



**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas**

## **LA VOZ SOBRE IP, UNA GUÍA PRÁCTICA**

**LUIS FERNANDO QUIÑÓNEZ LÓPEZ**

**ASESORADO POR: ING. HERBERT ALFONSO SOLÓRZANO**

**GUATEMALA, JULIO DE 2005**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

## **LA VOZ SOBRE IP, UNA GUÍA PRÁCTICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LUIS FERNANDO QUIÑÓNEZ LÓPEZ**  
ASESORADO POR: ING. HERBERT ALFONSO SOLÓRZANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS**

GUATEMALA, JULIO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



### **NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas

### **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Marlon Antonio Pérez Turk
EXAMINADOR	Ing. Jorge Armin Mazariegos Rabanales
EXAMINADOR	Ing. Luis Alberto Vetorazzi España
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

## **LA VOZ SOBRE IP, UNA GUÍA PRÁCTICA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha julio de 2004.

Luis Fernando Quiñónez López

## **DEDICATORIAS:**

### **A Dios**

A ti Padre Santo por darme el don de la vida y ser mí guía en todo momento, te dedico este logro.

### **A mis padres**

Juan Adalberto y Manuela López por todo el esfuerzo, amor y dedicación que me han brindado y por los valores y principios que me inculcaron con su ejemplo, a ustedes en especial les dedico este triunfo.

### **A mis hermanos**

Ingrid, Juan, Claudia y Herbert por la amistad y el apoyo que siempre me han dado.

### **A mis amigos**

Gracias por compartir todos nuestros éxitos y fracasos.



# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	VIII
RESUMEN	XX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXII
1. FUNDAMENTOS DE VOZ SOBRE IP	1
1.1. Funcionamiento	1
1.1.1. Convergencia de voz y datos	1
1.1.2. Empaquetado de la voz	5
1.1.2.1. Razones del empaquetado	7
1.1.2.2. Consideraciones generales	7
1.1.3. Decodificación de los datos	8
1.1.4. Ventajas de la VoIP	9
1.2. Principales componentes de una red de telefonía IP	10
1.2.1. Terminales IP	10
1.2.2. <i>GateKeeper</i>	10
1.2.3. <i>Gateway</i>	11
1.3. Servicios	13
1.3.1. Centros de llamadas por el WEB	14
1.3.2. Posibilidad de usar Push to Talk	14
1.3.3. Llamadas en espera	15
1.3.4. Control de acceso	15
1.3.5. Autorización de llamadas	15
1.3.6. Grupo de salto	16
1.3.7. Buzón de voz - correo electrónico	17
1.3.8. Modos de operación	18

1.4. Infraestructura soportada	18
1.4.1. Voz sobre <i>Frame Relay</i>	18
1.4.2. Voz sobre ATM	20
1.4.3. Voz sobre IP	21
2. PROTOCOLOS, CALIDAD Y SEGURIDAD	23
2.1. Protocolo H.323	25
2.1.1. ¿Qué es H.323?	25
2.1.2. Historia del H.323	26
2.1.3. Importancia del H.323	27
2.1.4. Componentes H.323	27
2.2. Protocolo SIP	29
2.3. Protocolo de tiempo real RTP	33
2.4. Protocolo de control de tiempo real RTPC	34
2.5. CODEC de vídeo	35
2.6. CODEC de audio	35
2.7. Calidad de servicio QoS	36
2.7.1. Factores de calidad de servicio	36
2.7.2. La QoS y el protocolo TCP	37
2.7.3. Importancia del QoS	37
2.7.4. Mitos de la QoS	38
2.7.5. Factores de la calidad de VoIP	38
2.7.5.1. Retardo	39
2.7.5.2. <i>Jitter</i>	40
2.7.5.3. Compensación de pérdida de paquetes	41
2.7.5.4. Compensación de Eco	42
2.7.6. Gestión de colas	43
2.7.6.1. Gestión de colas por prioridad	44
2.7.6.2. Gestión de colas apropiada ponderada basada en clases (CB-WFQ)	45



2.7.6.3. Prioridad RTP	46
2.8. VoIP en redes inalámbricas	46
2.8.1. Servicios de voz sobre IP en redes de satélites	46
2.9. Seguridad en la VoIP	48
2.9.1. Amenazas	48
2.9.2. Aseguramiento	49
3. GUÍA PRÁCTICA	51
3.1. Necesidades de una guía práctica	51
3.2. Respuesta a las preguntas frecuentes para implementar VoIP	51
3.2.1. ¿Qué es VoIP o voz sobre IP?	52
3.2.2. ¿Cuánto puedo ahorrar con este servicio?	52
3.2.3. ¿Por qué el costo de una llamada de larga distancia por VoIP es más bajo que las compañías telefónicas?	53
3.2.4. ¿Cómo funciona el servicio de teléfono tradicional?	54
3.2.5. ¿Cómo funciona el servicio VoIP?	54
3.2.6. ¿Por qué VoIP aprovecha mejor las nuevas tecnologías que la red telefónica convencional o PSTN?	55
3.2.7. ¿Qué hago con el cable existente de las líneas telefónicas (puedo reutilizarlo)?	55
3.2.8. ¿Qué sucede con los teléfonos tradicionales siguen funcionando?	55
3.2.9. ¿Quién provee el servicio de VoIP?	56
3.2.10. ¿Qué es un Gateway VoIP?	56
3.2.11. ¿Requeriré ayuda o saber mucho de computación para usar el servicio?	56
3.2.12. ¿Cómo realizo las llamadas, marco una dirección IP?	57
3.2.13. ¿Qué protocolos usan?	59
3.2.14. ¿Qué es SIP?	59
3.2.15. ¿Cuáles son las ventajas al emplear VoIP?	59

- 3.2.16. ¿Qué cambios debo de realizar en la red de datos para que soporte VoIP, debo cambiar computadores, procesador, disco duro? 60
- 3.2.17. ¿Cuántos teléfonos puedo tener en mi Intranet, qué cantidad puede usar a la vez? 68
- 3.2.18. ¿Dónde conecto los teléfonos, hay algún *Hub*, *Switch* especial o algún puerto? 68
- 3.2.19. ¿Cuáles son los requerimientos mínimos para la solución de *software* o una comunicación de computador a teléfono? 68
- 3.2.20. ¿Si ya cuento con un dispositivo que soporta el protocolo SIP puedo emplear el servicio VoIP? 69
- 3.2.21. ¿Cómo sé que la llamada es de mi Intranet y no del exterior, marco otro número o una extensión? 69
- 3.2.22. ¿Puedo utilizar celulares, para la comunicación VoIP? 70
- 3.2.23. ¿Puedo enviar faxes con este servicio? 72
- 3.2.24. ¿Qué teléfonos deben tener los usuarios para comunicarse, deben poseer los mismos teléfonos? 72
- 3.2.25. ¿Cómo me comunico con otros usuarios de mi red, activando un servicio y/o protocolo, etc.? 73
- 3.2.26. ¿Puedo llevar conmigo algún dispositivo cuando viajo? 75
- 3.2.27. ¿Cómo se manejan los dispositivos a nivel de red se pueden compartir, bloquear, los teléfonos aparecerán en el entorno de red como las computadoras? 75
- 3.2.28. ¿La dirección IP que requiero es estática o dinámica, homologada o privada? 77
- 3.2.29. ¿Cómo se distribuyen las llamadas, necesito algún tipo de servidor? 77

3.2.30.	¿Qué pasa si tengo usuarios Linux, Windows, MAC, etc.? ¿Cómo se logra la integración y transparencia de la comunicación?	78
3.2.31.	¿Cómo trabajo los números de extensión en mi Intranet, sigo utilizando un PBX?	78
3.2.32.	¿VoIP es lo correcto para mi compañía?	80
3.2.33.	¿Cómo están las compañías implementando la tecnología VoIP?	80
3.2.34.	¿Cuál es la calidad de las llamadas?	80
3.2.35.	¿Qué condiciones de red afectan la calidad de la voz, o la calidad de las llamadas?	81
3.2.36.	¿Qué tan seguras son las llamadas por este servicio?	82
3.2.37.	¿Qué sucede con los virus, evitan la comunicación de VoIP, existen llamadas anónimas similares al <i>Spam</i> en los correos electrónicos?	82
3.2.38.	¿Permiten los dispositivos de Voz IP ser configurados de forma remota?	83
3.2.39.	¿Qué ancho de banda consume una llamada de voz IP?	83
3.2.40.	¿Puedo llamar con un teléfono IP a un PC o a alguien que no disponga de otro teléfono IP?	83
3.2.41.	¿Qué puertos IP utiliza?	83
3.2.42.	¿Cuál es la función del <i>Gatekeeper</i> ?	84
3.2.43.	¿Puedo utilizar cualquier otro <i>software Gatekeeper</i> que no sea el suministrado con el <i>hardware</i> ?	84
3.2.44.	¿Puedo utilizar teléfonos analógicos con identificador de llamadas?	84
3.2.45.	¿Tengo que ampliar mis comunicaciones para soportar la voz entre sucursales?	85

3.2.46. ¿Cuando no realizo llamadas, puedo utilizar el ancho de banda reservado para enviar datos?	85
3.2.47. ¿Podría asegurarme la calidad de las llamadas separando y reservando ancho de banda?	86
3.2.48. ¿Puedo mantener el plan de numeración actual?	86
3.2.49. ¿Qué incluye la mensajería unificada?	86
3.2.50. ¿Puedo usar mi computador mientras hablo?	86
3.3. Criterios de implementación	86
3.3.1. Convergencia	88
3.4. Mitos de la tecnología VoIP	88
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>91</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>92</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>93</b>

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1. Diagrama de empaquetado	6
2. Diagrama de una VoIP básica a nivel de Intranet	57
3. Diagrama de conversión de números telefónicos a IP	58
4. Componentes de una red VoIP-SIEMENS	60
5. <i>Software</i> cliente eStara	63
6. <i>Software</i> cliente gnomeMeeting	63
7. <i>Software</i> cliente linphone	64
8. <i>Software</i> cliente SIPSet	64
9. <i>Software</i> cliente MS Portrait	65
10. <i>Software</i> cliente PocketBone	65
11. <i>Software</i> cliente SJPhone	66
12. <i>Software</i> cliente MS <i>Netmeeting</i>	67
13. Diagrama de la red con acceso a la PSTN	70
14. Diagrama de una red inalámbrica básica	71
15. Diagrama de modelos de teléfonos para VoIP	73
16. Forma de ingreso para configurar números telefónicos	74
17. Pantalla del grupo de trabajo de VoIP	76
18. Diagrama de números de extensiones	79
19. Definición de números de extensiones	79

## TABLAS

I. <i>Software</i> cliente para VoIP	61
II. Algunos dispositivos que soportan SIP	69
III. Personalización de horarios de llamadas	77

## GLOSARIO

<b><i>Backbone</i></b>	Es un enlace de gran caudal o una serie de nudos de conexión que forman un eje de conexión principal. Es la columna vertebral de una red.
<b><i>Bandwidth</i></b>	Transferencia máxima de una red o un dispositivo.
<b><i>Best path routing</i></b>	Consiste en enviar periódicamente 'paquetes de test' a la red para determinar las rutas con 'menor resistencia' para enviar los paquetes de voz.
<b><i>Bradband</i></b>	Servicios en red de datos, audio y video de alta velocidad que son digitales, interactivos y basados en paquetes. El ancho de banda es 384 Kb o mayor.
<b><i>Bugs</i></b>	Son fallos en el <i>software</i> o en el <i>hardware</i> que usan los <i>hackers</i> para entrar en sistemas.
<b><i>Call centers</i></b>	Lugar de una empresa donde se concentran las comunicaciones telefónicas de clientes.
<b><i>Chat</i></b>	Servicio de red basado en la comunicación en tiempo real y mediante teclado entre personas.
<b><i>Checksum</i></b>	Permite la verificación de los datos que se envían a través de las tramas de TCP/IP.

<b>Codec</b>	Algoritmo <i>software</i> usado para comprimir-descomprimir señales de voz o audio.
<b>CTI (<i>Computer Telephony Integration</i>)</b>	Integración telefónica y cómputo. El término CTI engloba a toda una tecnología que permite integrar las ventajas que ofrecen los sistemas automáticos y ordenadores al mundo de la telefonía.
<b>Delay</b>	Tiempo que tarda una trama en llegar a su destino.
<b>DSP (<i>Digital Signal Processing</i>)</b>	Procesamiento digital de señales. Categoría de técnicas que analizan señales provenientes de fuentes como voz, satélites meteorológicos y monitores sísmicos. Las señales se convierten en datos digitales y se analizan empleando algoritmos.
<b>DTMF (<i>Dual Tone Multi Frequency</i>)</b>	Frecuencia múltiple de tono dual. Nombre formal de tecnología de tono (botones de contacto) que se encuentra donde están las teclas.
<b>E.164</b>	Recomendación de la ITU-T para la numeración telefónica internacional, especialmente para ISDN, BISDN y SMDS.
<b>Email</b>	Consiste en mensajes, enviados de un usuario a otro por medio de una red.
<b>Ethernet</b>	Red de área local desarrollada por Xerox, Digital e Intel. Es el método de acceso LAN que más se utiliza.

<b>Extranet</b>	Red que permite a una empresa compartir información contenida en su Intranet con otras empresas y con sus clientes.
<b>Fast Ethernet</b>	Ethernet de alta velocidad a 100 Mbps (la Ethernet regular es de 10 Mbps).
<b>Firewall</b>	Sistema de seguridad que protege la red de amenazas externas como ataques de piratas informáticos.
<b>Frame Relay</b>	Protocolo conmutado estándar de la capa de datos que administra varios circuitos virtuales utilizando encapsulación HDLC entre los dispositivos conectados. Frame Relay es más eficiente que X.25, el protocolo del cual se considera, en general, un sustituto.
<b>FXO (Foreign Exchange Office)</b>	Central externa. Interfaz de voz que emula una extensión de PABX tal como aparece ante la central telefónica para la conexión de una extensión de PABX a un multiplexor.
<b>FXS (Foreign Exchange Subscriber)</b>	Abonado externo. Interfaz de voz que emula la interfaz de una extensión de PABX (o la interfaz de abonado de una central) para la conexión de un aparato telefónico corriente a un multiplexor.
<b>Gatekeeper</b>	Entidad de red H.323 que traduce direcciones y controla el acceso a la red de los terminales.



<b>Gateway</b>	Dispositivo empleado para conectar redes que usan diferentes protocolos de comunicación de forma que la información puede pasar de una a otra.
<b>Gigabit-Ethernet</b>	Transmite a 1000 Mbps y es compatible con los estándares Ethernet 10/100 Mbps existentes.
<b>H.323</b>	Estándar de la ITU-T para voz y videoconferencia interactiva en tiempo real en redes de área local, LAN, e Internet.
<b>Hacker</b>	Pirata o intruso informático, personas que logran ingreso ilegal a un sistema de computador.
<b>Host</b>	Computador central o principal en un entorno de procesamiento distribuido.
<b>HTTP</b>	Protocolo de transporte de hipertexto utilizado para el intercambio de información sobre Internet.
<b>IDS (Intrusion Detection System)</b>	Sistema cuyo propósito es identificar los accesos no autorizados o el uso incorrecto de un sistema de computación. Estos sistemas son similares a las alarmas antirrobo.
<b>IETF (Internet Engineering Task Force)</b>	Grupo de trabajo de ingeniería de Internet. Brazo tecnológico de Internet, sirve de foro de discusión y trabajo sobre los diversos aspectos técnicos y de investigación.

<b>Intranet</b>	Red propia de una organización, diseñada y desarrollada siguiendo los protocolos propios de Internet, en particular el protocolo TCP/IP.
<b>IPv6</b>	También conocido como IP de próxima generación (IPng), respecto a la versión 4 incrementa el tamaño de la dirección IP de 32 a 128 bits. Además, etiqueta aquellos paquetes que requieren un especial tratamiento, como los de datos prioritarios o de tráfico isócrono, estableciendo hasta 16 niveles de prioridad.
<b>IPX (<i>Internet Packet EXchange</i>)</b>	Intercambio de paquetes interredes. Protocolo de comunicaciones NetWare que se utiliza para encaminar mensajes de un nodo a otro.
<b>ISDN (<i>Integrated Services Digital Network</i>)</b>	Red digital de servicios integrados. Estándar internacional de telecomunicaciones para la transmisión de voz, video y datos a través de líneas digitales que corren a 64 Kbits/seg.
<b>ITU (<i>International Telecommunications Union</i>)</b>	Unión Internacional de Telecomunicaciones. Agencia de las Naciones Unidas que coordina los diversos estándares nacionales de telecomunicaciones de forma que las personas pueden comunicarse entre sí independientemente del país donde vivan.
<b>J2EE</b>	Es la plataforma que proporciona java para el desarrollo de aplicaciones empresariales.

<b>JAVA</b>	Java es un lenguaje de programación por objetos creado por Sun Microsystems, Inc. que permite crear programas que funcionan en cualquier tipo de ordenador y sistema operativo.
<b>Jitter</b>	Es un término que se refiere al nivel de variación de retardo que introduce una red.
<b>Kbps (<i>Kilobits per second</i>)</b>	Kilobits por segundo, unidad de medida de la capacidad de transmisión de una línea de telecomunicación. Un Kbps corresponde a 1.000 bits por segundo.
<b>LAN</b>	Red de comunicaciones de datos que conecta computadoras y dispositivos periféricos en un área física limitada.
<b>MCU (<i>Multipoint Control Unit</i>)</b>	Unidad de control multipuntos. Dispositivo que permite unir 3 o más localidades en una completa teleconferencia con video y audio interactivos.
<b>MG (<i>Media Gateway</i>)</b>	Denominación genérica para referirse a varios productos agrupados bajo el protocolo MGCP ( <i>Media Gateway Control Protocol</i> ). La principal misión de un <i>Media Gateway</i> es la conversión IP/TDM bajo el control de un <i>Softswitch</i> .
<b>Módem</b>	Dispositivo que permite conectar dos computadoras a través de una línea telefónica.

<b><i>Multicast</i></b>	Multidifusión, envía mensajes a un grupo seleccionado de destinatarios.
<b>Navegador</b>	Programa usado para visualizar documentos www en Internet.
<b><i>On-line</i></b>	Conectado, estar en línea.
<b><i>Overhead</i></b>	Sobrecarga de información que añade un protocolo a los datos a transmitir.
<b><i>Payload</i></b>	Cabida útil, segmento de 48 bytes de la célula ATM que contiene los datos del usuario.
<b>PC (<i>Personal computer</i>)</b>	Computadora personal. Así se conocen a las computadoras basadas en el diseño IBM original. Éstas se han vuelto conocidas como IBM compatibles o clones y pueden ejecutar los mismos programas de aplicaciones sin necesidad de modificarlos.
<b><i>Peer-to-peer</i></b>	Redes de pares utilizadas para el intercambio de archivos, principalmente música y películas, por lo que son perseguidas por la industria de la música y el cine.
<b>PVC (<i>Permanent Virtual Circuit or Connection</i>)</b>	Circuito virtual permanente. Conexión dedicada establecida por la gestión de red entre un origen y un destino.

<b>QoS (<i>Quality of Service</i>)</b>	Calidad de Servicio. Medida de rendimiento de un sistema de transmisión que refleja su calidad de transmisión y disponibilidad del servicio.
<b>Router</b>	Dispositivo que distribuye tráfico entre redes. La decisión sobre a donde enviar los datos se realiza en base a información de nivel de red y tablas de direccionamiento. Es el nodo básico de una red IP.
<b>SNA (<i>System Network Architecture</i>)</b>	Arquitectura de Sistemas de Redes. Arquitectura de red exclusiva de IBM. Principalmente orientada a Mainframes.
<b>Socket</b>	Método de comunicación entre un programa cliente y un programa servidor en una red.
<b>SONET (<i>Synchronous Optical Network</i>)</b>	Red óptica síncrona. Norma para la utilización de medios ópticos para el transporte físico en redes de larga distancia y alta velocidad. Las velocidades básicas de SONET comienzan por 51.84 Mbps y llegan a 2.5 Gbps.
<b>Spam</b>	Se llama así al "bombardeo" con correo electrónico; es decir, mandar grandes cantidades de correo o mensajes muy largos.
<b>Spoofing</b>	Técnica que consiste en hacer creer al receptor de un mensaje de correo electrónico que quien remite el mensaje es alguien de confianza.

<b>Spot beams</b>	Es el haz puntual estrecho, proveniente de la antena de un satélite que ilumina con un elevado nivel de radiación un área limitada de la Tierra.
<b>Switch</b>	Un <i>switch</i> es un dispositivo de red que selecciona el camino o el circuito (basándose en la dirección de destino de cada trama) para enviar una unidad de data a su próximo destino.
<b>TCP/IP</b>	Sistema de protocolos en los que se basa buena parte Internet. El primero se encarga de dividir la información en paquetes. El segundo la dirige adecuadamente a través de la red.
<b>TDM (<i>Time Division Multiplex</i>)</b>	Es una técnica de multiplexación en la que los distintos canales se transmiten en distintos instantes de tiempo utilizando todo el ancho de banda asignado.
<b>Telnet</b>	Servicio que permite la conexión remota con cualquier ordenador de la red situado en cualquier parte del mundo como si de una terminal más se tratase.
<b>ToS (<i>Type Of Service</i>)</b>	El Tipo de servicio se utiliza para la selección de la calidad del servicio internet. El tipo de servicio se especifica a través de los parámetros abstractos de precedencia, demora, rendimiento y fiabilidad.
<b>Unicast</b>	Se refiere a protocolos o dispositivos que transmiten los paquetes de datos de una dirección a otra dirección IP.

<b>VFRAD (<i>Virtual Frame Relay Access Device</i>)</b>	Dispositivo de acceso virtual a <i>frame relay</i> . Al cual se asigna entramar los datos con información de encabezamiento y de cola (información de control) antes de presentar la trama al <i>switch Frame Relay</i> .
<b>VoIP</b>	Método de envío de voz por redes de conmutación de paquetes utilizando TCP/IP, tales como Internet.
<b>VPN (<i>Virtual Private Network</i>)</b>	Red privada virtual. Es una red privada que se sirve de las infraestructuras de telecomunicaciones públicas pero que mantiene su privacidad mediante protocolos de canalizado y otras medidas de seguridad.
<b>WAN</b>	Red corporativa que cubre un área geográfica mayor que una ciudad.
<b>Web</b>	Por éste término se suele conocer a <i>www (World Wide Web)</i> .
<b>WFQ (<i>Weighted Fair Queuing</i>)</b>	Algoritmo que distingue entre aplicaciones que consumen grandes anchos de banda y aplicaciones que precisan menos, distribuyendo la capacidad a todas las aplicaciones en cantidades iguales.
<b>Wi-fi</b>	Nombre comercial o de mercadeo con el que se conoce al protocolo 802.11 B de comunicaciones inalámbricas.

