los requisitos de infraestructura en materia de distribución de contenido, seguridad del contenido, gestión de derechos, pago seguro y las tecnologías que los posibilitan, y la lista no está completa.

Informe esencial sobre telefonía IP

El marco multimedios de MPEG-21, un proyecto de ISO/CEI JTC1 SC29 WG11, permite identificar y definir los elementos esenciales necesarios para apoyar la cadena de distribución multimedios descrita anteriormente, las relaciones entre ellos y la funcionalidad que soportan. Dentro de las partes de MPEG-21, MPEG creará los elementos definiendo la sintaxis y la semántica de sus características, como las interfaces a los elementos. MPEG-21 aborda asimismo la funcionalidad del marco necesaria, como los protocolos asociados con las interfaces, y los mecanismos para proporcionar un depósito, composición, conformidad, etc.

II.3.3.4 Servicios multidifusión

El tráfico de multidifusión representa actualmente sólo el 1 % del tráfico Internet total. Esto podrá cambiar sustancialmente cuando, como está previsto por el modelo de multidifusión específico de la fuente, cualquier dirección de origen unidifusión pueda acoger múltiples páginas web que funcionen como fuentes multidifusión. En realidad, pueden preverse muchas aplicaciones multidifusión de usuario: vídeos de hotel combinados con la reservación de hoteles basada en la web; exposiciones comerciales basadas en la web; educación basada en la web; televisión basada en la web, etc.

Además, la multidifusión puede ser útil como una emulación de LAN y desempeñar un cometido importante en las construcciones de las redes.

Capítulo II.4 – Calidad de servicio

La noción de calidad de servicio que se aplica a una llamada telefónica entre dos usuarios tiene un alcance bastante amplio. Aparte de los parámetros que son intrínsecos a la red y que nos permiten cuantificar la calidad de servicio ofrecida, también deben tenerse en cuenta otras facetas cuando se trata de medir la calidad desde la perspectiva del usuario, es decir, la comodidad para el usuario, la disponibilidad de servicio, la seguridad, la inteligibilidad del servicio, etc.

En este capítulo las observaciones se limitarán a los aspectos de cuantificación de la calidad de servicio, tales como el tiempo de transmisión, la tasa de errores, etc., así como los aspectos referentes al modelo de prestación de servicios y a la organización de la red. Los proveedores diseñan sus redes/capacidades considerando tanto los objetivos de calidad de servicio (QoS) que podrán satisfacer las necesidades de sus clientes como la repercusión en los costos de la red, ya que los clientes examinan tanto el precio como la calidad cuando toman sus decisiones de adquisición.

Otros aspectos, tales como la seguridad y el plan de numeración, serán tratados en capítulos subsiguientes.

II.4.1 Calidad de servicio en el contexto de la red telefónica

II.4.1.1 Aspectos técnicos

En el contexto de la red telefónica convencional con conmutación de circuitos, ha sido necesario, a fin de analizar la calidad de la reproducción de la voz, definir las nociones de *inteligibilidad* y el *confort de escucha*. En el caso del servicio telefónico, estos criterios de calidad se aplican «extremo a extremo» en un enlace complejo (nacional de larga distancia o internacional, por ejemplo, a través de varias centrales telefónicas y jerarquías de sistemas de transmisión), con el objetivo de producir recomendaciones para cada uno de los sistemas (es decir, enlaces en la cadena) que intervienen en esta conexión extremo a extremo. Cuando todos los operadores interesados cumplen esas recomendaciones, el resultado son llamadas extremadamente complejas, tanto nacionales como internacionales, que son utilizadas por todas las partes que intervienen en la llamada. Las fuentes principales de degradación de la calidad estriban en:

- el procedimiento de numeración;
- el eco percibido por el hablante o el oyente;
- las tasas de errores de transmisión.

La congestión de la red no se toma en cuenta debido a que, cuando se trata de conmutación de circuitos, finalmente conduce a la indisponibilidad de la llamada pero no afecta la calidad de las llamadas establecidas. Por lo que se refiere a las tasas de errores, éstas tienden actualmente a relacionarse únicamente con la esfera móvil, ya que los medios de transmisión fijos se caracterizan por un excelente nivel de calidad.

Digitalización

La digitalización a 64 kbit/s, normalizada a finales del decenio de 1960, garantiza una excelente calidad, aunque debe tenerse en cuenta que varias conversiones analógico/digital y viceversa pueden afectar la calidad de la llamada. No obstante, dada la amplia generalización de la digitalización de la transmisión, el fenómeno de conversiones sucesivas pertenece al pasado.

Por motivos de índole económica, los operadores utilizan sistemas de compresión vocal (equipo de multiplicación de circuitos (CME)) en los enlaces intercontinentales con un factor de compresión de hasta ocho y con dependencia de la no simultaneidad de actividad en ambas partes de la llamada y en la redundancia de la señal vocal. El nivel de compresión varía según el volumen de tráfico, aplicándose en consecuencia la máxima tasa de compresión sólo durante los periodos cargados. Ese tipo de compresión es característico de un enlace de transmisión entre dos centrales. Si una llamada atraviesa varios enlaces y cada uno aplica la técnica de compresión, la degradación de la calidad se verá acumulada; no obstante, la norma que permite describir la percepción de esa degradación acumulada es considerablemente compleja. Se trata, por tanto, de limitar el número de veces que se comprime/descomprime una llamada.

Eco y retardo

Toda transmisión implica un tiempo de propagación, el cual puede tener una duración de una fracción de un segundo (satélites geoestacionarios). En el caso de transmisiones por cable o por fibra óptica, el tiempo de propagación es de aproximadamente 3 ms/km. La distancia tiene que aumentarse teniendo en cuenta los desvíos originados por las características del terreno y también por los trayectos adicionales que han de utilizarse para la protección contra las interrupciones.

La conmutación de circuitos convencional incluye un retardo del orden de un cuarto o medio milisegundo por cada central atravesada. En general, una conexión que no se establece por satélite experimentará un retardo de pocos milisegundos, aumentados por aproximadamente 8 ms por cada mil kilómetros. Cuando se emplea la transmisión vocal por un sistema ATM, y se utiliza un circuito virtual por cada canal, deberá añadirse un retardo de al menos 6 ms correspondientes a la «inserción en las células».

Este retardo representa una dificultad para la parte que desea hablar, particularmente cuando ambas partes comienzan a hablar al mismo tiempo y tienen que decidir quién continuará. Esta situación no se presenta en el caso de conexiones nacionales terrestres que emplean la conmutación de circuitos entre las dos partes, ya que en este caso los retardos son suficientemente cortos. Sin embargo, cuando los retardos alcanzan una fracción de un segundo (como en el caso de un salto por satélite geoestacionario), el problema comienza a hacerse perceptible, y exige establecer medidas de disciplina en cada extremo de la llamada, particularmente en el caso de una conferencia telefónica. En principio, no es normal encontrar conexiones en las que intervengan dos saltos geoestacionarios.

El fenómeno del eco se debe a la separación insuficiente entre los dos sentidos de transmisión en la interfaz entre la línea de abonado analógica y el conmutador temporal. El retardo de transmisión produce un efecto que es más perceptible, y en consecuencia más molesto, acoplándose entre los dos sentidos de transmisión. Por este motivo las conexiones con tiempos de propagación prolongados emplean equipos con compensadores de eco, los cuales producen de una forma autoadaptable una señal que compensa la señal de eco.

II.4.1.2 Aspectos relativos a la organización de la red

Además de los elementos técnicos mencionados anteriormente, es importante observar que, de todas las características de la red de telecomunicaciones que contribuyen a la calidad de servicio, la principal es el «reconocimiento» de la semántica de la aplicación (transferencia de la voz) por todos los componentes activos en la red de telecomunicaciones (es decir, las centrales).

Este reconocimiento es más complicado que la simple reservación de un recurso en forma de un circuito de 64 kbit/s durante toda la llamada¹⁰, ya que la calidad se asegura principalmente por el diálogo de señalización que se intercambia de extremo a extremo entre todos los componentes activos de la red. Esto permite reservar y mantener los recursos necesarios durante toda una llamada. El costo de los recursos movilizados para una determinada llamada se debe principalmente, en su mayor parte, al mantenimiento de un «estado» para esa llamada entre todos los componentes activos de la red así como a los recursos de transporte realmente movilizados (circuitos en el caso de las redes de telecomunicaciones actuales).

En realidad, aunque se emplee un modo de transporte por paquetes (véase el análisis de las redes de datos más adelante) sería difícil establecer la comunicación sin la reservación de los recursos de red adecuados para cada llamada si el objetivo es poder garantizar la calidad de servicio.

De manera similar, este modo de funcionamiento podría aplicarse tanto a un modo de transferencia de paquetes como a un modo con conmutación de circuitos. El protocolo BICC (véase la cláusula G.2 del Anexo G) definido recientemente por el UIT-T demuestra la posible transposición del método inicial concebido para el modo de transporte de circuitos (protocolo PUSI) en las redes de telecomunicaciones a un nuevo modo de transporte por paquetes (ATM o IP).

¹⁰ A menudo se critica este tipo de reservación ya que consume más recursos que el modo paquetes en el cual se emplean los recursos sólo cuando son necesarios y según el tráfico generado.

II.4.2 Calidad de servicio en las redes de datos

Las redes de datos fueron concebidas a fin de posibilitar la comunicación entre las aplicaciones que se ejecutan en los computadores. Originalmente, se trataba de grandes computadores centralizados. La creación de los minicomputadores y a continuación de los microcomputadores, aunada a la concepción de las aplicaciones de computador orientadas al modelo cliente/servidor, han contribuido de manera importante al despliegue e interconexión de las redes de datos. Por tanto, el equipo conectado a una red de datos adopta la identidad de computadores altamente distribuidos con complejidad variable y que ejecutan diversas aplicaciones.

Desde el principio, el problema de la calidad de servicio en las redes de datos fue diferente que en las redes telefónicas, debido al hecho de que la calidad de servicio prevista por los usuarios de la red de datos no está asociada con una aplicación particular ofrecida por la red, sino con las propiedades relativas a sus puntos de acceso a la red. El conjunto de estas propiedades define lo que comúnmente se denomina acuerdo de nivel de servicio (SLA).

El punto de acceso del usuario a una red de datos, pública o privada, posibilita establecer la comunicación entre una o varias máquinas y todas las demás conectadas a la red. Los requisitos de calidad de servicio en este punto de acceso forman parte del SLA¹¹ se expresan por lo general como velocidad autorizada (promedio y de cresta), tiempo de transmisión (promedio y residual) o prioridad relativa de los datos en el caso de congestión. Cabe observar que se trata de propiedades con las que debería contar la red para el transporte de los datos a fin de sustentar una o varias aplicaciones de las cuales la red, *a priori*, no tiene conocimiento.

De manera similar a los puntos de acceso de usuario, los puntos de interconexión entre redes se rigen también por SLA independientes de las aplicaciones cuyas SLS expresan sólo propiedades de transporte.

Por consiguiente, el modo de transporte empleado por las redes de datos más a menudo es el modo paquetes, fundamentado en el carácter esporádico de los datos transmitidos por las aplicaciones informáticas. Los datos entregados en un punto de acceso de red son ensamblados en paquetes de tamaño fijo o variable según la naturaleza de la red. En cada caso, la cabecera del paquete incluye la dirección de destino, para que los componentes de la red puedan encaminar los paquetes hacia su destino final, o al punto más cercano, sin tener en cuenta el contenido del paquete, que será tratado por la aplicación apropiada en la máquina de destino. Mediante circuitos virtuales (por ejemplo, en las redes ATM) puede potenciarse un modo de transporte de paquetes, garantizando en mayor grado la calidad de servicio¹². No obstante, las redes de transporte, en el nivel básico, no prevén el modo de circuitos virtuales. Algunos protocolos, como IntServ o MPLS, permiten ese tipo de ampliación en el nivel superior de una red IP, pero aún no se prevé su despliegue en todas las redes IP.

Por consiguiente, cuando una aplicación recurre a una o varias redes de datos, la calidad de servicio resultante de extremo a extremo entre las dos máquinas que ejecutan la aplicación en cuestión dependerá de la calidad de servicio garantizada por todas las redes que intervienen. Por este motivo, la calidad de servicio es criticada muy a menudo. Basta con que una sola red ofrezca una calidad de servicio inferior a la aceptable para que se vea afectada la calidad de extremo a extremo.

Por este motivo, cuando las empresas emplean la red Internet para interconectar máquinas distantes para sus aplicaciones estratégicas, con frecuencia eligen los servicios de proveedores de red privada virtual (VPN). Este tipo de proveedor establece, mediante ingeniería especializada, la configuración de señalización por encima de la red Internet, mediante una red virtual que garantiza propiedades de calidad de servicios

¹¹ Hoy en día resulta más apropiado aplicar el término especificación de nivel de servicio (SLS) en lugar de SLA, ya que el primero representa la especificación técnica del segundo que puede considerarse como el acuerdo de vinculación jurídica.

¹² En este caso, todos los paquetes de una misma aplicación pueden aprovechar una ruta idéntica (en lugar de una ruta aleatoria en función de la congestión) en la cual se han reservado diversos recursos, posibilitando así la especificación del comportamiento de la red con relación a las propiedades de la calidad de servicio.

Informe esencial sobre telefonía IP

aceptables entre todos los puntos de acceso de la empresa, con inclusión de algunos puntos de acceso dinámicos para los usuarios distantes. Por supuesto que una VPN sólo podrá establecerse mediante la reservación de recursos en todas las redes fijas que la apoyen; por consiguiente, un servicio de este tipo tendrá un costo más elevado y está previsto actualmente sólo para clientes empresariales¹³.

II.4.3 Calidad de servicio de una red IP destinada a la telefonía

Una de las principales dificultades de la telefonía IP es lograr una calidad de servicio similar a la que están acostumbrados los usuarios de las redes telefónicas.

Esta dificultad surge, por un lado, de las consideraciones técnicas específicas de la transferencia de datos en el modo de las redes IP y, por otro lado, de las consideraciones relacionadas con la organización y el modo de prestación del servicio por las redes de datos en general y por la red IP en particular.

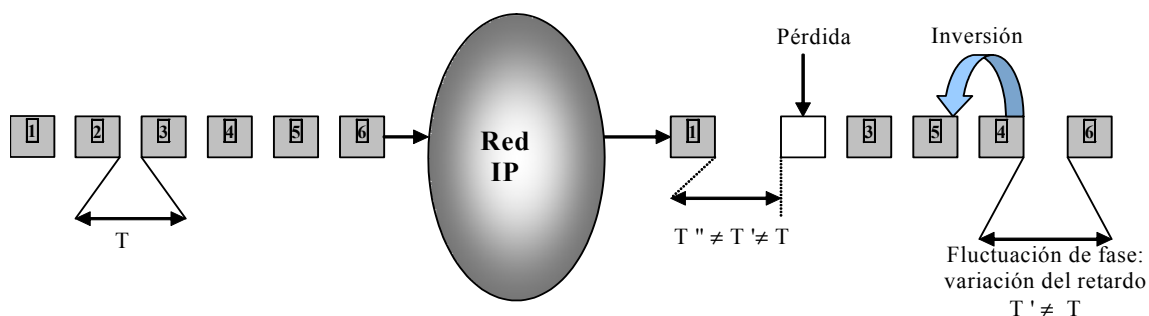
II.4.3.1 Dificultades técnicas

El modo de transmisión de datos por paquetes característico de las redes IP introduce algunos factores de degradación en la calidad de la comunicación. Cabe enumerar cuatro fuentes principales de dificultades asociadas con el modo de transmisión por paquetes que repercuten en el transporte de la voz por IP.

- **Pérdida:** Posibilidad de que se pierdan algunos paquetes durante la comunicación. La incidencia de este factor será moderada si la tasa de pérdida es baja.
- **Retardo:** Se refiere sobre todo al tiempo de tránsito total, incluido el tiempo necesario para reconstituir el orden de los paquetes cuando se reciben y para compensar las fluctuaciones de los tiempos de tránsito (este tiempo de tránsito total debe ser inferior a 400 ms si se han de respetar las limitaciones de la conversación interactiva).
- **Fluctuación de fase:** Variación del retardo observado en la llegada de los paquetes.
- **Eco:** Se refiere al retardo entre la transmisión de una señal y la recepción de la misma señal como un eco.

En la Figura 15 se presenta un resumen de las dificultades antes mencionadas y en el Anexo B se examinan con mayor detalle cada uno de estos factores.

Figura 15 – Principales dificultades durante la transmisión de la telefonía IP



¹³ En este punto conviene mencionar las quejas formuladas por los usuarios privados en relación con la calidad del servicio de la red Internet, incluso cuando la comunicación con su ISP (en algunos casos de alta velocidad, por ejemplo, mediante cable o ADSL) no es el problema. El contrato entre el usuario y el ISP está enfocado únicamente al acceso del primero a la red del segundo, y no tiene ninguna relación con cualesquiera otras redes por las que puedan transitar los paquetes del usuario para llegar a su destino final. Esto ilustra claramente la diferencia fundamental con relación al modelo de prestación de servicios de una red de telecomunicaciones, donde la responsabilidad del operador abarca todo el camino hasta el destino final de la llamada, independientemente de su ubicación.

II.4.3.2 Soluciones técnicas para el aprovisionamiento de QoS en las redes IP

El Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet (IETF) ha definido muchos protocolos y métodos para el aprovisionamiento de QoS en las redes IP; algunos de ellos son:

- sobreaprovisionamiento de red para LAN conmutadas corporativas – puede no ser económicamente viable;
- refuerzo de la calidad (RTCP del IETF) – centrada en la aplicación, sin repercusión en la red, gestión de control de admisión/tráfico;
- prioridades (por ejemplo, en la cola de los recursos, DiffServ);
- reservación de recursos (RSVP, IntServ);
- segregación del tráfico (transporte y encaminamiento);
- ingeniería de tráfico.

Además de las capacidades del protocolo Internet como es el caso de RSVP, IntServ, DiffServ, telefonía IP, la QoS puede beneficiarse de las características del equipo de los proveedores que ofrece una variedad de tecnologías de puesta en cola, conformación de tráfico y filtrado para aplicar prioridad de tráfico y controlar la congestión de extremo a extremo a través de la red. Algunos ejemplos son:

Colas personalizadas (CQ): Que manejan el tráfico mediante la asignación de distintas cantidades de espacio en la cola a las diversas clases de paquetes y a continuación dan servicio a las colas en la modalidad de ordenamiento cíclico. Aunque se puede asignar un mayor espacio en la cola a un protocolo, usuario o aplicación particular, ninguno de ellos podrá monopolizar nunca toda la anchura de banda.

Detección anticipada aleatoria ponderada (RED o WRED): Combina las capacidades de la precedencia IP y de la detección anticipada aleatoria (RED) para ofrecer características de calidad de funcionamiento diferenciada para distintas clases de servicio. RED ofrece la capacidad de especificar el tráfico de modo flexible mediante políticas para maximizar el caudal en condiciones de congestión.

Tasa de acceso comprometida (CAR): Ofrece los mecanismos para atribuir compromisos y limitaciones de anchura de banda a las fuentes y destinos de tráfico, especificando asimismo políticas para el tratamiento del tráfico que rebasa las atribuciones de anchura de banda.

En el Anexo C se presenta una descripción de algunos de los principales protocolos definidos para QoS.

Por supuesto, ninguno de los métodos y protocolos antes mencionados sería suficiente de manera autónoma para ofrecer una calidad aceptable para la voz a menos que se dieran circunstancias muy específicas y favorables. Es probable que se necesite aplicar ingeniería de red con una combinación de los métodos y los protocolos. Por otro lado, pese a que muchos de esos protocolos están incorporados en los productos disponibles, aún carecen de un empaquetado completo que garantice una calidad de servicio sin fisuras para las aplicaciones vocales. Por consiguiente, resulta necesario un estudio caso por caso.

Aunque las técnicas antes mencionadas pueden aplicarse a un dominio de subred determinado; ¿cómo podríamos garantizar la configuración de QoS apropiada de extremo a extremo para una llamada que pasa por diversos dominios de operador¹⁴? Esto merece un examen de la forma en que las denominadas redes de próxima generación intercambian información sobre una llamada entrante de modo que puedan reservarse apropiadamente esos recursos en cada subred que interviene para garantizar una QoS extremo a extremo apropiada.

II.4.3.3 Aspectos relacionados con la organización y modelo de provisión de servicios por las redes IP

La simple noción de *telefonía* por IP (o por cualquier otro modo de transporte de tipo paquetes) implica la provisión de un diálogo vocal interactivo de una calidad aceptable entre las partes.

¹⁴ Parece que el IETF está tomando conciencia de esta coherencia de calidad de servicio entre dominios y un Grupo de Trabajo específico sobre ese tema denominado «Próximas etapas en la señalización (NSIS)» inició sus labores en diciembre de 2001. Véase <http://www.ietf.org/> para obtener mayores detalles.

Informe esencial sobre telefonía IP

Como se ilustró en el primer capítulo, las ofertas de servicio que proporcionan la telefonía IP a los usuarios conectados a los servicios telefónicos tradicionales necesitan la intervención de un proveedor que disponga de una red IP gestionada (es decir, una red con calidad de servicio garantizada) y una pasarela al mundo telefónico convencional. En la cláusula II.4.2 anterior se examinó también la especificación de nivel de servicio que rige el acceso y la interconexión a las redes de datos. Esa especificación no está relacionada con la semántica de un servicio particular ofrecido por la red, tal como la telefonía, sino con un conjunto de propiedades básicas que caracterizan el transporte de los datos por la red.

Por consiguiente, cabría formular la siguiente pregunta: Desde la perspectiva estricta de la garantía de la calidad de servicio, y suponiendo que se generalice el acceso en modo IP nativo, ¿al amparo de qué condiciones impuestas por la telefonía podrán garantizarse de una manera coherente esas limitaciones a través de una sucesión de redes IP interconectadas?

La respuesta a la pregunta anterior es bastante compleja, puesto que un número apreciable de consideraciones técnicas que forman parte de esa respuesta se encuentran en etapa de investigación o aún no han sido aplicadas en un grado significativo en las redes de datos.

Sin embargo, es posible, que a través de simples observaciones basadas en el sentido común, puedan identificarse las próximas evoluciones que serán necesarias en el nivel de la organización de la red IP para poder hablar de un servicio de telefonía IP genuino que sea conforme con la definición anterior:

- No puede negarse que el modelo de Internet «gratuito» sólo tiene sentido si la interconexión entre las redes se basa en el intercambio, es decir, tráfico equivalente en los dos sentidos, o en modelos de interconexión con todo incluido sin garantía de calidad de servicio. La calidad de servicio hay que pagarla, cualquiera que sea el modo que se aplique para lograrla, aun si ese modo incluye una superposición a Internet (véase el ejemplo de redes privadas virtuales (VPN) que se examina en II.4.2).
- Teniendo en cuenta que la voz requiere la garantía estricta de un determinado número de parámetros de calidad de servicio, su prestación como un servicio proporcionado por terceros no puede ser gratuita. Podría ser que algún día se preste el servicio en la modalidad de todo incluido, pero una evolución comercial de este tipo ya tuvo lugar en las redes telefónicas convencionales.
- Si se trata de cumplir con las condiciones del servicio que se proporciona a un cliente que debe pagar por ese servicio, el operador de red, además de garantizar la calidad de la conexión de su cliente a su red y, si es necesario, dentro de esa red, como es normalmente el caso con los proveedores de acceso a Internet, también debe ser capaz de extender esa calidad a través de todas las redes utilizadas por una determinada comunicación, hasta el destino final.
- Para garantizar la calidad de extremo a extremo, tiene que haber un diálogo entre las redes, llamada por llamada, como sucede en la red telefónica actual.
- Algunos podrían suponer que un SLA entre operadores suficientemente sobredimensionado podría garantizar esta «propagación» de calidad de servicio sin necesidad de señalización ni reservación por cada llamada. Una configuración de ese tipo sería económicamente viable, y por consiguiente previsible, sólo si la voz (o cualquier otro tipo de tráfico que exija la estricta reservación de recursos) no excede de una proporción mínima del tráfico transportado entre las dos redes.
- En el caso de que la configuración descrita anteriormente para la compartición de tráfico entre voz y datos no fuera viable y que la red se utilizara esencialmente para el transporte de voz, sería necesaria la señalización llamada por llamada para reservar los recursos. El protocolo BICC normalizado por el UIT-T demuestra que esa configuración de señalización es posible por encima de una red de transporte de paquetes ATM o IP.

Capítulo II.5 – Seguridad

En el sector de las telecomunicaciones, la seguridad se ha convertido en un requisito cada vez más imperioso. La apertura del mercado mundial de telecomunicaciones a la competencia, por un lado, y la evolución de las tecnologías de transporte en las redes de telecomunicaciones, por el otro, han servido para acentuar la importancia de la seguridad para los distintos actores, es decir, los usuarios que exigen que sus comunicaciones se mantengan confidenciales a fin de salvaguardar su vida privada; los operadores de red, que necesitan proteger sus actividades e intereses financieros; y por último, los organismos de reglamentación, que requieren e imponen medidas de seguridad mediante la publicación de directrices y de reglamentos para garantizar la disponibilidad de los servicios.

La redacción, de una manera que sea formalmente correcta, de un conjunto de requisitos bien definido referente a los servicios de seguridad sigue siendo una noción bastante abstracta, puesto que cada red tiene sus propias características, y, más allá de la tecnología aplicada, las soluciones de seguridad dependen de una variedad de factores. No obstante, podemos señalar dos estrategias para la protección de las llamadas. Una de ellas consiste, para los usuarios de los servicios de comunicación, en que ellos mismos aseguren la protección de sus llamadas. En este caso, la red pública no interviene. Este tipo de protección se conoce como protección de extremo a extremo. La segunda estrategia consiste en delegar total o parcialmente la responsabilidad de la protección de las llamadas a la red pública, la cual debe garantizar la protección de las porciones de la red, cada una de las cuales está ubicada entre dos conjuntos de equipos de seguridad de red pública.

Las características más importantes de la seguridad de la red son:

- **Confidencialidad**, mediante la cual se protege una llamada entre dos correspondientes contra la escucha ilegal de terceros no autorizados o malintencionados.
- **Autenticación**, por medio de la cual una entidad puede asegurar que los datos recibidos provienen en realidad de la entidad de transmisión indicada.
- **Control de acceso**, mediante este servicio se restringe el acceso a los recursos de la red (servidor, conmutador, encaminador, etc.) de conformidad con la política de seguridad en vigor. De lo contrario, si un individuo malintencionado logra obtener el acceso no autorizado a uno de los recursos de la red, esta persona podrá realizar ataques tales como la escucha ilegal o la negación del servicio, el cual consiste en la transmisión continua de datos a los elementos de la red de manera que no se disponga de recursos para los demás usuarios de la red.
- **Integridad**, por medio de la cual una entidad puede asegurarse de que los datos recibidos no han sido modificados en ninguna forma durante el proceso de su transferencia. Es posible, mediante ese servicio, eliminar el riesgo de la corrupción de los datos como resultado de una manipulación deliberada y malintencionada.

II.5.1 Seguridad en el contexto de la red telefónica

Como ya se consideró anteriormente (véase el capítulo sobre arquitectura de la red), una de las principales diferencias entre la red telefónica y las redes IP estriba en la concentración de inteligencia y en el tratamiento de los datos en el nivel de los nodos de conmutación de la red. Por tal razón, en el caso de la red telefónica, la protección es completamente la responsabilidad de la red, y los usuarios no desempeñan ninguna función a ese respecto. El hecho de que la inteligencia esté ubicada en los conmutadores reduce considerablemente el riesgo de ataques malintencionados ya que, para lograr que la red funcione defectuosamente, el atacante debe disponer de acceso a las centrales públicas. No obstante, a pesar de ese obstáculo, difícilmente cabría afirmar que la red telefónica con conmutación de circuitos convencional se encuentra hoy totalmente libre de actividad delictiva o de piratería informática. Una ilustración de esto es el hecho de que, hace diez años, la red de telecomunicaciones experimentó un cambio fundamental con la introducción de la red inteligente que utiliza el Sistema de Señalización N.º 7 (SS7). Este desarrollo, si bien aportó una mayor flexibilidad a la red con la introducción de nuevos servicios, al mismo tiempo aumentó su vulnerabilidad al uso incorrecto de esos servicios, un ejemplo de los cuales es el servicio de llamada gratuita. Además, algunos servicios están más expuestos al uso incorrecto debido a que su utilización requiere que los usuarios tengan acceso a información de gestión.

Informe esencial sobre telefonía IP

Con respecto a las características de seguridad que fueron mencionadas anteriormente, se debe señalar lo siguiente en cuanto a la red telefónica:

- Cuando se trata de la confidencialidad, la red telefónica ofrece confidencialidad total, limitada únicamente por la legislación en vigor (intervención de una línea telefónica por las autoridades nacionales).
- Una llamada telefónica sólo puede ser establecida si la parte llamante puede ser identificada adecuadamente por la red, dado que esa autenticación representa un factor esencial para la facturación del servicio. Con la red telefónica, es posible por consiguiente, conocer en todo momento las dos partes de una llamada (es decir, las partes llamada y llamante).
- Como los equipos de conmutación están instalados por lo general en ubicaciones bien protegidas (centrales telefónicas), es muy simple establecer un sistema de control de acceso diseñado para reducir al mínimo el riesgo de un ataque cometido por un individuo anónimo. Además, generalmente los equipos de conmutación tienen en cuenta la salvaguarda de todas las acciones iniciadas desde una consola de mantenimiento, cuyo acceso queda protegido en la mayoría de los casos mediante contraseñas.
- La conmutación de circuitos que se emplea en las redes telefónicas, mediante la cual se reserva un circuito de 64 kbit/s (ó 32 kbit/s) durante toda la llamada, facilita la tarea de garantizar la integridad de la llamada.

Cabría observar en este punto que hay dos tipos de flujos en una red de telecomunicaciones, el primero que corresponde al flujo de llamadas vocales, y el segundo al flujo de señalización e información de gestión. El segundo de ellos, que es crucial para el propio funcionamiento de la red, está formado en su mayor parte por mensajes de señalización (como en el caso de SS7) y es transportado por una red que es (al menos funcionalmente) paralela a la que se emplea para transportar el tráfico de usuario. Existe una variedad de topología de redes de señalización. En la mayoría de los casos, los puntos de señalización (SP) son una parte física de la central, lo que explica por qué es importante garantizar la protección eficaz de los equipos de conmutación y prestar mucha atención a los puntos de entrada de la red de señalización a otras redes.

II.5.2 Seguridad en el contexto de la red IP

En las redes IP, la mayoría del proceso necesario para establecer llamadas se delega al equipo terminal del usuario. Por consiguiente, la inteligencia se despliega en los extremos y no en los nodos de la red, como en el caso de las redes de telecomunicaciones.

Por lo tanto, queda claro que las funciones de seguridad también serán garantizadas en gran medida por los usuarios, y, según proceda, por los encaminadores de extremo, y no por equipo central en la red.

Cuando se estudian las cuestiones de seguridad en las redes IP emergen dos escenarios. El primero corresponde a una red patentada, denominada como una red IP gestionada, donde la gestión, mantenimiento y funciones de operación son responsabilidad de una parte bien identificada que desempeña el cometido de operador. En ese caso, el gestor de red introducirá protocolos de equipos necesarios para implantar servicios de seguridad en la red, con lo cual la responsabilidad de garantizar la seguridad de la comunicación recaerá parcialmente en la red. El segundo caso se refiere a Internet, que es, de hecho, la interconexión de un gran número de redes IP en todo el mundo. La falta de alguna parte que funja como el responsable general de esta «red de redes» obliga a los usuarios a asumir la plena responsabilidad de garantizar la seguridad de sus comunicaciones.

Además, durante la etapa de diseño del protocolo IP no se tuvieron en cuenta las cuestiones de seguridad. Ésta es la razón por la que ha resultado necesario, en el interés de garantizar la protección de las comunicaciones transportadas por esas redes, añadir posteriormente servicios de seguridad al conjunto de protocolos de red que ya estaban en funcionamiento. Dos soluciones han predominado en materia de seguridad del tráfico transportado por IP, a saber, el protocolo de seguridad de nivel de transporte (TLS), que proporciona seguridad en la capa de transporte, y el protocolo IPSec. El protocolo TLS funciona por encima del protocolo TCP y, por consiguiente, sólo puede proteger el tráfico de aplicaciones transportado por TCP, mientras que el IPSec se aplica en el nivel IP y por tanto es más genérico que el TLS y puede emplearse para ofrecer seguridad a cualquier tipo de tráfico por IP, incluidas las transmisiones por UDP aprovechadas por la telefonía IP. El protocolo IPSec se examina con mayor detalle en el Anexo D.

Existen dos modos para dotar de seguridad a los paquetes IP utilizando el protocolo IPSec: modo transporte y modo tunelización:

- El **modo transporte** aplica una o varias funciones de seguridad (esencialmente autenticación y cifrado) al paquete IP que ha de transmitirse. Estas funciones no otorgan una protección completa a los campos del encabezamiento. El modo transporte sólo puede aplicarse en el equipo terminal, particularmente en los encaminadores finales. Puede ser que un encaminador intermedio no aplique el modo de transporte IPSec a un paquete IP que esté siendo retransmitido en virtud de problemas de fragmentación y reensamblado.
- En el **modo tunelización**, se crea un nuevo paquete IP mediante un método que incluye la apertura de un túnel IP en IP. Por consiguiente, la función o funciones de seguridad que se aplican al paquete IP externo permiten proteger la integridad del paquete IP interno original (encabezamiento y datos), ya que constituye la parte de «datos» del paquete externo. Se trata, obviamente, del mejor modo para crear VPN seguras y garantizar una mejor protección contra el análisis del flujo de tráfico.

Con el uso del protocolo IPSec en las redes IP gestionadas y en las VPN, se regresa al método de telecomunicaciones, que consiste en encomendarle a la red los servicios de seguridad, sin quitarle toda la responsabilidad a los usuarios, quienes deben continuar garantizando una parte de esos servicios en el nivel de aplicación.

La arquitectura de seguridad de próxima generación define el marco total para asignar y localizar medidas de seguridad vinculando los componentes de infraestructura, los componentes de la red y las aplicaciones con servicios.

- La red de telefonía IP (IPTN) necesita servicios de seguridad equilibrados en los niveles de red, transporte y aplicación con una interacción definida para la seguridad de acceso de diversas exigencias de seguridad de aplicación; el alcance de la arquitectura de seguridad de la IPTN incluye la seguridad continua a través de todas las capas desde los servicios IP de infraestructura básica (DNS) hasta la aplicación. El desafío más importante es asegurar los sistemas distribuidos y divididos.
- La arquitectura de seguridad de la IPTN debe disponer de mecanismos para superar las limitaciones de los cortafuegos: los cortafuegos descentralizados (personales) o los cortafuegos multimedios divididos con controladores cortafuegos y pasarelas cortafuegos que son sensibles a las aplicaciones podrían resultar soluciones apropiadas. El interfuncionamiento de la seguridad entre las diversas IPTN y entidades aseguradas será un problema que habrá que resolver (por ejemplo, mediante pasarelas de seguridad).
- La IPTN debe ofrecer interfaces de seguridad y API de seguridad.
- La conexión en malla de islas de seguridad para lograr relaciones de confianza reconocidas. La infraestructura de claves públicas (PKI) es útil como un dominio de seguridad de confianza gestionada. La PKI adquirirá una importancia crucial para la seguridad escalable y para las relaciones de confianza en todo el mundo. La IPTN tendrá que desplegar la PKI para proporcionar seguridad. Los conceptos y los sistemas de PKI necesitan ser mejorados con respecto a los requisitos de servicios multimedios y en tiempo real de la IPTN.
- La arquitectura de seguridad de la telefonía IP debe incorporar seguridad mejorada utilizando algoritmos criptográficos modernos. Esto exige disponer de recursos de mejora de seguridad que permitan aumentar la seguridad paso a paso a lo largo del tiempo.

La seguridad de la IPTN tiene un alcance tan amplio que los conceptos de arquitectura deben construirse junto con la arquitectura total de la IPTN y alinearse mutuamente. Por otro lado, algunas de las actividades de seguridad en curso en los diversos organismos son importantes para el desarrollo de la IPTN. El examen de la arquitectura de la IPTN será probablemente una de las primeras cuestiones para comenzar.

II.5.3 Intercepción legal en la telefonía IP

Los requisitos correspondientes a la intercepción legal de la telefonía alámbrica e inalámbrica son establecidos por cada administración fundamentándose en la legislación nacional y por tanto no son establecidos por la UIT.

En las redes telefónicas, la intercepción legal se facilita en cierta medida por el hecho de que todas llamadas entrantes/salientes hacia un abonado determinado tienen que pasar por la central local correspondiente. En consecuencia, existe un solo punto fiable en la red que puede aportar un «duplicado» de todas las llamadas en las que participa el abonado, a los efectos de la entidad jurídica que solicita la intercepción.

En la telefonía por IP, de modo similar a la telefonía alámbrica o inalámbrica con conmutación de circuitos, la intercepción legal puede ser más o menos compleja dependiendo de los requisitos específicos establecidos por la soberanía de cada país y el modelo o modelos aplicados para ofrecer la telefonía IP.

Capítulo II.6 – Codificación

La finalidad de la codificación es transformar una señal vocal, por lo general analógica, en una señal digital con una determinada velocidad y calidad. El primer paso de la codificación incluye el muestreo de la señal analógica a una frecuencia de muestreo y con una precisión determinadas, esta última caracterizada por el número de bits utilizados para poder codificar la amplitud de cada muestra. Es evidente que la elección de la frecuencia y del número de bits aplicados representa un compromiso en cuanto a la velocidad/calidad de la señal codificada. Mientras mayor sea la exigencia de la calidad, mayor será la velocidad obtenida tras el muestreo.

El teorema de muestreo establece que una señal analógica podrá reconstruirse a partir de muestras digitalizadas si la frecuencia de muestreo es al menos el doble de la anchura de banda de la señal original. El oído humano es capaz de percibir una gama de frecuencias del orden de 20 a 20 000 Hz, y la codificación de audio de alta calidad emplea frecuencias de muestreo superiores a 40 kHz¹⁵.

II.6.1 Tecnologías de codificación utilizadas en el contexto de la red telefónica

El dominio de frecuencia (anchura de banda) que puede transmitirse por las líneas telefónicas se establece oficialmente entre 300 y 3 400 Hz. Los equipos códecs (codificador/decodificador) modernos empleados hoy en las centrales telefónicas tienen una anchura de banda del orden de 200 a 3 700 Hz, y esto ha permitido una mejora general en la calidad de las líneas de abonado. Por consiguiente, se aplica un filtro de anchura de banda a la señal saliente, que restringe el espacio de frecuencia atribuido a la transmisión de la señal en ese enlace.

No obstante, pese a esa limitación de anchura de banda, la frecuencia de la voz telefónica digitalizada (32 a 64 kbit/s) es considerablemente alta debido a que, para las aplicaciones de almacenamiento digital, las frecuencias superiores implican mayor memoria mientras que, para las aplicaciones de transmisión digital, las frecuencias superiores implican mayor anchura de banda, potencia y costo. Para remediar esta situación se han introducido los sistemas de codificación que permiten la compresión de la señal, particularmente en los sistemas de transmisión de larga distancia comúnmente empleados en las redes telefónicas conmutadas.

Las actuales redes telefónicas con conmutación de circuitos aprovechan, en su mayor parte, los sistemas de codificación basados en la técnica temporal, que se caracteriza por la preservación de la forma de onda de la señal que ha de codificarse. Según el método de cuantificación aplicado, se pueden identificar dos tipos de codificación: codificación PCM simple y codificación diferencial.

II.6.1.1 Codificación PCM (modulación de impulsos codificados) o MIC

Es el más simple de los algoritmos de codificación que se aplican a la codificación vocal en las redes telefónicas conmutadas y RDSI. Se trata de muestrear una señal analógica de una frecuencia fija de 8 kHz y cuantificar las muestras mediante un valor de 8 bits, para representar la amplitud de la señal en ese preciso instante basándose en normas de compresión no lineales (Ley A o μ). Debido a que el proceso de digitalización asigna un número binario específico a cada amplitud de la señal, y que solamente hay 256 amplitudes para digitalizaciones con 8 bits, es probable que el número asignado no corresponda exactamente al verdadero valor de la señal. Este error se conoce como error de cuantificación y produce un ruido de cuantificación en la señal de salida. Este sistema de codificación corresponde a la Recomendación UIT-T G.711 y a una velocidad de señalización de datos de 64 kbit/s.

II.6.1.2 Codificación diferencial DPCM, ADPCM y ADM

La codificación diferencial (DPCM: modulación por impulsos codificados diferencial; ADPCM: modulación por impulsos codificados diferencial adaptable; ADM: modulación delta adaptable) se basa en la observación de la elevada correlación que existe entre muestras sucesivas de una fuente de audio. Por consiguiente, ofrece más ventajas no codificar las propias muestras, sino las diferencias entre las muestras sucesivas. Los codificadores ADPCM codifican las muestras en modo diferencial con un componente estimado extrapolando los valores precedentes. Este sistema de codificación, que corresponde a la Recomendación G.721, emplea únicamente 32 kbit/s por canal vocal.

¹⁵ 4,1 kHz para la codificación CD y 48 kHz para la codificación DAT.

Informe esencial sobre telefonía IP

Los otros dos métodos de codificación diferencial (DPCM y ADM) se caracterizan por el método utilizado para predecir el valor de la siguiente muestra basándose en el valor de la anterior. Existen opciones de codificación diferencial que permiten velocidades de señalización de datos de 16, 24 y 40 kbit/s; no obstante, la calidad de la voz se deteriora muy rápidamente cuando la velocidad cae por debajo de 16 kbit/s. Para obtener mayores detalles sobre estos protocolos, véase el Anexo E.