## ACRÓNIMOS

<b>ATM</b> ( <i>Asynchronous Transfer Mode</i> )	Modo de Transferencia Asíncrona
<b>CCITT</b> ( <i>Consultative Committee for International Telegraph and Telephone</i> )	Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía
<b>IGMP</b> ( <i>Internet Group Management Protocol</i> )	Protocolo de Gestión de Grupos en Internet
<b>IntServ</b> ( <i>Integrated Services Internet QoS model</i> )	Modelo de Calidad de Servicio en Servicios Integrados de Internet
<b>IP</b> ( <i>Internet Protocol</i> )	Protocolo de Internet
<b>IPSec</b> ( <i>IP Security</i> )	Protocolo de Seguridad IP
<b>ISP</b> ( <i>Internet Service Provider</i> )	Proveedor de Servicios Internet, PSI
<b>ITSP</b> ( <i>Internet Telephony Service Provider</i> )	Proveedor de Servicios de Telefonía Internet, PSTI
<b>ITU-T</b> ( <i>International Telecommunications Union – Telecommunications</i> )	Unión Internacional de Telecomunicaciones
<b>MEGACO</b> ( <i>Media Gateway Control</i> )	Control de Pasarela de Medios
<b>MGCP</b> ( <i>Media Gateway Control Protocol</i> )	Protocolo de Control de Pasarela de Medios
<b>PBX</b> ( <i>Private Branch Exchange</i> )	Centralita Telefónica Privada
<b>PPP</b> ( <i>Point to Point Protocol</i> )	Protocolo Punto a Punto
<b>PSTN</b> ( <i>Public Switched Telephone Network</i> )	Red de Telefonía Conmutada Pública
<b>RAS</b> ( <i>Registration, Authentication and Status</i> )	Registro, Autenticación y Estado



<b>RSVP</b> ( <i>Reservation Protocol</i> )	Protocolo de Reserva
<b>RTCP</b> ( <i>Real Time Control Protocol</i> )	Protocolo de Control de Tiempo Real
<b>RTP</b> ( <i>Real Time Protocol</i> )	Protocolo de Tiempo Real
<b>SCN</b> ( <i>Switched Circuit Network</i> )	Red de Circuitos Conmutados
<b>SIP</b> ( <i>Session Initiation Protocol</i> )	Protocolo de Inicio de Sesión
<b>TCP</b> ( <i>Transmission Control Protocol</i> )	Protocolo de Control de Transmisión
<b>TDM</b> ( <i>Time Division Multiplexing</i> )	Multiplexado por División de Tiempo
<b>UDP</b> ( <i>User Datagram Protocol</i> )	Protocolo de Datagramas de Usuario
<b>UMTS</b> ( <i>Universal Mobile Telephone System</i> )	Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles

## RESUMEN

En el presente trabajo de graduación se da a conocer el proceso de comunicación de la voz por medio de una red de datos IP, haciendo un enfoque particular en los fundamentos de la tecnología VoIP, así como los protocolos requeridos y los estándares necesarios para implementar voz sobre IP.

En el primer capítulo, se describe la convergencia entre las PSTN y la red de datos. También el proceso de codificación y decodificación de la voz por medio del empaquetado de datos. Se definen los principales componentes para formar una red que soporte VoIP, así como los servicios obtenidos al implementar la voz sobre IP. Se especifican las infraestructuras de datos, que permitir la transferencia de la voz: *Frame Relay*, IP, ATM.

En el segundo capítulo se definen los protocolos que han surgido para soportar la voz sobre IP, así como los principales factores que afectan la calidad de servicio (QoS). Se describe de manera global el control de las colas utilizadas en la VoIP. Se especifican los factores críticos, que intervienen en la seguridad de la voz sobre una red de datos.

El tercer capítulo, consiste en una serie de las preguntas más frecuentes (FAQ), que surgen en el proceso de implementación de la voz sobre IP. Se hace referencia tanto al *software* como al *hardware* requerido. Además, se presenta una serie de aplicaciones que soportan VoIP y se proporciona una serie de diagramas que detallan el funcionamiento de VoIP sobre la red de datos. Se definen los criterios para su implementación y los mitos más comunes sobre la voz sobre IP.

# OBJETIVOS

## 1. General

Comprender las ventajas que se adquieren al utilizar la infraestructura de Redes de Datos, para realizar la comunicación telefónica y/o la transmisión de la voz en términos de costo-beneficio para las empresas que utilizan las redes telefónicas tradicionales.

## 2. Específicos

1. Identificar los componentes básicos utilizados en una Red Telefónica y componentes necesarios, para que una Red de Datos soporte la *telefonía y voz sobre datos*.
2. Comprender por qué las redes telefónicas brindan una calidad de servicio superior a la obtenida en las redes de datos, a la vez distinguir las diferencias básicas entre dichas redes.
3. Conocer los servicios agregados que brindan las redes de datos, ya que es una comunicación orientada al multiservicio.
4. Identificar los medios de comunicación inalámbricos, que soportan la tecnología de Voz sobre IP.

## INTRODUCCIÓN

La comunicación permite el envío y recepción de mensajes de manera que es indispensable su uso para obtener un crecimiento empresarial. A nivel global, la revolución tecnológica de los computadores y teléfonos han provocado un impacto directo en las empresas, cambiando su forma de realizar negocios y, hasta cierto punto, para muchas empresas ha creado cierta dependencia de dichos medios.

El uso de los medios de comunicación telefónicos y de computadores hoy en día es muy común, debido a la necesidad de la disponibilidad de la comunicación ofrecida por los teléfonos y la rapidez que ofrece el procesamiento de datos por un computador. Debido a la necesidad de comunicación se han creado agrupaciones bien distinguidas dentro de las empresas, por un lado los teléfonos utilizan una Red Telefónica y los computadores una Red de Datos. Es decir, existen dos redes de datos distintas, separadas que brindan comunicación, cada una con un costo particular.

La Voz sobre IP básicamente unifica dichas redes. Se tendrá únicamente una red de datos, por medio de la cual se brindará la comunicación de teléfonos y a la vez la transferencia de datos entre computadores. Lo que repercutirá en un ahorro directo sobre las redes, ya que solo se requiere con personal para realizar el mantenimiento respectivo a la red de datos.

# **1. FUNDAMENTOS DE VOZ SOBRE IP**

## **1.1 Funcionamiento**

La voz sobre IP convierte las señales de voz estándar en paquetes de datos comprimidos que son transportados a través de redes de datos en lugar de líneas telefónicas tradicionales. La evolución de la transmisión conmutada por circuitos a la transmisión basada en paquetes toma el tráfico de la red pública telefónica y lo coloca en redes IP bien definidas. Las señales de voz se encapsulan en paquetes IP que pueden transportarse como IP nativo o como IP por Ethernet, Frame Relay, ATM o SONET.

Hoy las arquitecturas interoperables de voz sobre IP se basan en la especificación H.323 v2. La especificación H.323 define gateways (interfaces de telefonía con la red) y gatekeepers (componentes de conmutación interoficina) y sugiere la manera de establecer, enrutar y terminar llamadas telefónicas a través de Internet. En la actualidad, se están proponiendo otras especificaciones en los consorcios industriales tales como SIP, SGCP e IPDC, las cuales ofrecen ampliaciones en lo que respecta al control de llamadas y señalización dentro de arquitecturas de voz sobre IP.

### **1.1.1 Convergencia de voz y datos**

Se trata de la unificación de la transmisión y del tratamiento del tráfico de las aplicaciones de voz, datos o multimedia, bajo un mismo sistema. En vez de utilizar redes separadas para cada tráfico, todo es soportado en una infraestructura de comunicaciones IP.

Las redes convergentes IP se convierten por lo tanto, en un elemento crítico y esencial para el crecimiento de cualquier empresa en un entorno tan cambiante como el actual. Son el punto único de soporte de comunicación y tratamiento de tráfico que requieren los distintos usuarios corporativos. La convergencia puede abordarse de dos maneras distintas:

- A partir del mundo de los datos, para crear dispositivos que interactúen con las redes telefónicas tradicionales y sean capaces de gestionar el establecimiento de llamadas telefónicas. Es el caso de los operadores de datos que quieren incorporar además el negocio de la telefonía, su reto mayor consiste en la interconexión con las redes públicas.
- A partir del mundo de la telefonía, para evolucionar las centrales digitales dotándolas de nuevas facilidades para el “*interworking*” con redes de datos, que es en esencia el inicio de una NGN. Es el caso de los Operadores de telefonía tradicional que estudian la viabilidad de introducir nuevos servicios a través de una red multiservicio utilizando dicha red, además, para absorber el tráfico de voz.

Para numerosas organizaciones dicha convergencia marcará el inicio de una nueva época donde sus aplicaciones corporativas se fusionarán con nuevas herramientas de comunicación como la mensajería instantánea o la videoconferencia; incluyendo sin duda alguna la tradicional comunicación telefónica que también se integrará en IP. La convergencia de voz y datos representa un importante hito en cómo las tecnologías de la información mejoran los procesos de trabajo, repercutiendo notablemente en la productividad y rentabilidad de las organizaciones. Importantes analistas coinciden en comparar este momento con la aparición de las redes locales, las arquitecturas cliente servidor o la Web.

El camino hacia la convergencia IP ha sido lento pero seguro. En una primera fase era necesario dotar a IP de mecanismos que permitiesen clasificar diferentes tráficos, más concretamente, usuarios y aplicaciones. Aquí han jugado un papel esencial tres técnicas de etiquetado: ToS (Type of Service), IP Precedence y el estándar DiffServ. En paralelo al establecimiento de un modelo de etiquetado resultó vital capacitar a los elementos de red, conmutadores y *routers*, para clasificar y priorizar cada tráfico en función de alguno de los esquemas anteriores. Con estos dos elementos, etiquetado y priorización de *hardware*, ya es posible facilitar el transporte IP de tráficos sensibles al retardo; en particular la voz y el video. El paso siguiente en este camino hacia la convergencia ha sido la integración de otros servicios y aplicaciones sobre IP, principalmente el desarrollo de servicios de telefonía y videoconferencia.

La convergencia plantea un serio reto, ya que las redes de voz y datos son esencialmente diferentes. Las redes de voz emplean conmutación de circuitos y se caracterizan por:

- Para iniciar la conexión es preciso establecer la llamada.
- Se reservan recursos de la red durante todo el tiempo que dura la conexión.
- Se utiliza un ancho de banda fijo (típicamente 64 Kbps por canal de voz) que puede ser consumido o no en función del tráfico.
- Los precios generalmente se basan en el tiempo de uso.
- Los proveedores están sujetos a las normas del sector y regulados y/o controlados por las autoridades pertinentes.
- El servicio debe ser universal para todo el ámbito estatal.

Por el contrario, las redes de datos, basadas en la conmutación de paquetes se identifican por las siguientes características:

- Para asegurar la entrega de los datos se requiere el direccionamiento por paquetes, sin que sea necesario el establecimiento de llamada.
- El consumo de los recursos de red se realiza en función de las necesidades, en pocas ocasiones dichos recursos son reservados siguiendo un criterio de extremo a extremo.
- Los precios se forman exclusivamente en función de la tensión competitiva de la oferta y la demanda.
- Los servicios se prestan de acuerdo a los criterios impuestos por la demanda, variando ampliamente en cuanto a cobertura geográfica, velocidad de la tecnología aplicada y condiciones de prestación.

Implementar una red convergente supone estudiar las diferencias existentes entre las características de las redes de voz y de datos, comprendiendo los problemas técnicos que implican dichas diferencias sin perder de vista en ningún momento la perspectiva del usuario final.

Desde hace algún tiempo los esquemas de etiquetado IP y las prestaciones *hardware* de conmutadores y *routers* han demostrado efectividad para transportar voz y vídeo sobre una red IP. Pero, además de ese transporte garantizado, son necesarios más mecanismos para desarrollar plenamente un servicio de Telefonía IP como el establecimiento y finalización de una conversación telefónica, el encaminamiento de una llamada o algo tan evidente como el empleo de un esquema de numeración telefónica universalmente aceptado como E.164 o en su defecto, dentro de las organizaciones, un plan de numeración basado en extensiones, departamentos y/o localizaciones.



Sin abandonar los requerimientos para la plena consecución de un servicio de telefonía IP se debe tener en cuenta la definición de la arquitectura y los elementos involucrados: terminales telefónicos, pasarelas hacia otras redes de voz, terminales de operador de llamadas y otros elementos que participaran activamente en el servicio de telefonía. Por último, igualmente importante es la definición de los servicios que será capaz de desarrollar una red de telefonía IP además de la simple conectividad entre usuarios con servicios tan comunes en el mundo tradicional de voz como el buzón de voz, desvío de llamada, en espera, multiconferencia u otros más avanzados como los presentes en la mayoría de los *call centers*, integración CTI y mensajería unificada.

Para ello organizaciones internacionales como el ITU-T y el IETF han desarrollado varias arquitecturas para permitir el desarrollo de servicios de telefonía y videoconferencia sobre redes IP. Es importante decir que cada aproximación resuelve satisfactoriamente la necesidad básica para la que se ha concebido; es decir, telefonía y videoconferencia IP.

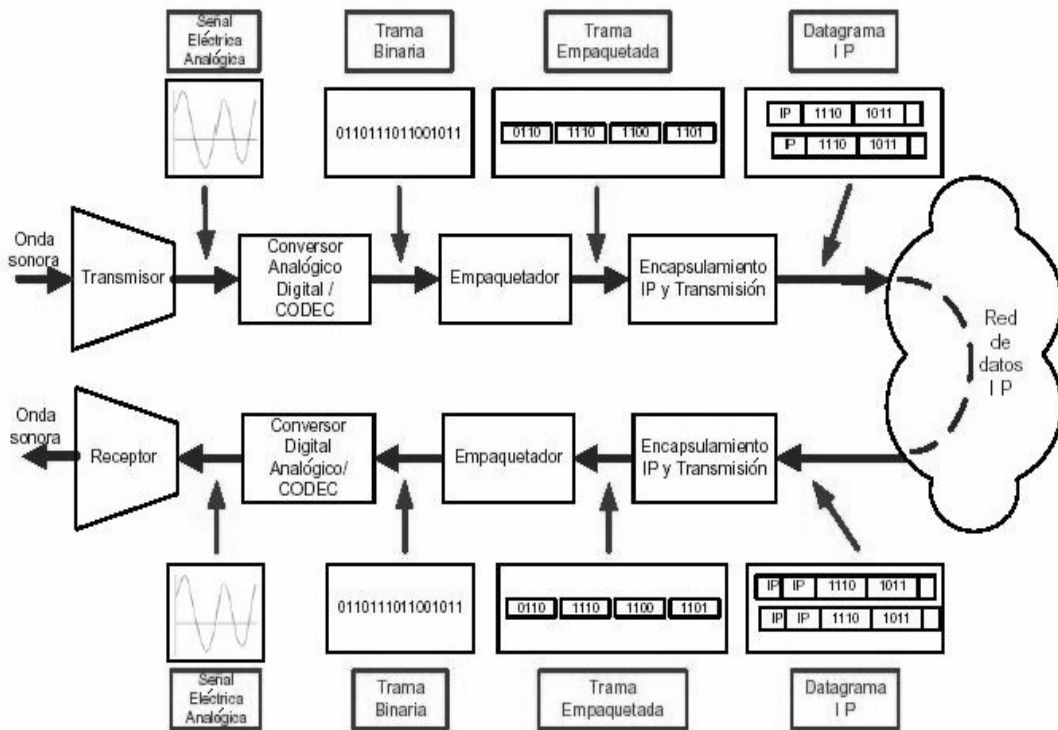
### **1.1.2 Empaquetado de la voz**

Para transmitir las muestras codificadas de voz sobre redes de datos es necesario armar “paquetes”. Si la voz está codificada con ley A, una conversación consiste en un “flujo” de 64 kb/s. Cada muestra dura 125  $\mu$ s. Si bien se podría formar un paquete con cada muestra de voz, esto generaría una sobrecarga (“overhead”) demasiado importante, ya que cada paquete necesita encabezados. Por otro lado, si se espera a juntar demasiadas muestras de voz, para formar un paquete con mínima sobrecarga porcentual, se pueden introducir retardos no aceptables. Un paquete IP puede tener hasta 1500 bytes de información.

Si con muestras de 64 kb/s se quisiera completar los 1500 bytes del paquete IP, se introduciría un retardo de  $125\mu\text{s} \times 1500 = 187,5 \text{ ms}$ . Esta demora no es aceptable en aplicaciones de voz.

Por esta razón se toman generalmente “ventanas” de 10 a 30 ms. Las muestras de voz de cada una de estas ventanas consecutivas se “juntan” y con ellas se arman paquetes.

**Figura 1. Diagrama de empaquetado**



La VoIP consta de varios procesos interconectados que convierten una señal de voz en una corriente de paquetes dentro de una red de paquetes como se puede observar en la figura anterior. Permite a la voz humana y a la información de fax viajar a través de una red de paquetes de datos concurrentemente junto con paquetes de datos tradicionales.

### 1.1.2.1 Razones del empaquetado

- Una red de paquetes multiservicio de alta velocidad es capaz (en teoría) de transportar voz y datos y como no resulta económico desplegar tantas redes como servicios a ofrecer, se aprovecha esta facilidad. Es decir, la integración de servicios.
- Una red de paquetes está desarrollada según una topología mediante la cual se separa el plano de conectividad del plano de control. Al disponer de un control centralizado la gestión de servicios es más simple. Ya que los cambios son fáciles de realizar.

### 1.1.2.2 Consideraciones generales

Las redes de voz empaquetada suelen recibir el nombre de “NGN – *Next Generation Network*” o redes de nueva generación. La forma más sencilla de insertar una red de telefonía sobre paquetes dentro de una red clásica de conmutación de circuitos (TDM) es comenzando por el tránsito, dejando las centrales locales TDM intactas.

La central local se conecta por un lado al llamado “*Media Gateway*” (MG) a través de tramas E1 (2 Mb/s comunes y corrientes) a través de las cuales entrega la voz viva. El MG se encarga de traducir las llamadas TDM a paquetes según el protocolo RTP (*Real Time Protocol*) que viajan por una red IP. Se envía a través de canales de 64 Kb/s comunes la señalización N°7 asociada a estas tramas vocales a un equipo conocido como “*Signaling Gateway*” (SG); este equipo envía la señalización N°7 al “*Media Gateway Controller*” (MGC) a través de una conexión IP. En resumen, el SG traduce de "modo circuito" a "modo paquetes".

### 1.1.3 Decodificación de los datos

La comunicación de los datos, requiere de una codificación y luego de un proceso inversor para realizar la decodificación. La decodificación se puede realizar de dos maneras:

- **En forma diferida (almacena y retransmite):** el *media gateway* que recibe la comunicación de fax, emula el funcionamiento de un fax y establece la comunicación con el origen utilizando la norma T.30. Una vez finalizada la comunicación envía los datos recibidos (el fax que se quiere transmitir) adjunto en un correo electrónico hacia el *media gateway* remoto. El *media gateway* remoto realiza el procedimiento inverso. Este mecanismo es muy utilizado en redes corporativas, donde las PC emulan fax y se comunican con un *gateway* común para evitar costos de comunicaciones de larga distancia.
- **En tiempo real:** en este caso los usuarios no notan diferencias con la forma actual de transmitir fax. En este caso el *media gateway* demodula las señales de fax enviadas por el equipo originante de la llamada y las envía sobre la red de datos hacia el *media gateway* remoto, el cual a su vez vuelve a regenerar la señal de fax y la envía hacia el destino. Este procedimiento se encuentra descrito en la norma T.38 de la ITU-T. La norma T.38 presenta solo dos tipos de paquetes:
  - **Paquetes indicadores:** transportan información extremo a extremo incluyendo los tonos de inicio de la comunicación, métodos de modulación de los datos y procedimientos de negociación entre los equipos.

- **Paquetes de datos:** contienen los datos a ser transmitidos y alguna información sobre el formato de dichos datos. Esta norma indica que pueden utilizarse tanto UDP o TCP como transporte. Si se usa TCP los paquetes del fax se colocan directamente sobre la capa TCP. En cambio si se usa UDP para garantizar que no haya pérdida de paquetes y un ordenamiento de los mismos, se utiliza una nueva capa UDPTL que incluye la secuencia de paquetes y opcionalmente un campo de corrección de errores.

#### 1.1.4 Ventajas de la VoIP

El *networking* IP entrega algunas ventajas fundamentales que impactan en los servicios telefónicos y que es conveniente identificar:

- Las redes IP hacen desaparecer los límites físicos asociados a los teléfonos y funcionalidades telefónicas tradicionales. Dentro de poco será posible acceder simultáneamente a todos los servicios tradicionales y a la capacidad de responder llamadas desde cualquier lugar del mundo. Esto permite ofrecer un servicio flexible para viajeros frecuentes y sitios remotos.
- El protocolo IP es independiente de la capa de enlace, permitiendo que los usuarios finales elijan el formato de enlace más adecuado a las restricciones de costo y localización. IP puede viajar sobre ATM, Ethernet, Frame Relay, ISDN o incluso mediante líneas analógicas.
- Un conjunto de estándares universales relacionados a las redes IP permitirá a muchos proveedores ofrecer productos compatibles. Estos estándares harán posible la competencia entre múltiples fuentes de servicios de red y *hardware*. La competencia minimizará los costos y maximizará los nuevos servicios para el usuario final.

## **1.2 Principales componentes de una red de telefonía IP**

### **1.2.1 Terminales IP**

Son elementos tanto de *hardware* como de *software*, cuyo funcionamiento incluye el tratamiento de la señal para su envío por la red de datos. Se debe realizar la captación, la digitalización y la compresión de la señal. Tanto la apariencia como la funcionalidad de cara al usuario de los terminales *hardware* es igual a los teléfonos actuales. Esto permite eliminar la desconfianza inicial que puede producir el cambio. Ya existen en el mercado terminales que se conectan directamente a la red local.

Los terminales *software* ejecutándose en los ordenadores personales pueden producir un mayor rechazo inicial en el usuario, pero las capacidades del software pueden ser muy superiores, agenda compartida, buzón de voz avanzado, manejo remoto del equipo o funciones de reconocimiento de voz, etc. Con terminales IP se hace referencia a estos dispositivos: teléfonos IP, fax IP, PC multimedia, etc.

### **1.2.2. GateKeeper**

Realizan funciones equivalentes a las actuales centralitas (gestión y control de los recursos de la red), son el centro de toda la organización de VoIP. Es un elemento opcional en la red pero cuando está presente todos los demás elementos que contacten dicha red deben hacer uso del mismo. La potencia real del sistema se pone de manifiesto cuando dentro de cada zona H.323 existe el correspondiente *gatekeeper*. Realiza el registro de los terminales, realiza un control de todo el tráfico generado por las distintas comunicaciones, controla el enrutamiento de llamadas.

El *Gatekeeper* realiza dos funciones de control de llamadas que preservan la integridad de la red corporativa de datos. La primera es la traslación de direcciones de los terminales de la LAN a las correspondientes IP o IPX, tal y como se describe en la especificación RAS. La segunda es la gestión del ancho de banda, fijando el número de conferencias que pueden estar dándose simultáneamente en la LAN y rechazando las nuevas peticiones por encima del nivel establecido de manera tal que se garantice ancho de banda suficiente para las aplicaciones de datos sobre las redes LAN. El *Gatekeeper* proporciona todas las funciones anteriores para los terminales, *Gateway* y MCU, que están registrados dentro de la denominada Zona de control H.323.

### **1.2.3 Gateway**

El término pasarela de VoIP en ocasiones también se suele utilizar para hacer referencia a otros elementos funcionales, en tal caso se le llaman pasarelas de VoIP especiales que se posicionan entre redes IP para desarrollar determinadas funciones de *mapping*. Entidades específicas como proxies VoIP, transcodificadores VoIP, traductores de direcciones de red VoIP, etc., caen en esta categoría de pasarelas de VoIP. Las pasarelas de interconexión en este contexto son básicamente dispositivos lógicos, aunque también pueden ser, y de hecho son, dispositivos físicos. Tienen una serie de atributos que caracterizan el volumen y tipos de servicios que pueden proveer:

- Capacidad, expresa el volumen de servicio que puede brindar la pasarela, están relacionados directamente con el número de puertos que tiene (igual al número máximo de llamadas simultáneas) y la velocidad del enlace de acceso.

- Protocolos de señalización soportados, tanto relativos a redes de VoIP como relativos a redes SCN.
- *Codecs* de voz utilizados.
- Algoritmos de encriptado que soporta.
- Rango de direccionado, que es el rango de números telefónicos a que se tiene acceso en la GSTN desde la red IP.

En relación con la tarificación, este rango de direccionado puede o no estar fraccionado. En general, las pasarelas de interconexión tienen que proporcionar los siguientes "mecanismos" o funciones:

- **Adaptación de señalización:** básicamente tiene que ver con las funciones de establecimiento y terminación de las llamadas
- **Control de los medios:** se relaciona con la identificación, procesamiento e interpretación de eventos relacionados con el servicio generado por usuarios o terminales.
- **Adaptación de medios:** según los requerimientos de las redes.

La pasarela o *gateway* de interconexión también desarrolla la función de control de medios, que se ocupa de manejar toda la información de control generada por la terminal. Para el caso de comunicaciones de voz, la información de control del nivel de usuario más sobresaliente son los tonos multifrecuencia (DTMF) que produce un teclado telefónico convencional. Ahora bien, dadas las características de estas señales en el sentido que están en el rango audible pero no son señales de voz, sino tonos es necesario prestar particular atención para su traslado por la conexión híbrida que representa la pasarela de interconexión. Las técnicas de compresión de voz de baja velocidad introducen considerable distorsión en los tonos DTMF, provocando la recepción y correspondiente decodificación incorrecta en los receptores.



Entonces se requiere que las señales de audio y los tonos DTMF sean separados en la pasarela y conducidos de forma independiente al receptor. Hay dos posibles soluciones para el transporte de los tonos DTMF:

- **Transporte dentro de banda:** consiste en transportar estos tonos digitalizados y empaquetados, con los protocolos RTP/UDP mediante un formato de carga útil dedicado.
- **Transporte fuera de banda:** conlleva utilizar un canal de control de medios seguro (no UDP, sino TCP) para el transporte de las señales TDMF. El transporte de los tonos DTMF dentro de banda se ve afectado por la falta de garantía en la entrega de paquetes que el protocolo UDP ofrece, con nefastas consecuencias para el funcionamiento del servicio en caso de pérdida de un paquete asociado a un tono TDMF. Tiene la ventaja de que los tonos permanecen sincronizados en el tiempo con respecto a la voz. En cambio, el transporte fuera de banda si bien gana en seguridad respecto a la entrega segura de los paquetes, pierden las señales su referencia exacta en el tiempo en relación con el stream de voz. Ésta es precisamente la solución adoptada en la recomendación H.323, mediante el canal H.245.

### 1.3 Servicios

VoIP proporcionaría a las delegaciones de una misma empresa comunicaciones gratuitas entre ellas, con el ahorro de costes que esto supondría. No solo entre sus delegaciones, sino entre proveedores, intermediarios y vendedores finales, las comunicaciones se podrían realizar de forma completamente gratuita.

Además, la red de comunicaciones de la empresa se vería enormemente simplificada, ya que no habría que cablear por duplicado la red debido a que se aprovecharía la red de datos para voz. Entre las aplicaciones y servicios que brinda dicha tecnología se encuentran:

### **1.3.1 Centros de llamadas por el WEB**

Partiendo de una tienda que ofrece sus productos en línea, los visitantes de la Web no solo tendrán acceso a la información que ésta les proporciona, sino que además podrían establecer comunicación directa con una persona del departamento de ventas sin necesidad de cortar la conexión. Esta cualidad reduciría el enorme temor del usuario a hacer sus compras por Internet por primera vez. Establecer una conversación directa le da confianza en los sistemas de comercio electrónico.

### **1.3.2. Posibilidad de usar *Push to Talk***

Actualmente en Internet se brindan las páginas de asistencia técnica de productos, en los que puede encontrarse ayuda a problemas comunes y en última instancia es posible solicitar ayuda mediante mensajes de correo electrónico.

Una nueva posibilidad que brinda la telefonía IP es añadir un enlace en la página mediante el cual se realice una llamada de VoIP al servicio de asistencia técnica (Pulse para hablar). El usuario podría realizar su consulta mediante voz y obtener la respuesta directamente en lugar de tener que esperar a que le respondan.

### **1.3.3. Llamadas en espera**

El usuario podría ejecutar un programa de telefonía sobre IP durante el tiempo que está conectado a Internet, de modo que si su proveedor detecta una llamada entrante, la desvía a la red mediante una pasarela, para que el usuario reciba la llamada mediante VoIP y pueda contestarla directamente desde la red, sin tener que desconectarse.

### **1.3.4. Control de acceso**

Permite al propietario de la red controlar el acceso a la misma. Impide el registro con el *gatekeeper* con lo que también impide el uso de cualquiera de sus funciones. La implementación de esta función consiste en leer de un fichero cada cierto tiempo y guardar su contenido en una tabla de alias. Esta tabla pasa a formar parte del entorno del GKR. De esa forma, es accesible desde cualquier clase. Cada vez que un usuario se registra se comprueba que puede hacerlo verificando la tabla de alias.

### **1.3.5. Autorización de llamadas**

Se basa en la existencia de listas que contienen el alias de los equipos. Las listas más utilizadas son usuarios a los que no se les permite realizar llamadas, usuarios a los que no se les permite recibir llamadas y parejas de equipos que no pueden establecer una comunicación.

Para implementar estas listas, se utiliza un fichero de texto en el que se guardan las parejas que no pueden establecer conexiones. Igual que para el control de acceso, se introducen los alias en listas que pasan a formar parte del entorno del GKR.

Cuando se recibe una petición de admisión para realizar una llamada se comprueban las listas aceptando o rechazando en función de la información almacenada.

### **1.3.6. Grupo de salto**

Cada servicio tiene asociado un grupo de alias que pueden ser un número E.164 o un identificador H.323. Dado que el escenario incluye pasarelas que permiten realizar llamadas con teléfonos convencionales, los alias serán números E.164 para que sean accesibles desde todas las terminales. La implementación permite que una serie de terminales contesten a la llamada para un mismo alias. Por ejemplo, si se tiene un servicio para dar información sobre el tráfico. Cuando el usuario llame a ese número el GKR internamente le redirigirá a uno de los terminales pertenecientes a este servicio que esté libre o le indicará que están todos ocupados.

Además de tener asociado un servicio, las terminales son accesibles desde el exterior independientemente siempre que no estén ocupadas. La implementación actual de este servicio lee periódicamente de un fichero la información sobre las tres funciones anteriores. Sin embargo, se puede modificar el código para incluir bases de datos, solución más apropiada. Los pasos seguidos para implementar esta función son:

- Permitir que dos *endpoints* en la tabla *EndpointTable* tengan el mismo alias.
- Hacer rotación de terminales con el mismo alias para encontrar uno libre.
- Controlar si una terminal está libre o no.
- Partiendo de una lista de terminales asociadas a un servicio, añadir al *array* de Alias de una terminal el alias del servicio al que está asociada.

- Servicios privados y públicos: no se permite que ninguna terminal se registre con el nombre del servicio privado.

### **1.3.7. Buzón de voz - correo electrónico**

Es un servicio que se ofrece a los usuarios, similar a un contestador automático o a un buzón de voz. Para implementar el buzón de voz ha sido necesario modificar los clientes ya que se necesita información adicional a la proporcionada (dirección de correo electrónico). Sin embargo, no se modifica el protocolo de señalización con lo que un cliente que no tenga la modificación puede seguir utilizando el GKR.

El objetivo de este servicio es que un usuario que pertenece a él reciba en la dirección de correo electrónico que decida un *e-mail*. Este mensaje contiene una grabación con el mensaje dejado por el usuario que realizó la llamada para él. Cuando alguien llama a un usuario apuntado en este servicio, el GKR indica en el mensaje de ACF que va a encaminar también la señalización H.225.0. Si no se contesta la llamada en un tiempo determinado, el GKR desvía la llamada a un cliente especial (buzón de voz).

El buzón de voz reproduce una grabación indicando que se puede grabar un mensaje para el usuario que no contestó a la llamada. Se realiza la grabación, se guarda en un fichero y se manda en un *e-mail* al usuario destino. Los usuarios se dan de alta y baja en el servicio realizando una llamada a un número predeterminado.

### 1.3.8 Modos de operación

- **Llamadas teléfono a teléfono vía Internet:** el cliente realizará una llamada telefónica tradicional. La llamada será enrutada por el *gateway* el cual validará la parte destino y desarrollará el direccionamiento para la misma. Será iniciada una conexión telefónica sobre Internet hacia el *gateway* más cercano a la parte destino, que genera una llamada telefónica local a través de la red pública. Después que la llamada se haya completado, se generarán los elementos de tarificación.
- **Llamadas PC a teléfono vía Internet:** usando un PC con *software* basado en estructura de cliente, se establecerá una conexión Internet hacia el *gateway* del proveedor de servicio y enviará la identificación y el número telefónico de la parte destino. Una conexión telefónica sobre Internet será establecida entre el PC y el Gateway, el mismo establecerá un enlace a la parte destino a través de una línea PSTN. Después que la llamada se haya completado se generaran los elementos de tarificación. Las llamadas de teléfono a PC tienen un manejo similar, solo que en esta ocasión la llamada será iniciada desde el lado de la PSTN.

## 1.4. Infraestructura soportada

### 1.4.1 Voz sobre *frame relay*

De las tres tecnologías más populares *Frame Relay*, IP, ATM para la comunicación redes de paquetes y de celulares, la que ha presentado un mayor crecimiento y despliegue es *Frame Relay*. Dicha infraestructura es utilizada en redes de datos corporativas debido a su flexibilidad.

Ya que brinda un gran ancho de banda, accesibilidad y soporte para el tráfico mezclado diverso, siendo una tecnología madura. El servicio de Frame Relay se basa en conexiones virtuales permanentes (PVC). El *Frame Relay* es apropiado para los grupos del usuario cerrados y también se recomienda para topologías de estrella y cuando el rendimiento (*performance*) necesita ser predecible. La voz sobre *Frame Relay*, permite el acceso a dispositivos (VFRAD), tales como el RAD' MAXcess integrando el manejo de ancho de banda. Integrando así la voz sobre la red por medio de conexión a router certificados con modelos MAXcess, SNA controller, etc.

- **Priorización:** la priorización de VFRAD brinda a las aplicaciones diferentes niveles de prioridad según su sensibilidad. El VFRAD permite asignar a los paquetes de voz la mayor prioridad. Esto no tiene efecto negativo en el tráfico de datos, cuando las transmisiones de la voz son relativamente cortas y al ser comprimidas, requieren un ancho de banda pequeño. Los proveedores de servicio de *Frame Relay*, también han empezado a ofrecer QoS. Por lo que los usuarios pueden comprar la calidad más alta de servicio o muy bien servicios de calidad media o baja; sin embargo, para la transmisión de la voz es necesario un servicio de calidad alta.
- **Fragmentación:** el MAXcess y el VFRAD incorporan planes de fragmentación de alto rendimiento. Los paquetes de datos son divididos en pequeños pedazos permitiendo una alta prioridad para los paquetes de voz. Para recibir y encontrar un camino, sin una espera larga para la transmisión de datos. Por lo que los paquetes de datos son pausados, mientras que la transferencia de voz termina y luego se reanuda la transferencia. Dicha fragmentación incrementa el número de marcos y esto incrementa el número de encabezados y flan.

### 1.4.2. Voz sobre ATM

La transferencia en modo asíncrono o ATM, es multiservicios, de alta velocidad, escalable. Es el dominante de la conmutación y utilizado por los *carriers*, *backbones*, etc. Soporta servicios con diferentes tipos de transferencias. ATM puede transmitir voz, datos, imágenes y video de manera simultánea a gran velocidad. Sin embargo, los servicios de ATM son demasiado caros y aún no son universales

Las empresas grandes están conectando sus oficinas principales y oficinas centrales cada vez más al área ancha utilizando tecnología ATM para acomodar sus inmensas cantidades de voz y transmisiones de datos, como gráficos grandes, información de planillas, voz y videoconferencia.

- **Fragmentación:** la fragmentación se construye en ATM, con su pequeño bloque fijo con un tamaño de 53 bytes de celdas. ATM realiza la fragmentación rápidamente a través de la red, debido al ancho de banda con que se cuenta. Proporcionando así un servicio sumamente fiable y a la vez brinda calidad de servicio, según la SLA.
- **Priorización:** la ordenación de ATM se lleva a cabo a través de los parámetros de QoS. ATM se diseñó para llevar voz así como todos los tipos de datos. Para esto se asigna una cantidad constante de ancho de banda a una conexión durante la transmisión. Aunque garantiza voz de calidad alta, el protocolo utilizado CES monopoliza el ancho de banda que podría usarse para otras aplicaciones. Además, en el interés de reducir retraso, CES podrían enviar celda de ATM de tamaño fijo medio vacías lo que es ineficiente.



### 1.4.3 Voz sobre IP

El IP es un protocolo de conexión en el que los paquetes pueden tomar caminos diferentes entre los puntos de destino y todos los caminos, es manipulado por medio de paquetes para todas las transmisiones distintas. Lo que significa que habilita una asignación eficaz de recursos de la red, brindando una menor pérdida de paquetes debido a la congestión de la red. La información del encabezado se asegura que los paquetes lleguen a su destino, en caso necesario los reenvía. Sin embargo, para asegurar QoS, todos los paquetes deben de ser enviados por el mismo camino. IP conecta una red de computadoras empleando los mismos tipos de esquemas como la red de *Frame Relay*, incluso maneja fragmentación, priorización, supresión del eco, etc.

- **Priorización:** las técnicas de priorización utilizadas para la VoIP son diferentes a las empleadas por *Frame Relay* (Acceso a dispositivos). La ordenación se relaciona directamente con la QoS. Utilizando para ello dentro del QoS el protocolo RSVP que le permite al remitente pedir un cierto juego de características del tráfico y así manejar el flujo del mismo. También se utilizan el IntServ y el ToS para realzar dicha priorización.
- **Fragmentación:** la fragmentación en el IP se realiza de manera similar a la fragmentación de *Frame Relay*. Aunque exige reducir el retraso global de tráfico de la voz, agrega mucha sobre carga en los encabezados de los paquetes transmitidos.



## 2. PROTOCOLOS, CALIDAD Y SEGURIDAD

Para soportar el servicio de VoIP se requiere además de los protocolos para el transporte de la información de usuario en tiempo real, también de la correspondiente señalización, es decir, de los protocolos necesarios que garanticen el establecimiento, mantenimiento, modificación y finalización de las llamadas de voz sobre las redes IP, lo que quiere decir que es necesario la señalización de control de las llamadas y QoS.

Se han desarrollado diferentes soluciones para la señalización de control de llamada en sistemas de VoIP:

- Modelo H.323
- Modelo SIP
- Modelo MEGACO (H.248)

Estos modelos son tres soluciones diferentes a la misma problemática, la señalización de control de llamada para el servicio de VoIP. Cada una con su propia arquitectura funcional y protocolos que la caracterizan. Por las características de la red IP se hace necesario que los sistemas de VoIP requieran señalizar con los protocolos adecuados todo el control de la comunicación, lo que incluye:

- Negociar el tipo de codificador a utilizar.
- Negociar los parámetros de empaquetado de la voz y video.
- Intercambio de numero de puertos a través de los que se llevará a cabo la comunicación, etc.

El flujo de la información de usuario y el flujo de la señalización siguen trayectorias diferentes en su paso por las redes IP. La voz y la señalización no presentan los mismos requerimientos de transporte por la red. La voz tiene que ser tratada con demora y *jitter* mínimos, pues pierde valor con el tiempo. Dados sus requerimientos de tiempo real, en cambio la señalización no requiere de tiempo real. Es decir, el tráfico de información de usuario es tratado por la red IP de manera diferente a como lo hace con el tráfico de señalización. Por lo que los tipos de información que una interfase telefónica debe manejar son: voz y señalización. En el *software* se pueden encontrar cuatro funciones principales:

- **Software del módulo de paquetes de voz:** conocido como módulo de procesamiento de voz, corre sobre un procesador digital de señales (DSP). Prepara las muestras de voz para la transmisión por la red de paquetes, sus componentes son interfase PCM, generador de tonos, cancelación de eco, detector de activación de voz, medida libre de ruido, detector de tonos, *software* de codificadores de voz, *software* de fax, unidad de salida, protocolo de paquetes de voz, *software* de la interfase de control, ambiente de portabilidad en tiempo real.
- **Módulos de señalización, protocolo y gestión:** el *software* de VoIP desempeña señalización telefónica para detectar la presencia de una nueva llamada y recoger la información de dirección (números discados), la cual es usada por el sistema para enrutar la llamada al puerto destino. Este *software* soporta una gran variedad de protocolos de señalización telefónica y puede adaptarse a muchos ambientes, los datos de configuración para la tarjeta de voz se pueden descargar del sistema de gestión de la red permitiendo así personalización, fácil instalación y actualizaciones remotas. El *software* interactúa con el DSP para la detección y generación de tonos.

- **Módulo de señalización telefónica:** se encarga de realizar toda la señalización telefónica y consiste en *software* de la unidad de interfase telefónica, unidad de protocolo de señalización, unidad de control de red, unidad de traslación de dirección, *driver* de la interfase DSP, cargador *downline* DSP.
- **Módulo de gestión de red:** realiza todo el manejo de la comunicación a nivel de red por medio de una serie de pilas: pila de señalización IP, pila de protocolos de señalización ATM, pila de protocolos *frame relay*.

## 2.1. Protocolo H.323

### 2.1.1. ¿Que es H.323?

El H.323 es una familia de estándares definidos por el ITU para las comunicaciones multimedia sobre redes LAN. Está definido específicamente para tecnologías LAN que no garantizan una calidad de servicio (QoS). Algunos ejemplos son TCP/IP e IPX sobre Ethernet, *fast ethernet* o *Token Ring*. La tecnología de red más común en la que se están implementando H.323 es IP (*internet protocol*).

Este estándar define un amplio conjunto de características y funciones. Algunas son necesarias y otras opcionales. El H.323 define mucho más que los terminales. El H.323 utiliza los mismos algoritmos de compresión para el video y el audio que la norma H.320, aunque introduce algunos nuevos. Se utiliza T.120 para la colaboración de datos.

### **2.1.2. Historia del H.323**

Anteriormente al H.323, el ITU se enfocó exclusivamente en la estandarización de las redes globales de telecomunicaciones. En 1985 se comenzó el trabajo en la especificación que define el envío de imagen y voz sobre redes de circuitos conmutados, tales como RDSI. La ratificación de la norma (H.320) tuvo lugar 5 años después, ya que fue aprobada por el CCITT en diciembre de 1990. Sólo 3 años después se dispuso de equipos que cumplieran con la norma y que permitieran la interoperabilidad entre sí.

En enero de 1996 un grupo de fabricantes de soluciones de redes y de ordenadores propuso la creación de un nuevo estándar ITU-T para incorporar videoconferencia en redes a nivel LAN. Inicialmente las investigaciones se centraron en las redes de área local, pues éstas son más fáciles de controlar. Sin embargo, con la expansión de Internet se tuvo que contemplar todas las redes IP dentro de una única recomendación, lo cual marcó el inicio del H.323.

El H.323 soporta video en tiempo real, audio y datos sobre redes de área local LAN o de área extensa WAN. Soporta asimismo Internet e intranets. En mayo de 1997, el Grupo 15 del ITU redefinió el H.323 como la recomendación para los sistemas multimedia de comunicaciones en aquellas situaciones en las que el medio de transporte sea una red de conmutación de paquetes que no pueda proporcionar una calidad de servicio garantizada. También soporta videoconferencia sobre conexiones punto a punto, telefónicas y RDSI. En estos casos se debe disponer un protocolo de transporte de paquetes tal como PPP.