II.6.2 Tecnologías de codificación para la telefonía en una red IP

La calidad de audio obtenida de la red Internet es parte esencial del servicio que presta. En ese servicio se trata simplemente de proporcionar aplicaciones con un canal de transmisión cuyas características, tales como retardo, anchura de banda o tasa de pérdida, pueden variar considerablemente en el tiempo. Por lo general, pueden concebirse dos métodos, que a menudo se emplean simultáneamente, para controlar esa calidad. El primero consiste en adaptar los servicios de la red a los requisitos de las aplicaciones, lo cual se traduce en realidad a modificar los protocolos y mecanismos aplicados por la red para ofrecer nuevos servicios que se adaptan a los requisitos de las aplicaciones (telefonía en este caso). Para ese fin, es necesario definir una gama de servicios y aplicar mecanismos tales como la reservación de recursos o la atribución de recursos en los encaminadores, los cuales podrán prestar los servicios solicitados. El segundo método consiste en adaptar las aplicaciones a los servicios de la red, es decir, disponer las cosas de tal manera que la propia aplicación compense los efectos no deseados de una red del tipo de mejor servicio posible. Esto se reduce en la práctica a concebir los elementos de tal manera que la aplicación adapte su comportamiento de conformidad con las características de la conexión por la cual se están transmitiendo esos paquetes. En el caso de la transmisión vocal, el objetivo del ejercicio de adaptación es lograr la mejor calidad de sonido posible en el extremo receptor, dado el estado de la red. Dentro del marco de este último método se han desarrollado técnicas de codificación con una eficiencia considerablemente superior que la técnica temporal y son las que están siendo utilizadas en la transmisión de audio y vídeo por las redes IP.

Los codificadores vocales que se emplean actualmente en las aplicaciones de telefonía IP pueden agruparse con arreglo a tres técnicas de codificación principales:

- técnicas temporales (velocidades binarias entre 16 y 64 kbit/s);
- técnicas paramétricas (velocidades binarias entre 2,4 y 4,8 kbit/s);
- técnicas de análisis-síntesis (velocidades binarias entre 5 y 16 kbit/s).

La primera categoría fue presentada en el párrafo anterior, y los codificadores basados en la técnica temporal se emplean ampliamente en las redes telefónicas convencionales. Las otras dos categorías se examinan en el Anexo E.

Las últimas dos categorías de técnicas de codificación (paramétrica y de síntesis) ofrecen la ventaja de velocidades binarias bajas. No obstante, de conformidad con el principio bien conocido según el cual todo proceso tiene un costo en tiempo, mientras mayor sea la tasa de compresión, mayor será el retardo resultante de la etapa de tratamiento de los datos. Es necesario encontrar un compromiso óptimo entre la velocidad binaria y el retardo de tratamiento asociado.

En el siguiente cuadro se agrupan, para la mayoría de los codificadores antes mencionados, las principales características en: velocidad binaria, calidad vocal, como una nota media de opinión (MOS), estableciendo el MOS medio de una forma normalizada basada en cinco categorías (1 = deficiente, 2 = mediocre, 3 = bastante bueno (medio), 4 = bueno, 5 = excelente), para condiciones de voz limpia; complejidad de ejecución (en DSP MIPS fijo a 16 bits); y el retardo de codificación/decodificación.

Por consiguiente es posible concluir que los sistemas de codificación han evolucionado considerablemente en los últimos años, y que esto ha permitido reducir de manera importante la necesidad de anchura de banda de diversos servicios de telecomunicaciones, particularmente la transmisión vocal. Actualmente, estos sistemas de codificación han alcanzado la madurez, y hay actividades en curso para desarrollar nuevos e incluso más eficaces sistemas de codificación. Con los sistemas de codificación que aplican la técnica análisis-síntesis, que son en realidad los sistemas más eficaces para la aplicación de la telefonía IP, se ha logrado un gran progreso para garantizar la calidad de servicio de este tipo de aplicación por las redes IP.

Cuadro 1 – Características de los codificadores vocales para la telefonía IP

Codificador	Norma/ Recomendación	Velocidad binaria	Calidad vocal (MOS)	Retardo de codificador/ decodificador	Complejidad (MIPS)
PCfM temporal	G.711	64 kbit/s	4,2	125 μ s	0,1
ADPCM temporal	G.726	32 kbit/s	4,0	300 μ s	12,0
RPE-LTP Análisis-síntesis	ETSI – GSM 06-10	13 kbit/s	3,6	50 ms	2,5
CELP Análisis-síntesis	DD FS1016	4,8 kbit/s	3,5	50 ms	16,0
LD-CELP Análisis-síntesis	G.728	16 kbit/s	4,0	3 ms	33,0
CS-ACELP Análisis-síntesis	G.729	8 kbit/s	4,0	30 ms	20,0
MP-MLQ-ACELP Análisis-síntesis	G.723.1	6,3 y 5,3 kbit/s	3,9 a 3,7	90 ms	16,0
LPC paramétrico	DOD LPC10 FS1015	2,4 kbit/s	2,3	50 ms	7,0

Capítulo II.7 – Accesibilidad

II.7.1 Acceso a la red telefónica

Es bien sabido que el valor de una red aumenta exponencialmente en función del número de sus abonados. Hoy en día, la red telefónica mundial RTPC/RMTP tiene 1 200 millones de abonados; el potencial de los servicios de comunicaciones que pueden ser vendidos por cualquier operador de su red está directamente relacionado con el número de sus propios abonados, pero también con el número antes mencionado de abonados de la telefonía mundial.

Por este motivo, el acceso universal a la red telefónica, particularmente en los países desarrollados, es el resultado de un círculo virtual en el que la mejora en el acceso redundante en un aumento de demanda que a su vez conduce a mejorar el acceso. Otra de las consecuencias de este círculo es que en ese caso el costo del acceso puede disminuir considerablemente; los operadores podrían desear subsidiar el acceso o incluso ofrecerlo gratuitamente ya que prevén la venta de servicios a través del mismo; esta afirmación es válida incluso en las redes RMTP, en las que el costo de los equipos (cuya complejidad tecnológica puede ser comparable a la de un PC) es relativamente alto.

Por tanto, dos de los aspectos técnicos fundamentales del acceso a las redes telefónicas, que son consecuencias de las consideraciones económicas anteriores son:

- una clara delimitación de la responsabilidad del equipo de usuario en lo que concierne a la aplicación de comunicación ofrecida por la red: aunque el equipo de usuario es sofisticado, se trata de una entidad pasiva cuya responsabilidad se limita estrictamente a solicitar un servicio de comunicación de la red; el equipo nunca se mezcla o interviene en la lógica de aplicación de la comunicación;
- una clara separación entre el equipo en las instalaciones del cliente (CPE) y la red (el denominado punto de referencia T): esta separación es útil no sólo para poder aislar la red de equipos de usuario con fallos, sino también porque permite determinar un punto de referencia que delimita el dominio de responsabilidad del operador de la red.

Técnicamente, desde el punto de vista del usuario, el acceso a la red telefónica se considera económico y fiable; el equipo de acceso tanto para la red fija como para la red móvil está normalizado y puede adquirirse independientemente del operador. Sólo el acceso al *abono* puede ser oneroso, especialmente en los países en desarrollo con baja densidad, debido principalmente a que el ingreso previsto que proviene de la configuración del acceso no concuerda con sus costos¹⁶.

II.7.2 Acceso a las redes de datos y a Internet

Las redes de datos no se determinan, *a priori*, por ninguna de las aplicaciones específicas que soportan; estas redes se utilizan básicamente como un medio de transporte universal para una gran diversidad de aplicaciones que residen en los computadores interconectados a través de dichas redes.

Hasta principios del decenio de 1990, el acceso a las redes de datos estaba, *de facto*, limitado a la industria, al gobierno y al sector docente para su propio personal que se conectaba a través de computadores (minicomputadores y posteriormente microcomputadores o PC) a la red de acceso local (LAN) de su organización. Incluso las redes públicas de datos estaban restringidas a los clientes que pertenecían a las categorías anteriores en lo que se refiere a líneas arrendadas o servicios de red privada virtual. De hecho, el acceso a las redes de datos no se abrió al público en general, de manera paradójica no porque la red de datos era inherentemente más costosa que la red telefónica (más bien era lo contrario) sino porque el servicio de transporte de datos, aun cuando se vendía a través de un operador público, no se cotiza tan alto en la cadena de valor (para el público en general) como el servicio de comunicación de persona a persona ofrecido por la red telefónica.

¹⁶ Como ejemplo, cabe observar el gran éxito de la telefonía móvil aun en los países en desarrollo con bajos ingresos, donde el costo reducido relativo de la oferta de acceso (con relación a una red fija), por un lado, y la expectativa de un mayor ingreso (atractivo del servicio móvil), por otro lado, condujeron a una rápida explosión de esas redes.

La emergencia de la red Internet permitió la primera interconexión en gran escala de las redes de datos en todo el mundo, ya que el público en general se sintió atraído por las aplicaciones de Internet (exploración web, correo electrónico) y por los avances en la tecnología de computadores personales, que produjeron una demanda de acceso público a las redes de datos, y más específicamente a la red Internet.

Sin embargo, paradójicamente el acceso a Internet se hizo viable para el público en general sólo a través de la universalidad de la red telefónica, especialmente en los países desarrollados. Como se examinó anteriormente en este documento (véase el Capítulo I.1), el acceso a Internet por el público en general aún se lleva a cabo de manera preferente mediante una línea telefónica, generalmente una línea fija, a través de una llamada telefónica normal hacia un ISP. El resultado de esta operación es que durante la llamada telefónica el ISP atribuye una dirección IP al computador personal; de hecho, el computador se conecta a la red de datos del ISP y puede utilizar toda clase de aplicaciones de Internet, incluida la telefonía Internet.

En el futuro, el acceso del público en general a la red Internet finalmente evolucionará hacia el denominado «acceso de banda ancha» con el cual, esencialmente, el usuario se conectará a Internet en el modo de datos «nativo» y se le asignará de modo permanente una dirección IP. Existen muchas tecnologías para el acceso en banda ancha, tales como DSL (por los hilos de cobre de la RTPC convencional), el bucle local inalámbrico o las redes de cable, para citar las más importantes. Además, están surgiendo nuevos equipos de usuario que permiten el acceso a Internet sin necesidad de un equipo tipo computador.

II.7.3 Acceso a la telefonía IP y a las redes de próxima generación

Existen principalmente dos tipos de acceso a la telefonía IP: a través de un aparato telefónico normal o mediante un computador.

Como se ilustra en los casos 2 y 3 del Capítulo I.1, el acceso a través de un equipo telefónico sólo es posible cuando un operador ha instalado una pasarela en el lado del usuario telefónico que es gestionado por un conmutador telefónico (o la central local) del abonado. En este documento, la telefonía por IP se refiere a la utilización de un transporte por medio de la tecnología IP para una parte más o menos sustancial de una llamada de larga distancia. No obstante, en evoluciones futuras, una pasarela de medios de abonado, examinada en el apartado 4.4, controlada por una función de control de pasarela de medios que sustituye a (o es una extensión/evolución de) una central local convencional pudiera aproximar más de un sistema de transporte de paquetes al usuario final.

No obstante, en última instancia, y especialmente cuando predominen las tecnologías de acceso de banda ancha en modo IP nativo o modo paquetes, es previsible que pueda predominar un nuevo modo de comunicación de PC a PC¹⁷ (aunque necesite la interconexión con la central tradicional a través de pasarelas). Este modo podría ser impulsado no sólo por la sustitución del servicio de la telefonía tradicional sino también por las nuevas posibilidades de servicios de comunicación (por ejemplo multimedios). Sin embargo, para que este modo se desarrolle y a la larga disponga de la misma universalidad y aceptabilidad que la red telefónica actual, es necesario armonizar la funcionalidad de los terminales, especialmente la forma en que solicitan los servicios de comunicación de la red.

Actualmente el modo de PC a PC se caracteriza por la utilización de protocolos de extremo a extremo como H.323 o SIP que permiten que las partes intercomiencen gracias a algunos servidores de red. Sin embargo, pese a la presencia de esos servidores, la comunicación (e incluso el acuerdo sobre la codificación que ha de utilizarse para la voz o el vídeo, por ejemplo) se efectúa de extremo a extremo.

Esto plantea algunas cuestiones sobre la universalidad de este modo de comunicación (véase también el capítulo sobre numeración, más adelante) ya que necesita que las partes comunicantes empleen versiones compatibles del mismo protocolo.

¹⁷ Como se señaló anteriormente en el capítulo I.1, el término PC puede representar en este documento cualquier tipo de aparato con capacidad de hacer funcionar una aplicación VoIP.

Informe esencial sobre telefonía IP

Muchos fabricantes de equipos están tratando de crear nuevos tipos de máquinas de control de llamada multimedios que podrán resolver este problema posibilitando que los usuarios finales hagan sus peticiones de comunicación a esta máquina, y no directamente a sus pares, en cualquier protocolo de su elección (H.323, SIP u otros). La ventaja de este método es que no sólo se resuelven los problemas de compatibilidad de protocolo, sino lo más importante es que esta máquina es capaz de proporcionar los recursos necesarios dentro de la red de manera que el servicio de comunicación se preste con una buena calidad (véase el capítulo anterior sobre QoS).

Capítulo II.8 – Planes de direccionamiento y numeración para los servicios telefónicos de los abonados IP nativos

Una de las principales ventajas de la red telefónica mundial es la existencia de un esquema de numeración universal para los abonados, que ha sido acordado internacionalmente bajo los auspicios de la UIT (Recomendación E.164).

Este plan de numeración universal facilita la prestación del servicio de comunicación universal: todo abonado de una subred de un operador telefónico podrá ser llamado por cualquier abonado de cualquier otro operador de subred en el mundo utilizando el mismo número E.164 atribuido cuando se abona a su operador. Este número es universal y, lo más importante, su integridad y singularidad se garantizan mundialmente. Puede decirse incluso que esta característica, junto con la garantía contractual de calidad de servicios de la red, se convertirá en la característica esencial del servicio telefónico en la era de disminución de los costos de transmisión.

Uno de los desafíos técnicos planteados por la cada vez más cercana integración entre las redes con conmutación de circuitos y con conmutación de paquetes, es cómo direccionar las llamadas que pasan de un servicio de red a otro. Por lo general, se supone que es conveniente que exista un plan de acceso a los abonados mundial e integrado. Por ejemplo, el mismo número telefónico E.164 del UIT-T serviría para llamar a un abonado independientemente del empleo de tecnologías basadas en IP o en la red RTPC.

Hoy es bastante posible originar llamadas de las redes basadas en dirección IP a otras redes, pero no es común terminar llamadas de otras redes en las redes basadas en la dirección IP (excepto en casos muy particulares de PABX IP, como se ilustra en el Capítulo I.1). En cambio, por lo general las llamadas se terminan en la RTPC, de manera que la parte llamada sólo puede emplear un dispositivo terminal conectado a esas redes. Para acceder a un abonado en una red basada en dirección IP desde la RTPC, se ha de concebir y aplicar algún tipo de esquema de numeración/direccionamiento mundial a través de ambas redes RTPC y basadas en dirección IP.

La Comisión de Estudio 2 del UIT-T (CE 2) está estudiando actualmente varias posibles opciones mediante las cuales los usuarios en las redes basadas en dirección IP puedan acceder de/a los usuarios RTPC. Una de esas opciones es la asignación de recursos de numeración E.164 a los dispositivos IP. Otro método es sustentar el servicio de interfuncionamiento entre distintos sistemas de direccionamiento de abonado en la RTPC y las redes IP; por ejemplo, aplicando el protocolo ENUM del IETF (véase el Anexo H para más detalles). Este protocolo define una arquitectura basada en el sistema de nombres de dominio (DNS) y un protocolo para hacer corresponder un número telefónico E.164 con lo que se conoce como identificadores uniformes de recursos (URI). Los URI representan cadenas de caracteres que identifican recursos tales como documentos, imágenes, ficheros, bases de datos y direcciones de correo electrónico. Por ejemplo, <http://www.itu.int/infocom/enum/> representa el URI del sitio web de la UIT en el que se presenta un resumen de las actividades de ENUM.

Existen aún algunas cuestiones técnicas relacionadas con ENUM que no han sido resueltas. Esas cuestiones tratan esencialmente del comportamiento coherente que ha de asegurarse entre los segmentos de telefonía e Internet de una llamada establecida entre un abonado telefónico y un abonado IP. En otros términos, ¿cómo puede garantizarse la coherencia de extremo a extremo en lo que concierne a calidad de servicio, seguridad o facturación, para citar las cuestiones más importantes?

En el lado telefonía, hay una parte responsable de la llamada, es decir, un operador de telefonía que distribuye los atributos antes mencionados de acuerdo con el modelo de telefonía y en el que un operador de red es responsable de la llamada vista como un servicio de red.

En el lado Internet, un ISP o un ITSP (proveedor de servicio de telefonía Internet) se encarga de gestionar el abonado IP. Si escogemos la cuestión de la calidad de servicio, por ejemplo, ¿en qué medida el ISP/ITSP tiene control sobre la calidad de la comunicación hacia el «abonado ENUM» si no es responsable de todas las redes IP atravesadas en el segmento IP de la llamada? ¿Qué entidad puede ser considerada responsable, ante el operador telefónico, de la calidad de la llamada terminada? Si los números ENUM E.164 no deben, *a priori*, ser discriminados con respecto a los números E.164 de la telefonía normal, en ese caso deben encontrarse soluciones apropiadas al problema antes mencionado y a otros.

Capítulo II.9 – Conclusiones de la Parte II: Aspectos técnicos

En este informe se ha tratado de describir las características técnicas de la telefonía IP, los principales problemas y las soluciones asociadas.

Tras una breve introducción en el Capítulo I.1 de los casos en los que se utiliza actualmente telefonía IP, se propone una explicación de trabajo de la telefonía IP obtenida de la CE 2 del UIT-T. Después de la lista incluida en el Capítulo I.2, en el Capítulo II.1 se hace una comparación entre la arquitectura respectiva de las redes de datos y telefónicas y se exponen las razones para el empleo del tipo de tecnología de red de datos (redes IP por paquetes) para transportar aplicaciones de voz y datos.

El Capítulo II.2 está dedicado al examen de los casos de migración de las redes telefónicas hacia las denominadas redes de próxima generación, que se basan en el transporte de paquetes o de IP. En este examen, se propone un método general por etapas y se analiza cada etapa tanto desde el punto de vista de la evolución de las redes como de las capacidades para los servicios y/o aplicaciones que pueden ofrecer éstas. Como un complemento al Capítulo II.2, en el Capítulo II.3 se examinan algunos servicios y aplicaciones que pueden prestar las redes de próxima generación.

Los Capítulos II.4 a II.8 actualizan cuestiones técnicas específicas relacionadas con la telefonía IP respectivamente con respecto a la calidad de servicio, seguridad, codificación, accesibilidad y numeración. Para cada una de esas cuestiones se ha tratado de presentar una comparación entre el método adoptado por las redes telefónicas, el utilizado generalmente por las redes IP de paquetes y el método necesario para las redes IP que admiten la telefonía IP.

Por último, debe mencionarse que se consideró útil aligerar el texto introduciendo varios anexos en los que se describen con detalle los protocolos y métodos necesarios para lograr que la telefonía IP se convierta en una realidad funcional. Esos anexos no reflejan exhaustivamente todos los esfuerzos realizados y en curso en este campo, pero ilustran sin embargo, que la telefonía IP no puede considerarse simplemente como una «realidad de laboratorio» y que las semillas técnicas orientadas a un despliegue en gran escala de voz por el transporte IP puede convertirse en una realidad. Las principales cuestiones técnicas para el despliegue de la telefonía IP pueden resumirse como sigue:

- Aunque es innegable que actualmente las soluciones técnicas están bien definidas para el transporte de voz por una tecnología IP, difícilmente podemos ignorar la realidad de que aún en los países desarrollados no se ha logrado aplicar dichas soluciones en gran escala. Esto tiene una consecuencia evidente sobre la madurez de las soluciones y de los productos que las respaldan.
- Pese a lo anterior, muchos de los principales operadores y empresas de telecomunicaciones mundiales están haciendo el cambio de todas o partes de sus redes a la tecnología de paquetes o de transporte por IP. Este transporte por IP soportará aplicaciones tanto de datos como de voz. No obstante, esta evolución está orientada esencialmente por el momento a la parte central de su red y no abarca el acceso de los usuarios finales. Sólo los usuarios de aquellos operadores o redes comerciales que han instalado, por su propia cuenta, un sistema de acceso unificado de datos/voz pueden conectar con esas redes.
- Para la mayoría de los operadores telefónicos en los países desarrollados, el principal impulsor a corto plazo para pasar sus redes centrales a la tecnología de transporte por IP está relacionado con el aumento del tráfico de datos que manejan en función de la utilización de su red como un mecanismo de acceso a Internet. Sin embargo, la migración de sus usuarios finales a la telefonía IP simplemente por sustituir el servicio de telefonía actual no se considera hoy en día como una alternativa rentable.
- Los países en desarrollo padecen no solamente de la falta de acceso de banda ancha sino también de la carencia de acceso básico a cualquier red telefónica.

PARTE III

TELEFONÍA IP – ASPECTOS ECONÓMICOS

Capítulo III.1 – Repercusiones económicas generales de la telefonía IP

III.1.1 Observaciones generales

En todo el mundo se están invirtiendo grandes cantidades de dinero en las redes IP, para crear nuevas instalaciones y habilitar las redes de banda estrecha actuales y las de banda ancha futuras para que presten servicios basados en el IP. Por tanto, toda consideración de orden económico relativa a la telefonía IP habrá de tener en cuenta dicho contexto general. Originalmente estas inversiones han sido impulsadas por el deseo de ampliar y mejorar el acceso a las redes de telecomunicaciones.

Una de las razones para enviar señales vocales utilizando el IP en una red comercial interna (intranet) es la disminución de costos, como resultado de la integración de las plataformas informática y de telefonía en una sola. No obstante, esta ventaja no es tan obvia cuando se trata de una red de operador, para el transporte de tráfico vocal por una red troncal utilizada por los operadores de tráfico vocal y de larga distancia en sus países, en las que la QoS no es un asunto trivial.

Si bien la reducción de los costos en la red de larga distancia es bastante popular y constituye una posible razón para introducir la telefonía IP, el ahorro real a largo plazo sigue siendo objeto de discusión y estudio. Mientras algunos expertos opinan que los ahorros resultantes de precios bajos se deben a la supresión de las tasas de acceso y de liquidación de cuentas, otros creen que la telefonía IP tiene el potencial de beneficiar a los clientes gracias a la prestación eficaz de servicios convergentes en una sola red. El ahorro del costo de ancho de banda es sustancial cuando el volumen de tráfico de datos es alto y supera al tráfico vocal.

III.1.2 Comparación entre la telefonía IP (fija y móvil, redes de acceso y básica) con la telefonía con conmutación de circuitos (fija y móvil)

Una infraestructura integrada que soporte todas las formas de comunicación permite aumentar la normalización y reducir la cantidad de equipos y piezas de repuesto necesarios. Las economías que resultan de transportar todas las formas de tráfico en una red basada en el IP harán que las empresas sigan esta tendencia, simplemente porque el IP puede actuar como agente unificador, con independencia de la arquitectura subyacente. Aunque esta infraestructura combinada puede soportar la optimización dinámica del ancho de banda, la versión actual del protocolo Internet fue diseñada sólo para el tráfico de datos y, por ende, no garantiza la QoS para servicios vocal y de vídeo en tiempo real. No obstante, las normas para el tráfico en tiempo real siguen evolucionando.

Informe esencial sobre telefonía IP

A modo de comparación, obsérvese la estructura de costos de las redes con conmutación de circuitos y de la red IP de próxima generación:

Cuadro 2 – Estructuras de costos

Componentes del costo	Costo en la red con conmutación de circuitos	Costo en la red de próxima generación
Transporte de llamadas vocales	Depende fuertemente de la distancia ¹⁸ Depende fuertemente de la duración de llamada	Depende poco de la distancia Depende poco de la duración de llamada
Costos de acceso	El costo fijo por línea telefónica básica es relativamente bajo (si se supone que existe el acceso a la infraestructura)	Igual que para la conmutación de circuitos (se supone que no es necesario el acceso de banda ancha)
Apoyo al usuario	Se requiere mucho personal, es decir, altos costos o bajo nivel de apoyo	Automático, es decir, mayor nivel de atención al usuario por el mismo costo que en una red con conmutación de circuitos
Adición de nuevos servicios	Alto	Bajo
Crecimiento del tráfico de datos	Muy alto	Importante ¹⁹ aunque mucho menos que en una red con conmutación de circuitos
Servicios de datos	Alto, como resultado de la necesidad de utilizar redes separadas superpuestas	Relativamente bajo, puesto que todos los servicios, vocales y de datos, utilizan una sola red

De acuerdo con el cuadro anterior se puede observar que:

- El costo de las llamadas vocales en una red de próxima generación que utilice el IP no depende de la distancia ni de la duración, por lo que es posible que un operador de dichas redes implante una política de precios de tarifa fija para las llamadas por telefonía IP.
- Es probable que el precio de acceso sea un elemento fundamental en las redes de próxima generación, por lo que cabe preguntarse ¿cómo recuperar el alto costo de la prestación de servicio de acceso de banda ancha integrado sin perjudicar a los usuarios?
- Es posible que los operadores de redes de próxima generación apliquen a sus servicios precios inferiores a los de sus competidores de las redes con conmutación de circuitos.
- Los operadores de redes de próxima generación han de reflexionar acerca de cómo podrán recuperar el costo incurrido para satisfacer el aumento del tráfico de datos generado por sus usuarios. Aunque cabe esperar que sus componentes de red dupliquen su relación precio/rendimiento cada 18 meses (conforme a la ley de Moore), el tráfico de datos aumentará casi 10 veces durante el mismo periodo.

¹⁸ La distancia y duración de llamada son funciones de la cantidad y capacidad de los conmutadores utilizados. Los encaminadores IP son mucho más barratos que los conmutadores de circuitos.

¹⁹ Teniendo en cuenta que el tráfico crece a una tasa de 200% por año (fuente: OVUM, *The business case of Next-generation IP Networks*/Capítulo F).

Las redes orientadas a la conexión son las candidatas naturales para la transmisión de voz/vídeo. Ahora bien, también existen protocolos orientados a la conexión, tales como ATM/FR, que se utilizan para la transmisión de datos. En el caso de ATM, se han definido diversas velocidades binarias, por ejemplo, CBR, VBR, ABR, etc., que permiten diferentes calidades de servicios y diversas tarifas correspondientes a cada categoría de servicios. Según la Comisión de Estudio 3 de la UIT, en el caso del entorno IP la clase de QoS contratada (mejor, alta, media, sin garantías (*best-effort*)) se define como un atributo IPDR con arreglo a las directrices ETSI TIPHON TR-101-329 y DTS-101-512, en cuanto al tiempo de establecimiento de llamada, el retardo extremo a extremo, la calidad de transmisión y la calidad de conversación. El índice de QoS real de una llamada de telefonía IP se puede comparar con la clase de QoS para confirmación del SLA y del ajuste de facturación.

III.1.3 Costos de inversión y costos de explotación y mantenimiento

El tema de la inversión ya se ha examinado desde el punto de vista de los operadores que desean tomar decisiones relativas a la telefonía IP, en particular utilizando las redes de próxima generación basadas en esa tecnología, en cuyo caso la selección se fundamenta ante todo en el hecho de que genera costos considerablemente menores. Al permitir ahorros de hasta 70% tanto en los gastos de capital como en los costos de explotación, las redes de próxima generación (NGN) hacen más atractivos los planes comerciales de los operadores, en particular los CLEC, para los inversionistas, a la vez que les permiten concentrarse en segmentos del mercado que antes no eran rentables. La inversión en una NGN aumenta el ingreso potencial por usuario, y permite a los CLEC ofrecer una más amplia gama de servicios de valor añadido que las redes convencionales. Asimismo, les proporciona una ventaja competitiva con respecto a los operadores de redes tradicionales. Las NGN ofrecen soluciones de cara al futuro que son interesantes para clientes en potencia que, una vez atraídos, son retenidos fácilmente. El valor añadido y la naturaleza personalizada de dichos servicios hacen que sea más costoso para un usuario cambiar de proveedor, por lo que se aumenta su fidelidad. Más aún, los proveedores de servicios pueden atraer más inversiones pues les resulta más fácil atraer inversiones de capital si proponen utilizar las tecnologías de red IP en lugar de las con conmutación de circuitos.

III.1.4 Recursos humanos, incluida la formación del personal en redes IP

La telefonía IP ofrece a los usuarios una abundante gama de servicios, que incrementa la complejidad en el núcleo de la red. La plataforma IP es en gran parte programable y automática, y la mayor parte del personal está habituada al entorno con conmutación de circuitos, por lo que su interacción para la explotación y mantenimiento de equipos IP puede constituir un problema, sobre todo en los países en desarrollo y los menos adelantados. El costo aumenta si se tiene en cuenta que el tratamiento y resolución de problemas en equipos de red de telefonía IP debe ser efectuado por personal altamente calificado en las TI, que es un recurso escaso.

Además, es posible que algunos de los usuarios utilicen teléfonos IP, que son muy diferentes, y que la población de las zonas rurales y distantes, donde la tasa de alfabetización es baja, pueda encontrar dificultades para usarlos.

Por consiguiente, cabe esperar que las administraciones consideren aprovechar las ventajas inherentes a la tecnología y servicios IP formando adecuadamente al personal técnico existente y preparando nuevo personal calificado, que pueden actuar como agentes para impartir los conocimientos más recientes relativos a los productos y servicios IP. En este orden de ideas, se pueden organizar cursos/seminarios y la UIT está en una posición inmejorable para ayudar a los Estados Miembros y los Miembros de Sector en esta tarea, gracias al Programa de Centros de Excelencia (CoE), que es un ejemplo en el que se dispone de los módulos necesarios para las administraciones que necesiten ayuda.

Toda medida tomada por los operadores/administraciones para formar a su personal en las tecnologías IP incrementa el costo total de los servicios de telefonía IP. Ahora bien, puesto que la formación del personal es necesaria en el entorno tecnológico actual que evoluciona rápidamente, prescindiendo del tipo de tecnología utilizada, en este caso se puede considerar esta necesidad de formación como una oportunidad para invertir en recursos humanos valiosos.

Capítulo III.2 – Cálculo global de costos y fijación de precios

III.2.1 Metodologías para el cálculo de los costos en la telefonía IP

III.2.1.1 Observaciones generales

En un entorno de red IP sin conexión puede ser difícil clasificar los elementos de red como «locales» o «de larga distancia» y basarse en sus costos para calcular las tarifas de las llamadas locales, de larga distancia nacionales e internacionales. Si bien los modelos eficaces de cálculo de costos y tarificación para la RTPC han evolucionado a través de los años, no se dispone aún de este tipo de modelos para las redes IP, dado que éstas han sido diseñadas especialmente para comunicaciones privadas y comerciales o para grupos cerrados de usuarios. Sólo hasta hace poco, ingenieros y economistas aunaron esfuerzos para identificar los principales factores que generan costos en redes de datos del tipo telefonía IP, aunque aún queda mucho por hacer a este respecto. Un resultado posible de este esfuerzo consistiría en decidir si la tasación para la telefonía IP puede basarse en kilómetros y minutos, como en el caso de la RTPC, o solamente en minutos de utilización (MOU, *minutes of use*).

III.2.1.2 Modelos para el cálculo de costos

Dado que un servicio de red de datos se puede clasificar como un medio de transporte, es natural tasar el volumen de datos transportados o, incluso, aplicar una tarifa fija que permita enviar y/o recibir una determinada cantidad de datos. Es importante que en todos los modelos de cálculo de precios se escojan los factores de costos correctos, por ejemplo, en el caso de la telefonía vocal, el costo ha de incluir todos los elementos de costo de transmisión pertinentes.

Desde un punto de vista estrictamente económico, se ha planteado la necesidad de entender claramente los modelos de tasación basados en el volumen y de tarifa fija, junto con su repercusión en los ingresos tanto del operador como del proveedor de servicios. La fusión de ambos modelos de comunicación sitúa la cadena de valor de ingresos en el centro del debate, como un prerrequisito para la convergencia fructuosa y generalizada del transporte basado en el IP y las aplicaciones de usuario, en el entorno actual de telecomunicaciones.

III.2.1.3 Método de cálculo de costos basado en los elementos de red

El cambio de una tecnología basada en conmutación de circuitos a una basada en el IP puede modificar el costo de la configuración y explotación de redes, y alterar la base sobre la cual se calculan los costos de algunas funciones de interconexión esenciales, tales como el origen y terminación de llamadas. En consecuencia, es probable que los reguladores tengan que revisar no sólo sus tarifas sino también las bases que utilizan para determinarlas, con el fin de tener en cuenta las modificaciones de la naturaleza de las redes. Por ejemplo, cuando se utiliza el cálculo de costos y tarificación basados en los elementos, puede ser necesario definir nuevos elementos y fijar sus costos.

III.2.1.4 Mecanismos de mercado

En general, en los mercados completamente liberalizados con plena competencia en todos los segmentos de servicios de telecomunicaciones, a saber, local, de larga distancia nacional e internacional, hay poco margen para la intervención del regulador en la determinación de los costos de los servicios. Otro aspecto importante de estos mercados es que se pueden tomar medidas de reajuste de tarifas en diferentes etapas. Así, por ejemplo, en Hong Kong se adoptó una metodología orientada al mercado en la que cada operador de telecomunicaciones puede, de acuerdo con sus propios incentivos comerciales y la competencia en el mercado, poner en funcionamiento los servicios y redes de telefonía IP necesarios para satisfacer la demanda.

III.2.1.5 Medidas de reajuste de tráfico: Tarifas basadas en los costos

En India (conforme a la Ley TRAI), el regulador debe fijar las tarifas de los diferentes servicios de telecomunicaciones. La *Telecom Regulatory Authority of India* ha efectuado, para el periodo 1998-1999, un ejercicio transparente de fijación de tarifas. En marzo de 1999 se publicó la *Telecommunications Tariff Order 1999* (TTO-99), basada en una amplia consulta pública, y que fija las tarifas de arriendo de circuitos de llamadas locales y de larga distancia. Estas tasas se fundaron en el costo subyacente de los elementos de red que participan en el establecimiento de una llamada local, de larga distancia nacional e internacional, además de las subvenciones recíprocas. Puesto que los elementos de red son fijos e identificables como bucle local (LL), central local (LE), central de tránsito (TE), sistema de transmisión (TS), etc., este ejercicio ha sido relativamente simple. La fijación de tarifas se hizo a la luz de la *National Telecom Policy '99*, que establece como objetivos principales del Gobierno para el próximo decenio la asequibilidad de los servicios y un incremento importante en la teledensidad. Por consiguiente, se han mantenido los arriendos muy por debajo del valor para cubrir las inversiones de capital subyacentes efectuadas en la red local. Se ha incorporado en el ejercicio de fijación de tarifas una importante interfinanciación, es decir, se ha permitido una subvención recíproca del segmento de larga distancia de la RTPC al segmento de red local, hasta completar el reequilibrio de una manera escalonada. En otras palabras, se han mantenido las tarifas de llamadas de larga distancia por encima de los costos para asegurar la asequibilidad del servicio local, de modo que los usuarios puedan conectarse a la red a precios abordables y lograr así los objetivos de teledensidad.

En algunos países se imponen contribuciones por déficit de acceso (ADC) a los proveedores de servicio de llamada competidores, para que contribuyan a las subvenciones recíprocas de las tasas de conexión y acceso. Estas contribuciones suelen ser de un pence por minuto de las tasas de acceso de los mayoristas y, teóricamente, deberían garantizar que todas las llamadas (sean cursadas por el operador tradicional o por sus competidores) contribuyan a la subvención del acceso en un régimen de competencia abierta neutral y no discriminatorio. No obstante, en la práctica es difícil para los reguladores garantizar que las ADC no perjudican el mercado (como ocurrirá si su repercusión en el mercado no es neutral desde el punto de vista de la competencia). Por ejemplo, aunque las ADC fueron un elemento del régimen de interconexión en el Reino Unido en los albores de la liberalización del mercado, muchos consideraban el sistema demasiado complejo y poco transparente y los recién llegados al mercado desconfiaban de que las ADC recaudadas por *British Telecom* (BT) fueran realmente basadas en costos y no discriminatorias. En 1995 el regulador del Reino Unido (OFTEL) abolió las ADC y otorgó a BT más libertad para reequilibrar sus tarifas.

En los países en los que los acuerdos de precios incluyen subvenciones recíprocas de los servicios de llamada de larga distancia e internacional a los servicios de acceso, las autoridades correspondientes podrían considerar las posibles implicaciones de la telefonía IP. Sin embargo, cabe observar que sólo es posible proporcionar indicadores de precios más precisos para una entrada eficiente en el mercado y la inversión en mercados liberalizados, cuando las tarifas están armonizadas con los costos y no existan subvenciones recíprocas. En consecuencia, las medidas de reajuste de tarifas, tal como ocurre, por ejemplo, en India (véase *supra*), resultarán en un régimen de competencia más eficaz y redundarán, por ende, en beneficio del usuario.

III.2.2 Aspectos relativos a la facturación

Otro aspecto importante se relaciona con el pago de tasas de transporte basadas en la utilización de recursos de un operador por otro, en el caso de una llamada de larga distancia en la que participen varios operadores. Estas tasas se fundamentan en la medición exacta, en las interfaces NNI, del flujo de tráfico de una red a la otra, en términos de kilómetros y minutos de utilización. En algunos países desarrollados, como Japón, los reguladores han aplicado sistemas de tasación complejos entre operadores que se basan en la señalización CCS7, y que pueden requerir un intercambio importante de información entre los elementos de red de los operadores, en un entorno multioperador basado en dicha señalización. Algunos opinan que los productos de la telefonía IP son especialmente deficientes en este aspecto, por lo que se necesitarán pasarelas de telefonía IP capaces de ejecutar funciones de gestión de red, seguridad y traducción de número o directorio. Es probable que éstas tengan que producir los registros detallados de llamada (CDR) en tiempo real, con información sobre duración de la llamada, número marcado, número de paquetes enviados y recibidos, destinación, etc. Esos datos son necesarios para una liquidación de cuentas adecuada entre operadores en un entorno multioperador.

Informe esencial sobre telefonía IP

En la Comisión de Estudio 3 del UIT-T, el Dr. E. Yam presentó un estudio sobre la normalización de los registros detallados IP (IPDR), efectuada por la organización IPDR.org (véase más adelante). En contraste con la facturación tradicional basada en la conexión, según los registros de detalle de llamadas, la IPDR.org está explorando actualmente conceptos como la facturación basada en el contenido, en la QoS o en el valor, gracias a los nuevos IPDR que contienen información relativa a una sesión o llamada IP (cuándo, qué, quién y dónde).

Con el fin de tratar los aspectos de normalización de los sistemas de soporte comercial (BSS) de próxima generación, se ha creado una iniciativa industrial denominada IPDR.org, cuyo objetivo principal es definir los elementos esenciales del intercambio de datos entre elementos de red, sistemas de soporte de funcionamiento y sistemas de soporte comercial. Esta iniciativa sentará las bases para los sistemas de soporte IP de nivel operador abiertos que facilitarán a los proveedores de servicio de próxima generación un funcionamiento eficaz y rentable. En el documento IPDR NDM U (Gestión de datos de red – utilización por los servicios basados en el IP) se definen las especificaciones técnicas de un modelo de referencia IPDR y de los atributos y formatos IPDR asociados. La última versión, 2.5, de NDM-U se publicó en abril de 2001.

El modelo de servicio de la versión 2.5 NDM-U para el VoIP está compuesto por puntos extremos (teléfonos), elementos de servicio (pasarelas, controladores de acceso, conmutadores programables, etc.), sondas, sistemas de mediación y el sistema BSS. Los diferentes casos de servicios comprenden el interfuncionamiento de teléfonos IP, RTPC e inalámbricos. Los registros IPDR son generados a medida que cada elemento de servicio involucrado en la llamada VoIP es transferido al sistema de mediación para ser acumulado y correlacionado y, finalmente, pasado a los sistemas BSS a efectos de facturación y almacenamiento.

Algunas sondas y elementos de servicio independientes pueden recopilar, como atributos IPDR, información adicional acerca de una llamada VoIP, tales como los parámetros de QoS. Los atributos de QoS de IPDR incluyen el índice de claridad de llamada (P.562), el MOS de calidad vocal, el establecimiento fructuoso y el retardo de la llamada, además de los parámetros de dominio IP, pérdida de paquete, paquete fuera de secuencia, variación de retardo de paquete y retardo de latencia.

La clase de QoS contratada (mejor, alta, media, sin garantías) se define como un atributo IPDR, conforme a las directrices ETSI TIPHON TR-101-329 y DTS-101-512, desde el punto de vista del tiempo de establecimiento de llamada, del retardo de extremo a extremo, de la calidad de transmisión y de la calidad de conversación. La clasificación de la QoS real de una llamada telefónica IP se puede comparar con la clase de QoS contratada para la confirmación del SLA y el ajuste de facturación.

Los registros IPDR se suelen generar al final de la llamada o mientras ésta está en curso, siendo activados por ciertos eventos particulares, tales como fraudes detectados o una duración demasiado larga.

Actualmente se está prestando especial atención a la armonización de las definiciones y conceptos entre los servicios RTPC tradicionales y los nuevos servicios IP e inalámbricos, por ejemplo entre los números de teléfono E.164 y las direcciones de teléfono IP, entre el periodo de espera después de marcar (PDD) y el tiempo de establecimiento de llamada, etc.

III.2.3 Periodo de amortización

El método del periodo de amortización determina el tiempo que tomó recuperar una inversión con el rendimiento obtenido. En general, se acepta que conforme a este método, cuanto más corto sea este periodo tanto mejor.

Es posible que los operadores que han instalado sistemas vocales tradicionales en sus entornos deban considerar el costo de reemplazar dicha tecnología. Si bien la telefonía IP facilita un rápido rendimiento de la inversión (ROI), la mayoría de los sistemas vocales tradicionales se calculan sobre la base del ROI a largo plazo, por lo que los operadores disponen de pocas opciones al establecer el «costo general» de la introducción de la telefonía IP. Una opción consiste en calcular la inversión en curso en el sistema vocal tradicional (RTPC), si la hubiere, y contabilizarla como pérdidas. Otra consistiría en añadir las inversiones no amortizadas al costo de introducción de la telefonía IP, lo que aumentaría los cálculos ROI de la telefonía IP.

III.2.4 Bases para la fijación de precios

III.2.4.1 Estructura general de la fijación de precios

El tráfico con conmutación de circuitos depende fundamentalmente de la distancia y existen diferentes tarifas conforme a los tipos de distancias. En la telefonía IP puede no ser pertinente el concepto de kilómetros y minutos porque los paquetes encaminados pueden tomar trayectos diferentes. Habría dos opciones para la fijación de precios, a saber, basarse en el volumen de tráfico considerando los bits/bytes transportados o en la tarifa fija. Como las llamadas IP son encaminadas a través de entornos de multioperador, puede ser necesario que existan acuerdos regionales. Además, la llamada puede encaminarse a través de un operador RTPC, en cuyo caso ha de existir un sistema de facturación de tasas, que pueda intercambiar CDR a dichos efectos.