### 2.1.3. Importancia del H.323

El H.323 es la primera especificación completa bajo la cual, los productos desarrollados se pueden usar con el protocolo de transmisión más ampliamente difundido (IP). Existe tanto interés y expectación entorno al H.323 porque aparece en el momento más adecuado. Los administradores de redes tienen amplias redes ya instaladas y sienten confortables las aplicaciones basadas en IP, tales como el acceso a la web. Además, los ordenadores personales son cada vez más potentes y, por lo tanto, capaces de manejar datos en tiempo real tales como voz y video.

### 2.1.4. Componentes H.323

- **Entidad:** la especificación H.323 define el término genérico entidad como cualquier componente que cumpla con el estándar.
- **Extremo:** un extremo H.323 es un componente de la red que puede enviar y recibir llamadas. Puede generar y/o recibir secuencias de información.
- **Terminal:** una terminal H.323 es un extremo de la red que proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real con otra terminal H.323, *gateway* o unidad de control multipunto (MCU). Esta comunicación consta de señales de control, indicaciones, audio, imagen en color en movimiento y/o datos entre las dos terminales. Conforme a la especificación, una terminal H.323 puede proporcionar sólo voz, voz y datos, voz y video, o voz, datos y vídeo.

- **Gatekeeper:** es una entidad que proporciona la traducción de direcciones y el control de acceso a la red de las terminales H.323, *gateways* y MCU. El GK puede ofrecer también otros servicios a las terminales, *gateways* y MCU, tales como gestión del ancho de banda y localización de los *gateways* o pasarelas.
- **Gateway:** un *gateway* H.323 (GW) es un extremo que proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real entre terminales H.323 en la red IP y otras terminales o *gateways* en una red conmutada. En general, el propósito del *gateway* es reflejar transparentemente las características de un extremo en la red IP a otro en una red conmutada y viceversa.
- **MCU (Multipoint Control Units):** la unidad de control multipunto está diseñada para soportar la conferencia entre tres o más puntos, bajo el estándar H.323 llevando la negociación entre terminales para determinar las capacidades comunes para el proceso de audio y vídeo y controlar la multidifusión.

La comunicación bajo H.323 contempla las señales de audio y vídeo. La señal de audio se digitaliza y se comprime bajo uno de los algoritmos soportados, tales como el G.711 o G.723, y la señal de video (opcional) se trata con la norma H.261 o H.263. Los datos (opcional) se manejan bajo el estándar T.120 que permite compartir aplicaciones en conferencias punto a punto y multipunto.



## 2.2. Protocolo SIP

SIP es un protocolo de señalización únicamente, y no interviene en el transporte y su ámbito de aplicación va mucho más allá de la VoIP. Al haber sido diseñado para la gestión de sesiones multimedia y conferencia a través de redes WAN. Por su naturaleza SIP incorpora los beneficios de la arquitectura Web a la telefonía IP; hace posible el desarrollo de nuevos servicios y aplicaciones hasta ahora imposibles de ofrecer a través de telefonía convencional e incluso H.323. Gracias a ello proveedores de servicio, desarrolladores de aplicaciones y empresas pueden crear servicios y aplicaciones únicas y diferenciales. Por ejemplo, SIP utiliza un método de encapsulado basado en texto (MIME) que permite transmitir datos y aplicaciones junto a la llamada de voz, haciendo fácil el envío de tarjetas de visita, fotos, archivos MP3, información codificada, etc. durante una llamada.

Además SIP, al ser un protocolo *peer-to-peer* admite que en el control de la llamada puedan intervenir terceros agentes o aplicaciones, capaces de modificar los mensajes SIP que se intercambian entre los extremos de una comunicación, habilitando a través de dichas aplicaciones funciones como el desvío de llamadas entrantes en base a ciertas reglas (por ejemplo, desvío al teléfono particular a partir de cierto horario) o la transferencia de sesiones de video conferencia al ordenador personal entre otras. La facilidad con que el protocolo SIP puede incorporar nuevas extensiones (nuevas cabeceras, métodos, parámetros, etc.) hace prácticamente infinitas las posibilidades de desarrollo de servicios en SIP. A diferencia de H.323 en SIP sólo se definen los elementos que participan en un entorno SIP y el sistema de mensajes que intercambian estos. Estos mensajes están basados en HTTP y se emplean esencialmente en procedimientos de registro y para establecer entre qué direcciones IP y puertos TCP/UDP intercambiarán datos los usuarios.

En este sentido, su sencillez es altamente valorada por desarrolladores de aplicaciones y dispositivos. Ésta es una de las razones por las que SIP se perfila como el protocolo ideal para el desarrollo de nuevos modelos y herramientas de comunicación, además de la telefonía y videoconferencia IP.

El protocolo SIP presenta un conjunto único de características que lo hacen idóneo para el desarrollo de aplicaciones Web que incorporen funcionalidades de comunicación multimedia y en particular de telefonía IP. Entre las más relevantes se encuentran:

- **Localización de usuario:** SIP encuentra al usuario llamado en el dispositivo correspondiente de la red y establece la conexión incluso cuando la identificación del dispositivo (dirección IP) es dinámica o compartida.
- **Características de la llamada:** SIP no sólo es capaz de establecer la llamada en sí con el destinatario sino que además negocia las funcionalidades y aplicaciones que estarán disponibles durante la sesión entre las terminales.
- **Disponibilidad del llamado:** SIP determina si el destinatario de la llamada está disponible y en caso afirmativo, si acepta o no la llamada. En caso de no disponibilidad, SIP admite la toma de acciones definidas por las aplicaciones de control o de usuario especialmente desarrolladas.
- **Gestión de participantes:** durante una llamada, se pueden añadir nuevos participantes a la comunicación y también cancelar participantes de la misma en cualquier momento.

- **Cambio de parámetros durante la sesión:** SIP admite que los participantes de una comunicación cambien los parámetros y características de ésta establecidos al inicio de la misma; por ejemplo, el paso de una sesión de voz a una de audio y texto o vídeo, durante la primera.
- **Diferentes formatos de respuesta:** SIP permite responder una invitación a una sesión con un formato diferente al solicitado; por ejemplo, un usuario puede responder una llamada de voz con una página Web con los números alternativos de contacto.
- **Direccionamiento estándar de Internet:** SIP utiliza el mismo formato de direccionamiento que Internet, tanto para los nombres como para las direcciones IP, por ejemplo sip:nombre\_usuario@nombredominio.com
- **Protocolo encapsulado en texto:** la utilización de texto plano para la implementación de los mensajes SIP, permite una integración de aplicaciones Web más simple, facilidad de diagnóstico y control de errores.
- **Terminales inteligentes multifuncionales:** SIP implementa en cada uno de los dispositivos participantes es una comunicación un SUA (*Sip User Agent*) con un elevado grado de inteligencia. Dicha implementación puede estar tanto en terminales telefónicas (teléfonos IP), ordenadores personales (PC), asistentes personales inalámbricos (wi-fi PDA) u otros dispositivos de comunicación, como por ejemplo los teléfonos 3G (UMTS).

Al considerar los servicios de telefonía en el contexto empresarial actual, se encuentra que los usuarios siguen deseando utilizar un dispositivo telefónico para la realización de sus llamadas, no obstante también desean tener integrado dicho dispositivo con sus sistemas de información para mejorar su productividad, comunicación e integrar la telefonía en sus procesos de negocio.

El enfoque de los últimos 15 años del sector IT para resolver esta demanda empresarial ha sido el desarrollo de plataformas y arquitecturas llamadas CTI (*Computer Telephony Integration*) que han prometido sin mucho éxito la integración efectiva de la telefonía con las bases de datos, habitualmente a un coste demasiado elevado para hacer dichas plataformas viables para la mayoría de empresas. Sólo en sectores verticales e intensivos han tenido cierto grado de implantación. La falta de estándares de desarrollo, disparidad de dispositivos, protocolos propietarios de señalización y el *hardware* como el *software* propietario en que se basan dichas soluciones, han limitado su desarrollo e implantación en los demás sectores.

La convergencia del protocolo SIP, la telefonía IP y las plataformas de desarrollo y explotación Web basadas en estándares abiertos, ampliamente probados por la industria, como Java y J2EE han dado como resultado una nueva generación de arquitecturas CTI, llamada por unos WTI (*Web Telephony Integration*) y por otros aplicaciones Web-SIP de comunicación inteligente, que permitirán que nuevos proveedores de servicios de telefonía IP, desarrolladores de *software*, integradores y empresas finales desarrollen innovadores servicios de comunicación de forma mucho más económica, simple, extensible y fiable que a través de la telefonía convencional PSTN y soluciones CTI. Los proveedores de telefonía por Internet y de aplicaciones Web-Sip están cambiando la cadena de valor del sector.

El valor ya no está en la red del operador, sino en las aplicaciones y servicios desarrollados y alojados en ella. Cuyo desarrollo y por tanto innovación no dependerá más de los fabricantes ni de las operadoras, sino desde su concepción del propio usuario del servicio.

### **2.3. Protocolo de tiempo real (RTP)**

Tanto el protocolo de transporte en tiempo real RTP como el protocolo de control RTCP se encuentran disponibles en RFC-1889 del año 1996. El protocolo RTP tiene como objetivo asegurar una QoS para servicios del tipo tiempo real. Incluye la identificación del *payload*, la numeración secuencial, la medición de tiempo y el reporte de la calidad. Entre sus funciones se encuentran la memorización de datos, la simulación de distribución interactiva, el control y mediciones de aplicaciones. Este protocolo RTP es de transporte (capa 4) y trabaja sobre UDP de forma que posee un *checksum* para detección de error y la posibilidad de multiplexación de puertos (port UDP).

Las sesiones de protocolo RTP pueden ser multiplexadas. Para ello se recurre a un doble direccionamiento mediante las direcciones IP y el número de puerto en UDP. Sobre RTP se disponen de protocolos de aplicación del tipo H.320/323 para video y voz. El RTP funciona en conjunto con RSVP (capa 3) para la reservación de ancho de banda y asegurar de esta forma la calidad del servicio QoS del tipo garantizada. La QoS del tipo diferenciada se logra mediante la priorización de tráfico que puede adoptar dos alternativas. En IP se pueden asignar diversas alternativas de prioridad para formar una cola de espera en *routers*.

Un algoritmo particular de gestión de prioridad de tráfico es el WFQ (*Weighted Fair Queuing*) que utiliza un modelo de multiplexación TDM para distribuir el ancho de banda entre clientes. Cada cliente ocupa un intervalo de tiempo en un *Round-Robin*. El ToS (*Type of Service*) en IP puede determinar un ancho de banda específico para el cliente. Un servicio sensible al retardo requiere un ancho de banda superior. En IP además del ToS se puede utilizar la dirección de origen y destino IP, tipo de protocolo y número de *socket* para asignar una ponderación. En redes que disponen de *switch* de capa 2 se requiere extender la gestión de la calidad de servicio a dicha capa. Para ello la IEEE ha determinado el ToS sobre IEEE-802.

RTP además provee transporte para direcciones unicast y multicast. Por esta razón, también se encuentra involucrado el protocolo IGMP para administrar el servicio *multicast*. El paquete de RTP incluye un encabezado fijo y el *payload* de datos; RTCP utiliza el encabezado del RTP y ocupa el campo de carga útil.

#### **2.4. Protocolo de control de tiempo real RTPC**

Este protocolo permite completar a RTP facilitando la comunicación entre extremos para intercambiar datos y monitorear de esta forma la calidad de servicio y obtener información acerca de los participantes en la sesión. RTCP se fundamenta en la transmisión periódica de paquetes de control a todos los participantes en la sesión usando el mismo mecanismo RTP de distribución de paquetes de datos. El protocolo UDP dispone de distintas puertas (UDP Port) como mecanismo de identificación de protocolos. La función primordial de RTCP es la de proveer una realimentación de la calidad de servicio, se relaciona con el control de congestión y flujo de datos.

## **2.5. CODEC de vídeo**

Un codec de vídeo codifica el vídeo de una cámara para la transmisión en la comunicación en un terminal H323 y luego es decodificado en una pantalla en la terminal destino. Como la especificación del H323 el soporte de vídeo es opcional, el soporte de CODEC de vídeo también es opcional.

## **2.6. CODEC de audio**

Un CODEC de audio codifica la señal de audio del micrófono para la transmisión en un terminal H323 y luego es decodificado por la terminal que lo recibe. Todas las terminales han de disponer como mínimo un CODEC, como especifica la ITU-T se recomienda el G.711 a 64 kbps. De acuerdo a los estándares usados para la codificación de audio en los sistemas de videoconferencia normalizados, los algoritmos de compresión y codificación usan básicamente la misma estructura que los usados para los *gateways* y servidores de telefonía. Todos los terminales H.323 poseen un códec de audio y son capaces de codificar y decodificar señales vocales. Todas las terminales transmiten y reciben ley A y ley m.

Una terminal puede optativamente ser capaz de codificar y decodificar señales vocales utilizando las recomendaciones G.722, G.728, G.729, MPEG1 de audio. El algoritmo de audio empleado por el codificador se obtendrá durante el intercambio de capacidad. El terminal H.323 debería tener la posibilidad de funcionamiento asimétrico para todas las capacidades de audio que haya declarado dentro del mismo conjunto de capacidades. Los paquetes de audio deberán ser entregados a la capa de transporte periódicamente, con un intervalo determinado por la recomendación de códec de audio que se utilice (intervalo de trama de audio).

La entrega de cada uno de los paquetes de audio tendrá lugar no más tarde de 5 milisegundos después de un múltiplo completo del intervalo de trama de audio, medido desde la entrega de la primera trama de audio (fluctuación de retardo de audio). Los codificadores de audio capaces de limitar más aún su fluctuación de retardo pueden indicarlo utilizando el parámetro fluctuación de retardo máxima contenida en un mensaje de conjunto de capacidades de terminal, de tal manera que los receptores puedan reducir optativamente sus memorias intermedias de retardo de fluctuación. Esto no es lo mismo que el campo de fluctuación entre llegadas del RTCP.

## **2.7. Calidad de servicio QoS**

### **2.7.1. Factores de calidad de servicio**

La entrega de señales de voz, video y fax desde un punto a otro no se puede considerar realizada con un éxito total a menos que la calidad de las señales transmitidas satisfaga al receptor. Entre los factores que afectan a la calidad se encuentran los siguientes:

- **Requerimientos de ancho de banda:** la velocidad de transmisión de la infraestructura de red y su topología física.
- **Funciones de control:** incluye la reserva de recursos, provisión y monitoreo requeridos para establecer y mantener la conexión multimedia.
- Latencia o retardo de la fuente al destino de la señal a través de la red.
- *Jitter*
- **Pérdida de paquetes de video o de voz en la red:** es preciso disponer de algún tipo de compensación de la señal en el extremo receptor.



### **2.7.2. La QoS y el protocolo TCP**

El protocolo TCP se detiene cuando ve congestión. No está orientado a la voz, que tiene que enfrentarse al ancho de banda y seguir adelante entre la multitud. Garantizar la calidad de servicio (QoS) fuera de la WAN, para las aplicaciones de voz sigue siendo un problema en la red Internet pública, donde los proveedores de servicios no pueden controlar la infraestructura de extremo a extremo. Algunos de los mayores proveedores pueden vigilar constantemente la red para comprobar la latencia y elegir las rutas adecuadas, llevando parte del tráfico de voz sobre la red telefónica conmutada cuando sea necesario. Pero nunca se verá voz de calidad telefónica en todas partes sobre la Internet pública hasta que toda su infraestructura se haya actualizado a IPv6.

Sin embargo, en la red de Internet privada los proveedores de servicios pueden ajustar las redes y utilizar algunos trucos para asegurar los niveles de QoS. En la LAN las empresas tienen el control absoluto de extremo a extremo y pueden ampliar el ancho de banda.

### **2.7.3. Importancia del QoS**

Esta función tiene primordial importancia en relación con la QoS experimentada por el usuario final. En esto influyen dos factores fundamentales:

- La calidad de la voz extremo a extremo, determinada por los sucesivos procesos de codificación – decodificación y las pérdidas de paquetes en la red.
- La demora extremo a extremo, debido a los sucesivos procesos de codificación, decodificación, empaquetado y encolados. Afecta la interactividad en la conversación y por tanto a la QoS.

#### **2.7.4. Mitos de la QoS**

Dos son los mitos que involucran a la telefonía sobre IP. Uno se refiere a la baja calidad de Internet, se confunden las prestaciones de los accesos *dial-up* con el uso de canales de transporte punto a punto con calidad contratada. Otro se refiere al medio de transportar los paquetes IP, aquí se menciona que solo ATM está en condiciones de garantizar la calidad de servicio.

De nuevo se ignora la serie de herramientas que posee IP y *Gigabit-Ethernet* para garantizar una calidad de servicio. Los problemas que se tienen en VoIP son la Latencia, el *Jitter* y el Eco. En VoIP estos problemas son resueltos mediante diversas técnicas.

#### **2.7.5. Factores de calidad de VoIP**

La tecnología de transmisión de paquetes en la que está basada IP, ofrece tamaño de celdas variable, que en comparación con tecnologías de tamaño de celda fija como ATM, introduce ineficiencias y necesidad de proceso extra. Además, IP es un protocolo que solamente ofrece un tipo de calidad de servicio (QoS) basado en proporcionar el mejor rendimiento posible en el enlace disponible. Actualmente la voz sobre IP tiene dos modos de ser transportada:

- A través de líneas privadas y dedicadas que proporcionan una calidad de servicio aceptable
- A través de redes públicas como Internet o redes públicas IP con una calidad de servicio inferior

Las tecnologías IP están conformadas por un conjunto de protocolos que conforman lo que actualmente se llama redes IP. Los más usados son TCP, IP y UDP. Sin embargo, ninguno de estos protocolos puede proporcionar el soporte de aplicaciones en tiempo real como la voz.

### 2.7.5.1 Retardo

El retardo causa dos problemas: eco y traslape del habla. El eco es causado por las señales reflejadas por el equipo telefónico del extremo distante que regresan al oído del hablante. El eco llega a ser un problema significativo cuando el retardo del viaje redondo llega a ser más de 50 milisegundos. A medida que el eco se incrementa, los sistemas de paquetes se ven en la necesidad de utilizar controles como la cancelación de eco. El traslape del habla es significativo si el retardo en una sola vía es mayor de 250 milisegundos. Por lo tanto el retardo completo llega a ser mayor. Algunas de las fuentes de retardo en una sola vía para una llamada hecha con paquetes de voz se describen a continuación:

- **Retardo acumulado o algorítmico:** es causado por la necesidad de recolectar un marco de muestras de voz para que sean procesados por el codificador de voz. Esto está relacionado con el tipo de codificador usado y varía de una sola muestra en el tiempo (.125 msg) a muchos milisegundos.
- **Retardo de procesamiento:** es causado por el proceso de codificación y recolección de las muestras codificadas en paquetes para la transmisión sobre una red de paquetes. El retardo de codificación es una función del tiempo de ejecución del procesador y el tipo de algoritmo usado.

- **Retardo de red:** es causado por el medio físico y los protocolos para transmitir los datos de voz y por los *buffers* usados para remover el *jitter* en el lado receptor. El retardo de red es una función de la capacidad de los enlaces en la red y del procesamiento que ocurre a medida que los paquetes transitan por ésta. Los buffer para *jitters* agregan retardo, que es utilizado para remover la variación de retardo a la que están sujetos los paquetes a medida que transitan en una red de paquetes.

### 2.7.5.2. Jitter

Es la variación de tiempo entre los paquetes causada por la red. Remover el *jitter* requiere la recolección de paquetes y retención de estos el tiempo suficiente para que el paquete más lento llegue a tiempo para ser interpretado en la secuencia correcta. El conflicto que se produce al querer mezclar el retardo con la supresión del *jitter*, ha generado varios esquemas para adaptar el tamaño del *buffer* de *jitter* a los requerimientos de variaciones de tiempo de la red. Esta adaptación tiene la meta explícita de minimizar el tamaño y retardo del *buffer* de *jitter* mientras que al mismo tiempo previene el sobreflujo del *buffer* causado por el *jitter*. Se han hecho dos aproximaciones para adaptar el tamaño del *buffer*, la selección n de la aproximación depende del tipo de red de paquetes usada.

La primera aproximación es medir la variación del nivel de paquetes en el *buffer* de *jitter* en un periodo de tiempo y de forma ascendente adaptar el tamaño del *buffer* para que coincida con el *jitter* calculado. Esto funciona mejor con redes que tienen *jitter* constante en un periodo de tiempo, como las redes ATM.

La segunda aproximación es contar el número de paquetes que llegan tarde y crear una relación de estos al número de paquetes que son procesados exitosamente. Esta relación es usada para ajustar el *buffer* del *jitter* a una relación permisible de paquetes tardíos predeterminada.

Esto funciona mejor con redes que tengan intervalos de arribo de paquetes altamente variable, como las redes IP. Además de estas técnicas, la red debe estar configurada y gestionada para que tenga retardos y *jitter* mínimos, permitiendo así un alto QoS.

### **2.7.5.3. Compensación de pérdida de paquetes**

La pérdida de paquetes puede ser un problema aún mayor dependiendo del tipo de red de paquetes que sea usada. Ya que la red IP no garantiza el servicio, usualmente tiene mayor pérdida de paquetes que las redes ATM. En redes IP actuales, todos los marcos de voz son tratados como datos. Bajo congestión los marcos de voz serán descartados al igual que los de datos; estos últimos, sin embargo, no son sensibles al tiempo y los paquetes descartados pueden ser recuperados con la retransmisión, mientras que los paquetes de voz no pueden ser tratados de esta manera. Algunas de las formas para corregir la pérdida de paquetes de voz son:

- Interpolar los paquetes de voz perdidos al repetir el último paquete recibido durante el intervalo cuando el paquete perdido supuestamente debía ser analizado; este esquema es un método simple que llena el tiempo entre marcos de voz no continuos, trabaja bien cuando la incidencia de marcos perdido es poco frecuente.

- Enviar información redundante a expensas de la utilización del ancho de banda, esta aproximación hace una réplica y envía el enésimo paquete de voz con el (n+1) enésimo paquete; este método tiene la ventaja de corregir la pérdida del paquete exacto, sin embargo, usa más ancho de banda e incrementa el retardo.
- Usar una aproximación híbrida con ancho de banda menor del codificador de voz para proporcionar información redundante que será llevada en el (n+1) enésimo paquete, esto reduce el problema de necesidad de ancho de banda extra pero falla en la resolución del problema de retardo.