Por otra parte, en el mercado actual los ISP pueden negociar una serie de acuerdos comerciales.

III.2.4.2 Fijación de precios para los usuarios extremos

La información obtenida en los estudios de caso indica que el nuevo modelo de fijación de precios para la telefonía IP emergente constituye otro componente importante que afecta el régimen actual de fijación de precios. Según la información obtenida de diferentes países, los precios de la telefonía IP son inferiores entre un 30 y un 50% a los de la telefonía vocal tradicional. Así, por ejemplo, en Perú una llamada hacia los Estados Unidos, a través de un proveedor de servicios IP como Net2phone, permite una economía considerable si se le compara con las tarifas de los operadores tradicionales. Una llamada desde un computador a un teléfono, de Perú a Estados Unidos, cuesta 0,15 USD por minuto a través de Net2phone y USD 0,66 si es cursada por el operador Telefónica del Perú.

En Tailandia, las tarifas IP de PhoneNet durante las horas normales de llamada eran entre 29% (hacia América del Sur y América Central) y 33% (hacia Europa y Asia Oriental) más baratas que las tarifas de telefonía vocal RTPC establecidas por *Communications Authority of Thailand (CA)*.

Además de ofrecer tarifas más bajas, los proveedores de servicio IP aseguran que existen otros beneficios para los usuarios, a saber, no se cobra el servicio en bloques o unidades de tiempo como ocurre con las llamadas tradicionales, sino que se tiene en cuenta el número exacto de segundos utilizados. Es decir, el precio del servicio es efectivamente menor que el que resulta de una comparación simple. En segundo lugar, los usuarios que utilizan tarjetas para llamar pueden controlar más fácilmente sus gastos, por lo que cabe esperar que este servicio sea más atractivo para las empresas que no pueden escoger las horas más adecuadas para hacer las llamadas.

Los diversos estudios de caso disponibles indican que la competencia generada por la introducción de la telefonía IP ha contribuido a una disminución importante de los precios de las llamadas de larga distancia internacionales y nacionales, con los consiguientes beneficios importantes para el consumidor. Es muy probable que los precios hayan sido reducidos para estimular la demanda, compensando así sea en parte cualquier posible pérdida de ingresos.

Capítulo III.3 – Experiencia de algunos países desarrollados y en desarrollo

III.3.1 En las empresas

Algunos operadores ya han anunciado su intención de utilizar las plataformas IP para el tráfico vocal. En su mayoría, dichas plataformas se están instalando en redes de gestión privada con el fin de permitir a los operadores prestar servicios vocales a clientes comerciales. Esto ofrece a los operadores la ventaja de poder penetrar los mercados comerciales para satisfacer todas las necesidades de comunicaciones de sus clientes (voz y datos) en una sola red IP, y proporcionar más y mejores funcionalidades vocales de valor añadido de las que son posibles en las redes con conmutación de circuitos.

Los operadores también están pensando en cómo utilizar la telefonía IP a través de la RTPC. Los aspectos económicos de la migración del tráfico vocal RTPC hacia las plataformas IP no son necesariamente los mismos que para la instalación de la telefonía IP en las redes con gestión privada que dan servicio a clientes comerciales, porque no es probable que la ventaja de ofrecer una variedad de aplicaciones de datos y vocales en una sola red sea de gran interés para las RTPC. La utilización de la telefonía IP en las RTPC deberá tener una motivación más relacionada con las economías de costos inherentes al uso continuo de los sistemas con conmutación de circuitos existentes. Del mismo modo, es posible que los operadores que prevean implementar la telefonía IP en la RTPC deban tener en cuenta otros aspectos, tales como la gestión de la calidad, en particular cuando se dispone de telefonía IP por interfaces de red en lugar de, como ocurre actualmente, un entorno único de red.

III.3.2 India

El Gobierno de India se ha comprometido a supervisar la evolución de la telefonía IP, así como su efecto sobre el desarrollo del país y, en su momento, examinará la cuestión. Actualmente, se ha abierto a la competencia plena el sector de llamadas de larga distancia nacionales y varios operadores han comenzado a solicitar las licencias. El sector de larga distancia internacional es, en cambio, un monopolio del operador tradicional VSNL (*Videsh Sanchar Nigam Limited*), cuyos derechos sobre las llamadas de larga distancia internacionales (ILD) eran válidos hasta el año 2004. No obstante, el Gobierno decidió abrir el entorno de las ILD dos años antes de lo previsto, es decir a partir del 31 de marzo de 2002.

El Gobierno ha remitido al regulador la cuestión de la apertura a la competencia de la telefonía IP. Sin embargo, el operador histórico VSNL proyecta utilizar dicha tecnología para servicios en tiempo real para el tráfico en tránsito entre los autoconmutadores interurbanos, evitando, a título experimental, los autoconmutadores interurbanos RTPC en seis localidades del país. Esta red utilizará una red IP independiente. Actualmente no se prevé conectarla a la red pública Internet. Se propone experimentar con la telefonía IP solamente el tráfico de larga distancia nacional y no se tendrán en cuenta las llamadas del servicio internacional automático (IDD). Este experimento incluirá los servicios vocales en tiempo real y los servicios de telefax, mientras que los datos seguirán transitando por la red Internet pública.

El sistema IP para el tránsito está previsto por VSNL como proyecto piloto, con arreglo a la Recomendación H.323 del UIT-T. El sistema utilizará pasarelas de medios, encaminadores, controladores de pasarelas de medio, pasarelas de señalización, controladores de acceso y servidores de gestión y facturación.

El diseño del equipo y la red se basan en soluciones de calidad tipo operador muy fiables con alto grado de redundancia. La arquitectura de red se ha optimizado teniendo en mente la expansión y escalabilidad, de tal manera que se facilite al máximo su actualización. En ella se utiliza una pasarela de señalización centralizada en un controlador de pasarela de medios y un controlador de acceso, así como pasarelas de medios distribuidas en seis ubicaciones, a saber, Delhi, Mumbai, Calcuta, Chennai, Pune y Bangalore. La pasarela de medios se encarga de la conversión de trenes de medios del formato de circuito al de paquetes y viceversa. El controlador de pasarela de medios controla y gestiona la conexión de llamada en la red de paquetes, y la

pasarela de señalización constituirá la interfaz con la red con conmutación de circuitos a través de la red de señalización en banda (uno de los intervalos de tiempo de E1) o fuera de banda. Los encaminadores enviarán los paquetes IP entre las pasarelas de medios. El sistema dispondrá también de un sistema de respuesta vocal interactivo (IVRS) para interactuar con los clientes, enviándoles mensajes vocales y recibiendo de ellos datos por tonos/impulsos con multifrecuencia bitono (DTMF).

III.3.3 Hong Kong

Se permite la telefonía IP para la explotación de redes y servicios dentro de Hong Kong y para las comunicaciones entre Hong Kong y el resto del mundo. Para la concesión de licencias para las redes y servicios, Hong Kong ha adoptado metodologías neutras desde el punto de vista tecnológico. Todas las formas de la telefonía IP se admiten, incluidas las comunicaciones de PC a PC, de PC a teléfono y de teléfono a teléfono. Hong Kong sigue una política de mercados centrada en las demandas del cliente, haciendo caso omiso de que la telefonía IP reemplace las redes y servicios convencionales, puesto que propugna una competencia leal entre los diferentes tipos de servicios. A partir de enero de 1999 se ha liberalizado completamente el mercado de servicios externos y se ha autorizado la reventa simple internacional (ISR) pasando por alto los servicios basados en el sistema internacional de tasas de distribución. Desde entonces, dichas tasas y los precios al consumidor de los servicios de telecomunicaciones externos han declinado constantemente, lo que redundará en beneficio de los clientes.

Hong Kong ha introducido el reajuste de las tarifas para los servicios telefónicos internos y externos, por lo que las tarifas de los servicios telefónicos nacionales pueden cubrir los costos y los subsidios de los servicios externos a los servicios internos han prácticamente desaparecido. La utilización de servicios basados en otras tecnologías, el IP por ejemplo, en lugar de los servicios externos conformes al sistema internacional de tasas de distribución debería tener un efecto mínimo sobre el desarrollo de la red telefónica nacional.

III.3.4 Singapur

Antes de la liberalización completa del mercado de las telecomunicaciones en abril de 2002, SingTel era el único proveedor de servicios de telefonía IP en dicho país, salvo en el caso de las comunicaciones de computador a computador entre dos usuarios de Internet. Con la liberalización, se creó una nueva clase de licencia para los servicios Internet vocales y/o de datos, y cualquier organización puede ofrecer servicios vocales/datos por Internet siempre que posea una licencia y pueda garantizar una calidad mínima de servicio. A finales de 2000, casi 70 empresas poseían dicha licencia. El operador tradicional SingTel introdujo ciertos servicios de telefonía IP mucho más baratos que los servicios clásicos internacionales. Gracias a eVoiz, los usuarios pueden hacer llamadas desde su PC a los abonados telefónicos de algunos países, por ejemplo, un minuto de comunicación hacia Estados Unidos cuesta USD 0,05, mientras que con el IDD el precio es USD 0,23. Según SingTel, eVoiz aumentará el tráfico internacional en 10 millones de minutos suplementarios. El servicio VO19 de SingTel, creado en agosto de 2000, permite a todo usuario del servicio telefónico establecer una comunicación internacional a través de las redes IP marcando un número especial. En este caso, un minuto de comunicación a Estados Unidos cuesta USD 0,11, casi la mitad de la tarifa IDD normal.

Capítulo III.4 – Repercusiones económicas de la telefonía IP

III.4.1 Repercusión sobre los ingresos de los operadores históricos

III.4.1.1 Observaciones generales

Si bien no existen estudios reales que comparen los costos de la telefonía IP y de la telefonía con conmutación de circuitos RTPC, se suele creer que la telefonía IP es una opción más barata. Es probable que el costo más bajo del encaminamiento permita a los operadores de telefonía IP realizar economías en la transmisión y conmutación. En estas condiciones, puede no ser posible ofrecer una solución uniforme para que todos los operadores satisfagan las exigencias de los servicios de telefonía IP, ya que esto puede depender de las diferentes situaciones económicas, el grado de liberalización del mercado, los tipos de servicios ofrecidos y también la talla de los proveedores de servicios y del mercado, es decir la mezcla de tráfico de voz y datos.

III.4.1.2 Disminución de los ingresos existentes

Se suele aceptar que la telefonía IP está aún en sus inicios, y la UIT trabaja en colaboración con el IETF para mejorar la calidad de servicio y resolver los problemas de interoperabilidad entre las redes RTPC e IP. Un conmutador de pasarela de telefonía IP es de 4 a 5 veces más caro que un conmutador de la RTPC y la densidad de puertos de una pasarela de telefonía IP es menor que la de un conmutador RTPC. Teniendo en cuenta el incremento del tráfico vocal, aunque la telefonía IP ahorra entre 40 y 60% de costos de transmisión, debido principalmente a la compresión de la red troncal, el aumento del costo de las pasarelas puede ser muy importante comparado con los ahorros generados.

Los menores costos de encaminamiento pueden reducir los márgenes de beneficio de los operadores públicos de telecomunicaciones (PTO) y los países desarrollados, con mercados competitivos, se ven confrontados a una guerra de precios que podría obligar a los PTO históricos a disminuir su base de costos para competir con los operadores recién llegados y los revendedores. La situación puede ser aún peor para los operadores históricos de los países en desarrollo cuyos ingresos y beneficios dependen en gran parte de las liquidaciones de cuentas internacionales.

En octubre de 2001, las últimas tasas de liquidación indicadas por la US Federal Communications Commission (FCC) son:

- a) China 36 centavos
- b) Corea 19 centavos
- c) India 42,5 centavos
- d) Malasia 19 centavos (ISR)
- e) Filipinas 19 centavos (ISR)
- f) Singapur 15 centavos (ISR)

El valor de la tasa de liquidación para India corresponde a la última tasa presentada a la FCC, pero ya no está en vigor. El Gobierno de Estados Unidos no controla el tráfico de la telefonía IP y por tanto no puede definir un método de extrapolación en caso de liquidaciones perdidas.

Los PTO se ven ante un dilema: si no reducen sus precios de servicios internacionales, pueden perder algunas partes de mercado con los proveedores de servicios de telefonía IP; por otra parte, si reducen los precios hasta el costo real, su rentabilidad se vería afectada negativamente aunque esto pudiera ser compensado parcialmente por el aumento del volumen generado. Parece más lógico adoptar una estructura de precios basada en la utilidad de las comunicaciones para el usuario en lugar de seguir estrictamente la tendencia de los costos.

III.4.1.3 Posibilidad de generación de nuevos ingresos mediante la inclusión de modelos convergentes para datos y telecomunicaciones

Algunos opinan que el interés de los consumidores por los servicios integrados ha aumentado con el desarrollo de las telecomunicaciones y las comunicaciones a través del computador. El rápido auge de la tecnología IP y de la red IP hace que cada vez más usuarios admitan que éstas cumplirán una función muy importante en la integración de voz, datos y vídeo. Se ha planteado que la red IP puede prestar servicios vocales de la misma calidad que la RTPC, siempre y cuando se disponga de suficientes recursos, especialmente anchura de banda para los servicios telefónicos IP. De hecho, esto puede ser posible si la red es diseñada adecuadamente y se proveen los recursos adecuados.

Para los proveedores puede no ser conveniente prestar sólo algunos servicios en una red polivalente, porque ello implicaría un costo de explotación y mantenimiento demasiado alto. Con el desarrollo de la tecnología IP se prevé la prestación de nuevos servicios de valor añadido a menor costo y, por ende, el aumento de la demanda. Es por esto que, si bien los sistemas de telefonía IP están aún evolucionando, atraen la atención de la mayoría de los operadores.

Es comúnmente aceptado que la RTPC no se puede reemplazar en un día, por lo que las telefonías RTPC e IP han de coexistir durante un largo tiempo, en el cual el mercado de telefonía IP puede crecer con rapidez mientras que el de la RTPC disminuye lentamente. En estos momentos, el principal método de servicio de telefonía IP (teléfono a teléfono) depende de la RTPC para el acceso y el puerto de central local, pues no se dispone aún de una versión IP de conmutador clase V, aunque el tipo de telefonía PC a PC con LAN e Intranet no necesita la RTPC. Es posible que durante algún tiempo exista una red híbrida, es decir, una basada en RTPC y otra en la telefonía IP, ofreciendo la primera una mayor QoS con respecto a la latencia y fluctuación de fase, y la segunda menor QoS a un precio más bajo.

III.4.1.4 Estrategia económica de los operadores tradicionales

No se puede ignorar ni negar el hecho de que en el pasado se han realizado grandes inversiones en la red e infraestructura de la RTPC, y que para protegerlas los operadores y los reguladores de RTPC han de concentrarse en la elaboración de una estrategia tendiente a garantizar la supervivencia de la red pública conmutada (del operador histórico) y su coexistencia con la telefonía IP. A continuación se describe una estrategia para los operadores que se basa en cuatro categorías diferentes de desarrollo. Cabe observar, no obstante, que dichas estrategias no son normativas y los operadores han de considerarlas como estrategias orientadoras. Las tres primeras categorías provienen de un documento de APT, mientras que la cuarta ha sido añadida, como se indica más adelante.

La **Categoría «A»** se relaciona con los países desarrollados en los que la telefonía tiene una tasa de penetración superior a 50%, y están en la etapa inicial de las nuevas tecnologías y servicios. En dichos países, el mercado telefónico está saturado y el tráfico de datos es preponderante en la red central. Los operadores de esta categoría se interesan prioritariamente en los servicios de transmisión de datos de valor añadido y en el mercado de los servicios integrados, pero al mismo tiempo prestan más atención al mercado comercial. Se pueden hacer las siguientes recomendaciones a los operadores de la RTPC:

- Utilizar plenamente los recursos actuales de la RTPC.
- Reducir el costo del servicio RTPC mediante una gestión eficaz, reduciendo los costos de explotación y adoptando las nuevas tecnologías.
- Disminuir, e incluso interrumpir, las inversiones en la RTPC, en particular en la red de transmisión de larga distancia.
- Acelerar el desarrollo de la red IP de banda ancha para prestar servicios integrados y nuevos servicios de valor añadido, tales como telefonía IP, acceso a Internet de banda ancha, VPN, vídeo a la carta, videoconferencia, comercio electrónico, etc. No es aconsejable construir una red de telefonía IP solamente para el servicio vocal.
- Recomendar el servicio IP de banda ancha a los consumidores clave, permitiéndoles así disminuir el costo de comunicación y facilitar sus transacciones comerciales.

Informe esencial sobre telefonía IP

La **Categoría «B»** se refiere a los países en los que la tasa de penetración telefónica oscila entre 10 y 20%, y crece rápidamente. Tal vez esos países quieran observar los progresos de las nuevas tecnologías, con miras a dinamizar los servicios de la RTPC. Se hacen las siguientes recomendaciones a los operadores de la RTPC:

- Buscar una protección especial para las inversiones ya realizadas, a fin de evitar las redundancias prematuras.
- Utilizar plenamente los recursos de red actuales para proteger las inversiones importantes ya hechas. La RTPC ofrece hoy en día toda una gama de teleservicios y de servicios suplementarios así como de servicios de red inteligente (RI) muy superiores a los que puede proponer actualmente la telefonía IP.
- Ajustar la tarifa actual de la RTPC para las llamadas IDD y las nacionales de larga distancia. Si la competencia de los ITSP es muy fuerte, es posible prever la construcción de una red de telefonía IP, aunque de alcance limitado y cuyo tamaño dependerá de las condiciones existentes en el país o en la región en cuestión.
- Reducir el costo del servicio RTPC mediante una gestión eficaz, que reduzca los costos de explotación y mantenimiento y adopte las nuevas tecnologías.
- Disminuir las inversiones en la RTPC de larga distancia.
- Introducir servicios novedosos, para aumentar la gama de servicios puestos a disposición del cliente.

La **Categoría «C»** corresponde a los países en los que la tasa de penetración está entre 3 y 5% pero aumenta rápidamente. Estos países pueden estar comprometidos en el desarrollo de la infraestructura de la RTPC y es posible que sus gobiernos deseen estimular a los operadores de dicha red para que continúen su desarrollo. Además, conviene prestar más atención al desarrollo de las redes basadas en el IP y a la telefonía IP, teniendo en cuenta la normalización, la calidad de funcionamiento, la calidad de servicio, la gestión, la reglamentación, etc., e introduciéndolas en el momento oportuno y de manera progresiva. Se puede alentar a los actuales operadores de servicios básicos/nacionales de larga distancia a utilizar la tecnología IP en su red central. Los nuevos proveedores de IP en el mercado han de recibir el mismo trato que los operadores RTPC, en lo que concierne a la contribución a la obligación de servicio universal (USO).

La **Categoría «D»** corresponde a los países en los que la teledensidad es inferior a 3%. Estos países han de comenzar por mejorar su acceso. Asimismo, deben tratar de optimizar el alcance mundial de su red puesto que el valor de una red se incrementa de manera exponencial en función del número de usuarios. Para hacer frente al tráfico IP no regulado, es probable que la solución a largo plazo sea reducir la dependencia de los ingresos provenientes del tráfico internacional. Puede ser útil introducir el futuro acuerdo de interconexión de próxima generación. Es factible que los operadores de telecomunicaciones gestionen sus propias pasarelas de telefonía IP a/desde sus abonados. Más aún, si se utiliza el modelo de tasación de las telecomunicaciones basado en una tarifa fija o en el volumen de tráfico transmitido, el operador puede contribuir a la emergencia de nuevos mercados de servicios de Internet creados por los nuevos actores al ofrecer una plataforma de control de servicios más adaptada para garantizar a todas las partes interesadas el flujo de ingresos necesarios. Así, por ejemplo, el operador puede haber concertado acuerdos de interconexión (en modo de paquetes) con los proveedores de servicios IP para terminar llamadas en su propia red u ofrecer dichos servicios para las llamadas salientes de sus propios abonados.

Otra idea consiste en hacer migrar paulatinamente la red central de la tecnología de transporte de red hacia un modo de transporte de servicios vocales por paquetes, sin arriesgar las inversiones existentes. Los conmutadores modernos podrán soportar la transición del transporte con conmutación de circuitos TDM al modo por paquetes o modo IP, con el mismo grado de servicio. Los protocolos de comunicación, tales como el BICC, recientemente publicado por el UIT-T, que todos los grandes fabricantes del sector de telecomunicaciones utilizan actualmente, permiten a dos conmutadores transmitir una llamada vocal por una red ATM o IP, con la misma calidad de servicio que por una infraestructura clásica con conmutación de circuitos.

III.4.2 Repercusión de la telefonía IP en los consumidores

Desde el punto de vista económico, la telefonía IP tiene la ventaja innegable de ser más barata que la telefonía clásica. Si todos los otros factores son idénticos (calidad, comodidad, fiabilidad, etc.), la elección de utilizar cualquier tipo de tecnología IP, es la más económica y racional. Además la telefonía IP ofrece a los usuarios una amplia gama de servicios convergentes, que proporcionan muchas opciones y gran flexibilidad. Cada vez hay más usuarios que se orientan hacia la nueva tecnología, porque no tienen que recurrir a diferentes dispositivos para las diversas aplicaciones.

Por lo que se refiere a la disponibilidad de opciones, el operador de larga distancia puede proponer dos tipos de redes en paralelo: una basada en la conmutación de circuitos y la otra en la tecnología de telefonía IP, para así ofrecer el denominado «servicio de clase económica» que se basa en un segundo «tono de invitación a marcar» desde su pasarela IP y en un esquema de marcación diferente. Se puede proporcionar al consumidor diferentes tarifas, de tal manera que pueda escoger entre la gama de servicios disponibles ofrecidos por los proveedores. Las tarifas de llamadas de larga distancia en la RTPC varían en función del tiempo y la distancia (minutos y kilómetros) mientras que las llamadas IP se facturan en base al volumen de datos transportados, lo que explica la existencia de diferentes principios de tarificación. Esto plantea un problema real al regulador, que habrá de establecer un método para determinar las tasas para esas «clases de servicios», para la misma distancia. En una red de multioperador híbrida IP/RTPC pueden presentarse los mismos problemas, en lo que toca a la numeración, la marcación sin fisuras, la igual facilidad de acceso, etc.

Los consumidores pueden interesarse en la calidad de servicio que han de suministrar los proveedores de servicio. Cuando los proveedores de servicio de larga distancia emplean la telefonía IP en sus redes deben ofrecer al consumidor una calidad de servicio aceptable, comparable a la de la RTPC. En un mercado liberalizado, los precios son fijados por los mecanismos del mercado. En el caso contrario, el regulador puede intervenir para especificar la calidad de servicio, puesto que ésta tiene que estar vinculada al precio que paga el consumidor. Aun si se trata de una calidad de servicio inferior, tal como la de la clase «económica», ésta se debe especificar y garantizar.

III.4.3 Repercusiones de la telefonía IP en las tasas de liquidación internacionales

El tráfico de Internet se concentra generalmente en los principales proveedores de redes troncales y la mayoría de los ISP tienden a conectarse a los puntos de acceso de red (NAP), que proporcionan conectividad con la red troncal a los servidores ahí situados. En el caso de las llamadas internacionales con conmutación de circuitos por la RTPC, ha habido históricamente diferentes tasas de liquidación, según el país, basadas en el volumen de tráfico internacional enviado y recibido. Conforme al sistema de liquidación de cuentas internacionales, el operador o los operadores de los países donde se origina una llamada hacen, en principio, un pago compensatorio al operador o a los operadores del país en donde ésta termina. Estos pagos se hacen cuando el tráfico es mayor en uno de los dos sentidos y su nivel se basa en «tasas de distribución» negociadas bilateralmente. El pago neto suele hacerse sobre la base del exceso de minutos de tráfico, multiplicado por la mitad de la tasa de distribución. Este tipo de pagos, proveniente principalmente de los países desarrollados, ha venido aumentando a medida que los flujos de tráfico son menos equilibrados.

Los operadores que envían más tráfico del que reciben pueden verse incentivados para desarrollar procedimientos de encaminamiento alternativos: pueden elegir encaminar el tráfico por rutas alternativas para evitar liquidaciones de cuentas basadas en las tasas de distribución de costos antes mencionadas y, en cambio, pagar tarifas de interconexión a precios de acceso local o incluso inferiores. Ésta puede ser una de las razones de por qué cada vez se cursa más tráfico utilizando las troncales IP en lugar de los circuitos RTPC. Las otras razones incluyen el hecho de que las redes IP permiten a los operadores ofrecer aplicaciones baratas de voz, datos y otras por una sola red integrada que además ofrece capacidades para nuevos ingresos.

Las posibilidades de compensación mutua de precios han evolucionado muy poco en el caso de las llamadas de larga distancia nacionales o internacionales entre los mercados con bajos precios.

III.4.4 Repercusiones económicas de la obligación de servicio universal (USO) en la telefonía IP

En muchos países, el operador principal o dominante tiene que proporcionar servicios básicos directamente a todos los que lo soliciten razonablemente, o garantizar que todos los ciudadanos tengan acceso a ciertos servicios. En algunos casos, tiene obligaciones específicas de ampliar su infraestructura de red a zonas no servidas. Estos requisitos se suelen denominar obligaciones de servicio universal o de acceso universal. Como estas obligaciones de servicio/acceso universal requieren la prestación de servicios a usuarios en zonas que no son rentables, el proveedor de servicio/acceso universal debe sufragar ciertos costos como resultado de esta obligación. En algunos países (por ejemplo EE.UU.), los otros operadores contribuyen a la financiación de estos costos mediante acuerdos de financiación neutros desde el punto de vista de la competencia. En otros países (por ejemplo Australia y el Reino Unido) los estudios de costos han determinado que los costos de prestación del servicio universal son compensados por las ventajas que dicho servicio procura directamente a quien lo ofrece, en cuyo caso resulta obvio que es innecesario concertar acuerdos de financiación de servicio universal.

En Hong Kong, los operadores de servicios de telecomunicaciones externos tienen la obligación de compartir los costos de la prestación de servicio universal en la red telefónica nacional, de conformidad con el volumen de tráfico transportado e independientemente de la tecnología utilizada. Aquellos que emplean la tecnología IP deben también pagar su contribución al servicio universal (que es actualmente del orden de 10 centavos de Hong Kong por minuto). Más aún, cuando las llamadas son cursadas por la red telefónica nacional, se debe pagar una tasa de acceso local (cerca de 13 centavos de Hong Kong por minuto) para cubrir el costo de transmisión por dicha red. Estas tasas son también independientes de la tecnología utilizada y los operadores de telefonía IP están sujetos a las mismas obligaciones que los que emplean otras tecnologías.

La tecnología IP permite reducir el costo del servicio/acceso universal. Si esta tecnología es ampliamente utilizada en los países donde existen fondos de contribución, es probable que los reguladores quieran revisar los acuerdos de financiación, en cuyo caso será necesario reevaluar el costo de la obligación de servicio/acceso universal, para que refleje los cambios de la base de costo resultantes de la introducción de la telefonía IP.

Algunos tipos de financiación del servicio universal pueden engendrar injusticias, cuando sólo se imponen tasas a algunos proveedores que prestan servicios funcionalmente equivalentes, y otros son exonerados, basándose únicamente en el tipo de plataforma tecnológica que utilizan. Peor aún, esto puede incitar a los operadores que suelen contribuir al financiamiento del servicio universal, a adoptar otras plataformas, reduciendo así todavía más el volumen de tráfico que genera dichos pagos.

En Uganda y Nepal existen métodos de financiación del servicio universal bastante originales, a saber, los ISP de ambos países deben poseer una licencia y contribuir a la financiación del servicio universal con una pequeña porción de sus ingresos (entre 1 y 2%). Dichos fondos se atribuyen normalmente por licitación. De este modo, se reduce un poco la eventual ganancia de los ISP, porque es imposible evitar el pago de las tasas del servicio universal.

III.4.5 Aspectos relativos a la interconexión

Para fomentar la competencia leal puede ser necesario garantizar la interconexión equitativa y sin discriminación entre los diferentes proveedores de servicios. La reglamentación de la interconexión conlleva la desagregación de elementos de red y la definición de interfaces técnicas, tales como la interfaz de red de usuario (UNI) y la interfaz red-red (NNI). La reglamentación técnica también comprende la especificación de la «calidad de servicio» de cada una de dichas interfaces, de tal manera que se pueda garantizar la calidad de servicio de extremo a extremo a los usuarios, en un entorno multioperador.

El paso de la tecnología de conmutación de circuitos a la de redes IP puede influir en el costo de construcción y explotación de redes y, puede alterar las bases sobre las cuales se calculan los costos de algunas funciones de interconexión, esenciales, como el origen de llamada y terminación de llamada, con lo cual es probable que los reguladores no sólo deban revisar las tarifas sino también las bases sobre las cuales las establecen, con el fin de tener en cuenta los cambios en la naturaleza de las redes. Por ejemplo, cuando se utilice una metodología de fijación de costos y de tarifas basada en los elementos, puede ser necesario definir nuevos elementos y determinar sus costos.

La evolución tecnológica permite una reducción constante del costo de las redes, mientras que los costos de facturación y de atención al cliente disminuyen más lentamente, lo que crea presiones económicas para que los precios al pormenor evolucionen aproximadamente conforme a la siguiente secuencia:

- Si dependen de la distancia, tasación por minuto
- Si no dependen de la distancia dentro del país, tasación por minuto
- Si dependen de la distancia internacionalmente, tasación por minuto
- Si no dependen de la distancia, tasación por llamada
- Si no hay tasas por llamada, todas las tasas incluidas en el abono.

La utilización de la tecnología IP aumenta esta presión y la introducción de una tarifa fija para el acceso a Internet contribuye en este sentido. A pesar de la intención de algunos reguladores de evitar influir en los mercados, las tasas de interconexión pueden repercutir sobre la capacidad de los proveedores de servicio para establecer precios al pormenor. Si esta tendencia continúa, es posible que los cambios en los precios al pormenor obliguen a modificar las tasas de interconexión, en particular la introducción de tasas que sean menos dependientes o independientes de los minutos de llamada.

El siguiente cuadro ilustra las diferencias básicas de la interconexión entre las redes con conmutación de circuitos e Internet (con conmutación de paquetes).

Cuadro 3 – Diferencias de interconexión

Aspecto de interconexión	Metodología utilizada en la interconexión con conmutación de circuitos	Metodología utilizada en la interconexión Internet (IP)
Red central de tránsito	Operador histórico nacional en cada país	Operador de red central de Estados Unidos de América
Reglamentación de las condiciones de provisión de interconexión	Fuerte regulación del operador histórico; por ejemplo, éste debe fijar las tarifas en función de los costos para los servicios desagregados	Ninguna
Publicación de las tasas de interconexión	Requerida para la interconexión con el operador tradicional	Ninguna
Control de fronteras de red	Pasarelas para las funciones de tasación y de seguridad	Muy limitada
Ubicación de los POI	Convenida bilateralmente	Ubicadas cada vez más los «hoteles de telecomunicaciones» ²⁰
Acuerdos de tasación	Tasa por minuto	Ninguna tasa o tasas basadas en la banda pasante del enlace IC
Principios rectores de los acuerdos de tasación	Costos	Costo y valor de la interconexión para cada parte
¿Se cuenta con un registro de detalle de llamada?	Sí	No
¿Es posible distinguir el tráfico según su origen?	Sí	No

²⁰ Un «hotel de telecomunicaciones» es un sitio en el cual varios servicios de telecomunicaciones pueden reagrupar equipos de red y comunicar más fácilmente entre ellos. En los «hoteles de telecomunicaciones» se reúnen en un sólo sitio los conmutadores de varias empresas de telecomunicaciones. Las zonas comunes permiten reducir los costos y facilitan a las diferentes compañías interconectar sus redes. Los «hoteles de telecomunicaciones» permiten el acceso a las redes troncales regionales nacionales e internacionales, que son los medios principales de transporte vocal y de datos de un punto a otro.

Informe esencial sobre telefonía IP

Conviene observar que:

- Los principales ISP de red central suelen suministrar la mayor parte del contenido y capacidad en Internet. Los ISP con redes más pequeñas pueden remunerar a los operadores de la red central, directa o indirectamente, por la conectividad global. Con frecuencia, los ISP de red central cumplen la función de red de tránsito central que cursa una proporción importante del tráfico. En cambio, la interconexión de las redes con conmutación de circuitos depende de la red del operador histórico nacional. Los pequeños operadores empiezan conectándose a éste y sólo se interconectan directamente entre ellos cuando el volumen del tráfico justifica el gasto, en cuyo caso el operador tradicional funge como red de tránsito.
- La interconexión en Internet generalmente no está reglamentada y no es transparente. Los acuerdos de interconexión entre los ISP se basan totalmente en negociaciones comerciales. Asimismo, los principales ISP exigen que las partes que se interconectan firmen acuerdos de no divulgación de las modalidades convenidas. La interconexión entre las redes con conmutación de circuitos es muy diferente. La interconexión con el operador histórico de red fija está bien reglamentada, y las tasas de interconexión establecidas por el operador fijo dominante casi siempre están desagregadas, se basan en los costos y se publican.
- La interconexión en Internet se concibió inicialmente para prestar un único servicio «en la medida de las posibilidades» para transporte de paquetes desde una dirección IP a otra, prescindiendo de la red conectada con los sitios. Los paquetes atraviesan las fronteras entre redes IP de un encaminador a otro con poco control. En cambio, los operadores de redes con conmutación de circuitos instalan pasarelas en las fronteras de sus redes, para ofrecer funciones de tasación y de seguridad.
- Cada vez más, la interconexión en Internet se realiza a través de una instalación común denominada «hotel de telecomunicaciones» (véase la nota 20) si el ISP interconecta conforme a un acuerdo bilateral o a través de una central Internet según una base multinacional. Debido al gran volumen de tráfico intercambiado y a su ritmo de crecimiento, los «hoteles de telecomunicaciones» representan una solución satisfactoria. Por el contrario, los puntos de interconexión (POI) entre las redes con conmutación de circuitos clásicas están ubicados en un gran número de puntos, conforme a los convenios bilaterales de interconexión entre operadores.
- Un operador de red con conmutación de circuitos de origen de una llamada, la factura al usuario y luego paga a otro operador fijo de red con conmutación de circuitos que termina la llamada. Esto es válido para todas las llamadas y se basa en el principio de origen de costos (cada red paga la capacidad de enlaces necesaria para cursar o recibir las llamadas resultantes de sus actividades de ventas). Cuando dos redes interconectan en Internet, concertan los acuerdos de tasación mediante negociaciones comerciales, teniendo en cuenta el costo y el valor que cada una genera para la otra, sobre la base del tráfico total intercambiado.
- Los operadores de red con conmutación de circuitos crean los registros detallados de llamada (CDR) en cada lado del punto de interconexión y los usan para calcular y controlar las tasas de interconexión entre operadores. No hay CDR para la interconexión en Internet. Con frecuencia, el ISP paga a su homólogo una cantidad fija mensual por el encaminamiento de paquetes o llega a un acuerdo con él sin liquidación de cuentas.
- Los sistemas (redes) autónomos en Internet no pueden distinguir entre el tráfico que se origina en su propia red y aquel proveniente de otras y que es cursado como tráfico de tránsito. No obstante, las redes con conmutación de circuitos pueden reconocer el tráfico de tránsito gracias al número de llamada en el CDR, lo que significa que una red con conmutación de circuitos puede facturar separadamente a una red de origen el tráfico de tránsito y el de terminación, lo que no puede hacer una red IP en Internet. La red IP A puede tratar a la red IP B como un cliente y facturarle el tráfico que

termina en la red de A y el que transita por ella. Como otra posibilidad, puede llegar a un acuerdo con B y cursar su tráfico gratuitamente. No obstante, si A acepta este acuerdo de par, no procesará tráfico de tránsito de B, que deberá hallar otro camino para cursar este componente de su tráfico. Las redes con conexión de circuitos suelen compartir el costo de los enlaces de interconexión en base al cálculo de origen de costos. Los ISP negocian las tasas de enlace de interconexión. Esto implica en general que los ISP pequeños pagan a los grandes todo el costo del enlace de interconexión.

El siguiente cuadro presenta una comparación entre las tasas de interconexión de las redes con conmutación de circuitos y con conmutación de paquetes.

Cuadro 4 – Tasas de interconexión: redes con conmutación de circuitos e Internet

Acuerdo de interconexión para la tasación	Redes con conmutación de circuitos	Internet (IP)
Tráfico de terminación	Tasa por minuto	Ninguna tasa entre las redes IP del mismo tamaño. Los grandes ISP facturan a los pequeños basándose en la anchura de banda y el enlace IC
Tráfico de tránsito	Tasa por minuto	Tasa sobre la base de la anchura de banda y del enlace IC
Enlace de interconexión	Se comparten los costos según su origen	Las pequeñas redes IP suelen asumir todo el costo del enlace

Fuente: OVUM (*The business case for Next-generation IP Networks*).

Acuerdos de tasación de interconexión:

Los acuerdos de interconexión entre los principales ISP son el resultado de negociaciones comerciales bilaterales. No existen reglas absolutas en la materia. En casi todos los casos, los acuerdos son confidenciales a nivel comercial. El pago de un enlace de interconexión se hace de la siguiente manera:

- Cada ISP cubre sus propios costos cuando suministra un enlace desde su red a una central Internet, para interconexión bilateral o una multilateral.
- Los ISP pequeños utilizan enlaces punto a punto y corren con la totalidad de sus costos.
- La compartición de costos de enlaces punto a punto entre los ISP de la red central se negocia comercialmente. No existe ninguna regla formal.

Conforme a los convenios en vigor, los pequeños ISP asumen la totalidad de los costos de enlace con los ISP de red central. Este servicio, denominado «tránsito», consiste en suministrar una conectividad total con Internet. La interconexión se realiza casi siempre a través de una central Internet. Este sistema se estableció a principios del decenio de 1990 cuando los ISP no estadounidenses se interconectaron con los proveedores de red troncal de Estados Unidos. Actualmente, muchos pequeños ISP aducen que deben compartir el costo de los enlaces con los ISP troncales en vez de asumir todo el costo.

Los principales acuerdos de tasación de interconexión son:

- El intercambio de tráfico sin liquidación de cuentas.
- El pago por la conectividad global (pago por el servicio de tránsito).
- El intercambio de tráfico con liquidación de cuentas.

Acuerdo de intercambio de tráfico sin liquidación de cuentas:²¹

Los principales ISP se comprometen e intercambian tráfico entre ellos sin que haya lugar a liquidaciones. Este tipo de acuerdo tiene la ventaja de que no es necesario medir y facturar el flujo de tráfico a través de los puntos de interconexión, con lo cual se pueden reducir significativamente los costos de explotación. La selección de este tipo de acuerdo es el resultado de una negociación comercial. Por regla general, los ISP utilizarán los acuerdos de intercambio de tráfico sin liquidación de cuentas si son aproximadamente equivalentes en cuanto al tamaño y alcance de sus redes troncales, a la QoS relacionada con la pérdida de paquetes, etc., y su capacidad de interconectarse entre ellos al menos en tres o cuatro POI.

Pago por la conectividad global:

Cuando un ISP no puede llegar a un acuerdo de intercambio de tráfico sin liquidación de cuentas con otro ISP, pudiera pagarle por el suministro de la conectividad global. Por ejemplo:

- Si se trata de un pequeño ISP que no explota una red IP importante, podría utilizar este método para cursar todo su tráfico.
- Los grandes ISP de europeos pudieran utilizar acuerdos de intercambio de tráfico sin liquidaciones de cuentas entre ellos, pero optan por un ISP de red troncal basado en Estados Unidos para el suministro de la conectividad a destinos tales como la región Asia-Pacífico, América Latina y Estados Unidos.

La tasa por conectividad global dependerá del volumen de tráfico generado. Un ISP tratará siempre de minimizar el volumen de tráfico cursado de esta manera concertando acuerdos de intercambio de tráfico con otros ISP, siempre que sea posible.

Acuerdo de intercambio de tráfico con liquidación de cuentas:

Los ISP intercambian tráfico y se pagan entre ellos conforme al flujo neto que atraviesa los puntos de interconexión. Estos acuerdos son aún poco comunes y en muchas centrales Internet sólo permiten los acuerdos de intercambio de tráfico sin liquidación de cuentas. No obstante, la *London Internet Exchange* cambió hace poco su política para permitir los acuerdos con liquidación de cuentas.

²¹ Acuerdo de intercambio de tráfico (*peering*): El sitio «WhatIs.com» define «peering» como un acuerdo sobre el intercambio de tráfico entre los proveedores de servicio Internet (ISP). Los grandes ISP con sus propias redes troncales acuerdan autorizar el tráfico común entre ellos por sus propias redes. De igual manera, intercambian tráfico con los ISP más pequeños para que puedan alcanzar los puntos extremos regionales. Es así como fundamentalmente varios propietarios de redes crean lo que se conoce como Internet, y para hacerlo los propietarios de red y los proveedores de acceso ISP conciertan acuerdos que describen los términos y condiciones a los que ambos están sujetos. Un acuerdo de intercambio de tráfico bilateral es un acuerdo entre dos partes. Un acuerdo de intercambio de tráfico multilateral es un acuerdo entre más de dos partes.

Capítulo III.5 – Conclusiones de la Parte III: Aspectos económicos

- i) Por regla general, la telefonía IP promete proporcionar la capacidad para ofrecer a los usuarios finales servicios de telecomunicaciones convergentes y novedosos de una manera rentable. Las inversiones en las redes IP se pueden considerar como inversiones en el futuro, independientemente del desarrollo económico del Estado Miembro de la UIT de que se trate. El argumento comercial para la inversión en las tecnologías IP no se basaría en el solo potencial de la telefonía IP, sino en el potencial más amplio que ofrecen las redes IP para transmitir datos, texto, vídeo y voz. Casi todos los operadores del mundo están preparando diversas estrategias para afrontar el desafío que representa una telefonía basada en la conmutación de paquetes, como es el caso de la telefonía IP.
- ii) Si bien desde mediados del decenio de 1990 los pagos netos de liquidaciones han disminuido en todo el mundo, esto habría ocurrido sin la emergencia de la telefonía IP. Esta tendencia se debe esencialmente a la creciente competencia y presión de los países que efectúan liquidaciones de cuentas netas. A medida que los precios al por menor disminuyen y que se encamina más y más tráfico por las rutas menos costosas, las tasas de liquidación disminuyen necesariamente. Esta evolución del mercado afecta particularmente a los PTO que han dependido tradicionalmente de los ingresos del servicio internacional para subsidiar sus redes de acceso local, lo que urge el reequilibrio de las tarifas.
- iii) Hasta ahora los operadores han utilizado los servicios de larga distancia e internacionales para subvencionar en parte las funciones de red de acceso y llamadas locales. En mercados cada vez más abiertos a la competencia, no puede mantenerse este tipo de subsidio. En el futuro, los operadores tendrán que enfrentar nuevas situaciones que pueden requerir un importante reequilibrio de las tarifas y depender en mayor grado de los ingresos generados localmente.
- iv) Aunque los proveedores de servicios de telefonía IP puedan prescindir de ciertas partes de la red del operador tradicional, no podrán evitar la necesidad de redes locales. De hecho, como la telefonía por Internet es una nueva «aplicación asesina» que populariza aún más dicho acceso, puede incluso incrementar el volumen de llamadas locales. En algunos Estados Miembros, ya casi una tercera parte de todas las llamadas locales se relacionan con Internet, aunque la telefonía IP representa solamente una pequeña proporción de dicha demanda. Más aún, el acceso por marcación directa a Internet sigue aumentando mientras que el tráfico con conmutación de circuitos decrece lentamente. La competencia hará que los precios se acerquen a los costos, y siempre que la telefonía IP sea la alternativa menos costosa será la solución preferida.
- v) Para los Miembros de Sector del UIT que son proveedores de equipos, el desarrollo de las nuevas líneas de productos basadas en el IP puede ser fundamental con miras al crecimiento y rentabilidad futuros. Las redes móviles de tercera generación (IMT-2000), que pueden también basarse en la tecnología IP, ofrecen a los fabricantes oportunidades adicionales para proponer nuevos productos, incluidos los servicios de información a la medida, personalizados y basados en la ubicación, que se asemejarán probablemente más al modelo cliente/servidor Internet que al modelo de telecomunicaciones tradicionales.

PARTE IV

TELEFONÍA IP – ASPECTOS DE POLÍTICA REGLAMENTARIA

Capítulo IV.1 – Examen del marco reglamentario actual

IV.1.1 Observaciones generales

La introducción y el crecimiento de la telefonía IP plantean varias cuestiones importantes relativas a la política de reglamentación. Se ha encargado al UIT-D que aconseje y asista a los Estados Miembros y a los Miembros de Sector, para responder a las preocupaciones y necesidades específicas de los países en desarrollo relativas a las implicaciones políticas de la introducción de la «telefonía IP»²². En el presente capítulo se suministra el asesoramiento y la asistencia de expertos en tres secciones principales:

- examen del marco reglamentario actual;
- estudios de caso de países; y
- experiencias comunes en el desarrollo de nuevas metodologías para la introducción de la telefonía IP.

Cabe esperar que esta parte del informe sirva como una guía general y no como un plan detallado. En el Informe al Secretario General y el Informe del Presidente al tercer Foro Mundial de Política de las Telecomunicaciones (WTPF-01), <http://www.itu.int/osg/spu/wtpf/wtpf2001/index.html>, se presentan debates básicos útiles de muchas cuestiones de política, así como un estudio de los diversos enfoques en materia de reglamentación de los Estados Miembros de la UIT. Este estudio demuestra que no existe un solo enfoque e indica que las cuestiones de política seguirán evolucionando a medida que el uso de la tecnología IP se generalice cada vez más.

Cuando viene al caso, se han incluido en este documento aspectos del Informe al Secretario General y del Informe del Presidente al WTPF. Se invita al lector a consultar dichos informes así como los documentos preparados para el WTPF. No obstante, como las tecnologías subyacentes y los mercados evolucionan, es importante tener en cuenta la repercusión de esta evolución en las políticas y proyectar cambios dentro del proceso de toma de decisiones.

IV.1.2 Resumen

A medida que las redes y la telefonía IP se desarrollan, los responsables de definir las políticas han de evaluar si el marco reglamentario actual, elaborado en principio para redes basadas en circuitos, es pertinente y adecuado para las redes basadas en el IP. Esto se plantea cuando los Estados Miembros están aligerando sus regímenes reglamentarios y confiando cada vez más en la competencia para garantizar a los usuarios el mayor acceso posible a los servicios de telecomunicaciones.

Debido a la gran variedad de regímenes reglamentarios creados para la situación económica, política y de infraestructuras propia de cada país, es posible que los Estados Miembros deseen centrar su estudio en el fundamento de sus marcos políticos y, en particular, en los efectos deseados dentro del contexto de un desarrollo económico y social general. Más concretamente, habrá que tener en cuenta el nivel actual de desarrollo de la red y el estado del mercado de las telecomunicaciones. Los países con un nivel de tele-densidad muy bajo deben abordar la dificultad más básica, que consiste en construir una infraestructura de telecomunicaciones.

Dentro de este amplio marco reglamentario, la telefonía IP puede plantear varias cuestiones específicas para los responsables de políticas y para los reguladores, que requieren un equilibrio cuidadoso y bien fundamentado de intereses diferentes y algunas veces contradictorios. Como punto de partida, es útil conocer las consecuencias económicas a corto y largo plazo de cualquier decisión política. Asimismo, es esencial que estos responsables comprendan que no existe ningún modelo de política que sea universalmente aplicable. Pueden ser adecuadas varias metodologías.

²² Opinión D <http://www.itu.int/ITU-D/e-strategy/internet/iptelephony/Documents/wtpf2001/Chaireport.html#OPINIOND>.

Informe esencial sobre telefonía IP

Conviene que los Estados Miembros de la UIT tengan en cuenta las ventajas de:

- 1) definir, en primer lugar, los objetivos generales en materia de política de telecomunicaciones para el país, dentro del contexto del desarrollo económico global y las necesidades sociales; y
- 2) en segundo lugar, adaptar el régimen reglamentario para lograr dichos objetivos.

IV.1.3 Estudio de ciertas cuestiones

Con miras a determinar las políticas específicas de la telefonía IP, el Grupo de Expertos opina que para los Estados Miembros de la UIT puede ser provechoso examinar su marco reglamentario de telecomunicaciones nacionales, teniendo en cuenta:

IV.1.3.1 Alcance de los objetivos de política reglamentaria en el marco de la convergencia y las condiciones actuales del mercado

Es probable que los Estados Miembros deban evaluar sus objetivos políticos antes de determinar qué reglamentación será necesaria, si procede, en un mercado convergente. Por ejemplo, puede ser adecuado limitar la reglamentación en un mercado convergente abierto a la competencia y sólo aplicarla en caso de fallo del mercado.

IV.1.3.2 Fomento de las inversiones, estímulo de la innovación, promoción del desarrollo y apertura de los mercados

En un entorno de telecomunicaciones competitivo puede haber competencia entre varios proveedores de servicio y admite múltiples inversionistas. La experiencia indica que en todo el mundo se han adoptado modelos de mercados de telecomunicaciones abiertos a la competencia para atraer inversiones de capital con miras a instalar una infraestructura de redes de telecomunicaciones y basada en el IP. Es evidente también que los responsables de políticas y los reguladores han implementado con éxito un modelo de competencia abierta, al garantizar las salvaguardas adecuadas contra un poder de mercado excesivo. Se ha comprobado que las políticas tendientes a permitir múltiples operadores y proveedores de servicio Internet (ISP) han estimulado el desarrollo de infraestructuras y disminuido el precio de acceso para los usuarios privados y comerciales.

IV.1.3.3 Ventajas para los usuarios

Se ha demostrado que la competencia mejora la elección del usuario final al proporcionarle más opciones, tanto de precios como de calidad. Los usuarios suelen obtener más ventajas en un entorno donde el número de proveedores y de servicios es ilimitado.

IV.1.3.4 Objetivos en materia de acceso/servicio universal para los servicios de telecomunicaciones

En algunos casos, el mercado no puede prestar el servicio de telecomunicaciones a ciertos subconjuntos de usuarios. El acceso universal se puede definir como el conjunto de programas patrocinados por el gobierno, diseñados para proveer a una comunidad el acceso a aplicaciones específicas de comunicaciones. Varios países en desarrollo han adoptado modelos de acceso universal para proporcionar acceso a un conjunto definido de servicios de telecomunicaciones en zonas rurales o aisladas, y para la población con bajos ingresos. Si no hay acceso a estos servicios, es difícil que lo haya a Internet y a otros servicios IP avanzados. En los países que aplican programas para el acceso universal cabe considerar lo siguiente:

- Un programa de acceso universal, creado para promover el desarrollo de las infraestructuras de telecomunicaciones en las zonas rurales o aisladas y para la población de bajos ingresos.
- Un programa de acceso universal para las telecomunicaciones, que funcione de manera transparente, sin discriminación y que sea neutro desde el punto de vista de la competencia.
- La identificación clara de los requisitos de servicio universal y de las obligaciones del proveedor.

- La identificación clara y transparente de las subvenciones internas, cuando el acceso universal a los servicios locales esté financiado por una subvención recíproca, (por ejemplo, proveniente de las telecomunicaciones de larga distancia).
- Un mecanismo de financiación que indique claramente si los fondos provienen de los impuestos o de otros ingresos.
- Un plan de acceso universal que promueva la competencia y el desarrollo de infraestructuras.

IV.1.3.5 Consideraciones relativas a aspectos técnicos tales como la calidad de servicio

Las capacidades de servicio y calidad de las tecnologías de telefonía IP siguen evolucionando. Para satisfacer la amplia gama de necesidades del mercado, cabe esperar que dichas tecnologías tengan capacidades similares a la tecnología de conmutación de circuitos. Las políticas que favorecen la flexibilidad en la elección de la tecnología y su aplicación, para satisfacer las necesidades de los usuarios y permitir a éstos escoger entre diferentes precios y calidades, tienen más probabilidades de fomentar la inversión y estimular el desarrollo.

IV.1.3.6 Políticas de interconexión y acceso

En un contexto de transición de redes, una de las funciones de las autoridades puede ser garantizar que los servicios existentes continúen disponibles a medida que se introducen nuevos servicios, conforme a los mecanismos del mercado. La política de interconexión puede desempeñar una función crítica garantizando la coexistencia de las infraestructuras nueva y existente, preservando y ampliando así el valor de ambas. En las transiciones tecnológicas, como en el caso de mecanismos de transporte de comunicaciones con conmutación de circuitos a conmutación de paquetes, suele haber un periodo de coexistencia entre las tecnologías. Son preferibles las políticas que reconocen la transición permitiendo que haya múltiples plataformas de red y fomentando su interconexión.

IV.1.4 Contactos con los organismos reguladores

La UIT mantiene al día una base de datos de direcciones y de personas de contacto de los organismos reguladores de cada Estado Miembro. El sitio <http://www.itu.int/GlobalDirectory/index.html> contiene información sobre dichos contactos. En el sitio: <http://www.totaltele.com/links/list.asp?CategoryID=267> figura más información de contacto, país por país.

Capítulo IV.2 – Estudios de caso y experiencias

IV.2.1 Introducción

Mientras que algunos países en desarrollo tienen políticas que prohíben la telefonía IP, otros las estimulan. Algunos no reglamentan la telefonía IP, en tanto que otros han decidido incluirla positivamente en el marco reglamentario de sus telecomunicaciones, motivados por el deseo de fomentar y estimular la utilización de tecnologías emergentes que puedan hacer bajar los costos, aumentar las posibilidades de ingresos y promover la innovación y el crecimiento económico nacional. Estas políticas pueden estar ligadas al interés de reglamentar las tecnologías que no hayan alcanzado aún la plena madurez. Las limitaciones impuestas a la telefonía IP pueden parecer incoherentes con las metodologías concebidas para estimular el desarrollo y la migración a las redes IP. Asimismo, los reguladores pueden dudar antes de intervenir en los nuevos mercados, a menos que se produzca un fallo evidente. Las decisiones de prohibir, reglamentar o no la telefonía IP suelen estar vinculadas a objetivos políticos a largo plazo de desarrollo de infraestructura y/o redes de telecomunicaciones.

IV.2.2 Resultados de las políticas favorables a la tecnología IP

El Banco Mundial ha desarrollado un sistema de ayuda («Caja de herramientas de Internet») para los organismos reguladores de los países africanos, que aborda muchas de las cuestiones tratadas anteriormente en el contexto de los países en desarrollo. Este sistema incluye un modelo de las probables repercusiones de Internet en los ingresos de las compañías de telecomunicaciones y proveedores de servicios en África, modelos de la estructura de costos y alcance potencial del servicio de Internet, información sobre el alcance del desarrollo de Internet en África y ejemplos de su utilización actual. Basándose en esta información, el sistema sigue examinando las diferentes posibilidades políticas de los países que esperan ampliar la utilización de Internet, en el contexto de la necesaria reforma de las telecomunicaciones y las asociaciones entre el gobierno y el sector privado con la participación de universidades y ONG. Esta «caja de herramientas» está disponible en cinco ficheros pdf. y en una hoja de cálculo Excel que contiene el modelo. Es accesible en línea en la dirección: <http://www.infodev.org/projects/internet/010toolkit/afprelim.pdf>.

IV.2.3 Políticas coherentes con la transición/convergencia de las redes

Los estudios de caso pueden proporcionar información muy útil sobre las consecuencias de la reglamentación en el desarrollo y la expansión del mercado de las telecomunicaciones en una determinada economía. No obstante, conviene ser cautos y no extrapolar las conclusiones a las economías que no tienen las mismas características básicas de la estudiada. Ahora bien, las metodologías utilizadas en dichos estudios pueden ser muy útiles para otros que realizan su propio estudio de caso. La UIT ha efectuado estudios de caso de cinco Estados Miembros, a saber, Canadá, China, Colombia, Corea y Perú. Dichos estudios están disponibles en el sitio web de la UIT: <http://www.itu.int/osg/spu/wtpf/wtpf2001/casestudies/index.htm>.

Durante los últimos cuatro años, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) ha acometido estudios meticulosos de la reglamentación de telecomunicaciones en diversas economías, con el fin de producir, para cada país examinado, un estudio multidisciplinario del progreso de la reforma reglamentaria basado en un análisis comparativo internacional, una autoevaluación y la revisión por pares. Merecen ser mencionados los estudios recientes efectuados de la República Checa, Hungría y Polonia. Los estudios sobre Hungría (<http://oecdpublications.gfi-nb.com/cgi-bin/oecdbookshop.storefront>) y la República Checa (<http://oecdpublications.gfi-nb.com/cgi-bin/oecdbookshop.storefront>) están disponibles como publicaciones de la OCDE (2001).

IV.2.4 Intercambio de experiencias en el desarrollo de nuevas metodologías y enfoques

IV.2.4.1 Observaciones generales

Las políticas adoptadas en materia de tecnología IP difieren bastante entre los países, lo que puede estar relacionado con las distintas condiciones o grado de liberalización de cada mercado. El intercambio de información sobre esas diferentes metodologías puede ser útil para las autoridades a la hora de definir y evaluar las opciones para tratar aspectos específicos del entorno en su propio país.

IV.2.4.2 Metodologías para una reglamentación sectorial «tecnológicamente neutra»

La neutralidad tecnológica es un principio que invocan ciertas autoridades y reguladores a propósito de la tecnología IP y otras tecnologías emergentes. Este concepto se puede caracterizar, en términos generales, como un esfuerzo tendiente a aplicar reglamentaciones de una manera idéntica a los servicios similares, independientemente de la tecnología utilizada para prestarlos, en un mercado abierto a la competencia. A menos que tengan precedencia otros imperativos políticos, el objetivo es respaldar la política en materia de competencia garantizando que no se otorgue a un proveedor un tratamiento reglamentario más favorable que a otro, cuando presten servicios equivalentes. Otros opinan que las autoridades no deben ser indiferentes a la tecnología, y aseguran que las tecnologías emergentes podrían beneficiarse de una «ventana», es decir una reglamentación asimétrica durante su fase introductoria, lo que les permitiría desarrollarse y crecer fuera de la reglamentación tradicional.

El principio de la neutralidad tecnológica ha sido objeto de un largo debate durante las reuniones del FMTP y del Grupo de Expertos, pero no ha sido posible llegar a un consenso. No obstante, hay quienes piensan que:

- 1) en un país debe haber primero una competencia efectiva antes de aplicar un principio como el de la neutralidad tecnológica;
- 2) la neutralidad tecnológica es una consideración legítima en las deliberaciones políticas y reglamentarias, pero no debe prevalecer sobre los objetivos más generales que favorecen a la competencia.

La Unión Europea (UE) ha creado instrumentos que permiten elaborar reglamentaciones tecnológicamente neutras. La Directiva relativa al acceso a redes de comunicaciones electrónicas y a su interconexión (COM(00)384final, del 12 de julio de 2000) armoniza la manera cómo los Estados Miembros de la Unión Europea reglamentan el mercado que existe entre los proveedores de redes y servicios de comunicaciones en la Unión. Dicha Directiva establece un marco de reglas totalmente neutras desde el punto de vista tecnológico, pero que pueden aplicarse a mercados de productos o servicios específicos, en ciertas zonas geográficas, para resolver problemas de mercado bien precisos.

El Anexo P contiene un resumen de la Directiva «Interconexión y acceso en el nuevo marco reglamentario europeo para los servicios de comunicaciones electrónicas». En el sitio web de la UE se encuentra más material al respecto:

http://www.europa.eu.int/information_society/topics/telecoms/regulatory/new_rf/index_en.htm.

IV.2.4.3 Aplicación de la reglamentación nacional de las telecomunicaciones que establece una competencia eficaz, obligaciones de acceso y/o de servicio universal y otras experiencias

- a) OFTEL, el regulador independiente del Reino Unido, posee una gran experiencia en materia de métodos reglamentarios, en particular en lo relacionado con los precios tope y el ajuste del alcance y de la acción de la reglamentación para tener en cuenta el nivel de competencia en la evolución del mercado y la tecnología. Su sitio web es: <http://www.oftel.gov.uk/>.
- b) Desde los años 70, en Estados Unidos ha habido una gran competencia en ciertos sectores del mercado de las telecomunicaciones, especialmente en los servicios de larga distancia, los servicios mejorados o de valor añadido. En 1996, se adoptó la legislación nacional que abrió específicamente el mercado local de las telecomunicaciones a la competencia. En el documento <http://www.itu.int/ITU-D/e-strategy/internet/iptelephony/Seminars/2ndEGM/documents/policy/IPTel-21.pdf> se presenta un resumen de la experiencia de dicho país.

Informe esencial sobre telefonía IP

- c) La India está ensayando la telefonía IP en aplicaciones limitadas. Conforme a la NTP 1999, la «telefonía Internet» aún no está permitida en ese país. El Gobierno se ha comprometido a supervisar el desarrollo de la telefonía IP y su repercusión en el desarrollo del país y examinará el asunto en su debido momento. Actualmente, el Gobierno está trabajando en varios aspectos relativos a la telefonía IP, mientras que el operador histórico VSNL proyecta utilizar esta tecnología para servicios de tránsito en tiempo real entre centrales en tándem, pasando por alto los tándems, a título experimental, en seis ubicaciones en el país, utilizando una red IP separada. Por el momento, no se prevé conectar estos enlaces a Internet. A los efectos del experimento, se propone solamente el tráfico nacional de larga distancia con el VoIP, y no las llamadas internacionales de marcación directa. Este experimento abarcará los servicios de voz y fax en tiempo real, mientras que los de datos se seguirán transmitiendo a través de Internet.

IV.2.5 Posibles repercusiones políticas de ENUM

La Comisión de Estudio 2 del Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT examina actualmente los principios y procedimientos relativos a la administración de la numeración electrónica (ENUM) y define un marco para la posible función de la UIT. Un aspecto fundamental es la implementación y mantenimiento de las bases de datos necesarias para la traducción de los números E.164 al sistema de nombres de dominio, para salvaguardar la integridad del sistema de numeración E.164. Las autoridades reguladoras nacionales pudieran considerar el grado adecuado de participación en estas actividades de la UIT. En el sitio www.itu.int/osg/spu/infocom/enum/ y en el Anexo H de ENUM figura más información sobre de este protocolo y asuntos conexos.

IV.2.6 Formación y sensibilización de los reguladores y operadores

La UIT, junto con el Grupo de Expertos, las Oficinas Regionales de la UIT y varios Países Miembros organizaron un programa de seminarios sobre la telefonía IP. En la Parte V se describe el programa de dichos seminarios y se proporciona más información al respecto.

Varias instituciones ofrecen programas de formación para reguladores y operadores. Los principales programas son los siguientes:

- La *Iniciativa sobre Centros de Capacitación Internet para los Países en Desarrollo de la UIT (ITCI-DC)* es un proyecto de varios millones de dólares destinado a solucionar el déficit de personal capacitado para Internet y la «nueva economía» en los países en desarrollo. En el marco de esta iniciativa, la UIT proyecta establecer centros de formación para impartir los conocimientos necesarios en lo que respecta a la instalación de redes y servicios basados en el protocolo IP, en instituciones no lucrativas en dichos países. Cabe esperar que estos centros también funcionen como incubadoras para ayudar a las pequeñas y medianas empresas a desarrollar servicios relacionados con Internet. Para más información, diríjase al Sr. Manuel Zaragoza, Coordinador del Proyecto, Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la UIT (BDT) Tel.: +41 22 730 5428, correo-e: manuel.zaragoza@itu.int.
- El *United States Telecommunications Training Institute (USTTI)* (<http://ustti.org>) es una empresa mixta no lucrativa en la que participan importantes empresas de comunicaciones e informática de dicho país y el Gobierno Federal, que ofrece gratuitamente capacitación en gestión, política y técnica para los profesionales talentosos de los países en desarrollo.
- El *Institute for Public Utilities* de la *Michigan State University* (<http://www.bus.msu.edu/ipu/frmain.htm>) propone un seminario anual de dos semanas denominado «Camp NARUC», exclusivamente destinado a empleados del sector público y funcionarios gubernamentales, que tiene el respaldo de la *National Association of Regulatory Commissions (NARUC)*. El programa incluye una serie de cursos específicamente diseñados para reguladores de otros países. Camp NARUC International ha sido diseñado para los funcionarios de los países en desarrollo responsables del establecimiento de

organismos reguladores, de la aplicación de políticas y de la concepción de reglamentación para los sectores relativos a la infraestructura. El programa ha sido elaborado como un complemento del programa tradicional Camp NARUC. En el sitio <http://www.bus.msu.edu/ipu/confsem.htm> figura más información a este respecto.

- El proyecto del Instituto de las Naciones Unidas para la Formación e Investigación «Derecho y Ciberespacio» organiza seminarios subregionales y cursos de formación sobre la reglamentación de la sociedad de la información.
- La *Ecole nationale supérieure des telecommunications* de Francia propone un programa para profesionales con diploma de maestría sobre el marco europeo y regulatorio. Dirigirse a annie.blandin@enst-bretagne.fr.

Asimismo, los fabricantes y los operadores ofrecen programas de formación. Cisco Systems, por ejemplo, ha creado el programa CNAP (*Cisco Network Academy Programme*), que funciona en más de 130 países y en más de 8 000 sitios. El *Networking Academy Curriculum* ofrece capacitación para el diseño, la construcción y mantenimiento de las redes informáticas. Este programa prepara a los estudiantes para el mercado laboral del siglo XXI y representa un modelo valioso para el teleaprendizaje (*e-learning*). En la dirección <http://www.cisco.com/warp/public/779/edu/academy/> figura más información al respecto.

La UIT ha firmado un acuerdo de cooperación con Cable & Wireless (C&W), a través de la *C&W Virtual Academy*, para ofrecer capacitación en gestión de las telecomunicaciones a los profesionales del ramo en los países menos desarrollados, dentro del marco de la Universidad Mundial de las Telecomunicaciones de la UIT. C&W otorgará becas para los candidatos. La formación incluirá temas tales como: «Reglamentación y política de telecomunicaciones» e «Introducción a las tecnologías IP para empresas». En la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la UIT (BDT) se puede obtener más información sobre esta iniciativa, dirigiéndose a barbara.wilson@itu.int.

Alcatel, Nortel y Siemens han firmado acuerdos de cooperación con el Programa de Centros de Excelencia del UIT-D.

Capítulo IV.3 – Conclusiones de la Parte IV: Aspectos de política reglamentaria

Las repercusiones políticas de la telefonía IP deben estudiarse en el contexto de los cambios del mercado y su complejidad. Los países en desarrollo enfrentan el problema adicional que implican sus niveles de teledensidad relativamente bajos. A medida que las redes IP y la telefonía IP se generalicen, las autoridades podrán abordar la difícil tarea de evaluar si los marcos de política reglamentaria actuales, desarrollados en principio para las redes basadas en circuitos, son adecuados y pertinentes para las redes basadas en el IP. Con el fin de establecer políticas reglamentarias específicas a la telefonía IP, convendría que los Estados Miembros de la UIT revisasen sus marcos reglamentarios generales de las telecomunicaciones nacionales, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Es posible que los Estados Miembros de la UIT tengan que evaluar sus objetivos en materia de política general antes de determinar qué reglamentación, si procede, es necesaria en un mercado convergente.
- La experiencia obtenida en todo el mundo permite concluir que los modelos de telecomunicaciones basados en la libre competencia han sido adoptados para atraer las inversiones de capital necesarias para la creación de infraestructura de redes de telecomunicaciones y de redes IP.
- Los usuarios suelen obtener más ventajas de un entorno donde el número de proveedores y de servicios es ilimitado.
- En algunos casos, cuando el mercado no puede prestar servicios de telecomunicaciones a un determinado subconjunto de usuarios, puede ser útil contar con programas de acceso/servicio universal patrocinados por el gobierno.
- Las políticas que favorecen la flexibilidad en la elección de la tecnología y su aplicación para satisfacer las necesidades de los usuarios y permitir a éstos escoger entre diferentes precios y calidades, tienen más probabilidades de fomentar la inversión y estimular el desarrollo.
- Hay que estudiar si, en los mercados abiertos a la competencia, es necesario utilizar una metodología independiente de la tecnología, aplicando la reglamentación de manera idéntica a servicios similares, prescindiendo de la tecnología utilizada para prestarlos.
- Son preferibles las políticas que permiten la coexistencia de múltiples plataformas de tecnología de red, y fomentan su interconexión.

Las políticas adoptadas en materia de telefonía IP difieren considerablemente de un país al otro, lo que puede estar relacionado con las distintas condiciones o grado de liberalización del mercado. Ningún modelo de política reglamentaria es universal y es probable que varios modelos sean adecuados. El intercambio de experiencias sobre estos diversos métodos puede ser útil a las autoridades a la hora de definir y evaluar las opciones para resolver los problemas propios de su país.

Es esencial que las autoridades, los reguladores y los operadores reciban una formación que les ayude a comprender las implicaciones de las nuevas tecnologías, de las nuevas estructuras del mercado y de otros modelos reglamentarios. Varias instituciones, organizaciones y empresas ofrecen programas de capacitación. Se invita a los Miembros de la UIT a que aprovechen estos programas y establezcan contacto entre ellos para intercambiar sus experiencias directamente.

PARTE V

TELEFONÍA IP – SEMINARIOS Y FORMACIÓN

Capítulo V.1 – Consideraciones generales

V.1.1 Introducción

Además de sus tareas, en la primera reunión del Grupo de Expertos sobre la Telefonía IP (Opinión D, Parte 3) se identificaron los siguientes tres temas, para que la BDT ejecute las acciones relacionadas con la Opinión B:

Tema 1: Redes IP e introducción de la telefonía IP

Objetivos

- i) Informar a las autoridades y sensibilizarlas sobre los aspectos esenciales.
- ii) Elaborar un esbozo de propuesta de procedimiento para utilizar las redes IP.

Tema 2: Seminarios de formación para el personal técnico

Objetivos

- i) Formar al personal técnico para el diseño de redes IP.
- ii) Suministrar útiles modernos para el dimensionamiento de las redes IP.
- iii) Establecer una política tendiente a crear las capacidades y desarrollar los recursos humanos.

Tema 3: Seminarios de formación sobre cuestiones reglamentarias asociadas a la introducción de telefonía IP

Objetivos

Crear las competencias necesarias para establecer las bases para implementar las redes IP y garantizar que son utilizadas de manera óptima.

Capítulo V.2 – Seminarios y talleres organizados

V.2.1 Observaciones generales

Tras el Foro Mundial de Política de las Telecomunicaciones consagrado a la telefonía IP, y como resultado de la Opinión B de dicho Foro, la BDT organizó los siguientes talleres regionales o subregionales:

- 1) Bamako, Malí, del 18 al 20 de abril de 2001: Taller subregional para África Occidental sobre telefonía IP, en particular sobre los problemas técnicos conexos y la Recomendación UIT-T H.323.
- 2) Dakar, Senegal, del 26 al 30 de junio de 2001: Seminario subregional para África Occidental sobre la telefonía IP, con énfasis en aspectos técnicos, la Recomendación UIT-T H.323 y asuntos de política reglamentaria.
- 3) Lima, Perú, del 18 al 21 de julio de 2001: Seminario subregional para América Latina sobre Internet y la telefonía IP, centrado en aspectos técnicos, la Recomendación UIT-T H.323, los proyectos IP y asuntos económicos y de política reglamentaria.
- 4) Dakar, Senegal, del 23 al 25 de julio de 2001: Foro sobre el desarrollo de las telecomunicaciones en África. Resultados: Plan de Acción para la Escuela Superior Multinacional de Telecomunicaciones (ESMT), tendiente a la elaboración de programas de formación en las nuevas tecnologías en general y en la telefonía IP en particular (la ESMT de Dakar es uno de los Centros de Excelencia de la UIT).
- 5) Brisbane, Australia, del 10 al 13 de octubre de 2001: Seminario regional de la UIT, en colaboración con la Asociación de Telecomunicaciones de las Islas del Pacífico. El objetivo de este seminario, que trataba sobre Internet y la telefonía IP, consistió en definir las necesidades regionales y proponer el esbozo general y los temas para el programa de capacitación de los administradores de red IP.
- 6) Damasco, Siria, del 7 al 10 de enero de 2002: Taller regional sobre telefonía IP para la Región Árabe, del que resultaron las recomendaciones que se enumeran más adelante. Cabe observar que los participantes insistieron en la importancia de la tercera de ellas.

V.2.2 Taller regional para la Región de los Estados Árabes: Recomendaciones

- Exhortar a las administraciones de telecomunicación de los Estados Árabes y a su personal a estudiar la telefonía IP, con el fin de asimilarla y beneficiarse de ella, en particular de las aplicaciones de valor añadido que ésta ofrece a la economía nacional y, a nivel individual, al usuario final de dicha región.
- Invitar a las administraciones a aprovechar plenamente las ventajas de las tecnologías de la información en general y a utilizarlas en las diversas aplicaciones de teleaprendizaje, incluida la formación a distancia, comercio electrónico, banco electrónico, comercio electrónico, telemedicina, además de todas las nuevas aplicaciones modernas en los diversos campos.
- Alentar a las administraciones a efectuar pruebas en condiciones de servicio reales de la telefonía IP, cuanto antes, a nivel nacional, regional e internacional, teniendo en cuenta la situación específica de cada país, así como a intercambiar entre ellas conocimientos especializados en dicho campo, aprovechando también la experiencia de la BDT.
- Invitar a la Oficina Regional de la BDT para los Estados Árabes y al Centro de Excelencia para los Estados Árabes a que continúen estas actividades y las conviertan en una de sus prioridades en la región; organizar un futuro taller para analizar las pruebas efectuadas en toda la región; considerar la posibilidad de establecer una red árabe para telefonía IP en cooperación con la BDT, teniendo en cuenta los resultados del Informe del Grupo de Expertos a la Conferencia Mundial de para el Desarrollo de las Telecomunicaciones (CMDT-02).
- Alentar a las administraciones para que utilicen los cursos de formación organizados por la BDT sobre aspectos de política, reglamentación y técnicos de la telefonía IP.

- Invitar a las administraciones árabes a que aprovechen todas las iniciativas que ofrecen los Miembros del Sector, árabes o no, en el dominio de la investigación y la formación, beneficiándose también de las siguientes actividades suplementarias de la BDT en el campo de las ciberestrategias:
 - Centros de capacitación Internet
 - Proyecto de comercio electrónico
 - Proyecto de gobierno electrónico
- Exhortar a dichas administraciones para que utilicen también la asistencia directa de la BDT en lo que respecta a la formación y a los profesores en materia de telefonía IP.

Capítulo V.3 – Estrategias de desarrollo de una política de formación en telefonía IP

V.3.1 Organización de talleres

Basándose en los objetivos de los tres temas identificados para implementar la Opinión B, se proponen las siguientes líneas generales y temas, dentro del marco de la iniciativa de desarrollo de recursos humanos de la BDT del UIT (por ejemplo, Centros de Excelencia):

V.3.1.1 Tema 1: Redes IP e introducción a la telefonía IP

Esbozo:

- i) Presentación de las opiniones del FMPT-01
- ii) Posibilidades de las redes IP
- iii) Necesidades:
 - 1) Técnicas
 - 2) Económicas
 - 3) De reglamentación
 - 4) De recursos humanos

Temas:

- i) Información del trabajo en curso sobre las redes y la telefonía IP dentro de la BDT-UIT
- ii) Posibilidades de las redes IP
- iii) Necesidades y posibilidades técnicas
- iv) Aspectos económicos
- v) Aspectos reglamentarios
- vi) Desarrollo de recursos humanos
- vii) Estudios de caso y examen de experiencias reales de los países

V.3.1.2 Tema 2: Talleres de formación de personal técnico

Esbozo:

- i) Ingeniería de tráfico y dimensionamiento
- ii) Arquitectura
- iii) Interconexión
- iv) Migración de las redes telefónicas conmutadas a las redes IP
- v) Protocolos
- vi) Seguridad
- vii) Útiles de gestión

Temas:

- i) Redes IP: Arquitectura
- ii) Redes IP: Protocolos
 - Presentaciones hechas por los proveedores de equipos (UIT-D)
- iii) Redes IP, con calidad de servicio (MPLS, IntServ, DiffServ, RSVP)
 - Ejemplo de red IP con calidad de servicio: Red IP/MPLS
 - Redes IP/ATM con calidad de servicio

- iv) Telefonía vocal por redes IP: Problemas, posibilidades y riesgos
 - Telefonía vocal por redes IP: Arquitectura de red H.323
 - Telefonía vocal por redes IP: Codificación de la voz
 - Telefonía vocal por redes IP: Codificación de vídeo
 - Presentaciones hechas por los proveedores de equipos (UIT-D)
- v) Telefonía vocal por redes IP: Protocolos de señalización y control
 - Protocolos de señalización H.225/RAS y H.225/Q.931 (con demostraciones)
 - Señalización SS7
- vi) Telefonía vocal por redes IP: Protocolo de control de aplicaciones H.245
 - Presentaciones hechas por los proveedores de equipos (UIT-D)
- vii) Telefonía vocal por redes IP: Conceptos del protocolo de iniciación de sesión (SIP) y H.248
- viii) Nuevas tecnologías de acceso: DSL, módem CATV, PLC (*power line communication*), UMTS, etc.
 - Presentaciones y demostraciones hechas por los proveedores de equipos (UIT-D)

V.3.1.3 Tema 3: Talleres de formación sobre los aspectos reglamentarios de la introducción de la telefonía IP

Esbozo:

- i) Normalización
- ii) Calidad de servicio
- iii) Interconexión

Temas:

- i) Esbozo general de la telefonía IP
- ii) Normas de la calidad de servicio
- iii) Interconexión
- iv) Servicio/acceso universal
- v) Estrategias de acceso (número de abonados, despliegue de la infraestructura)
- vi) Estudios de caso y examen de las experiencias reales de los países

V.3.2 Elaboración de una política de formación en materia de telefonía IP

i) Dinamización de las estructuras de formación existentes

Los cinco Centros de Excelencia regionales que ya han previsto crear un programa sobre la telefonía IP o que pueden integrarlo en sus programas son:

- ESMT (Dakar)-CoE-AFR
- AFRATI (Nairobi)
- CoE-ARB (Damasco)
- CoE-ASP (Bangkok)
- CoE-AMS (Argentina)

Informe esencial sobre telefonía IP

ii) Promoción de centros de formación en los países en desarrollo

Ejemplo:

En el marco de la Iniciativa sobre Centros de Capacitación Internet para los Países en Desarrollo (ITCI-DC) de la UIT, se escogieron los siguientes Centros de Excelencia:

- Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH)
- National University of Samoa (NUS)
- Ecole supérieure des télécommunications, en Túnez
- Ecole supérieure multinationale des télécommunications (ESMT), en Dakar
- Escuela Superior Politécnica del Litoral, en Ecuador

iii) Fomento y desarrollo de colaboraciones con las administraciones, proveedores de equipos y operadores mediante proyectos iniciados por la BDT-UIT

Ejemplo:

- Iniciativa BDT-UIT (el proyecto ITCI-DC)
- Programa de formación de Cisco (como parte del Programa *Cisco Networking Academy*) en 2001
- Programa de formación de Oracle (de *Oracle Internet Academy*) en 2002

iv) Búsqueda de asociados que puedan sostener los programas de formación profesional

- Nortel y ESMT en Dakar

Capítulo V.4 – Conclusiones de la Parte V: Seminarios y aspectos de formación

Los talleres celebrados hasta el momento han tenido una gran acogida entre los participantes, en particular con respecto a los problemas y posibilidades de las tecnologías IP para elaborar nuevas aplicaciones multimedios y, sobre todo, la telefonía IP.

Conviene que los talleres regionales sean foros en los que los participantes discutan acerca de:

- los requisitos tecnológicos de telefonía IP;
- cómo se puede garantizar la calidad de servicio;
- cómo se pueden mejorar las redes existentes;
- cómo se puede compartir la experiencia adquirida en la optimización de los métodos y soluciones al establecer redes IP;
- las respuestas a las preguntas sobre estructuras de costo, el mecanismo de fijación de precios, interconexión, numeración, mercado, etc.

La función de colaboración de la BDT-UIT, junto con las administraciones y el sector privado (operadores y proveedores de equipo), ha sido crucial para garantizar el éxito de los talleres y los estudios de caso.

Anexo A – Protocolo Internet (IP) y protocolo de datagrama de usuario (UDP)

A.1 IP (protocolo Internet)

El protocolo Internet tiene como fin encaminar información a través de un conjunto de redes, mediante la transferencia de datagramas (paquetes de datos) de un módulo a otro, hasta que éstos alcancen su destino. Los módulos son programas que se ejecutan en servidores y encaminadores de red. Los datagramas se transfieren de un módulo a otro por un segmento de red de acuerdo con la interpretación de una dirección. Por tanto, uno de los mecanismos esenciales del protocolo Internet es la gestión de direcciones. El protocolo Internet forma parte de la capa 3 del modelo OSI, y es completamente independiente de las capas subyacentes, con lo cual se puede adaptar tanto a una red local como a una red mundial, que puede utilizar medios tan variados como numerosos. Es un protocolo simple, sin control de errores.

La red más conocida que utiliza el protocolo IP es la Internet, que es una red universal compuesta por múltiples terminales interconectados a través de una red en malla redundante. La transferencia de datos a través de la Internet se realiza sin garantías («*best effort*»), es decir, cuando dos terminales comunican, sólo el receptor se encarga del control de datos. Si se cree que un ítem de datos recibido es incorrecto la información tiene que ser reenviada. Este tipo de comunicación se denomina de «extremo a extremo», puesto que dos terminales que comunican por la red sólo pueden saber que hay un error cuando los datos llegan al otro extremo. Es una red asíncrona, cuyo único objetivo es transmitir un paquete de datos a su destinatario sin ninguna otra restricción.

El encabezamiento de un datagrama IP contiene un campo «tipo de servicio», que sirve para guiar la selección de servicios cuando un datagrama transita por una red. Los bits de prioridad colocan los paquetes en un orden jerárquico, mientras que los bits de velocidad de transferencia de datos (DTR) personalizan el encaminamiento en función del servicio deseado. Algunas redes ofrecen un mecanismo de prioridad, que da preferencia a diferentes tipos de tráfico con respecto a otros, aunque en general esto es simplemente aceptar y cursar los paquetes de alta prioridad cuando la red esté sobrecargada temporalmente. No obstante, los módulos de red usan poco este campo. La selección que se ofrece es un compromiso entre tres restricciones, a saber, pequeño retardo, baja tasa de errores y alta velocidad binaria.

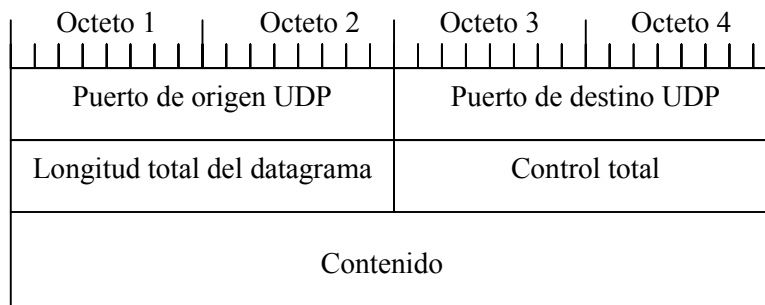
A.2 UDP (protocolo de datagrama de usuario)

El protocolo de red IP de nivel 3 no es fiable, porque corresponde al protocolo de transporte de capa más alta el control de la transmisión. En Internet, esta función es ejecutada por el protocolo de control de transmisión (TCP), que es un protocolo fiable que corrige los errores del protocolo subyacente. El encabezamiento del protocolo TCP contiene el número de secuencia de cada paquete, que sirve para reordenar el tren de datos en el terminal receptor. Tan pronto se reciben los paquetes, se envían acuses de recibo a la fuente y todo paquete sin dicho acuse debe ser reenviado. En la práctica se puede observar que la recuperación de los paquetes perdidos por lo menos triplica el tiempo de tránsito. La pérdida repetida de un sólo paquete puede provocar desfases temporales muy importantes. Como las aplicaciones de audio y vídeo necesitan flujos constantes que no pueden tolerar variaciones y fluctuaciones sin causar interrupciones, el protocolo TCP es inadecuado para este tipo de aplicación cuando se rebasa un 4 ó 5% de tasa de pérdida de paquetes.