#### **2.7.5.4. Compensación de eco**

El eco en una red telefónica es causado por las reflexiones de señales generadas por un circuito híbrido que convierte de 4 hilos (un par para transmisión y uno para recepción) a 2 hilos (un solo hilo para transmisión y uno para recepción). Estas reflexiones de la voz del hablante son escuchadas por el oyente. El eco se presenta aun en las redes de conmutación de circuitos, pero es aceptable ya que los retardos completos a través de la red son menores que 50 milisegundos y el eco es enmascarado por el tono lateral que todo teléfono genera.

El eco es problema en una red de paquetes de voz cuando el retardo completo en la red es mayor que 50 msg, entonces se deben aplicar técnicas de cancelación de eco. El estándar G.165 de la ITU define el desempeño de los canceladores de eco, en la recomendación G.IEC se encuentran más características.

El cancelador de eco compara los datos de voz recibidos de la red de paquetes con los datos de voz que están siendo transmitidos por la red de paquetes. El eco del híbrido de la red de paquetes se remueve con un filtro digital en el camino de transmisión hacia la red de paquetes.

### **2.7.6 Gestión de colas**

La gestión de colas del tipo FIFO fue la primera que se utilizó en los enrutadores y sigue utilizándose actualmente, dependiendo de la topología de la red. Las redes actuales, con su variedad de aplicaciones, protocolos y usuarios, requieren una manera diferente para clasificar el tráfico. Existen varias herramientas de gestión de colas que permiten al administrador de la red especificar qué tipo de tráfico es "especial" o importante y organizar la cola del tráfico sobre la base de esa información en lugar de hacerlo conforme al orden de llegada de los paquetes.

Cada interfaz del enrutador tiene una cola para retener paquetes en espera de la transmisión. El usuario tiene un gran control sobre lo que pasa con esos paquetes. Cualquier iniciativa de QoS en la red debería empezar por optimizar las normas de gestión de colas de la interfaz. Una gran parte de la sintonización de la red IP para la integración de voz y datos está relacionada con las normas de gestión de colas. Las normas de gestión de colas se han desarrollado históricamente para dirigir dos temas principales:

- Proporcionar las solicitudes QoS para aplicaciones identificadas.
- Proporcionar una distribución equitativa de los recursos de ancho de banda.

El primer objetivo es enfocar el retraso de la administración y la variación de éste en las aplicaciones que se han seleccionado. El segundo es enfocar la razonabilidad total en las aplicaciones que compartan el ancho de banda. Estos objetivos de diseño no son complementarios. Dar una baja latencia y fluctuación de fase a una aplicación puede hacer que sufran otras. Si el algoritmo de cola distribuye bastante ancho de banda, las aplicaciones de alta prioridad pueden experimentar un retraso excesivo o variaciones en éste. Las soluciones mencionadas para los objetivos anteriores se dirigen a uno u otro problema, pero no a ambos. Los algoritmos de gestión de colas han dirigido los problemas anteriores desde dos perspectivas técnicas:

- Administrar la profundidad de la cola.
- Programar el orden de envío de los paquetes.

La planificación de paquetes controla el orden en el cual los paquetes dejan una interfaz, basándose en normas definidas administrativamente. La norma de encolamiento más relevante para VoIP es asegurarse de que los paquetes VoIP se mueven al frente de la cola, y así no son retrasados por otros tipos de paquetes. Otra norma de encolamiento muy común es dividir equitativamente el ancho de banda disponible entre cada flujo de tráfico o clases de aplicaciones. Mientras las técnicas más antiguas de encolamiento se diseñaron para lograr una de estas normas, se han desarrollado nuevas técnicas que implementan ambas normas a la vez.

### **2.7.6.1 Gestión de colas por prioridad**

La cola de prioridad es un sencillo enfoque para ofrecer un tratamiento preferencial a los paquetes identificados. Éste es el método "por la fuerza" de asegurar que los paquetes designados recibirán el mejor tratamiento posible.



Para esto se implementan 4 o más colas asignándole diferentes prioridades a cada una de ellas (Alta, media, baja, muy baja, etc.)

Los paquetes siempre se sirven desde las primeras colas de alta prioridad. Si los paquetes están esperando en dichas colas, se enviarán al *búfer* de transmisión.

Si la cola de alta prioridad está vacía, se envía al *búfer* cualquier paquete de prioridad media. Si las colas de alta y media prioridad están vacías, se envían al *búfer* de transmisión los paquetes de la cola normal y así sucesivamente.

La cola de prioridad consigue los requisitos QoS de VoIP, pero deja mucho que desear en el campo de la distribución de un ancho de banda equitativo para el resto del tráfico. Con esta técnica de encolamiento, el tráfico de alta prioridad incurre lo menos posible en la latencia y las fluctuaciones de fase, pero no hay provisiones para distribuir un ancho de banda entre el tráfico con las mismas prioridades. Dentro de una prioridad, el tráfico es de cola FIFO. La limitación más significativa es que si alguna de las colas tiene un flujo constante de tráfico, las colas de alta prioridad están completamente desnutridas de ancho de banda.

#### **2.7.6.2 Gestión de colas apropiada ponderada basada en clases (CB-WFQ)**

Con CB-WFQ, se puede especificar directamente la cantidad de ancho de banda que quiere destinar a cada clase y CB-WFQ ajustará los parámetros internos para que esto ocurra.

### **2.7.6.3 Prioridad RTP**

Hasta aquí se han referido a las técnicas de encolamiento desde la perspectiva de un escenario de cola simple. El modelo de cola de la interfase (gestión de colas multietapa) es útil para aunar los conflictivos requisitos de QoS de flujos específicos y el ancho de banda equitativo para todos los flujos. La cola del primer escenario identifica el tráfico de prioridad alta que no puede tolerar retrasos y fluctuaciones de fase. El tráfico restante pasa a través de una segunda cola, que proporciona un tratamiento equitativo a los distintos flujos de datos.

Para VoIP este modelo de gestión de colas multietapa se implementa con la función Prioridad IP RTP. Cuando esta función está habilitada, todo el tráfico RTP que usa puertos UDP específicos se coloca aparte en la cola de escenario simple y se envía directamente al *búfer* transmitido. El tráfico restante utiliza WFQ o CB-WFQ para destinar de forma equitativa el ancho de banda a los flujos de tráfico o clases. Nótese que la prioridad RTP proporciona un retraso y fluctuaciones de fase bajas en la ruta de audio de la conversación VoIP, pero la configuración de la llamada, destrucción y cualquier otro mensaje de señalización debe seguir cruzando la cola del segundo escenario.

## **2.8. VoIP en redes inalámbricas**

### **2.8.1. Servicios de voz sobre IP en redes de satélites**

La convergencia de voz y datos está teniendo lugar no solo en los enlaces terrestres sino también en enlaces por satélite. Por su cobertura global y alcances en áreas remotas, los satélites están bien posicionados para permitir el crecimiento de los servicios de voz sobre IP.

Los enlaces por satélite ya son utilizados actualmente para proporcionar servicios de datos basados en IP, especialmente a zonas remotas cuya infraestructura terrestre es limitada. La convergencia de voz y datos cobra sentido, por tanto, también en redes por satélite. Ya que los satélites tradicionales se utilizan como simples repetidores de información entre lugares fijos.

Por otro lado, las redes de satélites emergentes con múltiples haces de transmisión (*spot beams*) y procesamiento a bordo (OBP), tendrán nuevas capacidades para enrutar dinámicamente la información entre los distintos haces. Por tanto los satélites geoestacionarios (GEO) pueden proporcionar transporte a aplicaciones en tiempo real como la telefonía IP, que es particularmente sensible al retardo y a su variación (*jitter*).

En Internet los retardos de los paquetes pueden depender de la carga de la red. El enrutado de tráfico por satélite puede reducir el número de *routers* intermedios, aunque el retardo de propagación en satélites GEO puede aumentar considerablemente el retardo total, al rango de 250-270 ms. Es un verdadero reto de ingeniería el implementar aplicaciones en tiempo real como la telefonía IP sobre satélites, ofreciendo la calidad de servicio requerida.

Actualmente varios sistemas de satélites GEO están bajo desarrollo, como EuroSkyWay (ESW) de Alenia Spazio (Italia); WEB de Astrium (Francia/Reino Unido); N-STAR de NTT (Japón) y ASTROLINK de Lockheed Martin (Estados Unidos).

## 2.9. Seguridad en la VoIP

### 2.9.1. Amenazas

Existen varias amenazas que conciernen a las redes VoIP, muchas de las cuales no resultan obvias para la mayoría de los usuarios. Los dispositivos de redes, los servidores y sus sistemas operativos, los protocolos, los teléfonos y su *software* son vulnerables.

La información sobre una llamada es tan valiosa como el contenido de la voz. La conversación es en sí misma un riesgo y el objetivo más obvio de una red VoIP. Consiguiendo una entrada en una parte clave de la infraestructura, como una puerta de enlace de VoIP, un atacante puede capturar y volver a montar paquetes con el objetivo de escuchar la conversación. En el peor de los casos, grabarlo absolutamente todo y retransmitir todas las conversaciones sucedidas en la red.

Las llamadas son también vulnerables al secuestro. En este escenario, un atacante puede interceptar una conexión y modificar los parámetros de la llamada. Se trata de un ataque que puede causar bastante daño, ya que las víctimas no notan ningún tipo de cambio. Las posibilidades incluyen la técnica de *spoofing* o robo de identidad y redireccionamiento de llamadas, haciendo que la integridad de los datos estén bajo un gran riesgo.

La enorme disponibilidad de las redes VoIP es otro punto sensible. En el PSTN la disponibilidad es alta. Pero es mucho más sencillo *hackear* una red VoIP. Los ataques como la denegación de servicio, si se dirigen a puntos clave de una red, podrían incluso destruir la posibilidad de comunicación vía voz o datos.

Obviamente el *software* utilizado por los teléfonos, es vulnerable con los mismos tipos de *bugs* o agujeros de seguridad que pueden hacer que un sistema operativo esté a plena disposición del intruso. El código puede ser insertado para configurar cualquier tipo de acción maliciosa.

### **2.9.2. Aseguramiento**

Sin duda alguna el uso de la encriptación es indispensable para asegurar la VoIP. Aunque lógicamente no es sencillo capturar y decodificar los paquetes de voz, puede hacerse. La encriptación es la única forma de prevenir un ataque. Desafortunadamente, consume mucho ancho de banda, existen múltiples métodos de encriptación o posibilidades de encriptación: VPN (virtual personal network); el protocolo IPSec (ip segura) y otros protocolos como SRTP (secure RTP). La clave de cualquier forma es elegir un algoritmo de encriptación rápido, eficiente y emplear un procesador dedicado de encriptación. Además, se pueden realizar configuraciones en todos los dispositivos servidores de llamadas, *routers*, *switches*, centros de trabajo y teléfonos, con el fin de brindar seguridad. Se debe tener sólo abiertos los puertos que sean realmente necesarios. Los *routers* y *switches* deberían estar configurados adecuadamente, con acceso a las listas de control y a los filtros. Todos los dispositivos deberían estar actualizados en términos de parches y actualizaciones.

Se puede implementar un *firewall* y un IDS (*Intrusion Detection System*) para ayudar a proteger la red de voz. Los *firewalls* de VoIP son complicados de manejar y tienen múltiples requerimientos. Los servidores de llamada están constantemente abriendo y cerrando puertos para las nuevas conexiones. Este elemento dinámico hace que su manejo sea más dificultoso.

Pero el coste está lejos de verse oscurecido por la cantidad de beneficios, así que es aconsejable configurar los controles de acceso. Un IDS puede monitorizar la red para detectar cualquier anomalía en el servicio o un abuso potencial. Las advertencias son una clave para prevenir los ataques posteriores. Ya que no hay mejor defensa que estar prevenido para los ataques.

## 3. GUÍA PRÁCTICA

### 3.1. Necesidades de una guía practica

La implementación y configuración de una red de datos para soportar la transferencia de voz, conlleva una serie de actividades no muy complejas. Sin embargo, previo a realizar las tareas de instalación del *hardware* y el *software* requerido, surgen varias dudas sobre el funcionamiento que se tendrá. Es decir cómo se harán las llamadas, qué programas se necesitan, etc. En el presente apartado se pretende resolver las dudas más frecuentes durante y previo al proceso de convergencia entre las redes de datos y las redes telefónicas.

### 3.2. Respuesta a las preguntas frecuentes para implementar VoIP

Todo cambio genera temor, en especial en la tecnología del *Software* y *Hardware* ya que los procesos de los negocios dependen directamente o indirectamente de su rendimiento. Al cambiar a una red de datos surgen varias dudas sobre la infraestructura telefónica que se posee y sobre lo que se debe hacer para utilizar la red de datos con el objetivo de transmitir la voz. Entre los aspectos más relevantes que un administrador de la red telefónica se plantea al momento de implementar VoIP se encuentran:

- El proceso para realizar llamadas
- Los teléfonos a utilizar o si se pueden conservar los existentes
- El cableado telefónico se puede utilizar
- Los costos en los que se incurre
- La seguridad de la comunicación, etc.

### **3.2.1. ¿Qué es VoIP o voz sobre IP?**

VoIP (*voice over IP*) es transmitir la voz empleando el protocolo de Internet, es un termino usado en la llamada telefonía IP para un grupo de recursos que hacen posible que la voz viaje a través de Internet empleando su protocolo IP o *Internet Protocol*. Es decir, enviar voz en forma digital en paquetes en lugar de enviarla en forma de conmutación de circuitos como una compañía telefónica convencional o PSTN. La principal ventaja de este tipo de servicios es que evita los cargos altos de telefonía (principalmente de larga distancia) por las compañías ordinarias. En la actualidad la calidad de voz es indistinta entre una llamada VoIP o una llamada convencional. Además se puede aplicar a nivel de una LAN-WAN en cuanto a llamadas telefónicas usando una solución VoIP dentro de una empresa interconectando sus sucursales.

### **3.2.2. ¿Cuánto puedo ahorrar con este servicio?**

Las empresas que realizan una gran cantidad de llamadas internacionales, pueden obtener ahorros significativos del gasto actual de larga distancia internacional. Además, se puede utilizar la tecnología VoIP para la comunicación entre sucursales, aportando un ahorro relativamente alto ya que la mayoría de empresas poseen una red de datos entre sucursales. Los ahorros también se generan por la integración de una sola red, ya que solo la red de datos requiere gastos de mantenimiento. La empresa norteamericana Kanematso USA reportó reducciones en su comunicación VoIP de larga distancia de \$10,000.00 al mes por \$4,000.00 al mes usando una red privada para la comunicación VoIP, lo que representa una reducción del 60%. Dicho ahorro depende de la cantidad de tráfico que se maneje dentro de la empresa.



### **3.2.3. ¿Por qué el costo de una llamada de larga distancia por VoIP es más bajo que las compañías telefónicas?**

Debido a que los elementos que intervienen son más accesibles y de menor costo por su uso. El costo de las transmisiones de larga distancia se absorbe puesto que los datos o llamada viajan a través de Internet, ello da como resultado que el costo total sea mínimo.

Para una llamada de un computador a un teléfono (PC2P) se deben tomar en cuenta los siguientes costos:

- El costo por conectar el computador a Internet mediante un ISP o proveedor de Internet. Este costo suele estar cubierto ya que la mayoría de las empresas poseen conexión a Internet.
- El costo por conectar el *Gateway* VoIP al punto final de destino. En la mayoría de los casos la conexión del *Gateway* al punto final es una llamada local. En caso contrario debe de tomarse en cuenta el costo por conectar el dispositivo o *Gateway* a Internet mediante un ISP o proveedor de Internet. Este costo suele estar cubierto ya que la mayoría de las empresas poseen conexión a Internet.
- El costo del dispositivo. El costo del dispositivo varía dependiendo de las capacidades que se deseen; sin embargo, un *Gateway* marca Cisco cuesta alrededor de \$190 cerca de Q1,500.00 quetzales
- El costo de la llamada local para contactar a nuestro centro de direccionamiento. Éste es el costo de la llamada local común. Aplica a llamadas internacionales

### **3.2.4. ¿Cómo funciona el servicio de teléfono tradicional?**

La red telefónica tradicional se conoce como PSTN acrónimo de *Public Switched Telephone Network* o Red Pública de Telefonía Conmutada y emplea la tecnología de conmutación de circuitos para transmitir las llamadas. Se crea una conexión dedicada o circuito que conecta a las dos partes involucradas en la comunicación. Cuando se marca un número telefónico se genera un camino dedicado desde el teléfono del que se llama hasta el que recibe la llamada. La red telefónica proporciona transmisiones en tiempo real con garantía de calidad en el servicio asegurado por el circuito dedicado durante la llamada. El circuito no es empleado eficientemente porque está dedicado durante el todo el tiempo que dure la llamada, ya que la mayoría de las conversaciones están compuestas principalmente por silencio, así que el circuito en uso no transmite nada realmente.

### **3.2.5. ¿Cómo funciona el servicio VoIP?**

VoIP es diferente del PSTN porque no emplea circuitos dedicados. La información se transmite sobre la red Internet en paquetes de datos y esto es muy eficiente porque la red es empleada solamente cuando está transportando paquetes de datos.

Cuando se emplea una red IP como Internet para transmitir voz, existen diversos factores que pueden influir en la calidad ésta, como la velocidad de conexión, el tráfico del Internet, latencia (el retardo que se genera cuando alguien habla hasta que la otra persona pueda escucharlo). El método de cobro de VoIP está basado en el destino de la llamada y el tiempo que dure.

### **3.2.6. ¿Por qué VoIP aprovecha mejor las nuevas tecnologías que la red telefónica convencional o PSTN?**

Una limitación innata de la PSTN es que la inteligencia reside en las Oficinas Centrales (OC) de las telefónicas o en los conmutadores (o PBX) de las compañías. La tecnología en esos sistemas es altamente confiable pero los cambios son caros y lentos de realizar. En contraste, la arquitectura IP emplea redes de servidores y *router* que son rápidamente escalables en potencia, y las frecuentes innovaciones en *software* ofrecen nuevas características y funcionalidad, lo anterior da como resultado que los *router* de alta categoría puedan procesar más información a una fracción del costo y tamaño de un *switch* tradicional de las oficinas centrales (OC) de las telefónicas.

### **3.2.7. ¿Qué hago con el cable existente de las líneas telefónicas (puedo reutilizarlo)?**

Si se puede conservar el cable existente; sin embargo, lo recomendable es utilizar el cable de la red de datos. Ya que el rendimiento será mejor, según las necesidades de calidad requeridas, ya que se sacrifica la calidad por reutilizar el cableado actual. Dicha reutilización es sencilla, ya que los dispositivos traen puertos para conectores RJ11 y RJ45.

### **3.2.8. ¿Qué sucede con los teléfonos tradicionales, siguen funcionando?**

Los teléfonos tradicionales aún siguen funcionando, por medio del uso de dispositivos que se encargan de realizar la conversión. Es tan sencillo como conectar el teléfono a una extensión

### **3.2.9. ¿Quién provee el servicio de VoIP?**

El servicio lo proveen varias compañías internacionales. Conocidas como ITSP, Proveedores de servicios de telefonía de Internet. Dichas empresas proporcionan tanto el *hardware*, como el *software* que al mismo tiempo tratan de ser proveedores del servicio de VoIP además de la fabricación de los productos de *hardware* y *software*. Entre los principales proveedores internacionales se encuentran: Cisco, Clarent, Elemedia SW, Ericsson, Inter-Tel, Linkon (SW), Lucent, Nortel Networks, Motorola, Netspeak, NeTrue, Nokia, Nuera, RADVision, TI Telogy SW, VocalTec, etc. Actualmente en Guatemala las empresas Nortel Networks e Instared brindan los servicios de VoIP.

### **3.2.10. ¿Qué es un Gateway VoIP?**

El *Gateway VoIP* permite que las llamadas telefónicas de Internet sean enviadas a la red de telefonía pública tomando la voz y convirtiéndola en paquetes que pueden viajar por Internet y viceversa. Esto permite realizar llamadas a cualquier número telefónico desde una PC o desde cualquier dispositivo que esté conectado a un *Gateway VoIP*.

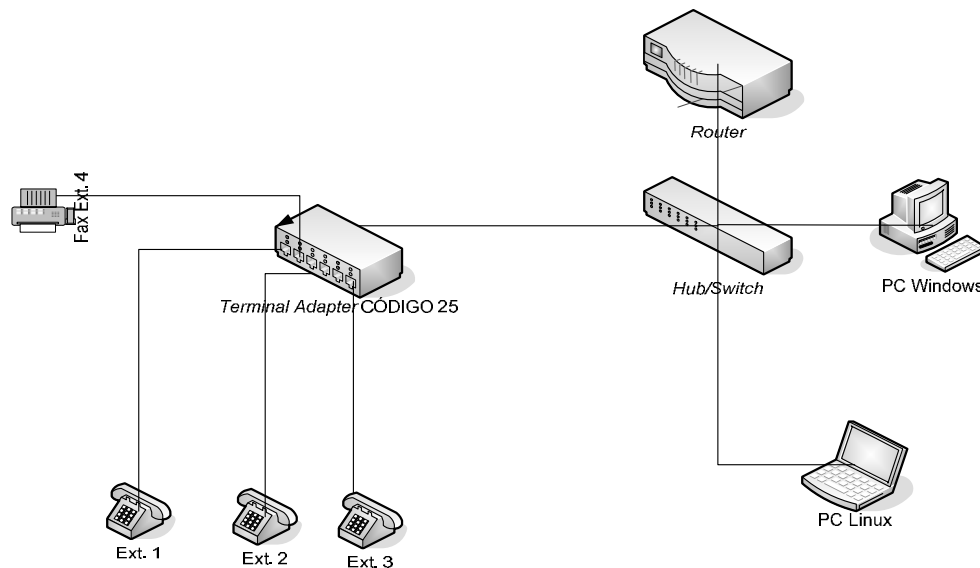
### **3.2.11. ¿Requeriré ayuda o saber mucho de computación para usar el servicio?**

No, para emplear el servicio no se requiere ser un experto en comunicaciones o TCP/IP, únicamente se deben seguir una serie de instrucciones necesarias para que cualquier persona pueda instalar y usar las soluciones.