La estrategia escogida para este tipo de aplicación consiste en dar preferencia a la continuidad sobre la fiabilidad, en otras palabras, admitir la pérdida de paquetes abandonándolos para salvaguardar la continuidad del flujo. El protocolo UDP es más utilizado en la telefonía IP, en lugar del protocolo TCP. El protocolo UDP funciona en un modo sin conexión, es decir, enviando datagramas procesados independientemente por la red, que pueden tomar rutas diferentes y ser recibidos en un orden diferente.

El protocolo UDP tiene corrección de errores (por lo que no es fiable) y su función principal consiste en distinguir entre los diferentes servicios de aplicación, encaminándolos hacia el módulo de procesamiento de software de recepción adecuado, mediante la atribución de un número de puerto a cada aplicación. A continuación se presenta el formato del encabezamiento de datagrama UDP.

Figura A.1 – Encabezamiento de datagrama UDP de 8 octetos



Por lo general, el protocolo UDP se utiliza como protocolo subyacente para el RTP (protocolo de transporte en tiempo real).

Anexo B – Calidad de servicio de transmisión de voz con el protocolo Internet (VoIP)

B.1 Pérdida

La pérdida de un paquete hace que falte información cuando se recibe la señal de audio. Dependiendo del número de paquetes perdidos, la calidad sonora en el extremo receptor puede ser deficiente. En el IP la pérdida de paquetes es parte integrante del sistema y los encaminadores tienen que (utilizando el algoritmo de detección prematura aleatoria) destruir paquetes para evitar una posible congestión.

Existen cuatro causas posibles para la pérdida de paquetes:

- Duración de vida expirada (TTL = 0);
- Retardo en el extremo receptor superior a la fluctuación de fase de la memoria tampón;
- Destrucción por un módulo congestionado;
- Paquete no válido debido a fallos de transmisión.

El protocolo UDP se utiliza para transmitir voz mediante el IP, puesto que tiene la ventaja de utilizar menos tara y depende menos de protocolos de capa superior (como RTPC/RTP) para proporcionar control de errores o de flujo, o cuando «las necesidades de tiempo real» hacen que la transmisión, tal como la utiliza el protocolo TCP, sea inadecuada.

La tasa de pérdida de paquetes dependerá de la calidad de las líneas utilizadas y del dimensionamiento de la red. Para que la calidad vocal sea aceptable, dicha tasa de pérdida de paquetes ha de ser menor que el 20%.

Una solución posible para reducir la pérdida de paquetes consiste en utilizar sistemas de corrección de errores que tengan codificación redundante y adaptable, es decir, variable de acuerdo con las pérdidas de paquete estadísticamente observadas en la red en determinado momento. Es posible obtener, cuando se utilizan dichos sistemas, unos niveles muy altos de calidad sonora, incluso por Internet. No obstante, esta solución genera otras dificultades relacionadas con el retardo total de transmisión, que, como ya se ha indicado, ha de controlarse si se ha de usar la red para telefonía.

B.2 Retardo

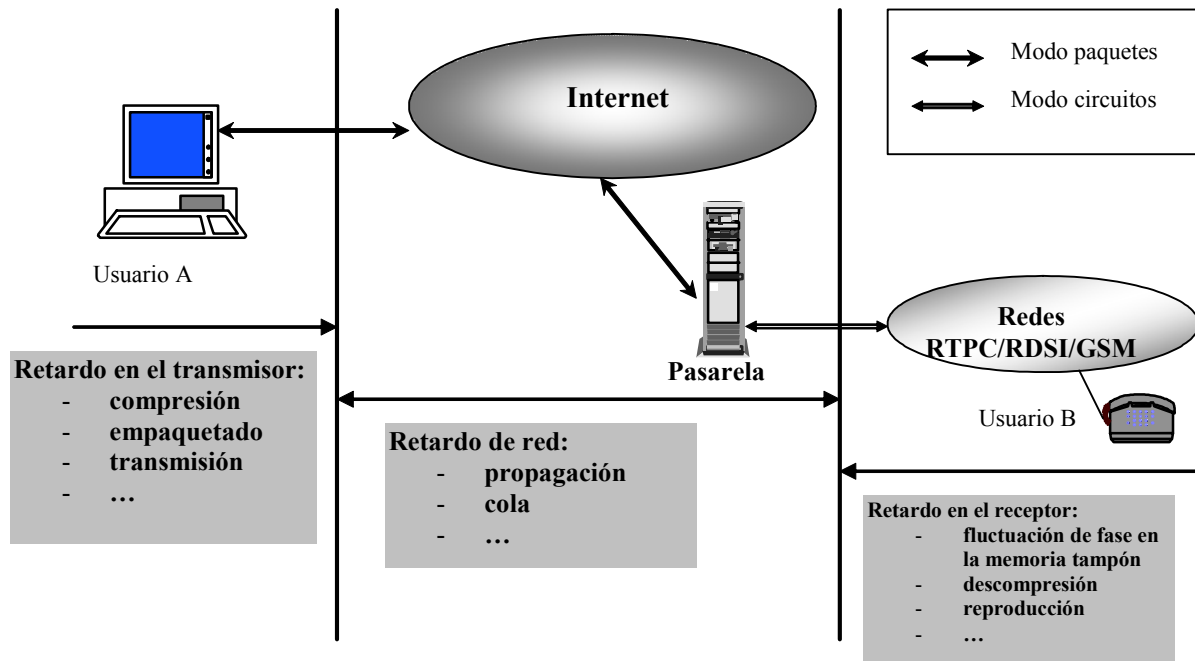
El retardo es el tiempo en milisegundos transcurrido entre la transmisión de voz y su reconstitución en el extremo receptor. Si el intercambio ha de ser interactivo, hay que aplicar restricciones de retardo a la transmisión vocal. A continuación se muestran los valores (véase la Recomendación UIT-T G.114) que indican las clases de calidad e interactividad de acuerdo con el retardo de transmisión en una conversación telefónica.

Cuadro B.1 – Clases de calidad del UIT-T según el retardo de transmisión

Clase N°	Retardo por cada sentido	Observaciones
1	De 0 a 150 ms	Aceptable para la mayoría de las conversaciones; sólo algunas funciones altamente interactivas pueden experimentar degradación.
2	De 150 a 300 ms	Aceptable para las llamadas de baja interactividad (satélite con 250 ms por salto).
3	De 300 a 700 ms	Prácticamente una llamada semidúplex.
4	Más de 700 ms	Inútil, a menos que los llamantes estén habituados a conversar en semidúplex (como en el ejército).

El retardo introducido por Internet (de 50 ms a más de 500 ms, según el estado de la red) es muy superior al que puede darse en una red telefónica convencional. Aunque es casi imposible cuantificar el retardo de transmisión en la red de una manera fiable, debido al gran número de factores desconocidos (cuadro de encaminamiento, congestión, fallos, cola, etc.), para la ruta que seguiría una transmisión vocal, se pueden precisar ciertos retardos inherentes a la red, como se muestra en la figura a continuación, relativa a una llamada de PC-a-teléfono a través de Internet (se considera que la red IP del proveedor de servicio de pasarela es «ideal» y que no contribuye en gran medida al retardo total de transmisión).

Figura B.1 – Retardos de transmisión en la telefonía IP



Retardo en el transmisor

En el extremo transmisión, la voz es codificada y comprimida antes de encapsularla en paquetes IP. El tamaño del paquete representa una solución intermedia entre la necesidad de reducir el retardo de transmisión y la optimización de la anchura de banda. los componentes del retardo en el transmisor son:

- La digitalización y codificación, es decir, el tiempo necesario para que una tarjeta de sonido o una pasarela digitalice y codifique una señal analógica.
- La compresión, que se divide a su vez en tres partes:
 - Retardo de trama: a diferencia de la digitalización de señal, que se lleva a cabo de una manera continua, la compresión se relaciona con determinada longitud de datos, cuya espera puede hacer necesario un tiempo de procesamiento especial.
 - Retardo de codificación: este retardo, que también involucra la compresión por síntesis basada en la predicción, es solicitado por el codificador para saber, mientras está funcionando, cómo evoluciona la señal.
 - Retardo de procesamiento: tiempo que toma el algoritmo para comprimir una trama. Depende del procesador y del tipo de algoritmo.

- Empaquetado: periodo de tiempo durante el cual la aplicación arma un paquete (creación del encabezamiento e inserción de los datos).
- Transmisión: este periodo de tiempo dependerá de la configuración utilizada, es decir, si la conexión se hace mediante un módem o un acceso directo en una LAN/WAN.

Hay tres categorías principales de transmisión de voz con el protocolo IP, dependiendo de la técnica de codificación que se utilice:

- codificación temporal (velocidades entre 16 y 64 kbit/s);
- codificación paramétrica (velocidades entre 2,4 y 4,8 kbit/s);
- codificación por análisis-síntesis (velocidades entre 5 y 16 kbit/s).

Por regla general, las técnicas de codificación que producen bajas velocidades también implican tiempos de procesamiento más largos, que aumentan el tiempo de tránsito. Se suele admitir que el tiempo promedio para procesar la voz (compresión, descompresión y empaquetado) introduce un retardo de aproximadamente 50 ms para un extremo del enlace.

Retardo de red

- Propagación: en una red alámbrica la velocidad de propagación es de 200 000 km/s, lo que resulta en un tiempo de propagación largo.
- Encaminamiento y colas: según el tipo de red, se pueden indexar varios tiempos diferentes.

Cuando se trate de una red IP bien controlada, tal como una intranet o equivalente, la transmisión de paquetes toma entre 50 y 100 ms (propagación y compensación de fluctuación de fase), y los encaminadores introducen un retardo de unos 50 ms, con un retardo total resultante de entre 200 y 250 ms de un extremo a otro, para una red de este tipo. En el caso de Internet, estos retardos son mucho mayores e incluso indeterminados (en periodos cargados).

B.3 Fluctuación de fase

Memoria tampón de fluctuación de fase: esta memoria permite la resincronización de los paquetes que llegan con retardos variables, compensando así los desfases temporales y restableciendo el orden correcto de los paquetes.

- empaquetado;
- descompresión;
- decodificación y conversión digital-analógica.

El resultado de esto, en las actuales condiciones tecnológicas usadas en Internet y su dimensionamiento, es que la telefonía IP sería posible solamente en una red IP controlada del tipo intranet, mientras que en Internet será muchísimo más impredecible.

Fluctuación de fase en transmisión

Se puede describir la fluctuación de fase como la variación del retardo de transmisión. El protocolo utilizado para transportar paquetes vocales por Internet (en una red IP) es el protocolo de datagrama de usuario (UDP). El lado de señalización utiliza la capa de protocolo de control de transmisión (TCP). El UDP funciona en un modo sin conexión, en el que los paquetes no siguen necesariamente la misma ruta y, por tanto, hay variaciones en el tiempo de tránsito. Otra posible causa de variación del tiempo de tránsito puede ser el número de encaminadores que se encuentran y la carga de cada uno de ellos. Para reconstituir un flujo sincrónico en el extremo receptor, se instalan memorias tampones de compensación de fluctuación de fase. No obstante, este procedimiento incrementa aún más el retardo de transmisión. Para mantener un nivel de calidad aceptable, la fluctuación de fase debe ser menor que 100 ms.

B.4 Eco

El eco es el tiempo que transcurre entre la transmisión de una señal y su regreso al transmisor. Por lo general, este problema aparece en el contexto de las comunicaciones de PC a teléfono, de teléfono a PC o de teléfono a teléfono, y es causado por los componentes electrónicos de las partes analógicas del sistema que reflejan una parte de la señal procesada.

Un eco menor que 50 ms es imperceptible. Por encima de este valor, el hablante oirá su propia voz después de haber hablado. Si se desea ofrecer un servicio de telefonía IP, las pasarelas tendrán que procesar el eco generado por la transferencia de dos a cuatro hilos, de lo contrario, no será posible utilizar el servicio con equipos analógicos clásicos. Como solución, se están instalando compensadores de eco de alta calidad en la pasarela de la red.

Anexo C – Protocolos para prestar el servicio VoIP con calidad de servicio adecuada

C.1 Protocolo de transporte en tiempo real (RTP)

El RTP es un protocolo de transporte y control adaptado a las aplicaciones en tiempo real. Se describe en la Recomendación RFC1889 del IETF y ofrece facilidades para que las aplicaciones:

- reconstruyan la base temporal de los flujos de audio, vídeo y datos en tiempo real, en general;
- detecten rápidamente las pérdidas de paquete e informen a la fuente en un periodo compatible con el servicio;
- identifiquen el contenido de los datos y garanticen la transmisión segura.

El RTP es independiente del protocolo de transmisión subyacente y de las redes atravesadas. Por lo general, se emplea por encima del simple protocolo de datagramas, tal como UDP. El RTP funciona de extremo a extremo y no reserva ningún recurso en la red, pues no se efectúa ninguna acción en los encaminadores (el control de calidad de servicio no se realiza con dicho protocolo). También se suele utilizar junto con un protocolo de reservación de recursos, como el RSVP. El RTP no es fiable, sólo ofrece ciertas características de un protocolo de transporte y tampoco proporciona el reenvío automático de paquetes perdidos.

Aunque el RTP no garantiza el tiempo de entrega, su contribución a los intercambios en tiempo real es muy importante. Este protocolo suministra información de alta utilidad para el transporte de contenido. Además, asigna a los paquetes indicaciones del tiempo en que fueron generados, lo que simplifica su entrega al destinatario en orden correcto. También incluye mecanismos para detectar y sincronizar trenes diferentes, que permiten reconocer inmediatamente que un paquete pertenece a determinado tren.

En el siguiente cuadro se resumen las características principales del RTP.

Cuadro C.1 – Protocolo de transporte en tiempo real

Fiabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • No es fiable si se utiliza junto con UDP o IP, que a su vez no son fiables. • Puede apoyarse en el servicio prestado por las capas inferiores de las redes que funcionan en modo conectado (por ejemplo capas ATM, AAL3/4 o AAL5).
Control de congestión	<ul style="list-style-type: none"> • No tiene un mecanismo de control de congestión incorporado, como TCP.
Estabilidad de trenes	<ul style="list-style-type: none"> • No garantiza el control de los tiempos de transmisión o la continuidad de flujo en tiempo real.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • No reserva ningún recurso y no repercute directamente en el comportamiento de red.
Información y herramientas para el destinatario	<ul style="list-style-type: none"> • El encabezamiento RTP contiene varios ítems de información para la sincronización y restitución de la señal en el receptor, a saber: indicación de tiempo, índices de tren y secuencias, fuentes que contribuyen, etc.
Información para el remitente	<ul style="list-style-type: none"> • No proporciona, por sí mismo, ninguna información útil al remitente. Se utiliza por lo general con el protocolo RTCP, que ofrece al remitente una información muy completa acerca de la calidad de transmisión: pérdidas de paquetes, retardos etc. Permite al remitente modular su velocidad de salida según los recursos disponibles.

C.2 Protocolo de control de transporte en tiempo real (RTCP)

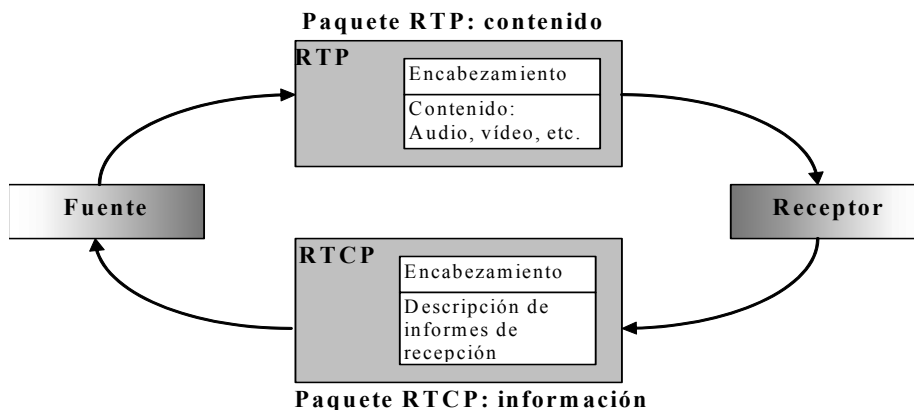
Es un protocolo basado en la transmisión periódica de paquetes de control a todos los participantes en una sesión. Utiliza el mismo mecanismo de transmisión que los paquetes de datos RTP. El protocolo subyacente, en este caso el UDP, se encarga de multiplexar los paquetes de datos RTP y los paquetes de control RTCP. El paquete RTCP sólo contiene la información necesaria para el control de transporte y no transporta ningún contenido. Está compuesto por un encabezamiento de conjunto, similar al de los paquetes RTP que transportan el contenido, seguido de otros elementos que dependen del tipo de paquete RTCP. Se definen varios tipos de paquete RTCP, para transportar una amplia variedad de información de control. A continuación se muestran los cinco tipos más comunes de paquetes RTCP.

Cuadro C.2 – Tipos de paquetes RTCP

SR (Informe de emisor)	Conjunto de estadísticas de transmisión y recepción que proviene de participantes que son emisores activos.
RR (Informe del receptor)	Conjunto de estadísticas que proviene de participantes que sólo son receptores.
SDES (Descripción de fuente)	Los paquetes de descripción de fuente están compuestos de varios elementos, incluido el CNAME. Constituyen la «tarjeta de visita» de la fuente.
BYE (Mensaje de fin)	Indica que se termina una sesión.
APP	Funciones específicas de una determinada aplicación.

Los destinatarios de los paquetes RTP devuelven información sobre de la calidad de recepción, utilizando diferentes formas de paquetes RTCP, según si ellos mismos son emisores de contenido o no. Los dos tipos, SR y RR, contienen ninguno, uno o varios bloques de informe de receptor, previstos para la sincronización de las fuentes de las cuales el receptor ha recibido un paquete de contenido RTP desde el último informe. La evaluación de la calidad de recepción no es sólo útil para el emisor, sino también para el receptor y cualquier supervisor de red que pudiera existir. El emisor puede modificar su transmisión de acuerdo con la información recibida; el receptor puede inferir si las dificultades de recepción que observa son de origen local, regional o más amplio. El supervisor recibirá solamente los paquetes RTCP, con lo cual podrá evaluar la calidad de funcionamiento de la red.

Figura C.1 – Paquetes RTP y RTCP para el control de la calidad en recepción



C.3 Protocolo de reservación de recursos (RSVP)

El protocolo Internet se diseñó expresamente con el fin de desplazar la inteligencia hacia los sistemas de extremo, y debe su éxito a esta simplicidad y ausencia de diversos estados. Ahora bien, a pesar de los esfuerzos para adaptar los sistemas terminales (transmisores y receptores), siguen existiendo problemas críticos en la red. Los sistemas que componen la red IP aún aplican el mismo procedimiento de encaminamiento prescindiendo del origen de los paquetes, los cuales son tratados de la misma manera conforme al principio FIFO (primero en llegar, primero en salir). Éste es un proceso de transporte y encaminamiento simple, fácil de ejecutar y que requiere un procesamiento mínimo por parte de los encaminadores. El nodo determina el trayecto que el paquete seguirá, en base a las tablas de encaminamiento y, en particular, a los dos criterios siguientes.

- el número de reenvíos o etapas hacia el destino: se prefiere el camino más corto;
- la capacidad instalada de los enlaces: se escoge la mejor velocidad binaria.

En la práctica, el primer criterio es más importante a la hora de tomar una decisión de encaminamiento, lo que explica la tendencia de que los paquetes sigan siempre el mismo trayecto durante una sesión de conexión.

Conforme a este principio de funcionamiento de los encaminadores de red IP, un flujo en tiempo real, por ejemplo de paquetes de una llamada telefónica, será colocado sistemáticamente al final de la cola en el encaminador, como todos los otros tipos de paquetes. Este principio de funcionamiento es, por ende, incapaz de satisfacer las mismas restricciones de tiempo impuestas por las transmisiones en tiempo real.

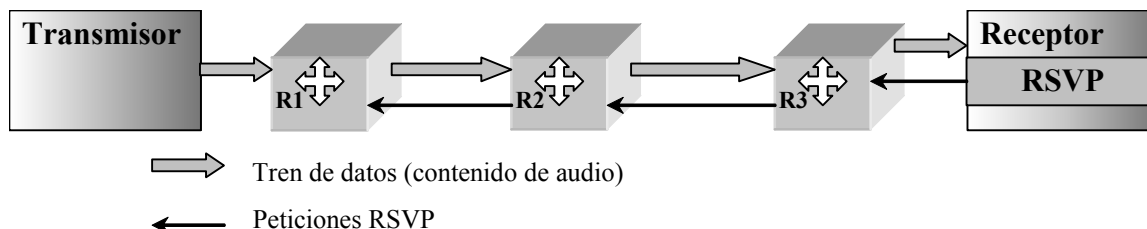
Una de las soluciones más usuales consiste en incorporar en los encaminadores de red IP una estrategia dinámica para regular cada tren.

Desde 1989, en varias propuestas de los Grupos de Trabajo del IETF se ha sugerido la introducción en los encaminadores de un mecanismo de «cola justa», proporcional a la calidad de servicio requerida para cada aplicación. Esta reflexión condujo al desarrollo y adopción ulterior del protocolo de reservación de recursos (RSVP), que actúa en la red a nivel de sus encaminadores, para canalizar y disciplinar su comportamiento y hacerlo compatible con los requisitos de funcionamiento en tiempo real.

Se puede considerar el RSVP como uno de los medios para que Internet pueda transformarse en una red de servicios integrados que proporcione un servicio de tipo «sin garantías» (*best effort*) y una calidad de servicio en tipo tiempo real. Cuando una aplicación en tiempo real requiera determinado nivel de calidad de funcionamiento para su tren de datos, RSVP solicitará a los encaminadores del trayecto o trayectos que reserven suficientes recursos para mantener dicho nivel de calidad.

El RSVP es dirigido por el receptor. De hecho, es el destinatario y no el transmisor quien emite una petición de calidad de servicio de acuerdo con sus necesidades. Esta petición es encaminada al emisor como un mensaje RSVP. Estos mensajes circulan en el sentido opuesto al tren de datos.

Figura C.2 – Flujo de datos y peticiones RSVP



Cuando una aplicación requiere un cierto nivel de calidad de servicio, transmite la petición correspondiente al núcleo de software RSVP implantado en el encaminador. Este último distribuye la petición a todos los encaminadores intermedios por los que ha de pasar el paquete desde la fuente. En cada nodo, y conforme a la

calidad de servicio solicitada, el RSVP ordena los paquetes basándose en un procedimiento de decisión (control de admisión). Si el paquete pasa esta etapa con éxito, el RSVP ha establecido un perfil de paquete y lo ha transmitido al clasificador de paquetes, que se encarga de ordenarlos de acuerdo con su ruta y perfil. Así, el paquete tendrá un nivel de prioridad en la cola de transmisión del encaminador acorde con la calidad de servicio solicitada. La reserva de recursos es intrínsecamente injusta, pues favorece ciertos flujos y ciertos receptores. La única manera de justificarla es cobrándola. El RSVP registra una orden del usuario para una determinada calidad de servicio, conducente a la reservación de los recursos, por lo que es posible concebir un medio de facturación basado en la anchura de banda utilizada.

C.4 Protocolo de servicios diferenciados (protocolo DiffServ)

La arquitectura de diferenciación de servicios, que está siendo normalizada actualmente por el Grupo de Trabajo DiffServ RFC2475 del IETF, sirve para modificar la manera de compartir los recursos en la red. En la Internet actual, la red trata al máximo de transportar los paquetes sin diferenciarlos. Los encaminadores aplican el mismo tratamiento a cada paquete. El control de flujo se efectúa extremo a extremo, es decir, la red deja que los extremos se distribuyan la anchura de banda. Por tanto, cabe suponer que las conexiones TCP consumen cada una una parte igual de la anchura de banda utilizada. En la arquitectura de diferenciación de servicios de anchura de banda, la tasa de pérdida de paquetes y el retardo de tránsito dependen de las operaciones de empaquetado del tráfico efectuadas a la entrada de la red y de las modificaciones hechas al comportamiento de los encaminadores en el cuerpo de ésta. Al existir una diferenciación de servicios, en una situación de congestión es posible atribuir las pérdidas de paquete a ciertas clases de tráfico, con miras a proteger otras. No hay garantía de flujos, puesto que nunca hay un control de admisión dinámico que evite la congestión. El control de admisión se efectúa *a priori* mediante la definición de un contrato para cada clase de tráfico y dimensionamiento de recursos correspondiente, necesario para garantizarlo.

En la arquitectura de diferenciación de servicios existen dos tipos de encaminadores.

- Los encaminadores de borde, situados en la frontera de un dominio y encargados de conformar y clasificar el tráfico. Una de sus funciones es atribuir una etiqueta de punto de código DiffServ (DSCP) a todos los paquetes que ingresan al dominio, cuyo valor para determinado tren depende de la especificación de nivel de servicio (SLS), que la red ha atribuido al tren, y de su comportamiento instantáneo. Cuando un paquete etiquetado ingresa en la red, utiliza el protocolo DSCP para escoger la cola y decidir cuál paquete ha de pasar en caso de congestión.
- Los encaminadores dentro de la red, cuyo comportamiento por salto (PHB) depende del protocolo DSCP.

De este modo, para incluir un nuevo servicio en una red con diferenciación de servicios, hay que definir el comportamiento de los encaminadores para cada DSCP y las funciones soportadas por los encaminadores de borde. De hecho, se pueden distinguir tres aspectos de un nuevo servicio: en primer lugar éste ha de poder atribuir recursos de conformidad con el contrato establecido por cada cliente con la red, en otras palabras, debe distribuir la anchura de banda según el SLS aplicable a cada tren; en segundo lugar, tiene que respetar la prioridad atribuida a cada paquete por la fuente. Cuando el paquete arranca, esta prioridad representa el valor semántico, pero puede ser modificada por los encaminadores de borde de red cuando se acumulen los trenes o el comportamiento de la fuente exceda de los límites establecidos por el contrato. Finalmente, la atribución de recursos debe ser coherente con las diversas especificaciones de SLS, tanto en momentos de congestión como cuando la red sea subutilizada.

Por el momento, el IETF ha definido dos servicios DiffServ (es decir, dos PHB), así como los PHB «sin garantías» por defecto (DSCP = 000000):

- PHB de reenvío expeditivo (EF)
- PHB de reenvío garantizado (AF).

Los paquetes marcados para que tengan un comportamiento por salto EF (DSCP = 101110), reciben un servicio de reenvío que es cualitativamente mejor que el de «sin garantías». Con este fin, se garantiza que la velocidad binaria inicial acumulada EF sea mayor o igual a su velocidad binaria de llegada. El tráfico EF

suele entonces encontrar una cola que debe ser corta y que se procesa rápidamente, de manera que se mantengan bajos el tiempo de latencia, la fluctuación de fase y la pérdida de paquetes. EF puede ofrecer un servicio de tipo «línea arrendada» virtual.

El comportamiento por salto AF está destinado a servicios más generales. La especificación AF define cuatro clases y tres niveles de prioridad de rechazo (DP) que caracterizan la importancia relativa de un paquete en determinada clase cuando hay congestión. Se puede considerar cada clase como una cola separada que utiliza una determinada proporción de recursos de la red. Para cada clase se utiliza un algoritmo de gestión de cola que tiene en cuenta la prioridad de descarte del paquete. De haber congestión, el algoritmo descarta primero los paquetes menos importantes. El grado de reenvío garantizado de cada paquete en determinada clase AF depende entonces de:

- los recursos atribuidos
- la carga disponible para la clase
- la prioridad de descarte de paquete.

En el caso de flujos que utilizan el comportamiento AF, el DSCP de paquete indica la clase de paquete y su prioridad de descarte. Mientras que los paquetes en el mismo tren deben pertenecer a la misma clase para evitar que sean desordenados, pueden tener diferentes prioridades de descarte. Estas prioridades se pueden utilizar para diferenciar entre trenes o diferenciar entre información diferente dentro del mismo tren.

Cuadro C.3 – Códigos de acceso a los servicios diferenciados AF (reenvío garantizado)

	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
Prioridad de rechazo baja	001010	010010	011010	100010
Prioridad de rechazo media	001100	010100	011100	100100
Prioridad de rechazo alta	001110	010110	011110	100110

C.5 Protocolo de conmutación por etiquetas multiprotocolo (MPLS)

Además de los datos tradicionales, Internet puede transportar ahora voz y datos multimedios. Los recursos necesarios para estos nuevos servicios, es decir, velocidad y anchura de banda, han transformado la infraestructura de Internet. El crecimiento exponencial del número de usuarios y del volumen de tráfico añade otra dimensión al problema. Hay que tener en cuenta las clases de servicio (CoS) y la calidad de servicio (QoS) para satisfacer las diferentes necesidades de cada usuario de la red.

El MPLS es una solución propuesta a los problemas que presentan las redes actuales. Este protocolo surgió como una solución para organizar la combinación de la gestión de anchura de banda y necesidades de servicio en redes IP. Las soluciones del MPLS están vinculadas a la escalabilidad (ajuste a escala de red) y encaminamiento (basado en la QoS y en sus mediciones). El MPLS se puede adaptar a las redes ATM y con reenvío de tramas, y tendrá una función importante en el encaminamiento, conmutación y transferencia de paquetes en las redes de nueva generación.

Inicialmente, Internet estaba destinada a la transferencia de datos por la red, para lo cual bastaba con un simple encaminador de software y unas interfaces de red. Cuando surgió la posibilidad de soportar transmisiones de alta velocidad, hubo que instalar elementos capaces de conmutar al nivel 2 y 3 dentro de los equipos. Estas soluciones responden a las necesidades de transferencia rápida de paquetes a través de la red, pero no satisfacen las necesidades de servicio para la información contenida en los paquetes. Más aún, la mayoría de los protocolos utilizados hoy en día se basan en algoritmos diseñados para procurar la transferencia más rápida posible por la red, pero no tienen en cuenta otros factores, tales como los retardos o congestión, que pueden disminuir significativamente el desempeño de la red. La gestión de tráfico es un objetivo de los administradores de red.

C.5.1 Componentes del MPLS

El IETF ha normalizado el MPLS. Este protocolo cumple las siguientes funciones:

- Especifica los mecanismos para administrar flujos de tráfico de diversos tipos, tales como flujos entre diversos equipos, diferentes máquinas e incluso diferentes aplicaciones.
- Es independiente del protocolo de capa 2 y 3.
- Interactúa con los protocolos de encaminamiento existentes, tales como el RSVP (protocolo de reserva de recursos) y el OSPF (primer trayecto más corto abierto).
- Soporta las capas de nivel 2 en redes IP, ATM y con retransmisión de tramas.

En el MPLS la transmisión de datos se efectúa a través de trayectos con conmutación de etiquetas (LSP), que son una secuencia de etiquetas en cada nodo del trayecto desde la fuente hasta el destino. Los LSP pueden estar orientados al control (es decir, establecidos conforme al tipo de transmisión de datos) o a los datos (es decir, establecidos tras la detección de cierto tipo de dato). Las etiquetas, que son identificadores específicos para el protocolo de capa inferior, se distribuyen según el protocolo de distribución de etiquetas (LDP) o el RSVP. En cada paquete se encapsulan y transportan las etiquetas durante su encaminamiento. Es posible la conmutación de alta velocidad, puesto que las etiquetas de enlace fijas son insertadas al comienzo del paquete o celda y los equipos pueden utilizarlas para efectuar una conmutación más rápida.

C.5.2 LSR y LER

Los elementos que participan en los mecanismos de protocolo MPLS pueden ser separados en los encaminadores de borde de etiqueta (LER) y en los encaminadores con conmutación de etiquetas (LSR). Un LSR es un encaminador de alta velocidad dentro de una red MPLS que participa en el establecimiento de los LSP. Un LER es un elemento que se encuentra en el borde de la red de acceso o la red MPLS. Los LER pueden soportar varios puertos conectados a diversas redes (ATM, con retransmisión de tramas o Ethernet) que reenvían tráfico por la red MPLS tras haber establecido los LSP. El LER cumple una función fundamental que consiste en asignar y suprimir etiquetas a medida que el tráfico entra y sale de la red MPLS.

C.5.3 FEC

La clase de equivalencia de retransmisión (FEC) es la representación de un grupo de paquetes que tienen las mismas necesidades de transporte. Todos los paquetes de dicho grupo reciben el mismo tratamiento durante su encaminamiento. A diferencia de las transmisiones IP convencionales, el MPLS asigna una FEC a un paquete solamente una vez, cuando entra a la red. Las FEC se basan en las necesidades de servicio de ciertos grupos de paquetes, o incluso en un determinado prefijo de direcciones. Cada LSR construye una tabla para saber cómo ha de transmitirse un paquete. Esta tabla se denomina base de información de etiquetas.

C.5.4 Etiquetas y asociaciones de etiquetas

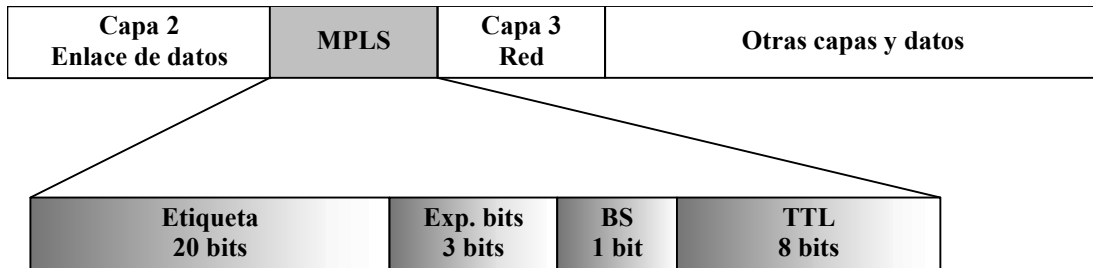
En su forma más simple, una etiqueta identifica el trayecto que ha de seguir un paquete. La etiqueta es transportada o encapsulada en el encabezamiento de capa 2 del paquete. El encaminador que recibe el paquete, lo examina para establecer el siguiente salto conforme a su etiqueta. Una vez etiquetado un paquete, el resto de su camino se basa en la conmutación de etiquetas. Las etiquetas tienen valores puramente locales que pueden determinar directamente un trayecto virtual (DLCI en la retransmisión de tramas o VCI y VPI en el ATM).

Las etiquetas se asocian con una FEC teniendo en cuenta determinada lógica o política. La decisión se puede tomar basándose en los siguientes criterios: encaminamiento unidifusión al destino, gestión de tráfico, multidifusión, redes virtuales privadas (VPN) o QoS.

C.5.5 Formato básico de etiquetas MPLS

En la siguiente figura se muestra el formato genérico de una etiqueta. La etiqueta se puede colocar también en el encabezamiento de capa 2 o entre las capas 2 y 3.

Figura C.3 – Formato genérico de etiqueta



Anexo D – El protocolo IPSec

Existen varios métodos de proteger el intercambio de información en una red IP:

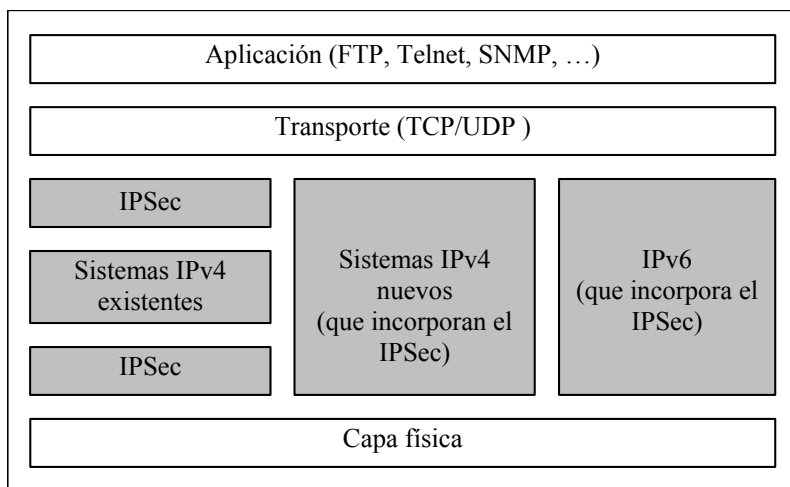
- Nivel de aplicación (PGP);
- Nivel de transporte (protocolos TLS/SSL y SSH);
- Nivel físico (unidades de cifrado).

El IPSec está concebido para proteger el intercambio de información a nivel de capa de red. Dado que la red IPv4 se utiliza ampliamente y la transición completa a la IPv6 todavía tomará algún tiempo, ha surgido el interés de definir mecanismos de seguridad que sirvan tanto para IPv4 como para IPv6. Estos mecanismos suelen designarse con el término IPSec (Protocolos de seguridad de IP). El IPSec ofrece:

- confidencialidad y protección contra análisis del tráfico;
- autenticación de datos (y del origen);
- integridad de los datos (en modo no conectado);
- protección contra rechazo;
- control de acceso.

El IPSec es una ampliación de seguridad del protocolo IP, que puede aplicarse a todos los equipos de red y muchos operadores ya lo integran en sus productos. Ejemplo de utilización: en las redes privadas virtuales (VPN), para proteger el acceso distante a una intranet.

Figura D.1 – Posición del protocolo IPSec en la pila IP



SA: «Asociación de seguridad» (*security association*). La asociación de seguridad IPSec es una conexión que ofrece servicios de seguridad para el tráfico que transporta. Consiste en una estructura de datos que almacena todos los parámetros relacionados con una determinada comunicación. La SA es unidireccional; por lo tanto, la protección de los dos sentidos de una comunicación convencional exige dos asociaciones, una para cada sentido. Los servicios de seguridad se ofrecen a través de la utilización de AH o bien de ESP. Por consiguiente, la función de una SA es consignar, para cada dirección IP con la que el sistema IPSec puede comunicar, la siguiente información:

- el índice SA, denominado índice del parámetro de seguridad (SPI) seleccionado por el receptor;
- el número de secuencia, que es un indicador empleado por el servicio de antirechazo;
- una ventana de antirechazo: contador de 32 bits;
- el rebasamiento de secuencia;
- los parámetros de autenticación (algoritmos y claves);

Informe esencial sobre telefonía IP

- los parámetros de cifrado (ídem);
- el periodo de validez de la SA;
- el modo del protocolo IPSec (túnel o transporte);
- ...

Cada asociación es identificada de manera única por la siguiente tríada:

- la dirección de destino de los paquetes;
- el identificador del protocolo de seguridad (AH o ESP);
- el SPI.

Las SA contienen todos los parámetros necesarios para el IPSec, incluidas las claves empleadas. La gestión de claves del IPSec sólo está relacionada con los demás mecanismos de seguridad de IPSec mediante las SA. La SA puede configurarse manualmente en un caso sencillo, aunque por regla general consiste en utilizar un protocolo específico que permita la negociación dinámica de las SA y, en particular, el intercambio de claves de sesión.

El protocolo de negociación de las SA, elaborado para el IPSec, es el protocolo de gestión de claves y de asociaciones de seguridad en Internet (ISAKMP). Se trata de un marco genérico que permite utilizar varios protocolos de intercambio de claves, lo que significa que no puede utilizarse por sí solo. En el marco de la normalización del IPSec, el ISAKMP está relacionado con una parte de los protocolos SKEME y Oakley para producir un protocolo final denominado intercambio de claves en Internet (IKE).

Protocolo encabezamiento de autenticación (AH)

El AH está concebido para garantizar la integridad en modo no conectado y la autenticación de los orígenes de los datagramas IP sin cifrado de datos (sin confidencialidad). La falta de confidencialidad se traduce en que la norma podrá difundirse ampliamente por Internet, incluso en lugares donde la exportación, importación o utilización de cifrado a efectos de confidencialidad está restringida por ley. El principio en que se basa es la adición de un campo adicional al datagrama IP convencional que permite autenticar en recepción los datos que contiene el datagrama. Este bloque de datos se denomina valor de verificación de integridad (ICV). La protección contra rechazo se garantiza mediante un número de secuencia.

Protocolo de encapsulado de la carga útil de seguridad (ESP)

El ESP puede ofrecer uno o varios de los siguientes servicios:

- confidencialidad de los datos y protección parcial contra el análisis de tráfico (en modo túnel);
- integridad de datos (en modo no conectado) y autenticación del origen de los datos, protección parcial contra reproducción.

A diferencia del AH, que sencillamente añade un encabezamiento adicional al paquete IP, el ESP se basa en el principio de encapsulado: los datos de origen se cifran y luego son capsulados.

Anexo E – Principios y técnicas de codificación

Las aplicaciones audio en una red conllevan dos aspectos distintos, a saber, la digitalización y codificación de los datos audio y el empaquetado de los datos para su transmisión por la red. La codificación de audio se utiliza para transformar la señal vocal analógica en una señal digital de determinada velocidad binaria y calidad.

La primera operación de codificación es el muestreo de la señal analógica a una cierta frecuencia de muestreo y con una determinada precisión, que viene dada por el número de bits que se emplean para codificar la amplitud de cada muestra. Evidentemente la selección de la frecuencia y el número de bits entraña una relación de equilibrio entre la velocidad binaria y la calidad de la señal codificada. Cuanto mayor sea la calidad deseada, mayor velocidad binaria se obtendrá por muestreo.

Según el teorema de muestreo, una señal analógica puede reconstruirse a partir de las muestras digitalizadas si la frecuencia de muestreo es al menos el doble de la anchura de banda de la señal original. El oído humano es capaz de percibir la gama de frecuencias comprendida entre 20 Hz y 20 kHz aproximadamente, es decir, una anchura de banda de 20 kHz. El algoritmo de codificación más sencillo consiste simplemente en muestrear la señal analógica y cuantificar las muestras (es decir, convertir los valores reales en valores de precisión finita). Este tipo de codificación, denominado modulación por impulsos codificados (PCM) que se especifica en la Recomendación UIT-T G.721, se utiliza para codificar la voz en la red telefónica. Dado que la anchura de banda de un par trenzado es de unos 3,5 kHz, la frecuencia de muestreo que se emplea es de 8 kHz, para aplicar el teorema de muestreo. Para la cuantificación se emplea una escala logarítmica de 8 bits, que es equivalente a una cuantificación lineal de 13 bits.