### 3.2.12. ¿Cómo realizo las llamadas, marco una dirección IP?

El proceso para realizar llamadas dentro de la red de datos es totalmente igual al utilizado en la red telefónica, ya que los usuarios únicamente deben marcar el número de discado con el que se desean comunicar y de manera transparente el *software* que acompaña a la tecnología de VoIP identifica los números telefónicos, luego se procede a realizar la transmisión de la voz de la misma forma que la red de teléfonos tradicional.

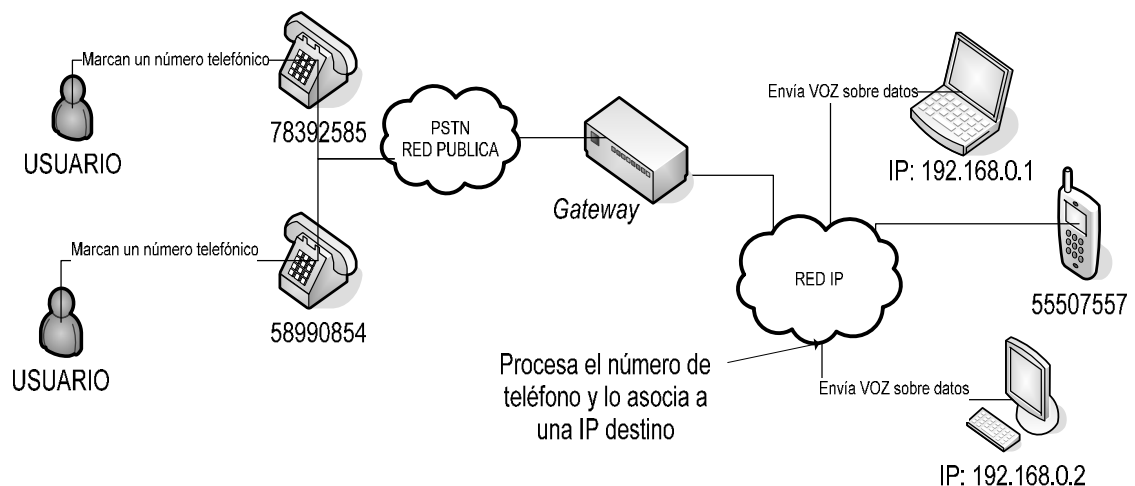
**Figura 2: Diagrama de una VoIP básica a nivel de Intranet**



De manera superficial así se realiza la comunicación, sin embargo se requiere de procesos para transformar los números de teléfonos a direcciones IP que son similares a los números telefónicos, solo que para los computadores. En la figura 2, se puede visualizar que existen teléfonos y un fax conectados en una red de datos. Dichos dispositivos presentan las mismas características asociadas en la red telefónica, su número de teléfono (en este caso número de extensión) indispensable para identificarlos dentro de la red.

Todos se conectan al dispositivo *Terminal Adapter*, el cual tiene un código para identificar a la serie de dispositivos telefónicos conectados al mismo. Tanto el código del Terminal Adapter, como los números telefónicos y/o extensiones son definidas por el usuario mediante el *software* correspondiente al *hardware* a utilizar. Sin embargo, establecer comunicación de voz en una red de datos implica la conversión de direcciones de la red telefónica (números de teléfono) a direcciones de redes de datos (IP), para cualquiera de las modalidades disponibles: teléfono–teléfono, PC-PC, teléfono–PC. Ha de realizarse el direccionamiento correspondiente a IP.

**Figura 3: Diagrama de conversión de números telefónicos a IP.**



De modo que los usuarios realizan su llamada de manera tradicional, marcan el número telefónico y luego el *software* de la red se encarga de verificar si el número marcado se encuentra dentro de la red (es a nivel interno o Intranet) o si el número telefónico pertenece a la red de teléfonos tradicional (PSTN). Como se muestra en la figura 3. En caso de ser interno, se realiza el direccionamiento de números telefónicos a direcciones IP.

Luego el *software* se encarga de buscar el IP asociado a dicho número telefónico, es decir el IP destino. Debe comprenderse que puede ser un PC, como un teléfono sobre la red. Una vez identificado el IP destino, la conexión se realiza y la transmisión de la voz puede realizarse de manera transparente ya que este proceso conlleva tiempos tan pequeños que no son percibidos por el usuario como si se trabajará en una red telefónica tradicional. El usuario final nunca sabrá sobre la dirección IP (la conversión, el destino, etc.).

### **3.2.13. ¿Qué protocolos usan?**

Debido a la necesidad de estándares indispensables para una comunicación eficiente, han surgido varios protocolos que trabajan con la tecnología VoIP. Actualmente el estándar mundial para VoIP que es el protocolo SIP.

### **3.2.14. ¿Qué es SIP?**

*Session Initiated Protocol* es un estándar de Internet empleado para iniciar sesiones de usuario interactivas como la transmisión de voz o chat. SIP puede establecer llamadas por Internet o IP *Telephony*. Esto hace posible a los usuarios iniciar y recibir llamadas desde cualquier lugar del mundo.

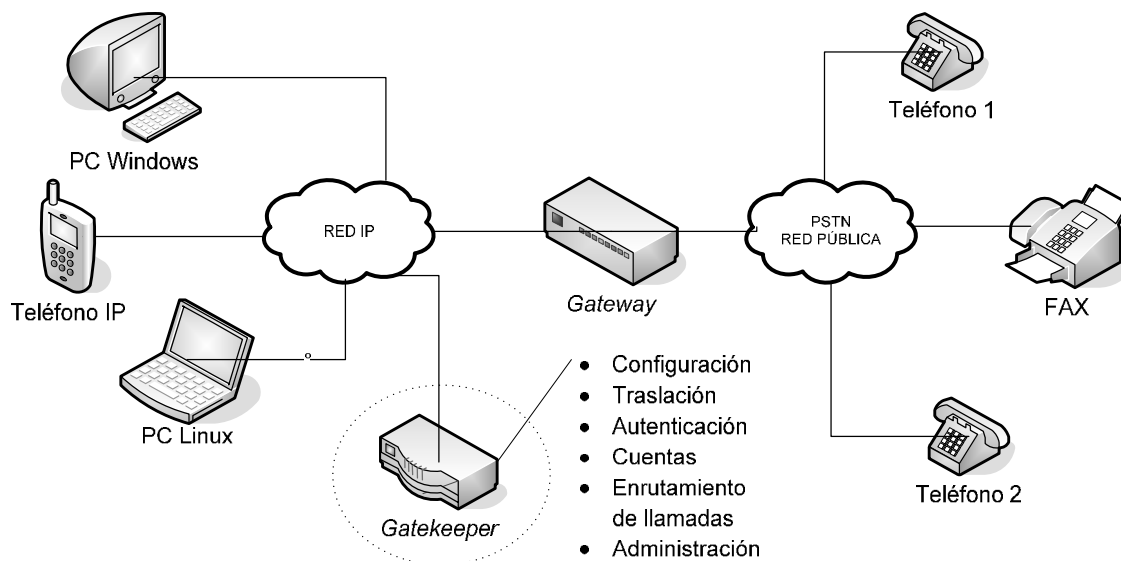
### **3.2.15. ¿Cuáles son las ventajas al emplear VoIP?**

La principal ventaja del servicio es el significativo ahorro en llamadas internacionales. Aplica la misma tarifa a cualquier hora del día o noche. Además existen amplios planes y dispositivos para satisfacer las necesidades de todos los usuarios, desde un usuario en casa hasta un corporativo con varios cientos de extensiones.

### 3.2.16. ¿Qué cambios debo de realizar en la red de datos para que soporte VoIP, debo cambiar computadores, procesador, disco duro?

No se debe realizar muchos cambios si posee una red de datos, ya que se forma un híbrido, es decir, que la comunicación entre las redes es posible de configurar gracias al *software*, permitiendo una intercomunicación fácilmente. Los cambios para establecer una comunicación sencilla son menores. Debido a que ya se cuenta con una infraestructura de red, se hace una reutilización de la misma, integrando los teléfonos normales o especiales (teléfonos IP) para la transmisión de VoIP conectados a la red de datos, además es necesario un *gateway* y opcionalmente un *gatekeeper*. Como se visualiza en la siguiente figura.

**Figura 4: Componentes de una red VoIP-SIEMENS**



El *gateway* realiza la interconexión entre la red de datos y la red PSTN, por lo que es indispensable. Además el *gatekeeper* permite administrar los servicios de autenticación, el enrutamiento de llamadas, configuraciones especiales.



En conjunto brinda una serie de servicios agregados que no se pueden configurar en una PSTN. Dicho dispositivo en opción dentro de VoIP, sin embargo su omisión elimina muchos servicios extras de la voz sobre datos. La figura anterior representa el uso del *gatekeeper* y el *gateway*.

Además del *hardware* representado en la figura anterior, es necesario el uso de *software*. Para realizar las tareas de administración de los servicios avanzados, los dispositivos *gatekeeper* traen un *software* del proveedor. También se debe de contar con un *software* cliente para los usuarios de VoIP, existen varios productos de *software* disponibles, entre los más relevantes se encuentran:

**Tabla I: Software cliente para VoIP**

<b>Software cliente VoIP</b>	<b>Sistema operativo</b>	<b>Sitio de descarga:</b>
<b>AVAZ SIP Phone</b>	Win	<a href="http://www.avaz.com/products/software/sip/">www.avaz.com/products/software/sip/</a>
<b>EZ-Phone</b>	Win	<a href="http://www.hssworld.com/voip/download.htm">http://www.hssworld.com/voip/download.htm</a>
<b>eStara</b>	Win	<a href="http://www.estara.com/">http://www.estara.com/</a>
<b>GnomeMeeting</b>	Linux	<a href="http://www.gnomemeeting.org/">www.gnomemeeting.org/</a>
<b>KPhone</b>	Linux	<a href="http://www.wirlab.net/kphone/index.html">http://www.wirlab.net/kphone/index.html</a>
<b>LinPhone</b>	Linux	<a href="http://www.linphone.org/">http://www.linphone.org/</a>
<b>MS Messenger</b>	Win	<a href="http://messenger.microsoft.com/">http://messenger.microsoft.com/</a>
<b>MS Netmeeting</b>	Win	<a href="http://www.microsoft.com/windows/netmeeting">www.microsoft.com/windows/netmeeting</a>

### Continuación tabla I

<b>MS Portrait</b>	Win	<a href="http://research.microsoft.com/~jiangli/portrait">research.microsoft.com/~jiangli/portrait</a>
<b>Pocketbone</b>	PocketPC	<a href="http://www.pocketbone.com">www.pocketbone.com</a>
<b>SIPSet</b>	Linux	<a href="http://www.vovida.org/applications/downloads/sipset">www.vovida.org/applications/downloads/sipset</a>
<b>SJPhone</b>	Win /Linux	<a href="http://www.sjlabs.com/">http://www.sjlabs.com/</a>
<b>tkPhone</b>	Linux	<a href="http://www.thekompany.com/products/tkphone/">http://www.thekompany.com/products/tkphone/</a>
<b>Xphone</b>	Win/Pocket	<a href="http://xphone.xten.net/">http://xphone.xten.net/</a>
<b>x-lite</b>	Win/ Pocket	<a href="http://www.xten.com/">http://www.xten.com/</a>

La tabla I representa los clientes más populares para la tecnología VoIP. Se incluye un detalle del sitio de descarga del *software*, así como la plataforma que soportan: Linux, Windows (Win), PocketPC, etc. Debe comprenderse que es *software* cliente, distinto al *software* servidor que permite la administración los *gatekeeper*. Para los ejemplos desarrollados se utilizó el *software* OKI *Maintenance Console Software*, sin embargo, existen diversos programas *gatekeeper* tal como *Microsoft Gatekeeper*.

A nivel de los computadores no se requiere hacer cambios radicales, es decir, se siguen utilizando los mismos PC procesador, disco duro, memoria, etc. ya que se trabaja sobre la red (directamente) y no a nivel de los PC de la red de datos. A continuación se presentan gráficas de los programas clientes más populares para manipular la tecnología VoIP. En diversas plataformas: Windows, Linux y los dispositivos PocketPC. Win, Linux, Pocket respectivamente.

**eStara:** es un *software* comercial, desarrollado por proveedores de servicios de VoIP. Corre sobre los sistemas operativos Windows.

**Figura 5: Software cliente eStara**



**GnomeMeeting:** es un software libre para Linux y es necesario tener instaladas las librerías PWLib y OpenH323 para su funcionamiento. La última versión es 0.96.1

**Figura 6: Software cliente GnomeMeeting**



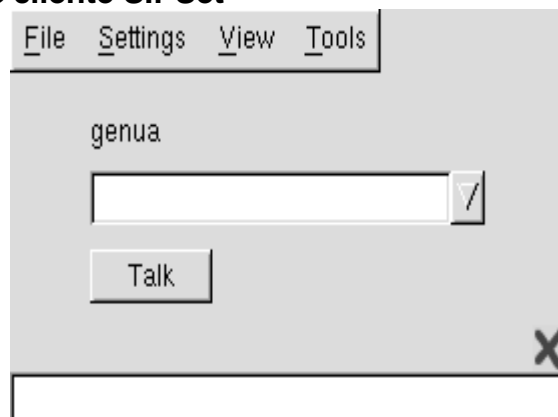
**LinPhone:** es un teléfono SIP libre para Linux, con una excelente interfase y fácil de instalar. Se debe descargar los archivos RPM disponibles para la versión de RedHat 9.0., incluye tres paquetes básicos: libosip,libosip-devel y linphone.

**Figura 7: Software cliente linphone**



**SIPSet:** es un sencillo, pero completo cliente SIP. Permite probar y verificar la instalación por medio vocal.

**Figura 8: Software cliente SIPSet**



**MS Portrait:** es un *software* Windows, desarrollado por Microsoft. Corre sobre PocketPC2000/2002 y Windows (Win98x, WinME, Win2k, WinXP) en la versión 2.0 y superiores, soporta MSN Messenger y permite realizar llamadas directamente.

**Figura 9: Software cliente MS Portrait**



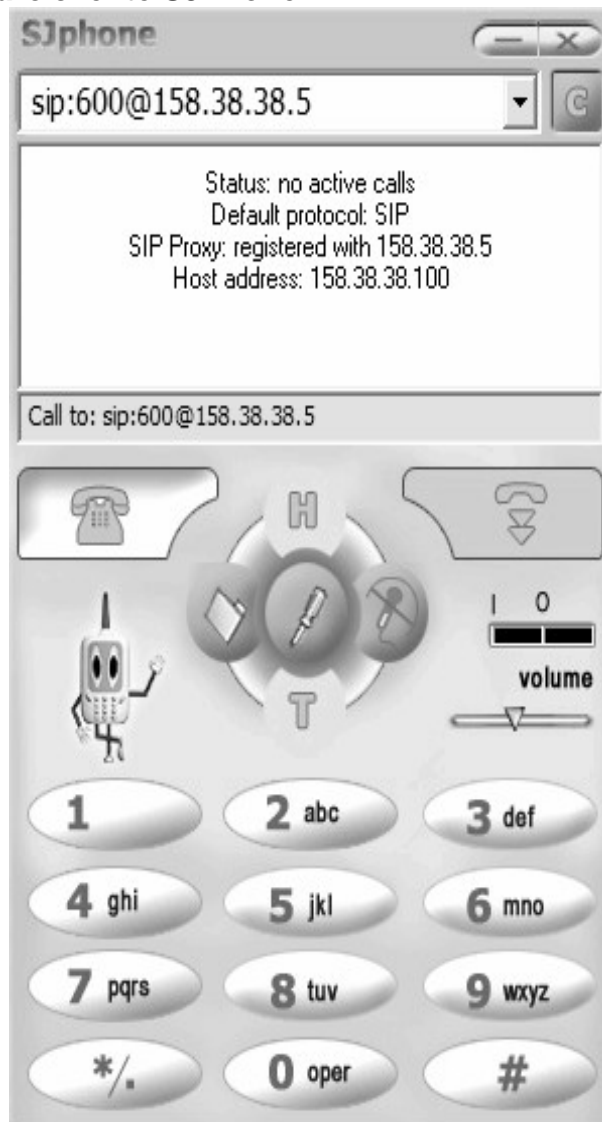
**PocketBone:** es una versión libre para PocketPC, pero su desarrollo se ha detenido en la versión 0.10beta. Está basado en el proyecto OpenH323.

**Figura 10: Software cliente PocketBone**



**SJPhone:** es un Softphone SIP y H.323 para Windows, Linux y PocketPC desarrollado por sjlabs. La configuración del cliente SIP es sencilla, sin embargo, no debe de existir otro cliente SIP corriendo sobre el puerto 5060 o el SJPhone no funcionará.

**Figura 10: Software cliente SJPhone**



**MS Netmeeting:** este *software* es incluido en la mayoría de instalaciones de Windows, sin embargo, se puede instalar en cualquier momento para las versiones Windows 95 o superiores.

**Figura 12: Software cliente MS Netmeeting**



### **3.2.17. ¿Cuántos teléfonos puedo tener en mi Intranet, qué cantidad puede usar a la vez?**

El número de teléfonos depende del dispositivo que se utilice, ya que existen varios fabricantes en el mercado con distintas soluciones. Cada producto tiene cierta cantidad de puertos para conectar los dispositivos telefónicos y también la cantidad de llamadas concurrentes que se pueden tener en la red son específicas para cada producto.

### **3.2.18. ¿Dónde conecto los teléfonos, hay algún *Hub*, *Switch* especial o algún puerto?**

Se deben conectar a los dispositivos correspondientes, dependiendo de la configuración realizada *Terminal adapter*, *gateway*, *gatekeeper*, etc. Cada teléfono se conecta a un puerto específico del dispositivo en cuestión y en efecto es similar a un *Hub* o *Switch*. Solo que se conectan los teléfonos y no las computadoras.

### **3.2.19. ¿Cuáles son los requerimientos mínimos para la solución de *software* o una comunicación de computador a teléfono?**

- Pentium 266 MHz PC superior
- 32 MB RAM
- Windows 95/98/NT/2000/ME/XP, Linux
- Tarjeta de audio full duplex, Micrófono y bocinas o diadema.
- Tener una LAN o una conexión a Internet.
- Módem de 33.6 Kbps o superior
- Cualquier *software* cliente VoIP detallado en la tabla I.



Se debe tomar en cuenta, que estos son los requerimientos generales. Sin embargo, puede que no sean suficientes, ya que depende del *software* elegido.

**3.2.20. ¿Si ya cuento con un dispositivo que soporta el protocolo SIP puedo emplear el servicio VoIP?**

Sí, se puede emplear virtualmente cualquier dispositivo que emplee el protocolo SIP; sin embargo, se recomienda un dispositivo dedicado ya que el rendimiento será reducirlo al trabajar con dicho dispositivo. Entre los dispositivos más comunes se encuentran los siguientes:

**Tabla II: Algunos dispositivos que soportan SIP**

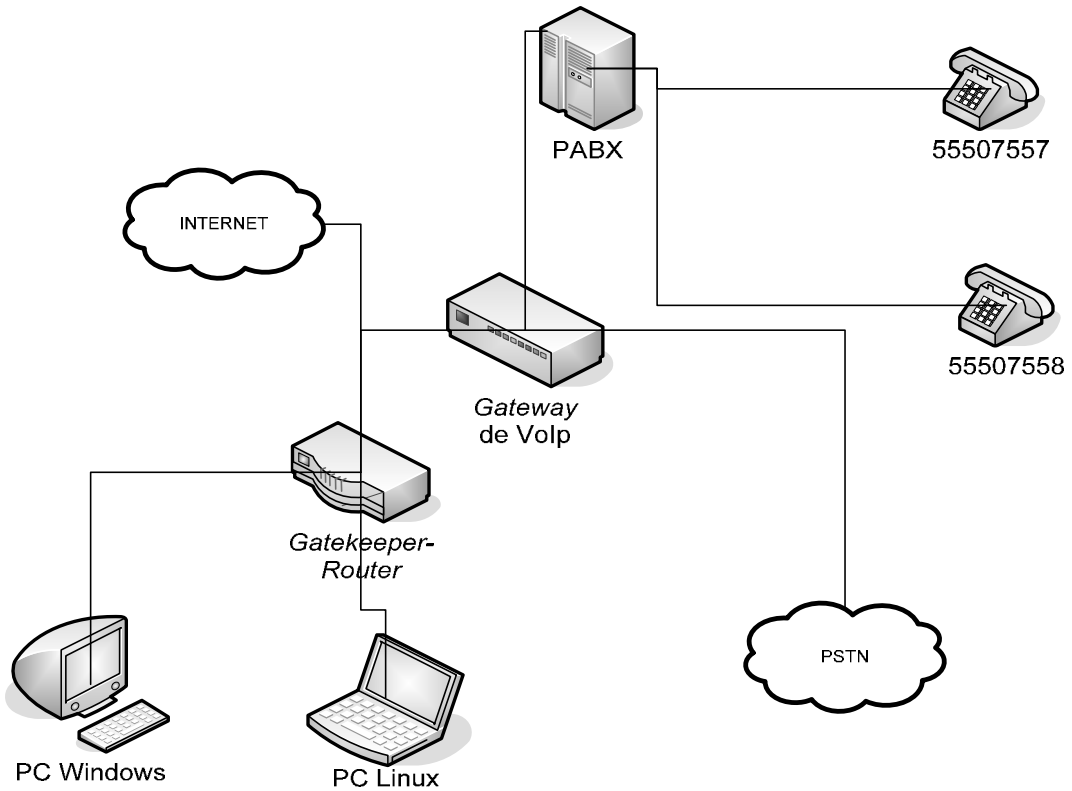
<b>Fabricante/Modelo</b>	<b>Precio Q</b>	<b>Precio \$</b>
i3 micro technology ab./ Vood Terminal Adaptor 111	1760.68	228.66
Cisco Systems, Inc./Cisco ATA 186	2519.08	327.15
Cisco Systems, Inc./Cisco ATA 188	3801.11	493.65
AudioCodes Ltd/ MP-108/FXS 8 port	9389.28	1219.38

**Fuente: [www.amazon.com](http://www.amazon.com)**

**3.2.21. ¿Cómo sé que la llamada es de mi Intranet y no del exterior, marco otro número o una extensión?**

No importa si el número de teléfono destino pertenece a la red Intranet o a la red telefónica ya que los dispositivos a nivel de la red se encargan de encaminar las llamadas a su destino de manera que el usuario únicamente marca el número telefónico destino y espera a establecer la llamada sin saber si el número es interno o externo. La siguiente figura presenta una arquitectura de red que permite el enlace a la red PSTN y a Internet.

**Figura 13: Diagrama de la red con acceso a la PSTN**



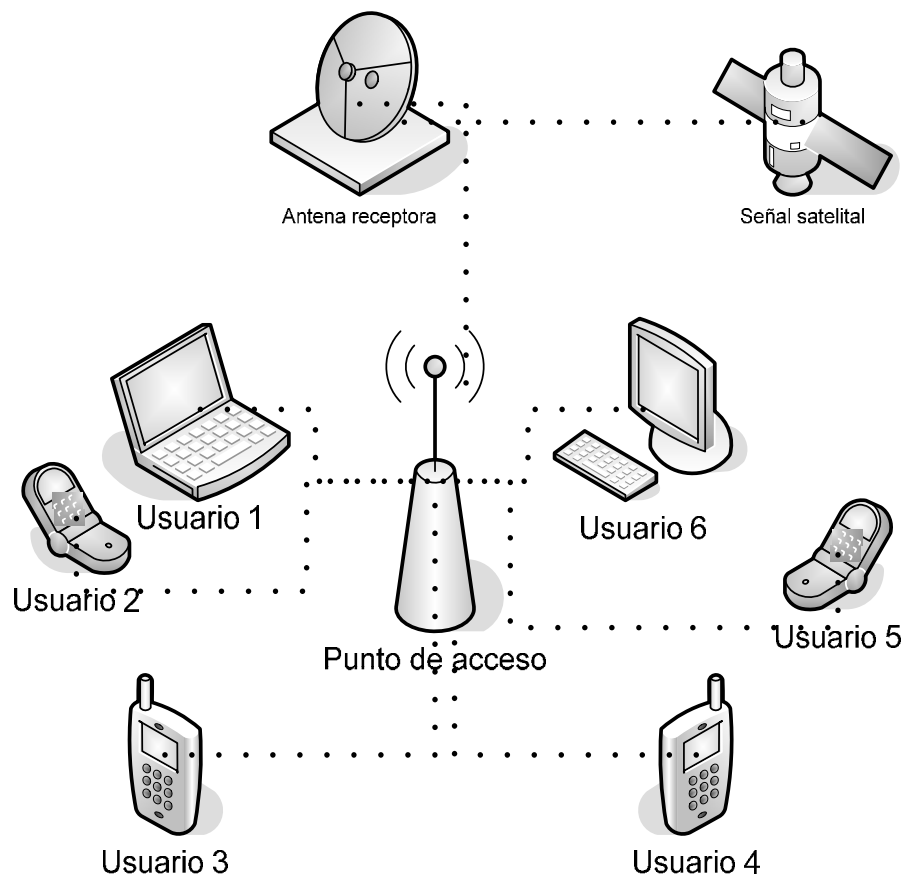
Para establecer llamadas con la red telefónica pública es necesario un dispositivo que se encargue de enlazar las llamadas entre la red Intranet y la red PSTN (*Gateway de VoIP*), además del *Terminal Adapter*. Si no se cuenta con dicho dispositivo solo se pueden realizar llamadas internas, ya que no se pueden enlazar a la red telefónica. Además, si se desea acceder a Internet es necesario disponer de un *Gatekeeper-Router*.

### **3.2.22. ¿Puedo utilizar celulares, para la comunicación VoIP?**

La tecnología de voz sobre datos ya tiene un buen tiempo en el mercado, debido la industria de los teléfonos celulares ha integrado sus modelos a la VoIP.

Actualmente existen varios modelos de celulares, que soportan el protocolo IP lo que permite la manipulación sobre una red de datos. La siguiente figura presenta la estructura básica de una red inalámbrica.

**Figura 14: Diagrama de una red inalámbrica básica**



La red de datos los trabaja de igual manera a los teléfonos fijos, la variación radica en que son medios de comunicación inalámbricos y por ello la calidad disminuye un poco, según del tipo de teléfono y el lugar donde se encuentre el usuario. Hoy en día se pueden encontrar redes totalmente inalámbricas, además de redes híbridas (cableadas e inalámbricas).

Debido a las necesidades de disponibilidad de la información, la comunicación de redes de datos inalámbrica ha crecido rápidamente en todo el mundo, aún en Guatemala. Definiendo varios estándares para realizar dicha comunicación, que han permitido que los teléfonos móviles se integren fácilmente a las redes de datos.

### **3.2.23. ¿Puedo enviar faxes con este servicio?**

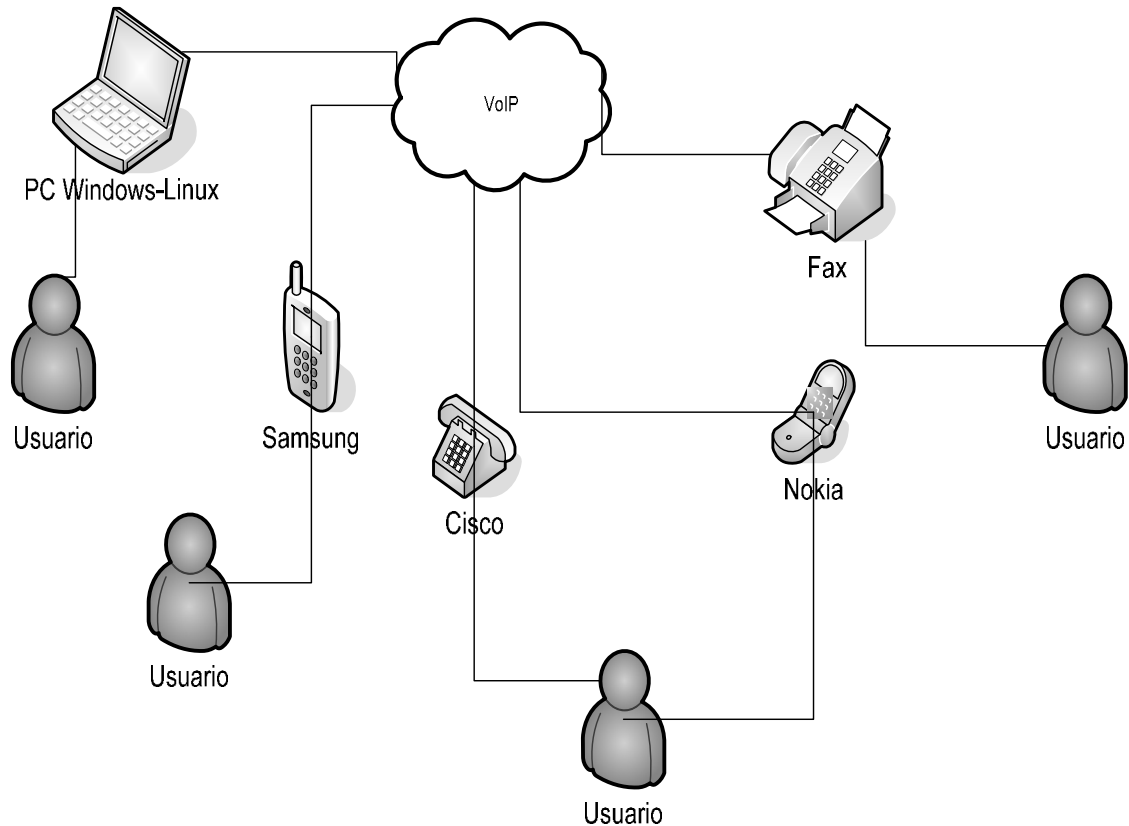
Si, se pueden enviar faxes con este servicio, simplemente se debe de conectar el dispositivo de fax a un dispositivo *bradband*.

### **3.2.24. ¿Qué teléfonos deben tener los usuarios para comunicarse, deben poseer los mismos teléfonos?**

Únicamente los teléfonos deben soportar la tecnología de voz sobre IP. Actualmente existen muchos modelos de teléfonos de las distintas empresas de telecomunicaciones, básicamente son iguales a los utilizados normalmente aunque soportan el protocolo IP que es el utilizado para realizar la comunicación de la voz sobre una red de datos. Los teléfonos análogos aún se pueden utilizar, sin embargo es necesario implementar un dispositivo que los soporte.

Dentro de la red de datos se pueden tener distintos modelos de teléfonos en uso, solo deben de cumplir con soportar el protocolo IP. Ya que la comunicación se basa en dicho protocolo y en el tipo de modelo en particular. Por lo que se pueden tener aparatos de distintos fabricantes en la red de datos, sin problema alguno. La figura 15 muestra la heterogeneidad soportada por la voz sobre datos, de los modelos telefónicos.

**Figura 15: Diagrama de modelos de teléfonos para VoIP**



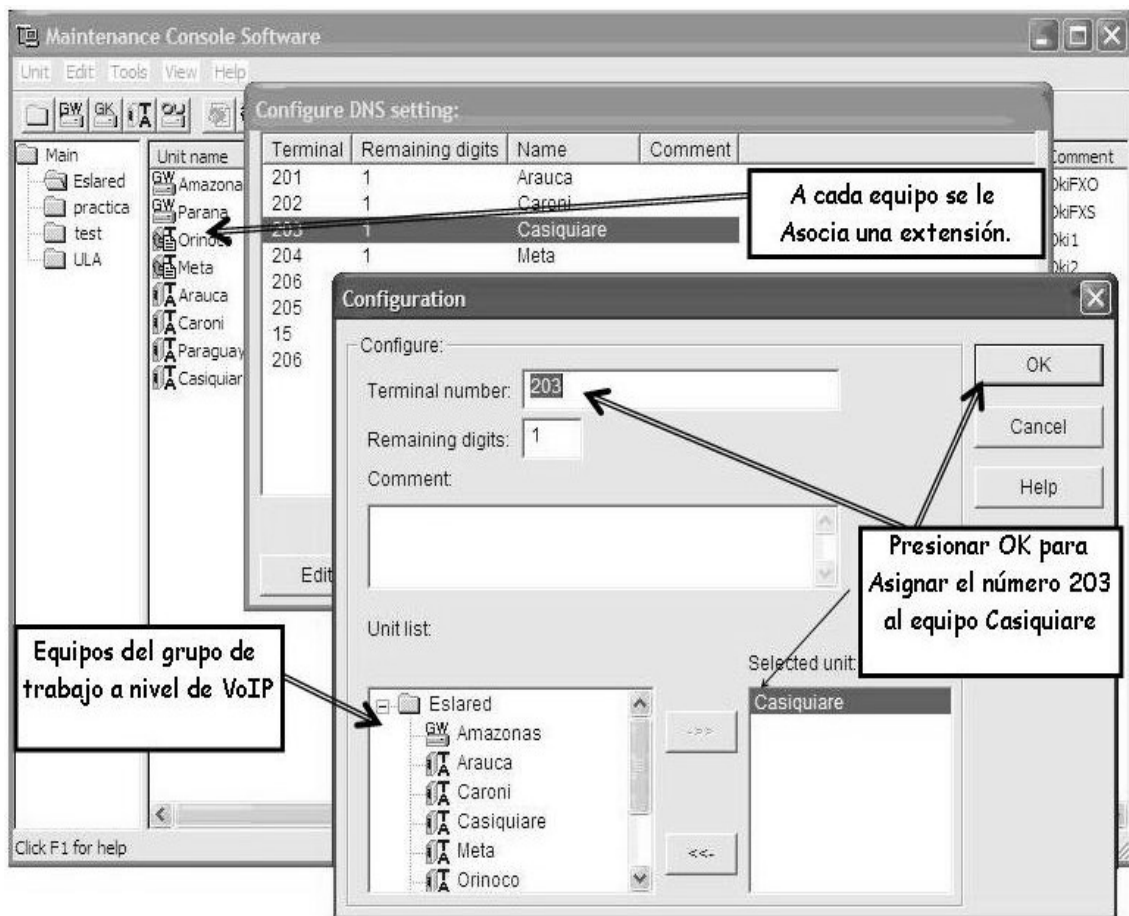
Es importante notar en la figura, que aparece un computador con Windows o Linux, ya que por medio del sistema multimedia un *software* cliente para VoIP se puede lograr una comunicación PC-PC o PC a teléfono. No es indispensable tener solo teléfonos para utilizar VoIP

### **3.2.25. ¿Cómo me comunico con otros usuarios de mi red, activando un servicio y/o protocolo, etc.?**

El proceso es sencillo, como todo *hardware* nuevo debe de instalarse y configurarse. En particular mínimo es necesario un dispositivo que permita la conexión de los teléfonos a la red de datos, llamado "*Terminal Adapter*".

Es similar a los dispositivos utilizados para interconectar computadores en las redes de datos (*Hub, Switch*), con la variante que posee un *software* que se ejecuta en el computador y que permite realizar todas las configuraciones telefónicas. Tales como el registro de los números telefónicos, la manipulación de números de extensiones, definir el llamado automático, etc. Tal como se configuran las IP para una red de datos se deben de configurar los números telefónicos a utilizar, las extensiones que se tendrán, etc.

**Figura 16: Forma de ingreso para configurar números telefónicos**



**Fuente: Oki Maintenance Console Software (IVG MCS)**

Para lograr la comunicación se debe configurar adecuadamente el dispositivo a utilizar, mediante el *software* provisto por el proveedor del equipo (cada *hardware* trae su respectivo *software*) en este caso es: *Oki Maintenance Console Software* (IVG MCS), para configurar un *Terminal Adapter* que permite transmitir voz ya que incorpora las funciones básicas de un Gatekeeper. El gráfico anterior muestra el formulario utilizado por el *software* para realizar la asignación de los números telefónicos, dentro de la red de datos. Similar a la configuración de una red de datos, donde se define el nombre del *host* y su respectiva IP. Para los teléfonos se define el número y se les asocia un nombre para ser accedidos.

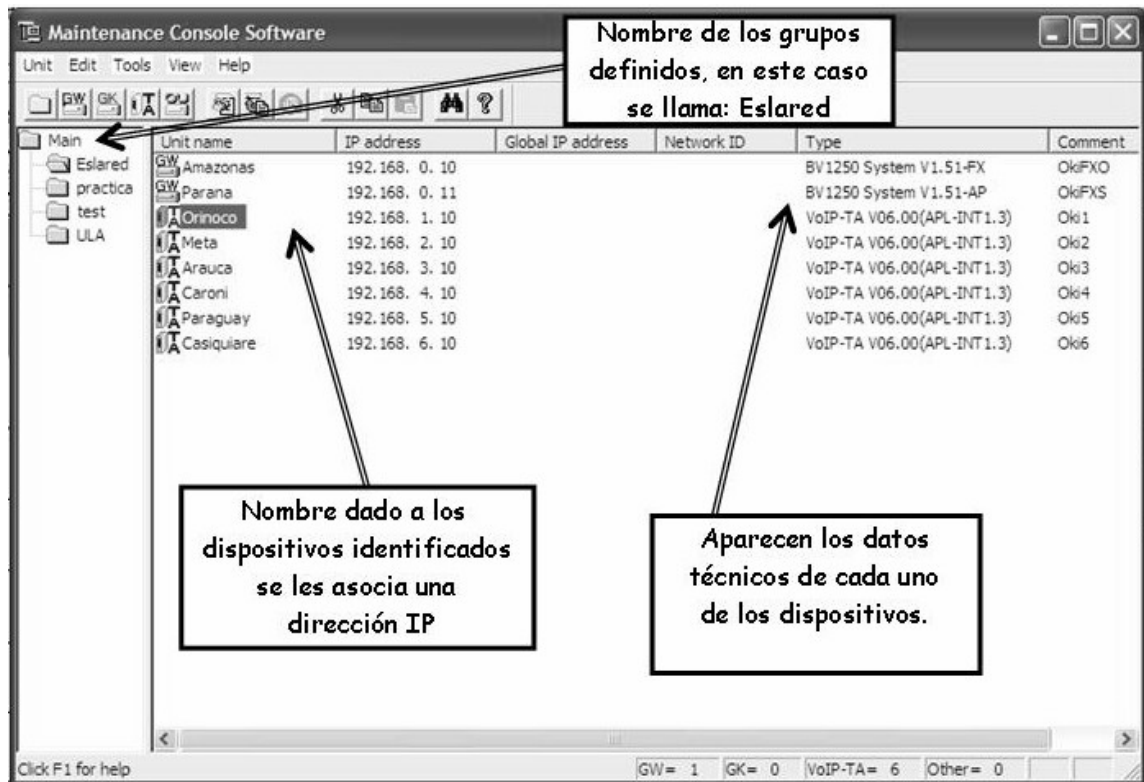
### **3.2.26. ¿Puedo llevar conmigo algún dispositivo cuando viajo?**

Si, para usar tu dispositivo solo es necesaria una conexión de Internet y una dirección IP y de manera transparente se puede emplear en cualquier lugar del mundo. Actualmente la comunicación inalámbrica se ha difundido rápidamente por lo que se puede tener acceso a Internet en muchos puntos de Guatemala con un ancho de banda suficiente.

### **3.2.27. ¿Cómo se manejan los dispositivos a nivel de red se pueden compartir, bloquear, los teléfonos aparecerán en el entorno de red como las computadoras?**

Similar a la red de datos, ya que cada dispositivo se identifica por el sistema operativo. Luego debe de configurarse mediante el *software* específico para cada dispositivo. Dentro de la aplicación de configuración se pueden definir grupos (similar a los grupos de red para las PC) que aparecerán dentro de un entorno de red de la aplicación.

Figura 17: Pantalla del grupo de trabajo de VoIP



Fuente: Oki *Maintenance Console Software (IVG MCS)*

Se pueden visualizar las propiedades de cada dispositivo. Las direcciones IP asociadas, los números telefónicos específicos, los números de extensión asignados, etc. El grupo de trabajo al que pertenecen. El gráfico anterior, presenta la pantalla de entorno de trabajo de la aplicación en cuestión.

En la figura 17, se visualiza el grupo de trabajo llamado "Eslared" se pueden definir varios grupos. La ventaja de definir varios grupos es que para cada uno de los grupos se definen reglas avanzadas en común. Por ejemplo, se pueden tener grupos de personal administrador, grupos del personal de ventas, del personal de bodegas. Si se puede definir reglas muy distintas para cada grupo que brinde un mejor control de las llamadas.



**Tabla III: Personalización de horarios de llamadas**

Grupo de trabajo	Tipo de llamada	Regla definida	
		<i>Duración Máxima</i>	<i>Horario</i>
	<i>(Entrante o saliente)</i>		
<b>Administrativo</b>	Entrante/Saliente	Ilimitada	Ilimitado
<b>Ventas</b>	Entrante/Saliente	35 minutos	7:00AM – 7:00PM
<b>Bodega</b>	Entrantes	15 minutos	5:00AM – 9:30PM

**3.2.28. ¿La dirección IP que requiero es estática o dinámica, homologada o privada?**

La dirección IP puede ser cualquier dirección IP válida que tenga acceso a Internet, esto es:

- Puede ser privada detrás de un NAT
- Puede ser homologada
- Puede ser asignada por medio de un DHCP
- Puede ser asignada manualmente

**3.2.29. ¿Cómo se distribuyen las llamadas, necesito algún tipo de servidor?**

Actualmente los dispositivos que manejan las redes son muy eficientes, hasta cierto punto son inteligentes, ya automáticamente se encargan de distribuir las llamadas realizando para ello todos los procesos que eso conlleva. Es decir, identifican las llamadas, priorizan y/o revisan las reglas de prioridades de llamadas (por la calidad) y luego las encaminan a su destino. Para el usuario es como una caja negra, lo único que sabrá será si la llamada se puede realizar o no.

No es necesario un servidor, ya que dicho servicio es proporcionado a nivel de red y por ende a nivel físico. Sin embargo, se utiliza una serie de aplicaciones, que permiten configurar el *hardware* así como definir algunas políticas del sistema y además personalizar la comunicación telefónica por la red de datos. Brindando una gran utilidad ya que la comunicación puede ser más controlada y fluir transparentemente.

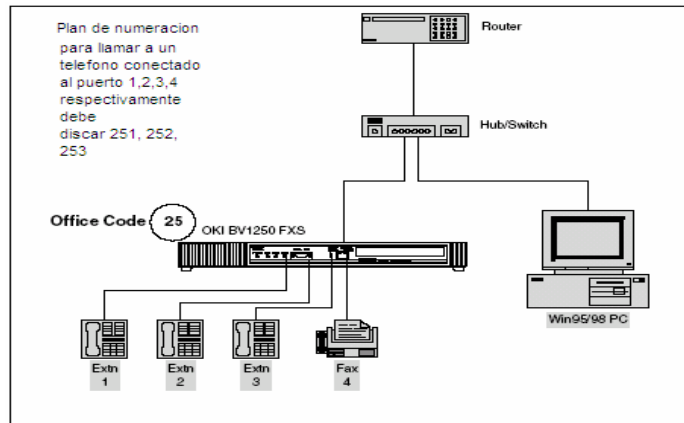
### **3.2.30. ¿Qué pasa si tengo usuarios Linux, Windows, MAC, etc.? ¿Cómo se logra la integración y transparencia de la comunicación?**

Debido a que la tecnología VoIP es independiente de las computadoras funciona sin importar que sistema operativo se emplee. La integración es automática, ya que las redes de datos permiten manejar los sistemas operativos de manera transparente a nivel de red. Lo que implica que la comunicación que utiliza el estándar IP solo debe hacer uso de dicho protocolo y no le interesa que programas tenga el usuario, qué sistema operativo, etc. Es por ello que los medios móviles se pueden integrar a una red de voz sobre datos, ya que trabajan sobre protocolos compatibles. Debe de tomarse en cuenta que los dispositivos tienen que ser compatibles con el sistema operativo en cuestión.