E.1 Codificación diferencial (DPCM, ADPCM, ADM)

La codificación PCM es la base de una familia de codificación ampliamente utilizada que se basa en la fuerte correlación que existe entre las muestras sucesivas de una fuente de audio. En lugar de codificar las propias muestras, parece razonable codificar la diferencia entre muestras sucesivas. Existen tres tipos de codificación diferencial:

- **Principio de la codificación DPCM**

El codificador DPCM se basa en el principio de que existe una correlación entre muestras sucesivas y que, por consiguiente, es posible predecir el valor de la muestra $n + 1$ a partir de las muestras n , $n - 1$ y $n - 2$, etc. Por lo tanto, basta con codificar únicamente la diferencia entre una muestra x_n y la predicción de x_n . En el caso de la codificación DPCM, la predicción de x_n es sencillamente el valor de la muestra anterior x_{n-1} . En un caso más general, puede emplearse la predicción lineal, y se obtiene la codificación ADPCM.

- **Principio de la codificación ADPCM**

La predicción para este tipo de codificador se obtiene mediante un bucle de retroalimentación: tras la cuantificación, se resta el error. En la predicción adaptativa se emplea la función de autocorrelación de corta duración calculada en partes de señal con duración no superior a 20 ms. La muestra x_n se predice mediante una cierta combinación de las p muestras anteriores.

- **Principio de la codificación ADM**

La codificación modulación delta adaptativa (ADM) con escalón adaptativo es similar a la codificación ADPCM descrita más arriba. La diferencia principal estriba en el hecho de que la diferencia entre la muestra actual x_n y la predicha \hat{x}_n se cuantifica con una determinada granularidad y , y, por lo tanto, el escalón de cuantificación es variable; o lo que es lo mismo, la diferencia se cuantifica en varios niveles. Los escalones de cuantificación son proporcionales a la varianza de la señal de entrada x . La codificación ADM utilizada en las aplicaciones audio en Internet se denomina ADPCM DVI, aunque se basa en el mismo principio. El algoritmo calcula la diferencia entre el valor la muestra actual y el predicho, la cual se cuantifica con 4 bits y luego se suma al valor predicho anteriormente para obtener la predicción de la siguiente muestra.

E.2 Codificación por síntesis (LPC, CELP)

La codificación por síntesis es muy diferente de la codificación diferencial. La idea no consiste en manipular las muestras para eliminar la redundancia y la correlación entre las muestras, sino en considerar bloques de muestras y construir un modelo que genere muestras idénticas (o similares) desde el punto de vista estadístico. Mediante este modelo es posible sintetizar muestras con determinadas propiedades estadísticas, de ahí el término codificación por síntesis. Pueden citarse dos tipos de codificación por síntesis:

- **Codificación LPC**

La codificación predictiva lineal (LPC) consiste en sintetizar muestras a partir de un modelo de sistema de generación de voz y una señal de excitación. La voz humana se produce por medio del aparato fonatorio, que consta de los pulmones, las cuerdas vocales, la tráquea, la garganta, la boca y los labios. En la práctica, el modelo de este sistema es un conjunto de cilindros de diámetros diferentes, 10 para el caso de [LPC-10], excitado por una señal sinusoidal o ruido blanco. La selección de la fuente de excitación (sinusoidal o ruido blanco) depende de las características, sonorizadas o no sonorizadas, de la señal. Las señales sonorizadas corresponden a las vocales, por ejemplo las letras «a» o «u», mientras que las señales no sonorizadas corresponden a las consonantes, por ejemplo «r» o «s».

El proceso de síntesis consta de dos fases, a saber:

- determinación de la función de excitación; y
- determinación de los diámetros de los cilindros (o, de manera más general, la identificación de la función de transferencia del modelo de voz).

Cada fase se ejecuta cada 20 ms (es decir, en un conjunto de 160 muestras correspondiente a una frecuencia de muestreo de 8 kHz). El codificador genera como salida una frecuencia de excitación (codificada con 16 bits), un conjunto de 10 coeficientes (codificados con 10×8 bits) y una ganancia (codificada con 8 bits). La velocidad binaria del codificador es, por lo tanto, de 104 bits cada 20 ms, es decir, 5,2 kbit/s. Así pues, la velocidad binaria es sólo un doceavo de la del codificador PCM.

- **Codificación CELP**

La codificación predicción lineal con excitación por código (CELP), especificada en la Norma FED_STD 1016, es una ampliación de la codificación LPC. Consta también de dos fases, que corresponden a las funciones de excitación y transferencia. La función de transferencia se determina de igual manera que en la codificación LPC. En cambio, la función de excitación no es únicamente sinusoidal o de ruido blanco, sino una combinación lineal de funciones estocásticas (esto es, ruido) y periódicas. La determinación de estas funciones conlleva mucho tiempo de la CPU (de hecho, los codificadores CELP se configuran por lo general en tarjetas de procesamiento de señal específicas), pero la calidad que se obtiene es mayor que con el codificador LPC.

Anexo F – Protocolos de nivel aplicación para voz por IP

F.1 Protocolo H.323 del UIT-T

La Recomendación H.323 fue definida originalmente por la Comisión de Estudio 16 del UIT-T, como una variante de la norma de la Recomendación H.320 relativa a la videotelefonía por RDSI, adaptada en este caso a las redes de datos locales del tipo Ethernet, Fast Ethernet y Token Ring. Esta Recomendación trata del control de llamadas, la gestión de multimedia y la gestión de la anchura de banda para conferencias punto a punto y multipunto. Versa también sobre la gestión de interfaces entre la LAN y otras redes. Está concebida para la codificación y compresión de señales de voz e imágenes para su transporte a través de redes IP. Las normas que contiene esta Recomendación pueden aplicarse con independencia del medio físico de la red IP: ATM, FDDI, etc., en modo no conectado y sin garantía de la calidad de servicio (sin corrección de errores). El protocolo H.323 está actualmente considerado como *la* norma insoslayable de telefonía por Internet. En lo sucesivo, esta norma se aplica a todas las redes por paquetes y no solamente a las redes locales.

La Recomendación H.323 incorpora completamente la norma RTP/RTCP, y para ello especifica puntos concretos para un marco de utilización específico definido en la H.225. Define el tipo de contenido audio y vídeo de los paquetes RTP creados por una aplicación H.323 y arbitra ciertos conflictos entre el RTCP y el protocolo de control definido en la Recomendación H.323 (subconjunto de H.245). Describe exhaustivamente un sistema de videoteléfono por LAN, con inclusión de funciones avanzadas, tales como conferencias, control de acceso o mezcla de trenes.

La Recomendación H.323 describe todas las unidades que interactúan con el funcionamiento de un sistema de este tipo:

- Terminales H.323:

Un terminal puede ser un PC, un aparato telefónico, un terminal especial para videoconferencia o un fax para Internet. Las condiciones mínimas que impone el protocolo H.323 es que aplique la norma de compresión de voz G.711, que utilice el protocolo H.245 para negociar la apertura de un canal y el establecimiento de los parámetros de la llamada, así como el protocolo de señalización Q.931 para el establecimiento y terminación de llamadas. El terminal posee además funciones opcionales, en particular para el trabajo en grupo y la compartición de ficheros. Existen dos tipos de terminales H.323, uno de alta calidad (para LAN) y otro optimizado para anchuras de banda pequeñas (28,8/33,6 kbit/s – G.723.1 y H.263).

- Pasarelas hacia redes convencionales (RTC, RDSI, etc.)

Las pasarelas H.323 sirven para la interconexión con otras redes [H.320 (RDSI), H.324 (módem), teléfonos convencionales, etc.]. Garantizan la correspondencia de señalización Q.931 y de señales de control y la coherencia de medios (multiplexación, concordancia de velocidad binaria, transcodificación de audio). Muchas funciones se dejan a la discreción del fabricante:

- número de terminales que pueden comunicar a través de la pasarela;
- número de conexiones de red con conmutación de circuitos;
- número aceptable de conferencias simultáneas;
- funciones de conversión de audio, vídeo y datos y funciones multipunto.

- Controladores de acceso, que pueden considerarse como una central de gestión y registro que además controla el acceso de los terminales a la red IP:

La función de los controladores de acceso es traducir direcciones y gestionar autorizaciones. La traducción de direcciones no consiste en la traducción de direcciones IP convencional, sino en la asociación de un alias H.323 (identificador de usuario H.323) con una dirección IP procedente del terminal. Son posibles las direcciones del tipo correo electrónico así como del tipo número de

Informe esencial sobre telefonía IP

teléfono. La gestión de autorizaciones permite otorgar o rechazar el permiso para establecer una llamada, limitar la anchura de banda cuando corresponda y gestionar el tráfico en la LAN. Los controladores de acceso también sirven para gestionar las pasarelas H.320, H.324, teléfonos convencionales, la señalización de llamada que permite encaminar las llamadas para ofrecer servicios suplementarios o para llevar a cabo funciones de controlador multipunto (MC). Asimismo, pueden emplearse para gestionar llamadas, registrar las llamadas diarias o preparar informes.

- Unidades de conferencia multipunto (MCU), controlador multipunto (MC) y procesador multipunto (MP) que se encargan de mezclar los trenes y gestionar las conferencias multipunto:

El establecimiento de una conferencia entre tres o más requiere la intervención de una unidad de control multipunto (MCU) que gestiona la negociación entre terminales de conformidad con la norma H.245. Estas funciones están disponibles en la forma de soporte lógico instalado en el servidor de red local o en soporte físico.

Durante una conexión se abren varios canales, cada uno con su propia dirección (puerto UDP o TCP, según el tipo de canal). La norma H.323 ha sido definida para videoconferencia, por lo que es posible intercambiar sonido o imagen vídeo. Para cada tipo de medio y de sentido de la comunicación, se establece un canal RTP y un canal de control RTCP (por encima del protocolo UDP). También es posible intercambiar datos por un canal T.120 específico (por encima del protocolo de transporte fiable TCP). Otros dos canales están relacionados con la señalización de llamada (similar al caso de señalización Q.931 de la RDSI) y con el control de llamada. El último tipo de canal está relacionado con la comunicación opcional con un controlador de acceso que gestiona el acceso de terminales a la red. Este canal se utiliza para las funciones de registro, admisión y petición de estado al controlador. En total, un PC multimedia que desea realizar una conexión de voz y datos con otro PC a través de una red IP tendrá que establecer los siguientes canales:

- canal de transmisión del tren de audio (por UDP/RTP);
- canal de recepción del tren de audio (por UDP/RTP);
- canal de recepción de información de control de audio (por UDP/RTCP);
- canal de transmisión de información de control de audio (por UDP/RTCP);
- canal de transmisión de datos (por TCP/T.120);
- canal de recepción de datos (por TCP/T.120);
- canal de señalización de llamada;
- canal de intercambio y control de la capacidad del terminal;
- canal de registro y admisión con un controlador de acceso.

F.2 El protocolo SIP del IETF

El protocolo SIP (protocolo de iniciación de sesión) es un protocolo de señalización que se utiliza para establecer, modificar y terminar llamadas vocales y sesiones multimedios (multipartitas) a través de redes IP (redes intranet y/o Internet). Se trata de un protocolo cliente-servidor similar en cuanto a sintaxis y semántica al protocolo HTTP que se utiliza en la web. De hecho, los servidores de la web (http) y los SIP pueden coexistir e integrarse.

Los cometidos de cliente y servidor son funcionales, es decir, un cliente puede comportarse como servidor y viceversa. Para establecer una llamada, el cliente envía peticiones SIP al servidor y éste las recibe y avisa al usuario o ejecuta un programa para determinar la respuesta.

El SIP define tres tipos de servidores: registradores, intermediarios y retransmisores. Son cometidos funcionales, esto es, una determinada entidad física puede asumir simultáneamente cualquiera de estas funciones, con el mismo el protocolo. Un servidor registrador recibe los registros de clientes sobre su ubicación, lo que ulteriormente ayuda a localizarlos para terminar las llamadas. Un servidor intermediario reenvía las peticiones del cliente a su destino final o a otro u otros servidores SIP. Un servidor retransmisor retransmite los usuarios para que prueben otro servidor SIP que se encuentra en el siguiente tramo en la dirección del destino.

El SIP consta de siete mensajes de texto, a saber:

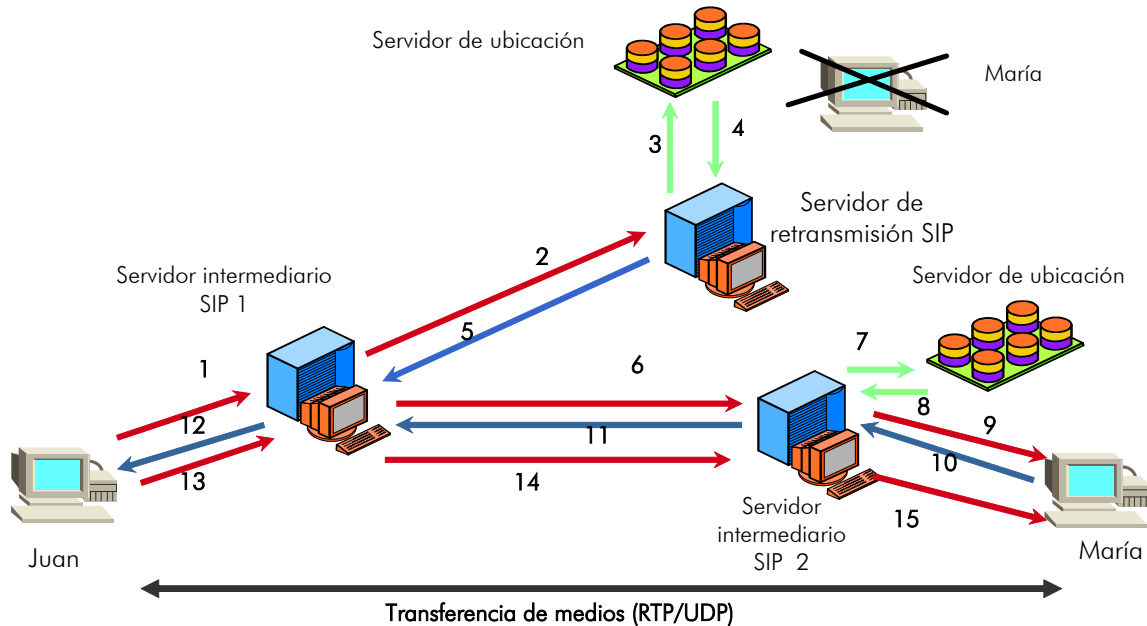
- INVITE: invita a un usuario a contestar una llamada o conferencia
- BYE: termina la conexión entre dos usuarios
- OPTIONS: solicita información sobre las capacidades del usuario
- STATUS: informa a otro servidor sobre el estado de la señalización en curso
- CANCEL: termina una búsqueda de un usuario
- ACK: confirma que un cliente ha recibido una respuesta final a un mensaje INVITE
- REGISTER: transmite la información relativa a la posición del usuario a un servidor SIP.

Los usuarios SIP disponen de direcciones de correo electrónico similares a los URL SIP (análogos a los de http). Estos URL pueden indicar que el usuario pertenece a un dominio (sip:usuario@dominio), a un determinado computador (sip:usuario@computador), a una dirección IP de un computador determinado (sip:usuario@dirección_IP), o incluso a un número de teléfono (número E.164) accesible a través de una pasarela IP/RTPC (sip:número_teléfono@pasarela).

Al enviar un mensaje INVITE, el cliente puede utilizar la dirección menos precisa de las anteriores (por ejemplo, el usuario en un dominio). La resolución de direcciones SIP no se basa únicamente en los servidores SIP descritos anteriormente sino también en las entidades de resolución de direcciones existentes en la red IP, esto es: servidores DNS y de localización (servidor LDAP, base de datos de la empresa, etc.). La localización de la dirección en la que puede establecerse el contacto con la parte llamada se basa en el uso de los servidores SIP y las entidades citadas más arriba.

La siguiente figura ilustra un ejemplo de establecimiento de llamada entre dos usuarios, Juan y María. Juan utiliza la dirección del nombre de dominio de María. El ejemplo muestra el caso en que María se desplaza de un computador a otro desde la recepción de la última llamada procedente del servidor intermediario de Juan.

Figura F.1 – Establecimiento de una llamada mediante el SIP



Juan envía un mensaje INVITE (1) al servidor intermediario SIP 1 que contiene la dirección del nombre de dominio de María, por ejemplo, sip:maría@dominio; el conocimiento de ese servidor puede haberse preconfigurado en el computador de Juan o puede determinarse a raíz de una petición al servicio DNS (que no se muestra en la figura). Tras analizar el nombre de dominio facilitado, el servidor intermediario SIP 1 retransmite el mensaje INVITE (2) al servidor intermediario SIP²³. El servidor de retransmisión SIP envía una petición (3) al servidor de ubicación, el cual responde con un mensaje (4) por medio del cual indica que María ya no se encuentra en el computador indicado. El servidor de retransmisión SIP envía un mensaje STATUS (5) al servidor intermediario SIP 1 mediante el cual le informa de que envíe el mensaje INVITE al servidor intermediario SIP 2. el servidor intermediario SIP 1 envía un mensaje INVITE (6) al servidor intermediario SIP 2. Éste verifica la ubicación del computador de María comunicándose con un servidor de ubicación (7 y 8) y envía el mensaje INVITE (9) al computador de María. Este computador envía un mensaje de respuesta (10) al servidor intermediario SIP 2 el cual lo reenvía al servidor intermediario SIP 1 (11) y éste último lo reenvía a su vez al computador de Juan (12). Si la respuesta es un mensaje OK, el computador de Juan podrán enviar un mensaje ACK (13) al servidor intermediario SIP 1 que pasará por el servidor intermediario SIP 2 (14) y finalmente llegará al computador de María (15). Llegado este punto, María y Juan pueden comunicarse directamente a través de la red IP y el protocolo RTP/UDP.

Cabe observar que, a diferencia del protocolo H.323 en el que la capa de red no se prescribe específicamente, en el SIP es obligatorio utilizar el protocolo IP. No obstante, en las capas superiores los dos protocolos transmiten datos por el RTP/UDP. En cuanto a los mensajes de señalización y las respuestas, el SIP prescribe la utilización del UDP. Sin embargo, puede ser necesario emplear el TCP si la señalización ha de atravesar cortafuegos.

El SIP es un protocolo más sencillo que el H.323, aunque se basa en la ubicación existente y los servicios DNS que ofrecen las redes IP. El modelo de comunicación de SIP permite establecer de manera relativamente fácil la comunicación de voz o multimedia entre muchos usuarios conectados a un computador de intranet o Internet. Los servidores SIP pueden ser bastante menos complejos que los controladores de acceso H.323 y, además, son menos adecuados para los servicios de valor añadido o el control de red de la llamada.

²³ Este servidor se denomina «retransmisor» en este documento por la función que desempeña en esa llamada en particular.

Por último, independientemente de la interfaz con las redes de telefonía, el plan de direccionamiento SIP permite el encaminamiento de llamadas hacia los abonados a esas redes mediante una pasarela de acceso conectada a la red IP. Existe una ampliación específica del SIP, denominada SIP-T, que permite encapsular mensajes ISUP del SS7 dentro de SIP, en el punto de interconexión RTPC/IP y para llamadas procedentes de la red telefónica, de modo que no se descarte la información necesaria para los servicios. Por otra parte, cierta información (aunque no toda) de los mensajes ISUP del SS7 es traducida para generar la correspondiente información de encabezamiento SIP y facilitar así el encaminamiento de mensajes SIP.

Anexo G – Protocolos de nivel de red para voz por IP

G.1 Protocolo H.248/MEGACO del UIT-T/IETF

El protocolo H.248/MEGACO tiene su origen en protocolos anteriores definidos por el Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet (IETF), siendo el MGCP el más famoso de todos. Desde mayo de 1999, el IETF y la Comisión de Estudio 16 del UIT-T se pusieron de acuerdo para preparar una especificación conjunta del protocolo H.248/MEGACO la cual adoptarían las dos partes como especificación común. El presente anexo trata de los principios funcionales del protocolo H.248/MEGACO, en adelante H.248.

El protocolo H.248 consiste fundamentalmente en un modelo de conexión que ofrece una pasarela de medios (MG) al controlador de pasarela de medios (MGC); un conjunto de instrucciones que actúan sobre los objetos de ese modelo; y una función de agrupación de instrucciones en transacciones.

El modelo

El protocolo define un modelo de conexión de entidades lógicas, u objetos, dentro de la MG que puede ser controlado por el MGC. En el modelo se utilizan dos abstracciones básicas: **terminación** y **contexto**. Una terminación es capaz de originar y recibir uno o varios medios. Un contexto es una asociación entre un conjunto de terminaciones que constituyen una misma conferencia. Un contexto con más de dos terminaciones describe las propiedades de puenteo de conferencia.

Las instrucciones

Un contexto es una asociación entre varias terminaciones que describen una conferencia. La MGC utiliza la instrucción **Add** para añadir una terminación a un determinado contexto. Si no se especifica el contexto, la MG deberá crear uno nuevo. Mediante la instrucción **Subtract** se elimina una terminación de un contexto. Cuando se suprime la última terminación de un contexto, la MG lo destruye implícitamente. La instrucción **Move** sirve para desplazar una terminación de un contexto a otro. Una misma terminación sólo puede existir en un solo contexto simultáneamente.

Una terminación es una entidad lógica dentro de la MG que genera y/o recibe secuencias de medios y/o de control. Las terminaciones que representan interfaces físicas con la MG se crean durante el arranque y son permanentes²⁴. Estas terminaciones existen dentro de un contexto Null, y se suprimen de dicho contexto cuando se emplea la instrucción Add para añadirlas a otro contexto y vuelven al mismo cuando se les aplica la instrucción Subtract. Las terminaciones representan fuentes/sumideros de secuencias cuyas instancias las crea un protocolo de capa superior (por ejemplo, secuencias RTP) y existen únicamente mientras dura esa secuencia. La MG crea/suprime las terminaciones mediante la aplicación a las mismas de las instrucciones Add/Subtract²⁵.

Una terminación se describe mediante un cierto número de *propiedades* que lo caracterizan; pueden haber *señales* que se le apliquen (por ejemplo tonos y anuncios) y pueden programarse para detectar *eventos*. La instrucción **Modify** permite a la MGC modificar las propiedades, señales y eventos de una determinada terminación. Cuando se produce un determinado evento en una terminación dada, la MG puede informar al MGC al respecto mediante la instrucción **Notify**.

Cada tipo de MG puede realizar terminaciones con características muy distintas. El protocolo H.248 tiene en cuenta estas variaciones, dado que permite que las terminaciones tengan propiedades, señales de eventos y estadísticas opcionales. Las opciones se agrupan en lotes, y una terminación incorpora un conjunto de tales

²⁴ Puede verse una analogía entre las terminaciones y los recursos de circuitos de una central de telecomunicaciones.

²⁵ Estas terminaciones – a diferencia de las estáticas – representan portadoras de red que no se basan en un modelo orientado a la conexión tales como las redes IP.

Informe esencial sobre telefonía IP

lotes. El protocolo define únicamente las propiedades del nivel de base empleadas para describir terminaciones. Las propiedades no incluidas en el protocolo básico se definen en *lotes*. Mediante la instrucción **AuditValue**, el MGC puede analizar una MG para determinar el estado actual de las propiedades, eventos y señales de las terminaciones. La instrucción **AuditCapabilities** permite al MGC preguntar a una determinada MG todos los valores posibles de propiedades, eventos y señales que puede tomar una terminación.

Por último, la instrucción **ServiceChange** permite a la MG notificar al MGC que está a punto de ponerse fuera de servicio o que acaba de ponerse nuevamente en servicio. La MG también emplea esta instrucción para anunciar a un MGC que está disponible, o para notificar al MGC que está a punto o que acaba de reinicializarse.

Transacciones

Las instrucciones entre el MGC y la MG se agrupan en transacciones, las cuales se identifican mediante un identificador de transacción. Una transacción consta de una o varias *acciones*, cada una de las cuales consta de una serie de instrucciones cuya ejecución se limita a un solo contexto. Sin embargo, no es necesario especificar el identificador de contexto para una determinada acción cuando ésta implica una modificación de una terminación que no pertenece a un contexto (instrucción **Modify**), o cuando el MGC solicita a la MG que cree un nuevo contexto (instrucción **Add** de la primera terminación).

La semántica de ejecución de transacciones se ciñe a la regla clásica de «todo o nada». El emisor invoca la primitiva **TransactionRequest** y especifica las acciones que debe ejecutar el receptor. El receptor por su parte invoca la primitiva **TransactionAccept** para indicar que ha llevado a buen término *todas* las acciones especificadas en la primitiva **TransactionRequest** o la primitiva **TransactionReject** si ha fallado *alguna* instrucción relacionada con una determinada acción. El receptor puede invocar una o varias primitivas **TransactionPending** para indicar al emisor que una transacción está en curso y que todavía no se ha terminado.

Lotes

La especificación H.248 da ejemplos de casos prácticos de aplicación del protocolo para el control de ciertas categorías de MG. Sin embargo, el fundamento que permite la aplicación universal del protocolo (es decir, que un MGC de un fabricante A pueda controlar una MG de un fabricante B sin que sea necesaria la validación conjunta de los dos productos) parece residir en la **ampliación de lotes**. Los lotes permiten al fabricante de MG incluir en ésta funciones específicas de gestión de sus terminaciones y las MG «anuncian» estas capacidades al MGC en respuesta a la instrucción **Audit** H.248.

G.2 Protocolo BICC del UIT-T

En julio de 2001, la UIT anunció la finalización de la segunda serie de protocolos de control de llamada independiente del portador (BICC), lo que permite la transición de las redes actuales basadas en sistemas públicos de conmutación generales a redes de próxima generación basadas en servidores. El BICC ha sido diseñado utilizando las últimas técnicas de diseño de redes, basadas en una arquitectura servidor, intermediario y pasarela de medios, y permite explotar todos los servicios que se ofrecen a través de redes de conmutación de circuitos, ATM e IP, incluidas las redes inalámbricas, sin limitar la introducción en el futuro de aplicaciones y servicios innovadores multimodo y multimedios.

Anexo H – Numeración electrónica (ENUM)²⁶

La norma ENUM, descrita en la RFC2916 del IETF, define un protocolo y una arquitectura basada en el sistema de nombres de dominio (DNS) de Internet, que permite obtener una correspondencia entre los números de teléfono E.164 y los identificadores de servicio de llamada, con un orden de prioridad (correo electrónico, URL del sitio en la Red, dirección SIP de un servidor de telefonía IP, correo vocal, otros números de teléfono, etc.). Por consiguiente, mediante el protocolo ENUM es posible encontrar las diferentes direcciones de un usuario a partir de un simple número de teléfono. El usuario final puede personalizar la manera en que desea ser localizado a partir de un solo número E.164. Resulta fácil añadir o modificar esa información adicional sin cambiar el número de acceso empleado. Por lo tanto, el protocolo ENUM se considera una pasarela técnica que garantiza la correspondencia entre Internet y la red de telecomunicaciones conmutada, que permite el interfuncionamiento de las dos.

El protocolo ENUM y la utilización de mecanismos DNS no causan problemas técnicos que impidan el funcionamiento correcto de servicios basados en esta funcionalidad. No obstante, la capacidad de la arquitectura DNS centralizada y jerárquica para aceptar peticiones generadas por los servicios que requieren el transporte de información en tiempo real y de gran calidad tendrá que ser determinada en cada nivel de la arquitectura DNS, en función de la carga y el nivel de disponibilidad que exija cada servicio.

Para encontrar el nombre DNS a partir de un número de teléfono E.164, la norma RFC2916 requiere ejecutar los siguientes pasos:

Cuadro H.1 – Búsqueda del sistema de nombres de dominio

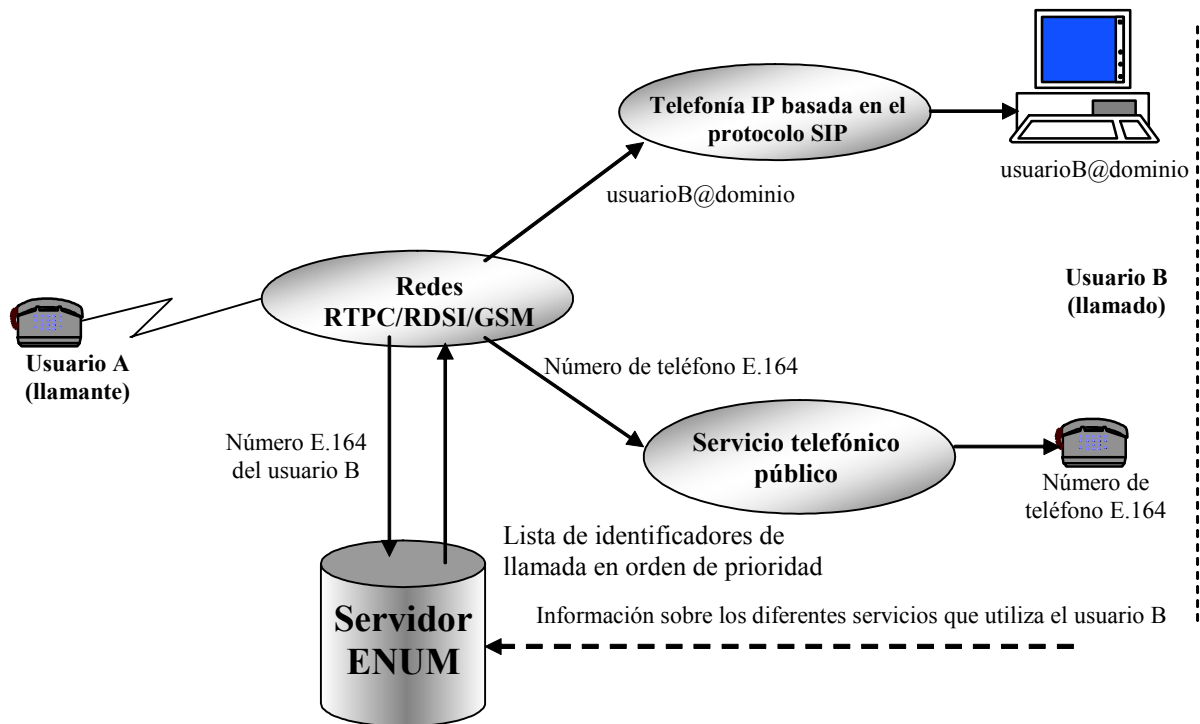
	Paso	Ejemplo
1	Escribir el número E.164 entero, incluido el indicativo de país (IDDD)	+46-8-9761234
2	Suprimir todos los caracteres no numéricos, salvo el signo «+»	+4689761234
3	Suprimir todos los caracteres no numéricos	4689761234
4	Insertar un punto («.») entre cada cifra del número	4.6.8.9.7.6.1.2.3.4
5	Invertir el orden de las cifras del número	4.3.2.1.6.7.9.8.6.4
6	Añadir la cadena de caracteres «.e164.arpa» al final del número obtenido en el paso 5	4.3.2.1.6.7.9.8.6.4.e164.arpa

Utilizando el nombre de dominio obtenido en el último paso del procedimiento anterior, se aplica el algoritmo ENUM para obtener el orden de prioridad de los identificadores del servicio de llamada. La siguiente figura muestra un ejemplo de protocolo ENUM para el caso de utilización de un aparato de teléfono (analógico) convencional a través de la red conmutada.

²⁶ Para mayor información, véanse las siguientes páginas en la Red:

- sobre la labor del IETF: <http://www.ietf.org/html.charters/enum-charter.html>;
- sobre la labor de la Comisión de Estudio 2 del UIT-T: <http://www.itu.int/ITU-T/com2/index.html>.

Figura H.1 – Ejemplo de utilización de ENUM para el caso de una red telefónica conmutada



Anexo I – Siglas y acrónimos

ADM	Modulación delta adaptativa (<i>Adaptive Delta Modulation</i>)
ADPCM	Modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa (<i>Adaptive Differential Pulse Code Modulation</i>)
ADSL	Línea de abonado digital asimétrica (<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i>)
AF	Reenvío asegurado (<i>Assured Forwarding</i>)
AGW	Pasarela de acceso (<i>Access Gateway</i>)
AH	Encabezamiento de autenticación (<i>Authentication Header</i>)
AN	Nodo de acceso (<i>Access Node</i>)
ApGW	Pasarela de aplicaciones (<i>Application Gateway</i>)
API	Interfaz para la programación de aplicaciones (<i>Application Programming Interface</i>)
ARIB	<i>Association of Radio Industries And Businesses</i>
AS	Servidor de aplicaciones (<i>Application Server</i>)
ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>Asynchronous Transfer Mode</i>)
BAS	Servidor de acceso de banda ancha (<i>Broadband Access Server</i>)
BICC	Control de llamada independiente del portador (<i>Bearer Independent Call Control</i>)
BW	Anchura de banda (<i>Bandwidth</i>)
CAPEX	Gastos en capital (<i>Capital Expenditure</i>)
CDR	Registro detallado de llamadas (<i>Call Detail Records</i>)
CELP	Predicción lineal con excitación por código (<i>Code Excited Linear Prediction</i>)
CLNP	Protocolo de red en modo sin conexión (<i>Connectionless Network Protocol</i>)
CME	Equipo de multiplexación de circuitos (<i>Circuit Multiplication Equipment</i>)
CPE	Equipo en las instalaciones del cliente (<i>Customer Premises Equipment</i>)
CPU	Unidad de procesamiento central (<i>Central Processing Unit</i>)
CS-ACELP	Predicción lineal con excitación por código algebraico con estructura conjugada (<i>Conjugate-Structure Algebraic-Code-Excited Linear Prediction</i>)
DAT	Cinta magnética de audio digital (<i>Digital Audio Tape</i>)
DiffServ	Protocolo de servicios diferenciados (<i>Differentiated Services Protocole</i>)
DLCI	Identificación de conexión de enlace de datos (<i>Data Link Connection Identifier</i>)
DNS	Sistema de nombres de dominio (<i>Domain Name System</i>)
DPCM	Modulación por impulsos codificados diferencial (<i>Differential Pulse Code Modulation</i>)
DSCP	Punto de código de servicio diferenciado (<i>DiffServ Code Point</i>)
DSL	Línea de abonado digital (<i>Digital Subscriber Line</i>)
DSLAM	Multiplexor de acceso a la línea de abonado digital (<i>Digital Subscriber Line Access Multiplexer</i>)
DTR	Velocidad de transferencia de datos (<i>Data Transfer Rate</i>)
EF	Reenvío expeditado (<i>Expedited Forwarding</i>)
ENUM	Numeración electrónica (<i>Electronic Numbering</i>)

Informe esencial sobre telefonía IP

ESP	Encapsulado de la cabida útil de seguridad (<i>Encapsulating Security Payload</i>)
FDD	Dúplex por división de frecuencia (<i>Frequency Division Duplex</i>)
FDDI	Interfaz de datos distribuidos en fibra (<i>Fibre Distributed Data Interface</i>)
FEC	Clase de equivalencia hacia adelante (<i>Forward Equivalence Class</i>)
FTP	Protocolo de transferencia de ficheros (<i>File Transfer Protocol</i>)
GPRS	Servicio general de radiocomunicaciones por paquetes (<i>General Packet Radio Service</i>)
GSM	Sistema global para comunicaciones móviles (<i>Global System for Mobile communication</i>)
HTTP	Protocolo de transferencia de hipertexto (<i>Hyper Text Transfer Protocol</i>)
ICMP	Protocolo de mensajes de control Internet (<i>Internet Control Message Protocol</i>)
ICV	Valor de comprobación de integridad (<i>Integrity Check Value</i>)
IDD	Marcación directa internacional (<i>International Direct Dialling</i>)
IETF	Grupo de Tareas Especiales de Ingeniería Internet (<i>Internet Engineering Task Force</i>)
IKE	Intercambio de claves Internet (<i>Internet Key Exchange</i>)
IN	Red inteligente (<i>Intelligent Network</i>)
INAP	Parte aplicación de red inteligente (<i>Intelligent Network Application Part</i>)
IntServ	Servicios integrados (<i>Integrated Services</i>)
IP	Protocolo Internet (Internet Protocol)
IPSec	Protocolos de seguridad IP (<i>IP Security Protocols</i>)
IPTN	Red de telefonía IP (<i>IP telephony Network</i>)
ISAKMP	Protocolo de gestión de clave con asociación de seguridad en Internet (<i>Internet Security Association and Key Management Protocol</i>)
ISP	Proveedor de servicios Internet (<i>Internet Service Provider</i>)
ISR	Reventa simple internacional (<i>International Simple Resale</i>)
ISUP	Parte de usuario de la RDSI (<i>ISDN User Part</i>)
ITSP	Proveedor de servicios de telefonía Internet (<i>Internet Telephony Service Provider</i>)
JAIN	API Java para redes integradas (<i>Java API for Integrated Networks</i>)
LAN	Red de área local (<i>Local Area Network</i>)
LDAP	Protocolo ligero de acceso al directorio (<i>Lightweight Directory Access Protocol</i>)
LD-CELP	Predicción lineal con excitación por código de bajo retardo (<i>Low Delay-Code Excited Linear Prediction</i>)
LDP	Protocolo de distribución de etiquetas (<i>Label Distribution Protocol</i>)
LER	Encaminador limítrofe de etiquetas (<i>Label Edge Router</i>)
LEX	Central local (<i>Local Exchange</i>)
LIB	Base de información de etiquetas (<i>Label Information Base</i>)
LMDS	Sistema de distribución multipunto local (<i>Local Multipoint Distribution System</i>)
LPC	Codificación predictiva lineal (<i>Linear Predictive Coding</i>)
LSP	Trayecto conmutado por etiquetas (<i>Label Switched Path</i>)
LSR	Encaminador de conmutación de etiqueta (<i>Label Switching Router</i>)

MC	Controlador multipunto (<i>Multipoint Controller</i>)
MCU	Unidad de conferencia multipunto (<i>Multipoint Conference Unit</i>)
MGC	Controlador de pasarela de medios (<i>Media Gateway Controller</i>)
MGCP	Protocolo de control de pasarela de medios (<i>Media Gateway Control Protocol</i>)
MIPS	Millones de instrucciones por segundo (<i>Million Instructions Per Second</i>)
MOS	Nota media de opinión (<i>Mean Opinion Score</i>)
MP	Procesador multipunto (<i>Multipoint Processor</i>)
MPEG	Grupo de Expertos en imágenes en movimiento (<i>Motion Picture Expert Group</i>)
MPLS	Conmutación por etiquetas multiprotocolo (<i>Multi Protocol Label Switching</i>)
MP-MLQ	Cuantificación por máxima probabilidad de impulsos múltiples (<i>Multi-Pulse Maximum Likelihood Quantization</i>)
NAS	Servidor de acceso a la red (<i>Network Access Server</i>)
NAT	Traducción de direcciones de red (<i>Network Address Translation</i>)
NGN	Red de próxima generación (<i>Next-Generation Network</i>)
NT	Terminación de red (<i>Network Termination</i>)
OPEX	Gasto operacional (<i>Operational Expenditure</i>)
OSA	Acceso abierto a los servicios (<i>Open Service Access</i>)
OSI	Interconexión de sistemas abiertos (<i>Open System Interconnection</i>)
OSPF	Primer trayecto más corto abierto (<i>Open Shortest Path First</i>)
PABX	Centralita automática privada (<i>Private Automatic Branch Exchange</i>)
PBX	Centralita privada (<i>Private Branch Exchange</i>)
PC	Computador personal (<i>Personal Computer</i>)
PCM	Modulación por impulsos codificados (<i>Pulse Code Modulation</i>)
PDA	Agenda digital personal (<i>Personal Digital Assistant</i>)
PGP	cifrado PGP (<i>Pretty Good Privacy</i>)
PHB	Comportamiento por salto (<i>Per Hop Behaviour</i>)
PINT	Prueba de ruido del impacto de partículas (<i>Particle Impact Noise Test</i>)
PKI	Infraestructura de claves públicas (<i>Public Key Infrastructure</i>)
POI	Punto de Interconexión (<i>Point of Interconnection</i>)
POTS	Servicio telefónico tradicional (<i>Plain Old Telephony Service</i>)
PPP	Protocolo punto a punto (<i>Point-to-Point Protocol</i>)
QoS	Calidad del servicio (<i>Quality of Service</i>)
RDSI	Red digital de servicios integrados
RGW	Pasarela residencial (<i>Residential Gateway</i>)
RMTP	Red móvil terrestre pública

Informe esencial sobre telefonía IP

RPE-LTP	Excitación por impulsos regulares/Codificación lineal predictiva con predicción a largo plazo (<i>Regular Pulse Excitation/Linear Predictive Coding Using Long-Term Prediction</i>)
RSVP	Protocolo de reserva de recursos (<i>Resource ReSerVation Protocol</i>)
RTCP	Protocolo de control de transporte en tiempo real (<i>Real-time Transport Control Protocol</i>)
RTP	Protocolo de transporte en tiempo real (<i>Real-time Transport Protocol</i>)
RTPC	Red telefónica pública conmutada
SCCP	Parte de control de la conexión de señalización (<i>Signalling Connection Control Part</i>)
SCN	Red con conmutación de circuitos (<i>Switched Circuit Network</i>)
SCP	Punto de control del servicio (<i>Service Control Point</i>)
SCTP	Protocolo de transferencia de la conexión de señalización (<i>Signalling Connection Transfer Protocol</i>)
SDH	Jerarquía digital síncrona (<i>Synchronous Digital Hierarchy</i>)
SIGTRAN	Transporte de señalización (<i>Signalling Transport</i>)
SIP	Protocolo de iniciación de sesión (<i>Session Initiation Protocol</i>)
SKEME	Mecanismo protegido de intercambio de claves (<i>Secure Key Exchange Mechanism</i>)
SLA	Acuerdo del nivel de servicio (<i>Service Level Agreement</i>)
SLS	Especificación del nivel de servicio (<i>Service Level Specification</i>)
SMTP	Protocolo simple de transferencia de correo (<i>Simple Mail Transfer Protocol</i>)
SNMP	Protocolo simple de gestión de red (<i>Simple Network Management Protocol</i>)
SPIRITS	Servicio en la RTPC/RI que solicita un servicio Internet (<i>Service in the PSTN/IN Requesting InTernet Service</i>)
SS7	Sistema de señalización N° 7 (<i>Signalling System No. 7</i>)
STP	Punto de transferencia de señalización (<i>Signalling Transfer Point</i>)
TCAP	Parte aplicación de capacidades de transacción (<i>Transaction Capabilities Application Part</i>)
TCP	Protocolo de control de la transmisión (<i>Transmission Control Protocol</i>)
TDD	Dúplex por división en el tiempo (<i>Time Division Duplex</i>)
TDM	Multiplexación por división en el tiempo (<i>Time Division Multiplexing</i>)
TEX	Intercambio de tránsito (<i>Transit Exchange</i>)
TGW	Pasarela troncal (<i>Trunking Gateway</i>)
TLL	Tiempo de vida (<i>Time to Live</i>)
TLS	Seguridad en el nivel de transmisión (<i>Transmission Level Security</i>)
UDP	Protocolo de datagramas de usuario (<i>User Datagram Protocol</i>)
URI	Identificador universal de recursos (<i>Universal Resource Identification</i>)
UTRA	Acceso radioeléctrico terrenal universal (<i>Universal Terrestrial Radio Access</i>)
VCID	Identificador de circuito virtual (<i>Virtual Circuit Identifier</i>)
VoDSL	Voz por línea digital de abonado (<i>Voice over Digital Subscriber Line</i>)
VoIP	Voz por IP (<i>Voice over IP</i>)
VoP	Voz por paquetes (<i>Voice over Packet</i>)
VPI	Identificador del trayecto virtual (<i>Virtual Path Identifier</i>)

VPN	Red privada virtual (<i>Virtual Private Network</i>)
WAIS	Servidor de información de área extensa (<i>Wide Area Information Server</i>)
WAN	Red de área extensa (<i>Wide Area Network</i>)
WWW	La Red (<i>World Wide Web</i>)

Anexo J – Cuestiones y problemas que requieren consideración²⁷

J.1 Existe un consenso generalizado en que ofrecer a los usuarios acceso en banda ancha a las redes IP tendrá como principal consecuencia la aparición de nuevos servicios/aplicaciones – que si bien en la literatura abundan ideas sobre este particular, por el momento no se han definido exactamente – distintas de la telefonía básica o el acceso a Internet. La instalación masiva de acceso en banda ancha sigue planteando dificultades incluso en los países desarrollados.

J.2 La facilitación de acceso a la red telefónica siempre ha conllevado ingresos en concepto de venta de un servicio telefónico por la red. Dado que no reciben subvención de la administración pública ni pueden recurrir a la subvención cruzada mediante la explotación lucrativa de la telefonía tradicional, la dificultad para los operadores que instalan un acceso en banda ancha estriba en que su modelo comercial no es viable – de hecho muchos han entrado en quiebra- si no se limitan a ofrecer solamente el servicio de acceso básico, ciñéndose al modelo ISP, y obtengan también ingresos por la prestación de servicios de red.

J.3 A raíz de las dificultades económicas anteriores sigue habiendo actualmente varios interrogantes técnicos fundamentales, a saber: ¿la telefonía IP – y ulteriormente el futuro servicio de comunicación multimedios – consistirá únicamente en una aplicación (según el modelo Internet, es decir, sin la participación activa de la red) o, en cambio, será un servicio de red como es el caso de las actuales redes telefónicas? Por otra parte, si la red deberá participar en la prestación de telefonía IP, considerándola como un servicio, ¿hasta qué punto deberá recurrir a los principios técnicos utilizados en las redes telefónicas tradicionales y cómo habrán de aplicarse tales principios?

J.4 Es bien sabido que los países en desarrollo adolecen de un acceso en banda ancha insuficiente y de falta de acceso básico a cualquier tipo de red telefónica. Por otra parte, es posible que la telefonía IP, unida a otros factores, cause la reducción de ingresos de los operadores en estos países, y los ISP se vean afectados por las tasas de conectividad a las redes troncales IP en razón de, entre otras cosas, el volumen de tráfico que absorbe su red.

J.5 No existe una solución técnica mágica para superar estos obstáculos. No hay duda de que deben instalarse redes troncales IP en esos países para transmitir el volumen cada vez mayor de tráfico de datos por Internet. Ahora bien, es urgente mejorar a corto o mediano plazo el acceso a la red, mediante tecnología tradicional de banda estrecha o, mejor aún, de banda ancha a fin de impulsar el ciclo de aumento de ingresos y reducción sucesiva de costos. Para ello, la telefonía – que en la actualidad es el único servicio de red a gran escala conocido que ofrece garantías de ingresos incluso en los países desarrollados – debe ofrecerse como un servicio de red que sea independiente de la tecnología empleada (ya sea el transporte MRT tradicional o un nuevo transporte por paquetes IP).

J.6 Para que la telefonía se ofrezca como un *servicio* de red por un transporte IP (es decir, telefonía IP), es necesario modificar la forma en que se ofrecen las *aplicaciones* de telefonía IP por Internet. En los capítulos anteriores se han descrito algunos de los diversos problemas que presenta la telefonía IP y que han de resolverse para que ésta se convierta en un servicio de red fiable, los cuales tienen, desde el punto de vista técnico, un denominador común: es necesario que haya elementos de red que reconozcan el objeto de servicio (esto es, la llamada), elementos que en un momento dado habrá que facilitar a los usuarios, de modo que cada subred implicada contribuya a la realización del servicio de extremo a extremo y esté encargada de ello.

²⁷ Esta lista de «cuestiones y problemas que requieren consideración» recoge las propuestas formuladas por los expertos en la tercera y última reunión, aunque no representa un consenso de todos los expertos que asistieron a dicha reunión.

Informe esencial sobre telefonía IP

J.7 Para alcanzar este objetivo, y en función de cada situación concreta, una solución razonable sería reforzar o ampliar las redes de telefonía existentes con un equipo que no quede obsoleto en el futuro y realizar la transición paulatina desde esas redes a las redes de próxima generación mediante un transporte IP convergente que sirva tanto para los servicios de datos como para los de voz/multimedios.

Anexo K – Actividades de normalización relacionadas con la «telefonía IP»

Compendio de actividades de normalización relativas a la telefonía basada en el protocolo Internet (IP) correspondientes a los aspectos técnicos que figuran en la Opinión D del Grupo de Expertos del FMTP-01

El presente anexo resume las actividades realizadas o en curso de varias Comisiones de Estudio (CE) del UIT-T y otras organizaciones de normalización (SDO) relativas a los aspectos técnicos de la telefonía IP estudiados por el Grupo de Expertos. Si bien este anexo no es exhaustivo, incluye información sobre los aspectos técnicos que podrían resultar útiles para realizar diversos casos técnicos de telefonía IP. Obsérvese que este compendio recoge las referencias del sector industrial recibidas hasta septiembre de 2001.

Dado el gran número de organizaciones regionales e internacionales que se ocupan de aspectos técnicos de la telefonía IP, el Grupo de Expertos invita a los Estados Miembros de la UIT, Miembros de Sector, organizaciones de normalización y otras entidades a que colaboren en la preparación de este documento dinámico, con su contribución sobre los avances técnicos, lo que, por otra parte, facilitaría la elaboración de una lista exhaustiva.

La información que figura en las siguientes páginas fue facilitada por:

- Los Vicepresidentes de las Comisiones de Estudio (CE) del UIT-T y los Presidentes y Vicepresidentes de los Grupos de Trabajo
- Los Comités y Subcomités Técnicos de la Telecommunications Industry Association (TIA) (<http://www.tiaonline.org/standards/> and <http://www.tiaonline.org/standards/ip/>)²⁸
- El Subcomité Técnico T1 (T1) (<http://www.t1.org/html/org.htm> y <http://www.t1.org/html/standard.htm>)²⁸
- El Grupo de Tareas Especiales de Ingeniería Internet (IETF) (<http://www.ietf.org/html.charters/wg-dir.html>)
- Otros comentarios recibidos de la industria estadounidense y de National Telecommunications and Information Administration/Institute of Telecommunications Sciences (NTIA/ITS)²⁸
- Sitio del UIT-T en la Red y los documentos conexos (<http://www.itu.int/ITU-T/>)

Proyectos de asociación de tercera generación (3GPP):

Los 3GPP, dimanantes de una colaboración, se consideran como el resultado de un organismo de normalización; estos proyectos facilitan a la UIT el acceso a sus resultados al transponer las especificaciones de un organismo de normalización (SDO) en una norma que presentan a la UIT, con arreglo al procedimiento nacional habitual.

3GPP: Prepara especificaciones técnicas (TS) e informes técnicos (TR) de alcance mundial para el sistema móvil 3G basándose en las nuevas redes principales del sistema global para comunicaciones móviles (GSM) y las tecnologías de acceso radioeléctrico que éstas emplean (por ejemplo, acceso radioeléctrico terrenal universal (UTRA), y los modos dúplex por división de frecuencia (FDD) y dúplex por división en el tiempo (TDD)). Los asociados han acordado además cooperar en el mantenimiento y desarrollo de las especificaciones técnicas y los informes técnicos del GSM, en particular las nuevas tecnologías de acceso radioeléctrico (por ejemplo, servicio general de radiocomunicaciones por paquetes (GPRS) y velocidades de datos mejoradas para la evolución de GSM (EDGE)).

3GPP2: Elabora especificaciones mundiales para la ANSI/TIA/EIA-41, transición de la red a la 3G «*Cellular Radiotelecommunication Intersystem Operations*», y especificaciones mundiales para las tecnologías de transmisión radioeléctrica (RTT) basadas en la ANSI/TIA/EIA-41. 3GPP2 surgió de la iniciativa IMT-2000 de la UIT, para los sistemas móviles a alta velocidad y de banda ancha basados en el protocolo Internet (IP), que permiten la interconexión red-red, transparencia de características y servicios, la itinerancia mundial y el servicio sin interrupciones con independencia de la ubicación.

²⁸ Aprobado por el UIT-T para la aplicación de las Recomendaciones A.5, «Procedimientos genéricos para la inclusión de referencias a documentos de otras organizaciones en las Recomendaciones del UIT-T» y A.6, «Cooperación e intercambio de información entre el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) y las organizaciones de normalización nacionales y regionales».

Informe esencial sobre telefonía IP

Comisiones de Estudio del UIT-T pertinentes y sus correspondientes sitios en la Red:

CE 2, «Aspectos de explotación de la prestación de servicios, redes y calidad de funcionamiento»
(<http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com02/index.html>)

CE 4, «Gestión de las telecomunicaciones, incluida la red de gestión de las telecomunicaciones (RGT)»
(<http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com04/index.html>)

CE 7, «Redes de datos y comunicaciones de sistemas abiertos»
(<http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com07/index.html>)

CE 9, «Redes de cable integradas de banda ancha y transmisión de televisión y sonido»
(<http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com09/index.html>)

CE 11, «Requisitos y protocolos de señalización» [CE rectora sobre redes inteligentes]
(<http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com11/index.html>)

CE 12, «Calidad de transmisión de extremo a extremo de redes y terminales»
(<http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com12/index.html>)

CE 13, «Redes basadas en IP, redes multiprotocolo y su interconexión»
(<http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com13/index.html>)

Documento conexo: CE 13 del UIT-T. Descripción del proyecto IP, versión 5.
(<http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com13/ip/documents/IPProjectLastVersion5.doc>)

Actividad rectora de la CE 13: Infraestructura mundial de la información (GII)
(<http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com13/gii/index.html>)

Organización de las Recomendaciones UIT-T de la serie Y.1000 a Y.1800 relacionadas con IP
(<http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com13/ip/y1000series.html>)

La lista completa de Recomendaciones de la serie Y
(<http://www.itu.int/rec/recommendation.asp?lang=e&type=products&parent=T-REC-Y>)

CE 16, «Servicios, sistemas y terminales multimedios»
(<http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com16/index.html>)

Documento conexo: CE 16 del UIT-T. Descripción del proyecto Mediacom 2004
(<http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com16/mediacom2004/index.html>)

Comisión de Estudio Especial, «IMT 2000 y sistemas ulteriores»
(<http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/ssg/index.html>)

IMT-2000 y proyecto sobre los aspectos de red del UIT-T
(<http://www.itu.int/ITU-T/imt-2000/index.html>)

Enlace con el UIT-D:

Guide on Managing and Developing Network Connections and Interconnections to National Internet Nodes (informational inclusion)
(<http://www.itu.int/itu-d/bdtint/Publications/administ.htm>)

1 Definiciones de trabajo de la telefonía IP

CE 13 del UIT-T, Cuestión 15, «Terminología general de las redes, incluidos aspectos del protocolo Internet (IP)»

American National Standard (ANS) T1.523, «Telecom Glossary 2000». Este documento en línea, con hiperenlaces, contiene definiciones oficiales de más de 8000 términos de telecomunicaciones (<http://www.its.bldrdoc.gov/projects/telecomglossary2000/>). La CE 13 del UIT-T propone, en el marco de la Cuestión 15, incluir este glosario en la Recomendación UIT-T existente.

El Subcomité Técnico de la TIA (TR)-41.4, «IP telephony Gateways and Infrastructure». [Proyecto número (PN)-3-4601] «IP telephony Gateways and Related Control Infrastructure». En el marco de este proyecto se recopila y, en su caso, define terminología sobre telefonía IP. Resultados publicados en el «Telecommunications Systems Bulletin (TSB)», 5/2002.

2 Arquitecturas de red

CE 13 (arquitecturas basadas en IP) y CE 16 (arquitecturas multimedios conexas) del UIT-T.

CE 9 UIT-T, proyecto IPCablecom (<http://www.itu.int/itudoc/itu-t/com9/ipcable/index.html>).

CE 16 del UIT-T, Cuestión B, «Arquitectura multimedios».

Nota del sector industrial: Otra arquitectura emergente emplea los sistemas ópticos basados en IP.

Recomendaciones UIT-T de la serie Y-1200 (relacionadas con IP).

TIA TR-34.1, «Communications and Interoperability [Satellite-oriented]». Actualmente se está creando un GT sobre arquitecturas de QoS IP para redes de satélite.

TIA TR-45.2, «Wireless Intersystem Technology». En relación con IP, Core Network-Legacy MS Support Domain- (PN-4934) que se publicará como norma TIA/EIA/IS-872, «IP Core Network-Legacy MS Support Domain» y IP Core Network-Multimedia Domain- (PN-4935) publicada como TIA/EIA/IS-873, «IP Core Network-Multimedia Domain». Aprobación: finales de 2001.

GT sobre telefonía IP (iptel) del IETF: Elabora soluciones a problemas relacionados con la propagación de información de encaminamiento para protocolos VoIP (es decir, SIP y H.323). El grupo iptel ha definido un protocolo de encaminamiento de telefonía por IP (TRIP), que continúa perfeccionando. Asimismo realiza otras actividades sobre un lenguaje para el control de usuario de los servicios de telefonía IP, gestión de la base de información para TRIP, marco y requisitos del lenguaje de procesamiento de llamadas (RFC 2824) y marco para un protocolo de localización de pasarelas (RFC 2871).

2a Arquitecturas actuales

CE 16 del UIT-T, Cuestión 2, «Multimedios por redes de paquete que utilizan sistemas de la Recomendación H.323».

TIA TR-45.6, «Adjunct Wireless Packet Data Technology». Ha preparado el TSB y las normas para las arquitecturas de red de datos por paquetes CDMA2000 siguientes: TIA/EIA/TSB115, «cdma2000 Wireless IP Architecture based on IETF Protocols», diciembre de 2000; TIA/EIA/IS-835, «cdma2000 Wireless IP Network Standard», diciembre de 2000; TIA/EIA/IS-835-A, «cdma2000 Wireless IP Network Standard – Revision A», 5/2001.

[TIA TR-45.6 ha creado la arquitectura de red de datos CDPD] TIA/EIA-732, «Cellular Digital Packet Data (CDPD) System Specification». Publicada el tercer trimestre de 2001.

2b Arquitectura de red abierta

CE 13 del UIT-T, Cuestión 1, «Principios, requisitos, marcos y arquitecturas para un entorno mundial de redes heterogéneas».

2c Capacidades de red

CE 13 y CE 16 del UIT-T: Recomendaciones relativas a redes IP, capacidades e interfuncionamiento (por ejemplo, las de la serie H).

TIA TR-41, «User Premises Telecommunications Equipment Requirements». Versa sobre las normas facultativas para los sistemas y equipos terminales de telecomunicaciones y redes, en particular los utilizados para los servicios vocales, los servicios de voz y datos integrados y las aplicaciones del protocolo Internet (IP). Trata también de los equipos en las instalaciones de usuario inalámbricos y la movilidad de redes privadas, en particular los criterios de servicio y calidad de funcionamiento para los equipos, sistemas y redes, así como la información necesaria para garantizar la interconexión de los mismos, con las redes públicas, con las infraestructuras de telefonía IP y con los servicios de líneas privadas que ofrecen los operadores.

TIA TSB-122-A, «Telecommunications – IP telephony Equipment – Voice Gateway Loss and Level Plan Guidelines», [TR-41]. Publicada en julio de 2000, trata de los requisitos de transmisión (pérdidas y nivel) para las pasarelas vocales. A los efectos de esta TSB, por pasarela vocal se entiende un dispositivo que realiza el encaminamiento de voz entre teléfonos, entre teléfonos y las troncales de las redes públicas o troncales privadas y entre troncales (redes públicas y privadas). Esta TSB abarca dos tipos diferentes de teléfonos: los teléfonos analógicos supuestamente compatibles con los parámetros especificados en la norma ANSI/EIA/TIA-470-B y los teléfonos digitales supuestamente compatibles con los parámetros especificados en ANSI/TIA/EIA-810-A.

TIA TR-41.4: [PN-3-4826] «IP telephony Voice Gateway Transmission Requirements». Este documento define los requisitos de transmisión para pasarelas vocales basadas en IP. Amplía la información contenida en TSB-122-A con parámetros adicionales, tales como la respuesta en frecuencia, la distorsión, el ruido, el retardo y la pérdida de paquetes. Asimismo describe los requisitos de la planificación de pérdidas de medio canal que permite el interfuncionamiento con las pasarelas vocales IP de Europa. El documento se publicará como norma de la TIA y se prevé su aprobación a partir del 11/2001. El CT ETSI «Speech Processing, Transmission and Quality (STQ)» y la TIA están preparando una norma equivalente y armonizada relativa a la planificación de pérdidas de medio canal.

TIA TR-45.5, «Wideband Spread Spectrum Digital Technology». Contiene definiciones completas de dos tipos de servicios de datos por paquetes basados en IP para las IMT-2000, en particular TIA/EIA/IS-707-A, «Data Service Options for Wideband Spread Spectrum Systems» y TIA/EIA/IS-707-B (próxima publicación), «Data Services Option Standard for Wideband Spread Spectrum Systems».

TIA TR-45.5: Que incorpora la norma TIA/EIA/IS-cdma2000-A, «cdma2000 Series», la opción de servicio 33, el protocolo de enlace radioeléctrico (RLP) subyacente, se ha ampliado para abarcar todas las velocidades y tamaños de trama definidas en la capa física cdma2000, y también para todos los tamaños de trama de la capa física correspondientes a la capa MAC. Mediante la TIA/EIA/IS-856, «cdma2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification», se ha perfeccionado la tecnología cdma2000 gracias a 1xEV-DO, concebido específicamente para maximizar la velocidad y capacidad de los datos por paquetes basados en IP de los sistemas cdma2000.

Proyecto TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks) del ETSI: Versa sobre la comunicación vocal y la comunicación conexas en la banda vocal (por ejemplo, facsímil) entre usuarios, que permite a los usuarios conectados a redes IP comunicarse con usuarios de las redes conmutación de circuitos (SCN) tales como la RTPC/RDSI y GSM, y viceversa. Los estudios conexos versan sobre la compatibilidad del servicio, arquitectura, control de llamadas, numeración/direccionamiento, verificación y aspectos relacionados con la movilidad (<http://www.etsi.org/tiphon/>).

GT MEGACO (Media Gateway Control) del IETF: Trata de arquitecturas y requisitos para el control de pasarelas de medios desde elementos de control externos, tales como los controladores de pasarelas de medios. Una pasarela de medios es un elemento de red que realiza la conversión de la información que circula por los circuitos telefónicos y los paquetes de datos que se transportan por Internet u otras redes IP.

3 Calidad del servicio

CE 12 del UIT-T, «Calidad de transmisión de extremo a extremo de las redes y los terminales». CE rectora del UIT-T sobre QoS.

CE 12 del UIT-T, Cuestión 10 [Planificación general]: «Planificación de la transmisión de servicios de banda vocal, datos y multimedios».

CE 12 del UIT-T, Cuestión 12 [Planificación IP y RTPC/IP]: «Consideraciones relativas a la calidad de la transmisión en los servicios en banda vocal transportados por redes que utilizan el protocolo Internet (IP)».

CE 12 del UIT-T, Cuestión 13 [Planificación de la QoS basada en la MM]: «Requisitos de calidad de servicio/calidad de funcionamiento de los multimedios».

CE 12 del UIT-T, Cuestión 14 [Planificación IP y RTPC/IP]: «Efectos de interfuncionamiento entre múltiples dominios IP en la calidad de transmisión de VoIP y los servicios en banda vocal».

CE 12 del UIT-T, Cuestión 15 [Aspectos de coordinación general de la QoS]: «Coordinación de la QoS y del funcionamiento».

CE 13 del UIT-T: GT 4, «Calidad de funcionamiento de la red y gestión de los recursos». Cuestión 4, «Gestión de recursos en la RDSI-BA y en relación con el protocolo Internet (IP)»; Cuestión 6, «Calidad de funcionamiento de las redes basadas en el protocolo Internet (IP) y la emergente infraestructura mundial de la información»; Cuestión 9, «Calidad de funcionamiento respecto al procesamiento de llamadas».

CE 13 del UIT-T, Cuestión 4, «Gestión de recursos en la RDSI-BA y en relación con el protocolo Internet (IP)». Proyecto de Recomendación Y.iptc, «Control de tráfico y de congestión en redes basadas en el protocolo Internet». Describe los mecanismos de control del tráfico y de la congestión necesarios para los servicios con QoS, en los que la QoS se negocia entre el usuario y la red. Especifica las capacidades de transferencia IP, para IPTC, el modelo de servicio, los correspondientes modelos de tráfico, y la definición de la conformidad.

CE 13 del UIT-T, Cuestión 6, «Calidad de funcionamiento de las redes basadas en el protocolo Internet (IP) y la emergente infraestructura mundial de la información». Recomendación Y.1540 (anteriormente I.380, «Servicio de comunicación de datos con protocolo Internet - Parámetros de calidad de funcionamiento relativos a la disponibilidad y la transferencia de paquetes de protocolo Internet»), «Parámetros de calidad de funcionamiento relativos a la disponibilidad y la transferencia de paquetes de protocolo Internet». Define los parámetros que pueden emplearse para especificar y evaluar la velocidad, precisión, fiabilidad y disponibilidad de la transferencia de paquetes IP en el servicio internacional de datos IP.

CE 13 del UIT-T, Cuestión 6, «Calidad de funcionamiento de las redes basadas en el protocolo Internet (IP) y la emergente infraestructura mundial de la información». Proyecto de Recomendación Y.1541, «Objetivos de calidad de funcionamiento de red para servicios basados en el protocolo Internet». Especifica los objetivos provisionales de los parámetros de calidad de funcionamiento de redes IP y las clases de calidad del servicio (QoS).

CE 13 del UIT-T, Cuestión 9, «Calidad de funcionamiento respecto al procesamiento de llamadas». Proyecto de Recomendación Y.1530, «Calidad de procesamiento de llamadas para los servicios vocales en redes de protocolo Internet híbridas». Define los parámetros y objetivos de calidad de funcionamiento y las clases de QoS para el procesamiento de llamadas punto a punto en el servicio vocal para redes IP híbridas.

CE 16 del UIT-T, Cuestión F, «Calidad de servicio y calidad de funcionamiento en sistemas multimedios».

Recomendaciones UIT-T de la serie Y.1500 relacionadas con IP.

Subcomité Técnico T1A1 del Comité T1, «Performance and Signal Processing». Prepara y recomienda normas e informes técnicos (TR) relativos a la descripción de la calidad de funcionamiento y el procesamiento de voz, audio, datos, imágenes y señales de vídeo y su integración multimedios.

Subcomité Técnico T1A1 del Comité T1: ANS T1.520, «IP Packet Transfer and Availability Performance Parameters». Adopta la Recomendación UIT-T I.380, «Internet Protocol Data Communication Service – IP Packet Transfer and Availability Performance Parameters».

Subcomité Técnico T1A1 del Comité T1: ANS T1.522, «Quality of Service for Business Multimedia Conferencing». Define los requisitos de QoS para la conferencia multimedios por redes IP.

Subcomité Técnico T1A1 del Comité T1: T1 TR 70, «Reliability/Availability Framework for IP-Based Networks and Services».

GT 5 del ETSI/TIPHON, «Quality of Service Aspects».

TIA TR-34.1: GT propuesto sobre «IP QoS Architectures for Satellite Networks».

TIA TR-34.1: En cuanto a VoIP por satélite, se creó el GT «IP over Satellite» para que examine los temas de calidad de funcionamiento.

TIA TR-45.2: (PN-4934) se publicará como TIA/EIA/IS-872, «IP Core Network-Legacy MS Support Domain» y (PN-4935) se publicará como TIA/EIA/IS-873, «IP Core Network-Multimedia Domain».

3a Interfuncionamiento con IP y RTPC

Subcomité Técnico T1A1 del Comité T1: T1 TR 55, «Reliability and Survivability Aspects of the Interactions Between the Internet and Public Telecommunications Networks».

Subcomité Técnico T1A1 del Comité T1: T1 TR 56, «Performance Guidelines for Voiceband Services over Hybrid Internet/PSTN Connections».

TIA TIA/EIA-810-A, «Telecommunications – Telephone Terminal Equipment – Transmission Requirements for Narrowband Voice over IP and Voice over PCM Digital Wireline Telephones», [TR-41]. Publicada en diciembre de 2000, define los requisitos de calidad de funcionamiento audio de los teléfonos, auriculares y el kit manos libres para los teléfonos inalámbricos digitales con independencia del protocolo o el formato digital. Esta norma sólo se aplica a la banda estrecha convencional, es decir a la gama de frecuencias comprendidas entre 300 y 3 400 Hz. La telefonía de banda ancha, en la gama de frecuencias 150 y 6 800 Hz, es una mejora que probablemente ofrecerán los teléfonos VoIP. Los requisitos de calidad de funcionamiento de la telefonía de banda ancha se especificarán en futuras normas TIA/EIA.

TIA TIA/EIA/IS – 811, «Telecommunications – Telephone Terminal Equipment – Performance and Interoperability Requirements for Voice-over-IP (VoIP) Feature Telephones», [TR-41]. Publicada en julio de 2000, especifica los requisitos de compatibilidad, la calidad de funcionamiento acústica, el soporte de servicios complementarios, la compatibilidad electromagnética y el funcionamiento ambiental de los teléfonos que incorporan la función VoIP. Esta norma se aplica concretamente a los teléfonos VoIP que se conectan a redes Ethernet mediante un par trenzado no apantallado certificado (por la ISO/CEI 11801). Esta norma armoniza, en la medida de lo posible, las normas IEEE 802.3 para la interfaz eléctrica/física de Ethernet.

TIA TSB-116, «Telecommunications – IP Telephony Equipment – Voice Quality Recommendations for IP Telephony», [TR-41]. Publicada en marzo de 2001. El objetivo de esta TSB es proporcionar directrices sobre la calidad vocal de extremo a extremo para telefonía IP (por ejemplo, América del Norte) y un ejemplo didáctico de modelo E para varios casos de IP. La telefonía IP introduce diversas degradaciones, unas nuevas y otras conocidas. El modelo E (Rec. UIT-T G.107) puede emplearse para estimar la calidad vocal de extremo a extremo, tomando en consideración los parámetros y degradaciones de la telefonía IP. En primer lugar, describe cómo se solucionan las degradaciones de la telefonía IP en el modelo E y posteriormente ofrece recomendaciones de diseño generales para obtener la mejor calidad de funcionamiento vocal posible con independencia del costo, la tecnología disponible o los requisitos del cliente. Estas recomendaciones incluyen casos de IP concretos que sirven de ejemplo didáctico de aplicación del modelo E para analizar redes reales.

TIA TSB-122-A, «Telecommunications – IP Telephony Equipment – Voice Gateway Loss and Level Plan Guidelines»; incluidas las correspondientes ANSI/EIA/TIA-470-B (teléfonos analógicos) y ANSI/TIA/EIA-810-A (teléfonos digitales).

TIA TR-41.4: [PN-3-4462-URV] «Performance and Interoperability Requirements for Voice-over-IP (VoIP) Telephone Terminals». Proyecto para revisar la TIA/EIA/IS-811 a fin de que adquiera el estatus de ANS. Aprobación: mayo de 2002.

TIA TR-41.4: [PN-3-4826] «IP telephony Voice Gateway Transmission Requirements». Amplía TIA TSB-122-A y permite el interfuncionamiento con las pasarelas vocales IP europeas. ETSI/STQ y TIA están preparando una norma equivalente y armonizada relativa a la planificación de pérdidas de medio canal.

TIA TR-34.1 GT, «Satellite IP (VoIP) over Satellite». Examina los aspectos relacionados con la calidad de funcionamiento.

TIA TR-45.4, «Radio to Switching Technology». En estas especificaciones se emplea el IP móvil en sus interfaces R-P (Radio-Packet) (por ejemplo, la interfaz A) con la PDSN (Packet Data Switching Network). TIA/EIA/IS-2001, «Interoperability Specifications (IOS) for cdma2000 Access Network Interfaces», publicada en diciembre de 2000, trata de las características correspondientes a la fase 0 de la interfaz radio-eléctrica 1X TIA/EIA IS-2000, «cdma2000 Series», incluida la interfaz abierta de datos de paquetes. Por otra parte, se está concretando un proyecto que podría consistir en una evolución de TIA/EIA/IS-2001 (que incorpora la mayoría de las características de liberación A), en particular la selección PDSN sencilla, la transmisión simultánea de voz y datos, ráfagas cortas de datos, la transferencia entre generaciones y la mejora de los datos por paquetes. Existe otro proyecto de revisar la TIA/EIA/IS-2001-A, relativo a la transformación de las especificaciones de interfuncionamiento (IOS) de la serie V4.x del 3GPP2 (terminación prevista para mediados de 2001). Entre las características que tendrán las IOS V4.2 puede citarse 1x EV/DO (quizá independiente de la V4.2), QoS de extremo a extremo y negociación de la QoS, operaciones, administración, mantenimiento y configuración de las RAN, explotación de dispositivos de un solo canal común e interfuncionamiento con la RDSI de 128 kbit/s. Obsérvese asimismo que la IOS V5.0, que preparará el 3GPP2, contendrá, según lo previsto, la fase 1 totalmente IP.

Proyecto TIPHON del ETSI: Comunicación entre usuarios conectados a redes IP y circuitos conmutados.

GT sobre PSTN/Internet Interfaces (PINT) del IETF: Trata de las conexiones mediante las cuales las aplicaciones Internet pueden solicitar y enriquecer los servicios telefónicos de la RTPC. Un ejemplo es el servicio de páginas amarillas en la Red con la posibilidad de iniciar llamadas RTPC entre clientes y proveedores. Otras actividades son el protocolo de transferencia de apoyo al servicio (SSTP), los protocolos y arquitecturas de gestión de servicios y los protocolos necesarios para la explotación de servicios mediante los cuales el usuario de Internet puede solicitar la iniciación de una llamada telefónica (esto es, por la RTPC) a un terminal RTPC (es decir, un teléfono o un fax).

GT sobre SPIRITS (Services in the PSTN/IN Requesting Internet Services) del IETF: Versa sobre cómo los servicios que ofrecen las entidades de red IP pueden activarse mediante peticiones desde la red inteligente (IN), así como los protocolos mediante los cuales la RTPC puede solicitar la realización de acciones en la red IP en respuesta a eventos (activadores de la IN) que se producen en la RTPC/IN. El proyecto SPIRITS trata de la arquitectura y protocolos para la protección del transporte de información de activación de la IN (petición de acciones, así como notificaciones de eventos sencillos, incluidos los parámetros) desde la RTPC/IN a la red IP, y las respuestas facultativas de la red IP a la RTPC/IN.

GT SIGTRAN (Signalling Transport) del IETF: Estudia el transporte de señalización de la RTPC basada en paquetes a través de redes IP, habida cuenta de los requisitos funcionales y de calidad de funcionamiento de la señalización RTPC. Para el interfuncionamiento con la RTPC, las redes IP necesitan transportar señales como por ejemplo mensajes Q.931 o ISUP del SS7 entre nodos IP, tales como el controlador de la pasarela de medios y de señalización o la pasarela de medios.

GT MEGACO (Media Gateway Control) del IETF: Estudia las arquitecturas y requisitos para el control de las pasarelas de medios desde elementos de red externos, tales como el controlador de la pasarela de medios.

3b Interfuncionamiento de tecnologías diferentes

i) Normas (IETF) tales como MPLS, DiffServ (Differentiated services – best effort in IP networks, QoS Forum.org) y RSVP

CE 11 del UIT-T, «Requisitos y protocolos de señalización», la segunda serie de protocolos BICC ya se ha concluido (julio de 2001), lo que permite a los operadores ofrecer el conjunto completo de servicios RTPC/RDSI, incluidos los servicios complementarios, a través de diversas redes de transporte de datos. Por otra parte, el conjunto 2 de capacidades (CS 2) BICC contiene protocolos de señalización para redes inalámbricas de tercera generación, que permiten establecer llamadas sin transcodificación, lo que en última instancia se traduce en una reducción de los costos sin modificar ninguna característica de la llamada.

GT sobre MPLS del IETF: Este Grupo de Trabajo se encarga de normalizar la tecnología básica de conmutación por etiquetas y para la aplicación de trayectos conmutados por etiquetas a través de diversas tecnologías de nivel de enlace, por ejemplo paquetes por Sonet, retransmisión de tramas, ATM, y las tecnologías LAN (todos los tipos de Ethernet, Token Ring, etc.). Estudia además los procedimientos y protocolos para la distribución de etiquetas entre encaminadores, la encapsulación y consideraciones relativas a la multidifusión.

GT sobre DiffServ (servicios diferenciados) del IETF: Se encarga de las clases de servicio diferenciados para el tráfico Internet, a fin de explotar los diversos tipos de aplicaciones y necesidades comerciales concretas. Trata además de elementos que condicionan el tráfico y comportamientos por dominio.

GT sobre RSVP (Protocolo de reserva de recursos) (concluido): El objetivo primario era actualizar la especificación RSVP e incorporarla en el documento de trabajo (standards track) sobre Internet.

ii) Protocolos de voz y vídeo en tiempo real (RTP y RTCP)

GT sobre «Trasporte de audio/vídeo (AVT)» del IETF.

Nota del sector industrial: Las normas de codificación de audio y vídeo a nivel RTP se definen mediante las cabidas útiles publicadas en las RFC del IETF. No obstante, existen algunas descripciones de la UIT y otras organizaciones de normalización, que complementan o recogen exactamente las definiciones del IETF (por ejemplo, cuando el número de RFC no existe en el momento de aprobar una Recomendación, véase el Anexo F a la H.225.0). El IETF publica, por medio del Grupo de Trabajo sobre AVT, las RFC una vez examinadas las propuestas concretas de los aspectos del protocolo y, en principio, no distingue entre propuestas de marca y las basadas en normas. Como ejemplo de organizaciones de normalización que participan en estos trabajos pueden citarse, además de la CE 16 del UIT-T, el 3GPP, el 3GPP2 y el MPEG.

TIA TSB-116, «Telecommunications – IP Telephony Equipment – Voice Quality Recommendations for IP Telephony.» Comprende el modelo E (Recomendación UIT-T G.107) para la estimación de la calidad vocal de extremo a extremo.

GT sobre SIP (Protocolo de iniciación de sesión) del IETF: Establecido para continuar el desarrollo del SIP, especificado actualmente en la norma RFC 2543. El SIP es un protocolo basado en texto, similar al HTTP y al SMTP, que sirve para iniciar sesiones de comunicación interactivas entre usuarios, tales como voz, vídeo, conversación, juegos interactivos y realidad virtual. El GT se ocupa principalmente de la especificación del SIP y sus ampliaciones y no explora la utilización del SIP para entornos o aplicaciones específicas.

GT MMUSIC (Multiparty Multimedia Session Control): Elabora documentos de trabajo sobre protocolos para sesiones de teleconferencias por Internet. El MMUSIC se encarga principalmente de las conferencias poco controladas que dominan la Mbone actualmente. Ahora bien, el GT también se asegura de que sus protocolos son lo suficientemente generales como para utilizarlos en la gestión de sesiones fuertemente controladas. Los temas de estudio conexos son la conferencia multimedios (por ejemplo, AVT, RSVP) y la compatibilidad de los resultados de este GT con otras normas aplicables (por ejemplo, SIP/SAP/SDP con las Recs. UIT-T H.323 y H.332).

4 Seguridad

GT 3 de la CE 7 del UIT-T, Cuestión 13, «Servicios, mecanismos y protocolos de seguridad». La CE 7 es la CE rectora de la seguridad de sistemas de comunicación.

CE 16 del UIT-T, Cuestión G, «Seguridad de los sistemas y servicios multimedia».

TIA TR-45.2: Estudia actividades relacionadas con el transporte IP, lo que ha culminado en una colaboración con TR-45, «Mobile & Personal Communications Public 800 Standards» AHAG (Ad-Hoc Authentication Group), sobre cuestiones de seguridad en el transporte basado en IP.

Los GT sobre *Security Area* del IETF (es decir, ipsec e ipsra).

4a Fiabilidad

TIA TR-41.4: [PN-3-4462-URV] «Performance and Interoperability Requirements for Voice-over-IP (VoIP) Telephone Terminals». Proyecto de revisión de la TIA/EIA/IS-811 y para convertirla en ANS.

4b Vulnerabilidad

TIA TR-41.4: [PN-3-4462-URV] «Performance and Interoperability Requirements for Voice-over-IP (VoIP) Telephone Terminals». Proyecto de revisión de la TIA/EIA/IS-811 y para convertirla en ANS.

5 Interoperabilidad: Coexistencia y estrategias de evolución/transición (tecnología, disponibilidad, ...)

CE 9 del UIT-T, Proyecto IPCablecom (<http://www.itu.int/itudoc/itu-t/com9/ipcable/index.html>).

CE 13 del UIT-T, Cuestión 5, «Interfuncionamiento de redes, incluidas las redes multiservicio del protocolo Internet (IP)».

CE 13 del UIT-T, Cuestión 11, «Mecanismos para hacer posible que los servicios basados en el protocolo Internet (IP) que utilizan conmutación de etiquetas multiprotocolo (MPLS) funcionen en redes públicas».

CE 13 del UIT-T, Cuestión 14, «Principios y características funcionales de las arquitecturas de acceso en las capas inferiores para sistemas basados en el protocolo Internet (IP) y otros sistemas».

CE 16 del UIT-T, Cuestión D, «Interoperabilidad de sistemas y servicios multimedia».

CE 16 del UIT-T, Cuestión G, «Seguridad de los sistemas y servicios multimedia».

CE 16 del UIT-T, Cuestión 3, «Infraestructura e interoperabilidad de multimedia por sistemas de redes de paquetes».

Recomendaciones UIT-T de la serie Y.1400 relacionadas con IP.

TIA TR-45.2: Tiene previsto normalizar un mecanismo de transporte basado en IP en una futura revisión de TIA/EIA-41, «Cellular Radiotelecommunication Intersystem Operations» y está ejecutando un proyecto (PN-4762) que se publicará como TIA/EIA/IS-879, «Internet Protocol Based Data Transfer Services», relativo a servicios de transferencia de datos basados en IP para TIA/EIA-41. Aprobación: tercer trimestre de 2001.

TIA TR-45.2: (PN-4934) se publicará como TIA/EIA/IS-872, «IP Core Network-Legacy MS Support Domain» y (PN-4935) se publicará como TIA/EIA/IS-873, «IP Core Network-Multimedia Domain».

TIA TR-45.3, «Time Division Digital Technology». Se ha terminado una actualización de la tecnología Comunicaciones inalámbricas universales TDMA (UWC-136) y se publicará como TIA/EIA-136-Rev C, «TDMA Third Generation [3G] Wireless». TR-45.3 colabora con el ETSI para diseñar una sección de datos de la tecnología de transmisión radioeléctrica (RTT) UWC-136, una red troncal del servicio general de radiocomunicaciones por paquetes (GPRS) para el tráfico IP, basada en las especificaciones de GSM del ETSI.

Proyecto TIPHON del ETSI: Comunicación entre usuarios conectados a redes IP y circuitos conmutados.

GT SPIRITS del IETF: Estudio del acceso RTPC/RI a la red IP y las respuestas opcionales de la red IP a la RTPC/RI.

5a Volumen de tráfico (incidencia del tráfico IP en el tráfico RTPC fijo y móvil), ingeniería de tráfico y dimensionamiento de redes IP

GT 1 de la CE 2 del UIT-T, Cuestión 2, «Planes de encaminamiento e interfuncionamiento para redes fijas y móviles».

GT 3 de la CE 2 del UIT-T, «Ingeniería de tráfico».

GT TEWG (Internet Traffic Engineering) del IETF.

5b Temas pendientes en el UIT-T (en particular el proyecto IP del UIT-T)

CE 4 del UIT-T, Cuestión 10, «Marco para la gestión unificada de las redes integradas con conmutación de circuitos y basadas en paquetes (haciendo un énfasis inicial en las redes basadas en IP)».

CE 13 del UIT-T, Descripción del proyecto IP, versión 5 (<http://www.itu.int/UIT-T/studygroups/com13/ip/documents/IPProjectLastVersion5.doc>).

Alcance del proyecto IP del UIT-T: 1) Aplicaciones IP incluidos los multimedios: Cuestión 3/13, SG 10, SG 16. 2) Interfuncionamiento de servicios: Cuestiones 2/13, 5/13. 3) Acceso IP y no IP: Cuestiones 12/13, 14/13, CE 15 y 16. 4) Soporte de señalización: CE 11. 5) Capacidades de red: Cuestiones 1, 2, y 3/13, CE 9. 6) Interfuncionamiento: Cuestión 5/13, CE 16 y CEE. 7) Calidad de funcionamiento IP: Cuestión 6/13, CE 2 y 12. 8) Transporte IP: Cuestiones 10/13, 16/13, CE 15. 9) Gestión: CE 4, 6/CEE, 4/15, 3/16. 10) Denominación, numeración, direccionamiento y encaminamiento: CE 2. 11) Arquitectura y marcos generales de redes: Cuestiones 1, 11, 14 y 16/13. 12) Asuntos operacionales: CE 2, 3 y 7.

CE 13 del UIT-T Lista de cuestiones de estudio (<http://www.itu.int/UIT-T/studygroups/com13/questions.html>).

CE 16 del UIT-T Lista de cuestiones de estudio (<http://www.itu.int/UIT-T/studygroups/com16/questions.html>).