### **3.2.31. ¿Cómo trabajo los números de extensión en mi Intranet, sigo utilizando un PBX?**

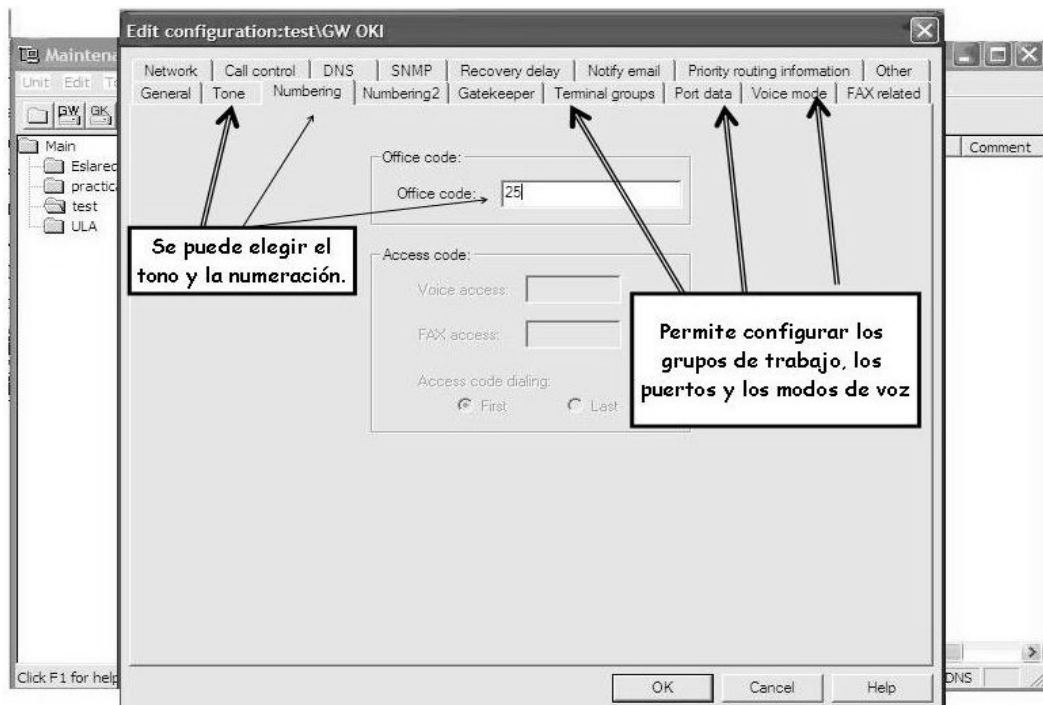
Se deben definir los números de extensiones a manejar, así como los números telefónicos a utilizar. No se utiliza un PBX, sin embargo, dicho servicio es brindado por los dispositivos de la tecnología en cuestión. Como se puede visualizar en la siguiente gráfica se puede definir un código para la oficina y sus respectivos números de extensión para cada teléfono y/o fax.

**Figura 18: Diagrama de números de extensiones**



Luego de definir los números y la extensión, la marcación válida para establecer comunicación con los dispositivos es: 251, 252, 253 para los puertos 1, 2, 3 respectivamente del dispositivo “Terminal Adapter”

**Figura 19: Definición de números de extensiones**



**Fuente: Oki Maintenance Console Software (IVG MCS)**

### **3.2.32. ¿VoIP es lo correcto para mi compañía?**

Todas las personas y empresas desde pequeñas hasta grandes corporaciones que realicen llamadas de larga distancia frecuentemente, podrán ver ahorros reales de hasta el 80% y 90% en sus gastos telefónicos ya que típicamente cuentan con conexión a Internet y su volumen de llamadas puede ser enrutado utilizando el sistema VoIP.

### **3.2.33. ¿Cómo están las compañías implementando la tecnología VoIP?**

Las tecnologías VoIP están disponibles para las empresas como soluciones completas o como agregados incrementales que trabajan armoniosamente con teléfonos y equipo de cómputo existente.

Los beneficios de VoIP son muy atractivos y muchas empresas ya están implementando estas soluciones, otras están explorándolas y examinando cómo se pueden beneficiar. En grandes corporaciones la adopción de dichas tecnologías será lenta debido a que ya cuentan con grandes inversiones en equipos telefónicos. Sorpresivamente es el mercado de las PyMEs el que se ve mayormente beneficiado con esta nueva tecnología ya que puede tomar ventaja de su inversión actual en equipo y comenzar a ahorrar con VoIP.

### **3.2.34. ¿Cuál es la calidad de las llamadas?**

Depende de dos factores primarios, el ancho de banda disponible y el punto final IP que participa en la conexión y si existe algún componente adicional que proporcione poder de procesamiento para mejorar la conexión.

La introducción inicial de la mayoría de las personas a la telefonía IP es a través de una conexión *dial-up* o conexión a Internet mediante una línea telefónica convencional y un módem que ofrecen ancho de banda muy pequeño. Estos usuarios experimentaran diversos tipos de calidad en el servicio dependiendo del tráfico de la red y las limitaciones del ancho de banda que pueden acarrear la pérdida de paquetes, latencia y *jitter*. Esto da como resultado un efecto cortado y con huecos en el habla o sonidos extraños.

Productos especialmente diseñados con sofisticados componentes electrónicos que proporcionan poder de procesamiento adicional pueden atacar estos problemas técnicos y mejorar dramáticamente la calidad del servicio. Todos los proveedores de Internet están introduciendo soluciones de banda ancha o *broadband* que proporcionan el ancho de banda necesario para realizar llamadas de alta calidad a través de Internet, al integrar banda ancha con los dispositivos mencionados anteriormente, las llamadas son indistinguibles de una llamada telefónica tradicional en cuanto a calidad.

### **3.2.35. ¿Qué condiciones de red afectan la calidad de la voz, o la calidad de las llamadas?**

La calidad de VoIP está sujeta a las siguientes condiciones de red durante las comunicaciones:

- **Ancho de banda o *Bandwidth*:** cada llamada tiene su promedio y requerimientos mínimos de ancho de banda. Si el ancho de banda de la red IP no puede soportar los requerimientos mínimos, la calidad de la voz no será buena o la voz se cortará. La red IP debe cumplir los requerimientos mínimos establecidos para mantener una llamada.

- **Retraso o Delay:** el retraso en la voz durante una llamada causará dificultad en la interacción entre las partes involucradas.
- **Pérdida de paquetes o *Packet Loss*:** las redes IP separan grandes bloques de datos en bloques más pequeños llamados paquetes. Estos paquetes en cierto tiempo se perderán durante la transmisión, si hay retrasos en la red o su calidad es mala, la voz se distorsionará en el destino debido a la pérdida de dichos paquetes.
- **Fluctuaciones o *Jitter*:** si una red IP produce diferente latencia para distintos paquetes introduce el llamado *Jitter* que son las fluctuaciones entre dos paquetes continuos. Un *Jitter* severo causará que la voz se distorsione.

### **3.2.36. ¿Qué tan seguras son las llamadas por este servicio?**

Incluso son más seguras que las llamadas telefónicas convencionales ya que la información viaja en forma de paquetes IP y en ciertos casos la información viaja cifrada.

### **3.2.37. ¿Qué sucede con los virus, evitan la comunicación de VoIP, existen llamadas anónimas similar al Spam en los correos electrónicos?**

Si el sistema operativo llegara a fallar, sin duda alguna provocaría una caída en el sistema y por ende en la comunicación de la voz sobre datos. No existe ningún sistema totalmente fiable, sin embargo, se pueden definir políticas de seguridad en todos los niveles.

Tanto a nivel de usuarios, como de *hardware* y a nivel de las aplicaciones de *software*. Lo que brindaría un sistema más seguro y disponible.

Al trabajar sobre la red de datos los ataques siguen existiendo e implícitamente paralizan la comunicación de la voz sobre IP. Con las configuraciones avanzadas que permite la tecnología VoIP se pueden bloquear sin problema alguno los números telefónicos desconocidos.

### **3.2.38. ¿Permiten los dispositivos de Voz IP ser configurados de forma remota?**

Dependiendo del *software* que sea utilizado ya que algunos soportan configuraciones remotas por medio de comandos telnet y otros por medio del navegador Web.

### **3.2.39. ¿Qué ancho de banda consume una llamada de voz IP?**

La mayor parte de los modelos de *Gateways* y del teléfono IP permiten ajustar el CODEC entre 13 y 64 kbps. Al utilizarse el codec a 13 kbps., es suficiente para obtener audio de calidad.

### **3.2.40. ¿Puedo llamar con un teléfono IP a un PC o a alguien que no disponga de otro teléfono IP?**

Si. El teléfono IP es compatible con ITU H.323 v. 2. Utilizando el *software* Microsoft Netmeeting por ejemplo u otro *software* compatible H.323 se puede hablar con un punto remoto que sea un PC.

### **3.2.41. ¿Qué puertos IP utiliza?**

El teléfono IP utiliza los puertos UDP del 4001 al 4004 y puertos TCP del 1037-1040. El teléfono IP utiliza el puerto UDP 1024 y los puertos 16384-16387. El puerto TCP es el 1025 y el 1720. Los siguientes puertos son los utilizados para manipular teléfonos IP.

- UDP y TCP del 1718 al 1731
- UDP y TCP del 16383 al 16392
- UDP y TCP del 1020 al 1030
- UDP y TCP del 4001 al 4004

### **3.2.42. ¿Cuál es la función del *Gatekeeper*?**

La principal función del programa *Gatekeeper* es realizar un enrutamiento de múltiples *gateways* FXS, FXO o teléfonos IP por *software* en un entorno de Voz IP. Se encarga de realizar los cambios de direcciones, tratamiento de ancho de banda, cuentas, autorizaciones, autenticaciones, gestión de red, permite administrar múltiples unidades de VoIP en un único punto. Para conexiones habituales, el modo operativo es punto a punto P2P.

### **3.2.43. ¿Puedo utilizar cualquier otro *software Gatekeeper* que no sea el suministrado con el *hardware*?**

Si. Siguiendo la compatibilidad H.323, cualquier *software Gatekeeper* puede ser utilizado con los *gateway* FXS, FXO o el teléfono IP para ofrecer distintos tipos de funcionalidades al sistema de telefonía IP. Por ejemplo, *Microsoft Gatekeeper*.



#### **3.2.44. ¿Puedo utilizar teléfonos analógicos con identificador de llamadas?**

Si. Los *gateway* FXS y FXO transmiten en modo DMT el Caller ID o identificador de llamada. Actualmente si se requiere transportar el identificador de llamada por IP deberá disponer de teléfonos o dispositivos que soporten esta función, conectados a un *gateway* FXS

#### **3.2.45. ¿Tengo que ampliar mis comunicaciones para soportar la voz entre sucursales?**

Si se desea mantener la misma velocidad de transferencia de paquetes, es necesario ampliar el ancho de banda. No obstante, puede implementarse la solución sin necesidad de ampliación y tan sólo, dar mayor prioridad a la voz que a los datos, si bien el ancho de banda utilizado por una conversación telefónica no puede ser utilizado para transferir datos.

#### **3.2.46. ¿Cuándo no realizo llamadas, puedo utilizar el ancho de banda reservado para enviar datos?**

Sí. Efectivamente, lo que se hace es priorizar el tráfico. En caso de congestión, se eliminan antes los paquetes de datos correspondientes a ficheros que a una conversación. No obstante, dado que el ancho de banda es compartido y no diferenciado en circuitos, se puede reutilizar por una parte (voz/datos) cuando la otra nos lo use (datos/voz); es decir, se puede establecer en algún momento más llamadas que las inicialmente planteadas mientras que otras veces se puede mandar archivos más rápido que lo establecido.

**3.2.47. ¿Podría asegurarme la calidad de las llamadas separando y reservando ancho de banda?**

Si. En la mayoría de los casos. Es decir, el bucle local debe permitir establecer más de un circuito lógico sobre el mismo físico para asignar anchos de banda diferentes y no compartidos.

**3.2.48. ¿Puedo mantener el plan de numeración actual?**

Si. Los usuarios seguirán manteniendo el mismo plan de numeración de tal forma que no tendrán que cambiar sus hábitos de uso.

**3.2.49. ¿Qué incluye la mensajería unificada?**

La mensajería unificada permite al cliente integrar la solución de voz con su correo electrónico y fax, de tal forma que se permite escuchar un mensaje del buzón de voz a través del correo electrónico o enviar un correo electrónico por fax.

**3.2.50. ¿Puedo usar mi computador mientras hablo?**

Sin ningún problema. Debido a que la comunicación a través de la red de datos ocupa un pequeño ancho de banda, puede trabajar, navegar o jugar por el computador sin que se vean afectadas las comunicaciones.

**3.3. Criterios de implementación**

Para la implementación se debe empezar por la selección de los equipos, esta selección se debe realizar en base a varios criterios, que pueden ser:

- **Escalabilidad:** si el tráfico de voz es grande, se deben cursar en promedio 300.000 minutos mensualmente no es recomendable utilizar *gateways* que soporten puertos analógicos, por el contrario deben tener puertos e1 y viceversa, ya que esta solución es escalable.
- **Compatibilidad:** es necesario interconectarse con productos de diferentes vendedores-marcas. Se debe analizar qué tan estándares son los equipos de cada proveedor, así como las características y desventajas en las que se incurre al utilizar equipo de diversos proveedores.
- **Servicios:** se debe identificar claramente lo que se quiere obtener, es decir, manejar el tráfico interno de la voz, o si se desea brindar llamadas tradicionales, *calling cards*, etc. Se debe de analizar qué permite realizar la plataforma.
- **Budget (presupuesto):** existen equipos que permiten realizar prácticamente todas las operaciones deseables, sin embargo el costo es superior a los productos de otros proveedores. Por ello se debe analizar hasta qué punto el comprar un *hardware* brinda un beneficio o si sencillamente significa un gasto que no se recuperará. Ya que los costos de los principales proveedores (Cisco, Nortel, Siemens) varían significativamente según las características del equipo.
- **Soporte:** actualmente en el mercado de las redes de datos, existen muchos proveedores nuevos, sin embargo, se debe tomar en cuenta que algunos van y vienen. Por lo que es importante elegir un proveedor sólido, que brinde soporte al *hardware* sin ningún problema.

Una vez seleccionados los equipos hay que configurarlos, dependiendo siempre de la red en la cual se encuentra y a partir de esto se debe observar varios factores como:

- **Retardo:** por ejemplo dentro de una red que en el medio exista un salto satelital es conveniente usar una compresión del tipo g.729 el cual tiene más calidad que un g723 pero es un poco más retardado el proceso de compresión aunque no es percibido por el alto *delay* introducido por el salto satelital, en cambio en una red con poco retardo podría utilizarse mejor el algoritmo g.723, ya que el retardo es menor y es más sensible al usuario.
- **Paquetes perdidos:** si existe un alto índice de paquetes perdidos es recomendable usar un número mayor de *frames* de tcpip por paquete.
- **Ancho de banda:** es importante considerar el consumo de cada compresión que varía de acuerdo a la cantidad de fpp (*frames per packets*). Ya que con los *headers* tcp el consumo del codec es mayor.

### 3.3.1. Convergencia

El mayor desafío empieza cuando hay tráfico de voz y datos sobre un mismo enlace. Hay que manipular un controlador de ancho de banda para que se pueda restringir el uso y dar prioridad a los paquetes de voz, ya que es el servicio que se ve más afectado en cuanto a calidad sin una adecuada reserva de ancho de banda.

Dependiendo de las necesidades, en ocasiones es recomendable utilizar CBWFQ (*class based Weighted Fair Queue*) como método para priorizar los paquetes VoIP, porque con este método no solo se priorizan los paquetes de RTP, sino también los paquetes de señalización de la llamada, debido a que los tiempos de autenticación de una llamada IP son muy importantes comercialmente, puesto que ataca directamente un factor de calidad de llamada que es el PDD (Post Dial Delay). A todo esto se suma la facilidad de configuración de los equipos que usan este método de priorización, en el que solo hace falta especificar las direcciones IP y los anchos de banda a ser utilizados por cada rango/direcciones específicas IP.

### 3.4 Mitos sobre la tecnología VoIP

Actualmente hablar sobre la tecnología VoIP implica ahorro, sin embargo en ocasiones la gente exagera por lo que es necesario conocer una serie de afirmaciones y conceptos erróneos acerca de su funcionamiento. Entre los mitos más comunes se encuentra:

- **Si tengo un número IP sólo puedo llamar a otros números IP. Falso**, se puede llamar gratis a los números IP y se puede llamar con tarifas preferenciales a cualquier otro número telefónico del mundo.
- **Si tengo un número IP puedo llamar gratis a cualquier teléfono en el mundo. Falso**, es gratis para las llamadas dentro de la red, pagando tarifas preferenciales para las llamadas a números fuera de ella.
- **No puedo recibir llamadas: Falso**, se puede recibir llamadas tanto de la red como de cualquier teléfono del mundo.
- **Necesito teléfonos especiales de alto costo compatibles con telefonía IP. Falso**, se puede usar cualquier teléfono compatible IP que ofrecen diversos proveedores a precios normales.

- **Necesito centrales telefónicas de alto costo compatibles con tecnología IP. Falso**, se puede usar sus actuales centrales telefónicas que trabajen con líneas troncales análogas normales. Sin embargo, es recomendable adquirir una con tecnología IP, ya que permiten compartir números IP dentro de la red.
- **No puedo usar un número IP para recibir y enviar fax. Falso**, se puede enviar y recibir faxes.
- **Necesito un equipo de fax especial de alto costo compatible con tecnología IP. Falso**, el actual equipo de fax funcionará perfectamente.
- **Necesito tener encendido el PC para poder efectuar/recibir llamadas. Falso**, al conectarse el adaptador de voz al módem de banda ancha, el número IP estará disponible las 24 horas para recibir/hacer llamadas.
- **Las comunicaciones por telefonía IP son de mala calidad. Falso**, actualmente no existe diferencia entre una llamada tradicional y una que utiliza VoIP.

## CONCLUSIONES

1. El uso de las redes de datos, dentro del sector empresarial es indispensable en la actualidad y aún más cuando tecnologías como la VoIP se integran a los procesos de negocios. Además de ser una solución escalable, ya que se basa en el protocolo IP que es un estándar de la industria.
2. El principal beneficio de la VoIP es el costo de las operaciones telefónicas, ya que se ve reducido notoriamente. Sin embargo, existen también otros beneficios como la integración de servicios y el acceso a dispositivos inteligentes con servicios avanzados, que permiten el uso de Internet.
3. Los administradores de las redes telefónicas deben evaluar la implementación de una solución de VoIP. Por lo que la guía práctica resuelve las principales dudas que surgen al momento de implementar la tecnología VoIP dentro de una empresa que opera sobre una PSTN.

## RECOMENDACIONES

1. El uso de la tecnología VoIP es indispensable, para las empresas cuyos gastos telefónicos entre sucursales o llamadas internacionales es demasiado alto. Dicha solución reducirá los costos significativamente, además brinda soporte a dispositivos inalámbricos lo que permite una reducción de costos aún mayor en una Intranet de manera transparente para los usuarios.
2. Los servicios de mensajería (correo electrónico, foros, chat) han sido innovadores. Sin embargo, la tecnología VoIP brinda servicios aún más avanzados como *Push to Talk* (presione para hablar). Por lo que implementar VoIP sobre sitios empresariales es una gran ventaja, ya que dicho servicio se integra al portal para enlazar llamadas automáticamente con un simple clic hacia el centro de servicio al cliente de la empresa.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Keagy, Scott. **Integración de Redes de Voz y Datos**. 1ra. Ed: Cartone, 2001. 398 páginas.
2. Staman, Michael. **Voice over IP as a model for Multi-Services Networking**. 1ra. Ed: Snowmass, 2000. 348 páginas.
3. **ADATEL, Voz sobre IP y Telefonía IP**, Julio-2004  
[http://www.adatel.es/voz\\_ip.htm](http://www.adatel.es/voz_ip.htm)
4. **Cómo funciona la voz sobre IP**, Agosto-2004  
<http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No7/Russomanno>
5. **Experiencias pioneras VoIP en la práctica**, Septiembre-2004  
<http://www.idg.es/comunicaciones/articulo.asp?id=105468>
6. **IP excesivo de la voz: la evolución de la telefonía**, Septiembre-2004  
<http://www.worldonip.com/voips.html>
7. **La voz sobre IP sobre Wi-Fi presenta nuevas oportunidades y nuevos retos**, Septiembre-2004  
<http://laflecha.net/canales/wireless/200405311/>
8. **Perspectives**, Julio-2004  
<http://www.bt.es/perspectives/vozip.html>
9. **PONENCIAS INTERNET 99**, Octubre-2004  
[http://www.aui.es/biblio/libros/mi99/19voz\\_ip.htm](http://www.aui.es/biblio/libros/mi99/19voz_ip.htm)
10. **Seguridad en el protocolo VoIP**, Noviembre-2004  
<http://www.laflecha.net/articulos/seguridad/voip/>
11. **Si tienes un ordenador, ya tienes teléfono**, Noviembre-2004  
<http://www.baquia.com/com/20030929/not00002.html>
12. **Soluciones - Ralco Networks**, Diciembre-2004  
<http://www.ralco-networks.com/soluciones/>

13. **Tecnología y competencia - Voz sobre IP**, Octubre-2004  
<http://www.nortelnetworks.com/corporate/technology/voip/>
14. **Telefonía IP**, Julio-2004  
<http://www.ahciet.net/tecnologia>
15. **Telefonía IP con TAPI 3.0 (sistema operativo Windows)**, Enero-2005  
<http://www.microsoft.com/latam/technet/articulos/windows2k/tapi30>
16. **Telefonía IP - Voz sobre IP – Voip**, Diciembre-2004  
<http://www.e-advento.com/soluciones/telefonaiip.php>
17. **Telefonía sobre IP**, Agosto-2004  
[http://www.reuna.cl/central\\_apunte/apuntes/tecno2.html](http://www.reuna.cl/central_apunte/apuntes/tecno2.html)
18. **Tutoriales básicos sobre Telefonía IP**, Febrero-2005  
<http://www.recursosvoip.com/tutoria1/teleip.php>
19. **VoIP**, Febrero-2005  
<http://www.pc-news.com/detalle.asp?sid=&id=44&Ida=655>
20. **VoIP**, Marzo-2005  
<http://www.comunicaciones.unitronics.es/tecnologia/voip.htm>
21. **VOIP Technology | Voice over Frame Relay, IP and ATM**, Marzo-2005  
<http://www.protocols.com/papers/voe.htm>
22. **VOIP - Voz sobre IP (Voice Over Internet Protocol)**, Febrero-2005  
<http://www.monografias.com/trabajos3/voip/voip.shtml>
23. **Voz Sobre IP**, Septiembre-2004  
<http://www.dr-zippie.net/?VozSobreIP>
24. **VOZ SOBRE IP EN REDES INALAMBRICAS**, Abril-2005  
<http://www.neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No8/>
25. **Voz sobre IP - Wikipedia en español**, Marzo-2005  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Voz\\_sobre\\_IP](http://es.wikipedia.org/wiki/Voz_sobre_IP)