Organización de las Recomendaciones UIT-T de la serie Y.1000 relacionadas con IP.

Contribución sobre redes basadas en IP de la CE 13 al Informe del Secretario General para el Consejo de la UIT (<http://www.itu.int/UIT-T/studygroups/com13/ip/documents/ip.doc>).

Relación entre los GT del IETF y las CE UIT-T (<http://www.itu.int/UIT-T/studygroups/com13/ip/ietf-wg.html>).

5c Ejemplos de coexistencia y migración

i) Plataformas IP

TIA/EIA/IS – 811, «Telecommunications – Telephone Terminal Equipment – Performance and Interoperability Requirements for Voice-over-IP (VoIP) Feature Telephones». Armoniza, en la medida de lo posible, las normas IEEE 802.3 para la interfaz eléctrica/física Ethernet.

TIA TR-41.4: [PN-3-4462-URV] «Performance and Interoperability Requirements for Voice-over-IP (VoIP) Telephone Terminals.» Proyecto para revisar la TIA/EIA/IS-811 y darle un estatus de ANS.

Proyecto TIPHON del ETSI: Comunicación entre usuarios conectados a redes IP y circuitos conmutados.

ii) Pasarelas

TIA TSB-122-A, «Telecommunications – IP telephony Equipment – Voice Gateway Loss and Level Plan Guidelines». Trata de los requisitos de transmisión (pérdidas y nivel) para las pasarelas vocales. Este TSB consta de dos tipos diferentes de teléfonos: teléfonos analógicos compatibles con los parámetros especificados en ANSI/EIA/TIA-470-B y teléfonos digitales compatibles con ANSI/TIA/EIA-810-A.

TIA TR-41.4: [PN-3-4826] «IP telephony Voice Gateway Transmission Requirements». Amplía la TIA TSB-122-A y permite el interfuncionamiento con las pasarelas vocales IP europeas. ETSI/STQ y TIA están preparando una norma equivalente y armonizada relativa a la planificación de pérdidas de medio canal.

GT IPTEL (IP telephony) del IETF: «Framework for a Gateway Location Protocol (RFC 2871)».

GT SIGTRAN (Signalling Transport) del IETF: Señalización y mensajes de transporte de redes RTPC-RI entre nodos IP tales como el controlador de la pasarela de señalización y pasarela de medios o la pasarela de medios.

GT MEGACO (Media Gateway Control) del IETF: Versa sobre arquitecturas y requisitos para controlar pasarelas de medios desde elementos de red tales como un controlador de pasarela de medios. Entre los resultados pueden citarse el lote R2 Megaco/H.248, la MIB Megaco, el lote NAS Megaco/H.248, y la arquitectura y requisitos del protocolo de control de pasarela de medios (RFC 2805), el protocolo Megaco (incluidos los errores) (RFC 3015) y Megaco IP Phone Media Gateway Application Profile (RFC 3054).

5d Protocolos (en pro de IPV6, BICC, ...)

CE 11 del UIT-T: El concepto de capacidades 2 BICC está terminado (julio de 2001), lo que permite a los operadores ofrecer el conjunto completo de servicios RTPC/RDSI, incluidos los servicios suplementarios, a través de diversas redes de transporte de datos. Por otra parte, El conjunto 2 de capacidades (CS 2) BICC contiene protocolos de señalización para redes inalámbricas de tercera generación, que permiten establecer llamadas sin transcodificación lo que en última instancia se traduce en una reducción de los costos sin modificar ninguna característica de la llamada. Véanse también el CS 1 BICC y las Recomendaciones de la serie Q.

TIA/EIA/IS – 811, «Telecommunications – Telephone Terminal Equipment – Performance and Interoperability Requirements for Voice-over-IP (VoIP) Feature Telephones». Armoniza, en la medida de lo posible, las normas IEEE 802.3 para la interfaz eléctrica/física Ethernet.

TIA TR-41.4: [PN-3-4462-URV] «Performance and Interoperability Requirements for Voice-over-IP (VoIP) Telephone Terminals». Proyecto de revisión de la TIA/EIA/IS-811 para convertirla en ANS.

Actividades relacionadas con los GT IPTEL, PINT, SIP y MMUSIC del IETF.

5e Interred (inter-RTPC)

Abarca varias CE del UIT-T pertinentes mencionadas anteriormente, que estudian muchos aspectos del funcionamiento entre redes con la RTPC/RDSI.

TIA/EIA-810-A, «Telecommunications – Telephone Terminal Equipment – Transmission Requirements for Narrowband Voice over IP and Voice over PCM Digital Wireline Telephones». Los requisitos de la telefonía en banda ancha se tratarán en una futura norma TIA/EIA.

TIA/EIA/IS – 811, «Telecommunications – Telephone Terminal Equipment – Performance and Interoperability Requirements for Voice-over-IP (VoIP) Feature Telephones». Armoniza, en la medida de lo posible, las normas IEEE 802.3 para la interfaz eléctrica/física Ethernet.

TIA TR-41.3, «Analog and Digital Wireline Terminals». [PN-3-4705] «Transmission Requirements for Wideband Digital Wireline Telephones» produce una norma similar a la TIA/EIA-810-A, en la que se definen los requisitos de la calidad de funcionamiento de transmisión de los teléfonos de banda ancha en la gama de frecuencias 150 a 6800 Hz. Se prevé que la aplicación principal de esta norma será la telefonía IP. Terminación: 2002.

TIA TR-41.4: [PN-3-4726] «Location Identification and Callback Procedures for IP Terminals» es un proyecto sobre el equivalente de E911 para terminales IP. Aprobación: después de febrero de 2002.

TIA TR-41.4: [PN-3-4462-URV] «Performance and Interoperability Requirements for Voice-over-IP (VoIP) Telephone Terminals». Proyecto de revisión de TIA/EIA/IS-811 para convertirla en ANS.

5f Intrared (entre redes RTPC/IP), por ejemplo, la interoperabilidad de Info. Sys.

CE 4 del UIT-T, Cuestión 10, «Marco para la gestión unificada de las redes integradas con conmutación de circuitos y basadas en paquetes (con énfasis inicial en las redes basadas en IP)».

5g Operaciones y mantenimiento de redes IP

CE 4 del UIT-T, Cuestión 10, «Marco para la gestión unificada de las redes integradas con conmutación de circuitos y basadas en paquetes (haciendo un énfasis inicial en las redes basadas en IP)».

CE 13 del UIT-T, Cuestión 3, «Explotación, administración y mantenimiento (OAM) y gestión de red en redes basadas en el protocolo Internet (IP) y otras redes».

Recomendaciones UIT-T de la serie Y.1700 relacionadas con IP.

Subcomité Técnico T1M1 del Comité T1, «Internetwork Operations, Administration, Maintenance & Provisioning (IOAM&P)». Elabora normas e informes técnicos sobre operaciones, mantenimiento y configuración entre redes relacionados con interfaces de red. Asimismo estudia los aspectos de operaciones entre redes tales como la gestión de red; instalación de circuitos e instalaciones, preparación, restauración, mantenimiento rutinario, localización y reparación de averías, puntos de contacto para operaciones entre redes y evaluación de servicios.

IETF: Los GT sobre operaciones y gestión.

5h Sistemas de tarificación de la interconexión (entre operadores)

Recomendaciones UIT-T de la serie Y.1800 relacionadas con IP.

6 Aplicaciones y servicios

CE 16 del UIT-T, Cuestión C, «Aplicaciones y servicios multimedios».

CE 16 del UIT-T, Cuestión H, «Accesibilidad a los sistemas y servicios multimedios».

Recomendaciones UIT-T de la serie Y.1100 relacionadas con IP.

7 Codificación

Comité Técnico Mixto de la Organización Internacional de Normalización y la Comisión Electrotécnica Internacional (ISO/IEC JTC1) / SC29, «Coding of Audio, Picture, Multimedia and Hypermedia Information». Se encarga de la normalización de representaciones codificadas de audio, imágenes, multimedia e información hipermedios, y de conjuntos de funciones de compresión y control para utilizarlas en esa información [por ejemplo, MPEG en GT 11 en <http://www.itsecj.ipsj.or.jp/sc29/29w42911.htm>]. Obsérvese que hay un interés mutuo entre la CE 16 del UIT-T SG16 e ISO/IEC JTC 1/SC 29 (por ejemplo, el GT 11) que estudia la transmisión de vídeo/audio MPEG-4 IP por medio de trenes de sistemas MPEG-4, y la futura normalización de la codificación vídeo.

Nota del sector industrial: La norma MPEG/Audio no es pertinente para la telefonía Internet, dado que trata principalmente de transmisión del tipo difusión/emisión de secuencias, que es diferente de las aplicaciones de conversación tales como la telefonía IP. Las entidades que estudian estos temas son el UIT-T, ETSI & ARIB, 3GPP, TIA, 3GPP2.

TIA/EIA-810-A, «Telecommunications – Telephone Terminal Equipment – Transmission Requirements for Narrowband Voice over IP and Voice over PCM Digital Wireline Telephones». Los requisitos de calidad de funcionamiento de la telefonía en banda ancha se tratarán en una futura norma TIA/EIA.

TIA TR-41.3: [PN-3-4705] «Transmission Requirements for Wideband Digital Wireline Telephones».

TIA TR-41.4: [PN-3-4462-URV] «Performance and Interoperability Requirements for Voice-over-IP (VoIP) Telephone Terminals». Proyecto de revisión de TIA/EIA/IS-811 y para convertirla en ANS.

GT MMUSIC (Multiparty Multimedia Session Control) del IETF WG: Actividades de codificación relacionadas con sesiones de teleconferencia Internet y conferencias controladas.

7a Tecnologías de codificación empleadas para comprimir/optimizar la anchura de banda (ISO, IETF, CE9 y otras organizaciones de normalización, ...)

Recomendaciones de la serie G del UIT-T, «Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales».

Nota del sector industrial: Véanse las Recs. UIT G.711, G.723.1, G.726, G.729/G.729A; G.722, G.722.1, y G.722.2 (muy reciente); AMR y AMR-WB del 3GPP; y SMV (inconclusa) del 3GPP2. La labor en el UIT-T está a cargo del GT 3 de la CE 16 «Codificación de medios», con las Cuestiones pertinentes: 6 (Vídeo), 7 (Voz en banda ancha), 8 (Voz a 4 kbit/s), 9 (Voz a velocidad variable).

Subcomité Técnico T1A1 del Comité T1: ANS T1.521, «A Packet Loss Concealment Technique for Use with UIT-T Recommendation G.711». Adoptado en la Recomendación UIT-T G.711, «Modulación por impulsos codificados (MIC) de frecuencias vocales».

Subcomité Técnico T1A1 del Comité T1: ANS T1.521A, «Packet Loss Concealment for Use with UIT-T Recommendation G.711, Annex B». Define una técnica PLC adicional.

7b Convergencia de codificación (por ejemplo, MPEG)

CE 16 del UIT-T y las Recomendaciones conexas de la serie G.720.

Nota del sector industrial: El AMR es el códec vocal obligatorio en 3G. Los codificadores *de facto* son G.723.1 y G.729/G.729A. No obstante, la demanda de mayor anchura de banda es cada vez más frecuente, por ejemplo G.726 o G.711.

Nota del sector industrial: El MPEG no es un códec de convergencia para la telefonía IP, dado que no está concebido para aplicaciones de conversación. La norma MPEG/Audio predomina para las aplicaciones de emisión de secuencias. Sin embargo, cada vez hay más sistemas no MPEG *de facto* (no normalizados) por ejemplo, Real Audio, Windows Media Player, QuickTime.

8 Accesibilidad

8a Tipos de acceso

TIA/EIA/IS – 811, «Telecommunications – Telephone Terminal Equipment – Performance and Interoperability Requirements for Voice-over-IP (VoIP) Feature Telephones». Armoniza, en la medida de lo posible, las normas IEEE 802.3 para la interfaz eléctrica/física Ethernet.

TIA TR-41.4: [PN-3-4462-URV] «Performance and Interoperability Requirements for Voice-over-IP (VoIP) Telephone Terminals». Proyecto de revisión TIA/EIA/IS-811 para convertirla en ANS.

GT SPIRITS del IETF: Trata de acceso desde la RTPC/RI a la red IP, y las respuestas opcionales de la red IP a la RTPC/RI.

9 Planes de numeración y direccionamiento en redes IP para el interfuncionamiento con la RTPC

Proyecto Internet del IEFT «A Framework for ENUM Neutrality» (<http://search.ietf.org/internet-drafts/draft-rutkowski-enum-neutrality-00.txt>).

Proyecto TIPHON del ETSI: Estudios sobre aspectos relacionados con numeración/direccionamiento y movilidad.

Comités Técnicos del Comité T1 y Comités de ingeniería de TIA que estudian las cuestiones técnicas de numeración/direccionamiento.

[Potencialmente] Subcomité Técnico T1A1 del Comité T1: T1 TR 55, «Reliability and Survivability Aspects of the Interactions Between the Internet and Public Telecommunications Networks».

9a El UIT-T y la iniciativa ENUM (en colaboración con el IETF)

GT ENUM (Telephone Number Mapping) del IETF (<http://www.ietf.org/html.charters/enum-charter.html>).

Anexo L – Opinión A del FMPT-01

Consecuencias generales de la telefonía IP para los Miembros de la UIT, en lo que respecta a:

- a) las políticas y reglamentaciones en materia de telecomunicaciones de los Estados Miembros de la UIT;
- b) los efectos de la telefonía IP para los países en desarrollo, especialmente en relación con el marco de políticas y reglamentaciones y también los aspectos técnicos y económicos;
- c) los efectos de la telefonía IP para las actividades de los Miembros de los Sectores, especialmente en lo que respecta a los desafíos financieros y las oportunidades comerciales que ofrece.

El tercer Foro Mundial de Política de las Telecomunicaciones (Ginebra, 2001),

considerando

que, de conformidad con las disposiciones básicas de la Constitución de la UIT, cada Estado Miembro tiene el derecho soberano de formular políticas de telecomunicaciones para atender a sus necesidades y objetivos y que entre los objetivos de la Unión figuran los siguientes:

- mantener y ampliar la cooperación internacional entre todos los Miembros de la Unión para el mejoramiento y el empleo racional de toda clase de telecomunicaciones;
- favorecer el desarrollo de medios técnicos y su explotación más eficaz con miras a aumentar el rendimiento de los servicios de telecomunicación, acrecentar su empleo y lograr la mayor disponibilidad general de los mismos para el público;
- fomentar la extensión de los beneficios aportados por las nuevas tecnologías de telecomunicación a todos los habitantes del mundo;
- facilitar la normalización mundial de las telecomunicaciones, con una calidad de servicio satisfactoria;
- fomentar la colaboración entre Estados Miembros y Miembros de los Sectores con miras a establecer tasas lo más bajas posible compatibles con un servicio eficaz, teniendo en cuenta la necesidad de mantener una administración financiera de las telecomunicaciones independiente y coherente,

reconociendo (consecuencias económicas más pronunciadas para un país)

- a) que la implantación de redes y aplicaciones basadas en IP puede beneficiar a los usuarios, las industrias y la economía en general porque favorece las innovaciones técnicas y del mercado así como la diversidad y el crecimiento económicos, sin olvidar el potencial de mejora de las redes de comunicaciones recurriendo a otras nuevas tecnologías;
- b) que estas nuevas capacidades de comunicación mejoradas pueden ser esenciales para el desarrollo de otros sectores de servicios y también para la producción y distribución de mercancías en la economía mundial en su conjunto;
- c) que es probable que las aplicaciones basadas en IP sean más fácilmente accesibles a precios rentables, para beneficio de todos los usuarios e industrias del sector, especialmente si se suministraran en condiciones de competencia con múltiples fuentes o medios alternativos disponibles para responder a las necesidades de los usuarios y el sector industrial;
- d) que la telefonía IP y otras aplicaciones basadas en IP pueden considerarse una importante oportunidad para que todos los países respondan a la convergencia de las tecnologías de la información y la comunicación y desarrollen sus redes con el fin de aumentar la disponibilidad y utilización de una gama más amplia de modernas capacidades de comunicación,

tomando nota (consecuencias para los operadores)

- a) del permanente desarrollo de Internet y de las redes basadas en IP como medios significativos para las comunicaciones y el comercio;

Informe esencial sobre telefonía IP

- b) de que la flexibilidad de las tecnologías IP contribuirá a una integración de las redes vocales y de datos, con lo cual los proveedores podrán aprovechar las ventajas de las sinergias y las posibles reducciones de costos, que posibilitarán la prestación de nuevos servicios y nuevas aplicaciones para beneficio de todos los ciudadanos;
- c) de que las redes que pueden dar soporte a la telefonía IP se están diseñando con una gran variedad de redes básicas y de tecnologías y capacidades de acceso, comprendidas las tecnologías inalámbricas;
- d) de la posibilidad de que los sistemas móviles inalámbricos evolucionen hacia una estructura basada en IP y puedan así prestar servicios vocales, de datos y multimedios integrados, así como tener acceso a Internet;
- e) de las dificultades y oportunidades a las que los Miembros de los Sectores hacen frente durante esta transición hacia una industria impulsada por el mercado;

consciente (consecuencias para las políticas estatales y la reglamentación)

- a) de que los Estados Miembros ponen en práctica políticas con miras a:
 - i) atraer inversiones de capital para financiar infraestructuras que presten servicios a los usuarios y a la sociedad en su conjunto;
 - ii) estimular innovaciones para poder ofrecer en el mercado aplicaciones y productos que respondan a las necesidades de las personas;
 - iii) explotar las sinergias entre inversión de capital e innovación para facilitar el desarrollo económico sostenible que pueda atraer nuevas inversiones y crear el entorno necesario para propiciar más innovaciones;
- b) de que los Estados Miembros tienen objetivos nacionales de política pública para el sector de las telecomunicaciones, comprendidos el acceso y servicio universales, los mercados en régimen de competencia, las innovaciones tecnológicas y la transferencia de conocimientos técnicos, así como el desarrollo de recursos humanos, y de que puede haber metas de interés público (por ejemplo, el acceso a los servicios de emergencia, seguridad y privacidad);
- c) de que la telefonía IP ha ejercido ciertos efectos negativos sobre los ingresos en concepto de telefonía generados por numerosos operadores de telecomunicaciones, en particular en algunos países en desarrollo, pero que también podrían redundar en ingresos para otros operadores de comunicaciones y proveedores de servicios;
- d) de que el crecimiento dinámico de redes, aplicaciones y servicios basados en IP se ha debido a la combinación entre las inversiones e innovaciones de los sectores privado y público, así como a un entorno de genuina competencia;
- e) de que las iniciativas y las políticas relacionadas con las redes basadas en IP podrían beneficiarse de los aportes de los usuarios (consumidores y organizaciones comerciales),

opina

- a) que el suministro de aplicaciones de telefonía IP es más óptimo en un mercado en que los consumidores pueden elegir entre múltiples fuentes o medios alternativos disponibles para responder a sus necesidades ya que sólo de esa forma los consumidores, las empresas y la economía en general cosecharán los frutos de las innovaciones y la conveniencia de los costos;
- b) que la reglamentación pública debería tender a promover un entorno abierto a la competencia y que sería apropiado promulgar reglamentación cuando hay un mal funcionamiento del mercado o cuando la industria no logra satisfacer adecuadamente los intereses públicos (como en el caso del acceso y servicio universales); y que en ciertos países puede haber otras razones por las que los reguladores deban intervenir, por ejemplo para garantizar el reequilibrado de las tarifas;
- c) que los Estados Miembros deberían examinar cuidadosamente las consecuencias de someter las aplicaciones y servicios basados en IP a los sistemas de reglamentación existentes,

invita

- 1 a los Estados Miembros y Miembros de los Sectores a considerar la posibilidad de introducir y desplegar tecnologías y aplicaciones IP, comprendido el intercambio de información;
- 2 a todos los Estados Miembros a que examinen los marcos reglamentarios en vigor con miras a:
 - i) incentivar las inversiones, estimular las innovaciones y proseguir el desarrollo;
 - ii) alcanzar los objetivos de política pública en el contexto de un entorno de servicios de comunicación en plena convergencia;
 - iii) considerar la posibilidad de abrir sus mercados de servicios de comunicación a la telefonía IP, adoptando un enfoque orientado a la competencia para cumplir objetivos de política pública claramente definidos, teniendo en cuenta, entre otras cosas, el concepto de neutralidad de la tecnología para servicios totalmente sustituibles.

Anexo M – Opinión B del FMPT-01

Medidas para ayudar a los Estados Miembros y a los Miembros de los Sectores a adaptarse a los cambios en el entorno de las telecomunicaciones debidos a la aparición de la telefonía IP, incluido el análisis de la situación actual (por ejemplo, estudios de casos) y la formulación de posibles medidas de cooperación con los Estados Miembros y los Miembros de los Sectores para facilitar la adaptación al nuevo entorno

El tercer Foro Mundial de Política de las Telecomunicaciones (Ginebra, 2001),

considerando

que hace muchos años que los analistas tecnológicos observan la tendencia de los servicios de telefonía y otras formas de telecomunicaciones hacia la convergencia y que, en los últimos años, IP se viene perfilando como una de las posibles plataformas unificantes,

tomando nota

- a) de que algunos operadores de telecomunicaciones mundiales han anunciado que están pasando su tráfico a plataformas basadas en IP;
- b) de que la apertura a la competencia del mercado de las telecomunicaciones beneficia al consumidor;
- c) del cuidado puesto por la UIT, en sus definiciones de servicios, para no expresar implícitamente ni especificar una determinada tecnología,

consciente

- a) de que mejorar el acceso a Internet es un objetivo de política en algunos Estados Miembros;
- b) que las incipientes tecnologías IP ofrecen oportunidades para el desarrollo de nuevas aplicaciones multimediales, comprendidas las comunicaciones vocales;
- c) que el despliegue de dichas tecnologías puede brindar especiales ventajas a la pequeña y mediana empresa,

alienta a los Estados Miembros

a intercambiar experiencias sobre el desarrollo de nuevas metodologías y nuevos enfoques que reconozcan las condiciones del mercado de tecnologías avanzadas, como la telefonía IP, comprendidos, aunque no en forma exhaustiva, los siguientes:

- i) enfoques que apuntan a que la formulación de una reglamentación específica del sector sea neutral desde el punto de vista de la tecnología;
- ii) la aplicación de una legislación nacional sobre la competencia como parte de una política a favor de la competencia destinada a establecer un campo de juego equitativo;
- iii) la creación de bases duraderas para obtener la financiación del acceso/servicio universal,

invita al Secretario General y a los Directores de las Oficinas

1 a favorecer la comprensión de los beneficios que pueden aportar las tecnologías basadas en IP y sus aplicaciones y de las ventajas derivadas de la liberalización del mercado y, dentro de los recursos existentes en materia presupuestaria, ayudar a los Estados Miembros y Miembros de los Sectores, en especial en los países en desarrollo, en la forma siguiente:

- i) actualizar los estudios de casos sobre telefonía IP y realizar nuevos estudios, si fuera necesario;
- ii) llevar a cabo, previa petición, estudios de costos y crear un proceso para ayudar a los Miembros a que realicen estudios sobre rentabilidad con miras a la planificación de las inversiones en redes combinadas de telecomunicación y datos con plataformas IP;

Informe esencial sobre telefonía IP

- iii) contribuir a la obtención de inversiones y fomentar la utilización de recursos de organizaciones donantes y de financiación internacionales, tales como atractivos préstamos a largo plazo en condiciones favorables y flexibles y con intereses bajos;

2 a organizar, en cumplimiento de lo indicado *supra*, cursillos regionales en asociación con el sector privado y con los Estados Miembros, los Miembros de los Sectores y las organizaciones regionales de telecomunicaciones interesadas, como complemento de las actuales actividades de la UIT, teniendo en cuenta los siguientes elementos:

- los cursillos deberían dar lugar a la celebración de foros sobre los siguientes temas:
 - i) de qué manera la implantación de tecnologías basadas en IP puede facilitar la construcción de una infraestructura de telecomunicaciones y la evolución de las redes existentes;
 - ii) tecnologías que pueden dar soporte a la telefonía IP;
 - iii) cómo crear un entorno que logre incentivar inversiones destinadas al desarrollo de la infraestructura;
 - iv) cuestiones tales como las estructuras de costos, los mecanismos de fijación de precios, la interconexión, la numeración, la calidad de servicio y las consideraciones comerciales, etc.;
- con el fin de respaldar estas actividades, la UIT podría solicitar contribuciones voluntarias a los Estados Miembros, los Miembros de los Sectores y a otros participantes de la industria de las telecomunicaciones;
- los cursillos deberían ser un lugar de encuentro entre reguladores, funcionarios públicos a cargo del desarrollo económico y las telecomunicaciones, nuevos operadores y operadores tradicionales, proveedores de servicio Internet (ISP), proveedores de equipos, consumidores y organizaciones de consumidores.

Anexo N – Opinión C del FMPT-01

Medidas para ayudar a los Estados Miembros y los Miembros de los Sectores a hacer frente al problema del desarrollo de los recursos humanos necesarios para aplicar las nuevas tecnologías de telecomunicaciones, como la telefonía IP, y en particular hacer frente a la escasez de aptitudes y la necesidad de capacitación, y la transferencia de tecnología

El tercer Foro Mundial de Política de las Telecomunicaciones de la UIT (Ginebra, 2001),

considerando

- a) que entre los objetivos de la Unión figuran favorecer la difusión de los beneficios de las nuevas tecnologías de telecomunicación, estimular la participación constante del sector privado en el desarrollo de las telecomunicaciones, ofrecer asistencia técnica en la esfera de las telecomunicaciones e impulsar la movilización de los recursos materiales, humanos y financieros necesarios para la puesta en marcha de sistemas de telecomunicación;
- b) que el Consejo 2000 solicitó que se adoptaran medidas para ayudar a los Estados Miembros y Miembros de los Sectores a hacer frente al problema del desarrollo de los recursos humanos planteado por las nuevas tecnologías de telecomunicación, como el protocolo de transmisión de la voz por Internet,

reconociendo

- a) que los entornos económico, social, técnico y reglamentario están cambiando en el contexto de los avances actuales de la tecnología de la información y las telecomunicaciones;
- b) que la transición hacia un entorno IP plantea nuevas exigencias para la gestión y el funcionamiento en los Estados Miembros y los Miembros de los Sectores, así como en otras entidades privadas;
- c) la necesidad de que la UIT, y en particular el UIT-D/BDT, que desempeña un papel esencial en la ayuda a los países que están creando y perfeccionando capacidades institucionales, físicas y orgánicas en materia de telecomunicación, hagan frente a estos nuevos problemas,

reconociendo además

- a) que la rapidez con que los países puedan hacer extensivos los beneficios de las tecnologías de telecomunicación dependerá de su capacidad de contar con personal calificado capaz de superar las dificultades operacionales y de política motivadas por el nuevo entorno;
- b) que, en el entorno actual de la mundialización, la escasez de personal calificado y la ausencia de políticas generales sobre recursos humanos constituyen un obstáculo para la transición hacia un nuevo entorno IP en todos los países;
- c) que la transferencia de tecnología de los Miembros de los Sectores y Estados Miembros puede contribuir a reducir la disparidad de conocimientos, aunque el problema se agudiza debido a la «fuga de cerebros»,

alienta a los Estados Miembros y a los Miembros de los Sectores a tener en cuenta

que la capacitación y la educación de un amplio sector de la población beneficia a las personas, al sistema de comunicaciones, a las comunidades y a la economía en su conjunto, en particular, la capacitación y educación de los miembros del personal de las empresas de comunicaciones de pequeño tamaño y de tamaño medio, teniendo siempre presente las cuestiones de igualdad de género,

invita a la UIT y, en particular, al UIT-D

a facilitar la compartición de conocimientos y puntos de vista por los Estados Miembros y los Miembros de los Sectores acerca de las tendencias mundiales en todas las nuevas tecnologías, en particular, las aplicaciones IP, lo que incluye las actividades de otros organismos de normalización, el desarrollo de infraestructura, los servicios y las aplicaciones basadas en IP y las actividades y políticas de reglamentación,

Informe esencial sobre telefonía IP

invita al UIT-D

1 a que incentive a los Estados Miembros y Miembros de los Sectores a crear planes de transición integrados sobre recursos humanos destinados a las nuevas tecnologías, las operaciones comerciales y las actividades de política y reglamentación;

2 a que ayude a los Estados Miembros y Miembros de los Sectores a evaluar y determinar las necesidades nuevas y variables en materia de recursos humanos para hacer frente a los desafíos de un entorno de las comunicaciones en continua evolución;

3 a que recurra al personal de investigación y personal calificado de la BDT para definir:

- i) las cuestiones de DRH/GRH y capacitación relacionadas con la evolución de la red;
- ii) las cuestiones de DRH/GRH y capacitación relacionadas con las nuevas tecnologías, comprendido IP;
- iii) las aptitudes que darán lugar a la creación de un entorno comercial que incentivará las inversiones en infraestructura,

invita al UIT-T y al UIT-R

a que colaboren con el Director de la BDT y lo ayuden a crear los componentes en materia de capacitación técnica necesarios en cursillos, seminarios, proyectos de formación, foros y módulos del UIT-D,

invita a los Miembros de los Sectores

a que sugieran o inicien programas de desarrollo de recursos humanos y de inversión en infraestructura del UIT-D, o que participen en ellos,

invita a los Miembros de los Sectores y a los Estados Miembros

a que trabajen con instituciones educativas, las ONG y otras organizaciones a fin de aprovechar recursos, estudios y conocimientos especializados y a que contribuyan a ayudar a los países mediante la capacitación, la retención de recursos y otros asuntos relacionados con DRH/GRH,

invita al Secretario General y a los tres Directores

1 a difundir amplia información sobre la urgente necesidad de que las Naciones Unidas y los Estados Miembros examinen y elaboren políticas que culminen:

- i) en el reconocimiento de amplias oportunidades para expertos en tecnologías de la información y las telecomunicaciones;
- ii) en una generalizada capacitación y educación a todos los niveles de sus ciudadanos, teniendo en cuenta los aspectos del factor humano, en todos los campos tecnológicos de la información y las telecomunicaciones;

2 a alentar a los Asociados y, en particular, a la comunidad académica para que participen activamente en el intercambio de conocimientos y el desarrollo de aptitudes;

3 a desarrollar capacidades virtuales destinadas al intercambio mundial de conocimientos, la capacitación y el desarrollo de aptitudes;

4 a coordinar con las entidades regionales de telecomunicación la definición y elaboración de programas para potenciar el acervo de conocimientos técnicos regionales.

Anexo O – Opinión D del FMPT-01

Estudios fundamentales realizados por la UIT para facilitar la introducción de la «telefonía IP», incluidas consideraciones de interfuncionamiento e implicaciones al implantar la «telefonía IP» junto con las actuales redes de telecomunicaciones nacionales e internacionales con conmutación de circuitos en los países en desarrollo

El Tercer Foro Mundial de Políticas de las Telecomunicaciones (Ginebra, 2001),

considerando

- a) que es esencial tomar importantes decisiones de carácter técnico, económico y reglamentario para que los países en desarrollo puedan introducir la «telefonía IP»;
- b) que los Sectores de la UIT deben realizar más estudios para facilitar la introducción de la «telefonía IP», analizando los temas de interfuncionamiento e interconexión con las actuales redes de telecomunicaciones con conmutación de circuitos especialmente en los países en desarrollo a fin de que puedan tomar las decisiones adecuadas a su debido tiempo,

invita a los tres Sectores de la UIT

a que cada uno de ellos, en el marco de sus competencias, y sobre la base de las contribuciones de los Estados Miembros y Miembros de los Sectores de la UIT, inicien nuevos estudios o continúen los que realizan actualmente y presenten cualesquiera conclusiones a la mayor brevedad posible para facilitar la introducción de la «telefonía IP» en todo el mundo, particularmente con respecto a:

1 en el UIT-R,

compatibilidad e interfuncionamiento del acceso radioeléctrico entre las redes IP y la RTPC;

2 en el UIT-T,

- a) una clara definición de trabajo de «telefonía IP» y de «telefonía Internet»;
- b) determinar si es oportuno y, en caso afirmativo, en qué medida:
 - i) se requiere compatibilidad de la «telefonía IP» con el actual servicio telefónico internacional y no imponer más condiciones a las actuales redes internacionales con conmutación de circuitos;
 - ii) la compatibilidad debe también incluir aspectos de medición de la calidad de funcionamiento y otros aspectos indicados en las Recomendaciones UIT-T pertinentes, en particular los relativos a la calidad de servicio, pero no debe limitarse a estos temas;
- c) determinar si es oportuno y, en caso afirmativo, en qué medida:
 - i) considerar la posibilidad de que la «telefonía IP» se convierta en parte de la RTPC nacional;
 - ii) es necesario considerar los aspectos de la identificación y la medición del tráfico en lo que concierne al interfuncionamiento de las redes basadas en IP y las RTPC/RDSI.
- d) identificar los elementos de costo de la conectividad IP internacional con respecto a la introducción de la «telefonía».

Informe esencial sobre telefonía IP

3 en el UIT-D,

teniendo en cuenta la necesidad de los países en desarrollo de planificar una estrategia de migración desde sus redes actuales hacia otras redes basadas en IP, deben crearse grupos de expertos para llevar a cabo las siguientes tareas:

- a) preparar a la mayor brevedad posible una lista de factores que puedan utilizar los países en desarrollo para acelerar la introducción de redes IP, facilitando de esa forma la implantación de la «telefonía IP»;
- b) asesorar y asistir a los países en desarrollo, en respuesta a sus necesidades, sobre temas relativos a las repercusiones técnicas, socioeconómicas y políticas de la introducción de la «telefonía IP»;
- c) elaborar un informe dirigido a la próxima Conferencia Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones para que dicha Conferencia tome las medidas necesarias.

Anexo P – La interconexión en la Unión Europea (UE)

Interconexión y acceso en el nuevo marco regulador de los servicios de comunicaciones electrónicas

P.1 La Directiva relativa al acceso a las redes de comunicaciones electrónicas y recursos asociados, y a su interconexión, que entró en vigor en 2002, armoniza la manera en que los Estados Miembros regulan el mercado y las relaciones entre los proveedores de redes de comunicaciones y servicios en la Comunidad.

P.2 La Directiva establece un marco normativo que es neutral desde el punto de vista de la tecnología, pero que puede aplicarse a mercados de productos o servicios específicos en determinadas zonas geográficas, para resolver problemas de mercado precisos entre proveedores de acceso y de interconexión. La Directiva ofrece seguridad jurídica a los participantes en el mercado ya que define claramente criterios relativos a los derechos y obligaciones y para la intervención reguladora. Impone limitaciones a las obligaciones relativas al acceso y la interconexión en función de las circunstancias y, a su vez, es suficientemente flexible como para permitir a las autoridades de reglamentación que resuelvan eficazmente los problemas del nuevo mercado que menoscaban la competencia.

P.3 A efectos del nuevo marco regulador de la UE se aplican las siguientes definiciones de acceso e interconexión (Directiva relativa al acceso a las redes de comunicaciones electrónicas y recursos asociados, y a su interconexión):

- a) Acceso: la puesta a disposición de otra empresa, en condiciones definidas y sobre una base exclusiva o no exclusiva, de recursos o servicios con fines de prestación de servicios de comunicaciones electrónicas. Este término abarca, entre otros aspectos, los siguientes: el acceso a elementos de redes y recursos asociados que pueden requerir la conexión de equipos por medios fijos y no fijos (en particular, esto incluye el acceso al bucle local y a recursos y servicios necesarios para facilitar servicios a través del bucle local); el acceso a infraestructuras físicas, como edificios, conductos y mástiles; el acceso a sistemas informáticos pertinentes, incluidos los sistemas de apoyo operativos; el acceso a la conversión del número de llamada o a sistemas con una funcionalidad equivalente; el acceso a redes fijas y móviles, en particular con fines de itinerancia; el acceso a sistemas de acceso condicional para servicios de televisión digital; el acceso a servicios de redes virtuales. La interconexión constituye un tipo particular de acceso entre operadores de redes públicas. La presente Directiva no afecta al acceso de los usuarios finales.
- b) Interconexión: la conexión física y lógica de las redes públicas de comunicaciones utilizadas por una misma empresa o por otra distinta, de manera que los usuarios de una empresa puedan comunicarse con los usuarios de la misma empresa o de otra distinta, o acceder a los servicios prestados por otra empresa. Los servicios podrán ser prestados por las partes interesadas o por terceros que tengan acceso a la red.

P.4 En un mercado abierto y competitivo no debe existir ninguna restricción que impida a las empresas negociar acuerdos de acceso e interconexión con otras empresas, en particular de carácter transfronterizo. En el marco de mercados abiertos, las empresas que reciban solicitudes de acceso o de interconexión deben en principio concluir dichos acuerdos sobre una base comercial y negociar de buena fe, sin que sea necesaria la intervención de las autoridades de reglamentación. No obstante, dado que la conectividad e interoperabilidad de extremo a extremo de los servicios para los usuarios es un objetivo de regulación prioritario en la Unión Europea, las autoridades nacionales de reglamentación están facultadas para intervenir, cuando esté justi

Informe esencial sobre telefonía IP

ficado y mesuradamente, para la consecución de dicho objetivo. Las autoridades de reglamentación de la Unión Europea sólo intervendrán cuando haya disfuncionamientos en un mercado concreto (por ejemplo, cuando fracasen las negociaciones comerciales), en cuyo caso podrán imponer obligaciones de acceso, de conformidad con el problema del caso, en lo que respecta a las empresas que gozan de una posición dominante en un mercado específico. Para tal fin, las autoridades de reglamentación de la Unión Europea realizarán el análisis de los mercados pertinentes y dispensarán de las obligaciones impuestas una vez que dicho análisis demuestre que los mercados se han vuelto efectivamente competitivos.

P.5 En este contexto, los proveedores de servicios Internet (ISP) podrán obtener el derecho de acceso a un proveedor local de acceso a la red con el fin de conectar los usuarios finales a la red troncal de servicios Internet y, por consiguiente, ofrecer conectividad mundial a Internet, si se considera que dicho proveedor de acceso tiene un peso significativo en dicho mercado de acceso²⁹.

P.6 Análogamente, pueden imponerse obligaciones reguladoras de interconexión a los ISP de servicios de red troncal Internet si se considera que éstos también gozan de una posición dominante en el mercado o mercados de esos servicios³⁰.

P.7 Las obligaciones reguladoras de interconexión podrán ser las siguientes: transparencia, la no discriminación, la separación de cuentas, el acceso y el control de precios, en particular por lo que respecta a la orientación en función de los costes. Estas posibles obligaciones constituyen un conjunto de obligaciones máximas que podrán aplicarse a las empresas de conformidad con la situación particular del mercado de que se trate.

P.8 La transparencia de los términos y condiciones de acceso e interconexión, aplicada a las empresas que tengan un peso significativo en un determinado mercado, permite acelerar las negociaciones, evitar litigios y generar confianza en los agentes del mercado en cuanto a la prestación no discriminatoria de los servicios. La apertura y transparencia de las interfaces técnicas puede resultar de particular importancia a la hora de garantizar la interoperabilidad.

P.9 El principio de no discriminación garantiza que las empresas con un peso significativo en el mercado no distorsionen la competencia, en particular cuando se trata de empresas integradas verticalmente que prestan servicios a empresas con las que compiten en mercados descendentes. La separación de cuentas permite hacer patentes los precios de transferencia y habilita a las autoridades nacionales de reglamentación a comprobar, cuando proceda, el cumplimiento de las obligaciones de no discriminación.

P.10 Aunque la obligatoriedad de la concesión de acceso a la infraestructura de la red es justificable como instrumento para aumentar la competencia, las autoridades nacionales de reglamentación han de llegar a un equilibrio entre el derecho del propietario de una infraestructura a la explotación de la misma en beneficio propio y el derecho de otros proveedores de servicios competidores a acceder a recursos que resulten esenciales para el suministro de sus servicios. La imposición por parte de las autoridades nacionales de reglamentación de conceder acceso a las infraestructuras, de la que se deriva un incremento de la competencia a corto plazo, no debe ser en detrimento del incentivo de los competidores a invertir en instalaciones alternativas que garantizarán una mayor competencia a largo plazo.

²⁹ El mercado para la conectividad IP de acceso local sigue siendo un monopolio de los operadores tradicionales en la mayor parte de los mercados de la UE y, por lo tanto, la intervención reguladora y la imposición de obligaciones de acceso puede estar justificada en los mismos.

³⁰ Sin embargo, es poco probable que en la Unión Europea se aplique una reglamentación *ex ante* a un mercado de conectividad mundial IP (a la red troncal), dado que este mercado se considera efectivamente abierto a la competencia. Por consiguiente, probablemente los ISP locales en el mercado de la Unión Europea continuarán basándose en negociaciones comerciales con los proveedores de red troncal mundial Internet, a no ser que surjan monopolios o disfuncionalidades.

P.11 Las medidas de control de precios pueden ser necesarias cuando el análisis de mercado ponga de manifiesto la ineficacia de la competencia en un sector concreto. Esto podría suceder en situaciones en las que la ausencia de competencia efectiva permitiría al operador con poder de mercado mantener unos precios excesivos o la compresión de precios, en detrimento de los usuarios finales. La intervención reguladora puede ser relativamente leve, como en el caso de la obligación de fijar precios razonables para la selección del operador, o revestir una envergadura mucho mayor, como ocurre con la obligación de orientación de los precios en función de los costes, a fin de justificarlos plenamente en los casos en que la competencia no esté lo suficientemente desarrollada para evitar una tarificación excesiva. Los operadores con un peso significativo en el mercado deben evitar la práctica de una compresión de precios tal que la diferencia entre los precios al por menor y los precios de interconexión aplicados a los competidores que ofrecen servicios minoristas similares no sea la adecuada para garantizar una competencia sostenible. Las autoridades nacionales de reglamentación se asegurarán de que todo mecanismo de recuperación de costos o metodología de fijación de precios sea adecuado para fomentar la eficacia y la competencia sostenible y lograr el máximo beneficio para los consumidores. A este respecto, las autoridades de reglamentación podrán asimismo tomar en consideración los precios que se aplican en otros mercados comparables abiertos a la competencia (mediante soluciones basadas en «referencias comparativas»).

Unión Internacional de Telecomunicaciones
Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT)
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20
Suiza

Par más información, diríjase a:
Désiré KARYABWITE
Coordinador IP
Unidad de Ciberestrategias
E-mail: e-strategies@itu.int
Sitio Web: www.itu.int/ITU-D/e-strategies