

EL ESTÁNDAR VOIP – VOZ SOBRE IP

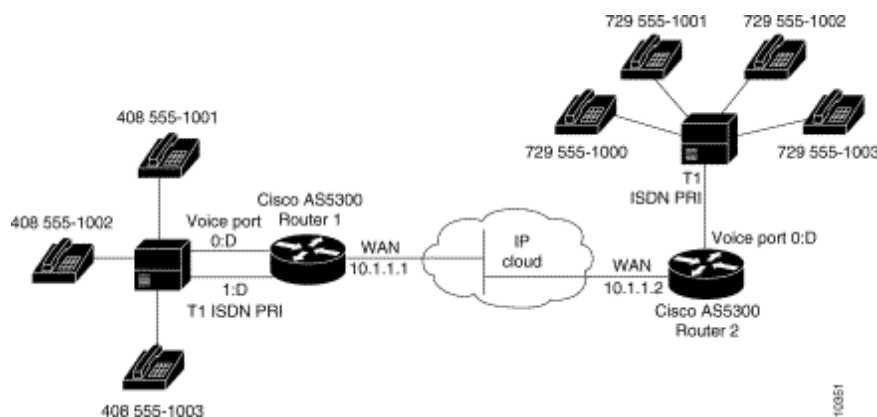
Desde hace tiempo, los responsables de comunicaciones de las empresas tienen en mente la posibilidad de utilizar su infraestructura de datos, para el transporte del tráfico de voz interno de la empresa. No obstante, es la aparición de nuevos estándares, así como la mejora y abaratamiento de las tecnologías de compresión de voz, lo que está provocando finalmente su implantación.

Después de haber constatado que desde un PC con elementos multimedia, es posible realizar llamadas telefónicas a través de Internet, se puede pensar que la telefonía en IP es poco más que un juguete, pues la calidad de voz que se obtiene a través de Internet es muy pobre. No obstante, si en una empresa se dispone de una red de datos que tenga un ancho de banda bastante grande, también se puede pensar en la utilización de esta red para el tráfico de voz entre las distintas delegaciones de la empresa. Las ventajas que se obtendrían al utilizar la red para transmitir tanto la voz como los datos son evidentes:

- Ahorro de costos de comunicaciones pues las llamadas entre las distintas delegaciones de la empresa saldrían gratis.
- Integración de servicios y unificación de estructura.

Realmente la integración de la voz y los datos en una misma red es una idea antigua, pues desde hace tiempo han surgido soluciones desde distintos fabricantes que, mediante el uso de multiplexores, permiten utilizar las redes WAN de datos de las empresas (típicamente conexiones punto a punto y frame-relay) para la transmisión del tráfico de voz. La falta de estándares, así como el largo plazo de amortización de este tipo de soluciones no ha permitido una amplia implantación de las mismas.

Ejemplo de red con conexión de centralitas a routers CISCO que disponen de soporte VoIP.



Es innegable la implantación definitiva del protocolo IP desde los ámbitos empresariales a los domésticos y la aparición de un estándar, el VoIP, no podía hacerse esperar. La aparición del VoIP junto con el abaratamiento de los DSP's (Procesador Digital de Señal), los cuales son claves en la compresión y descompresión de la voz, son los elementos que han hecho posible el despegue de estas tecnologías. Para este auge existen otros factores, tales como la aparición de nuevas aplicaciones o la apuesta definitiva por VoIP de fabricantes como Cisco Systems o Nortel-Bay Networks. Por otro lado los operadores de telefonía están ofreciendo o piensan ofrecer en un futuro cercano, servicios IP de calidad a las empresas.

Por lo dicho hasta ahora, se pueden encontrar con tres tipos de redes IP:

- Internet. El estado actual de la red no permite un uso profesional para el tráfico de voz.

- Red IP pública. Los operadores ofrecen a las empresas la conectividad necesaria para interconectar sus redes de área local en lo que al tráfico IP se refiere. Se puede considerar como algo similar a Internet, pero con una mayor calidad de servicio y con importantes mejoras en seguridad. Hay operadores que incluso ofrecen garantías de bajo retardo y/o ancho de banda, lo que las hace muy interesante para el tráfico de voz.
- Intranet. La red IP implementada por la propia empresa. Suele constar de varias redes LAN (Ethernet conmutada, ATM, etc.) que se interconectan mediante redes WAN tipo Frame-Relay/ATM, líneas punto a punto, RDSI para el acceso remoto, etc. En este caso la empresa tiene bajo su control prácticamente todos los parámetros de la red, por lo que resulta ideal para su uso en el transporte de la voz.

A finales de 1997 el VoIP forum del IMTC ha llegado a un acuerdo que permite la interoperabilidad de los distintos elementos que pueden integrarse en una red VoIP.

Debido a la ya existencia del estándar H.323 del ITU-T, que cubría la mayor parte de las necesidades para la integración de la voz, se decidió que el H.323 fuera la base del VoIP. De este modo, el VoIP debe considerarse como una clarificación del H.323, de tal forma que en caso de conflicto, y a fin de evitar divergencias entre los estándares, se decidió que H.323 tendría prioridad sobre el VoIP. El VoIP tiene como principal objetivo asegurar la interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes, fijando aspectos tales como la supresión de silencios, codificación de la voz y direccionamiento, y estableciendo nuevos elementos para permitir la conectividad con la infraestructura telefónica tradicional. Estos elementos se refieren básicamente a los servicios de directorio y a la transmisión de señalización por tonos multifrecuencia (DTMF).

El VoIP/H.323 comprende a su vez una serie de estándares y se apoya en una serie de protocolos que cubren los distintos aspectos de la comunicación:

- **Direccionamiento:**

- RAS (Registration, Admission and Status). Protocolo de comunicaciones que permite a una estación H.323 localizar otra estación H.323 a través del Gatekeeper.
- DNS (Domain Name Service). Servicio de resolución de nombres en direcciones IP con el mismo fin que el protocolo RAS pero a través de un servidor DNS

- **Señalización:**

- Q.931 Señalización inicial de llamada
- H.225 Control de llamada: señalización, registro y admisión, y paquetización / sincronización del stream (flujo) de voz
- H.245 Protocolo de control para especificar mensajes de apertura y cierre de canales para streams de voz

- **Compresión de Voz:**

- Requeridos: G.711 y G.723(Multirate Coder)
- Opcionales: G.728(LD-CELP), G.729(CS-ACELP) y G.722

- **Transmisión de Voz:**

- UDP. La transmisión se realiza sobre paquetes UDP, pues aunque UDP no ofrece integridad en los datos, el aprovechamiento del ancho de banda es mayor que con TCP.
- RTP (Real Time Protocol). Maneja los aspectos relativos a la temporización, marcando los paquetes UDP con la información necesaria para la correcta entrega de los mismos en recepción.

- **Control de la Transmisión:**

Pila de protocolos en VoIP.

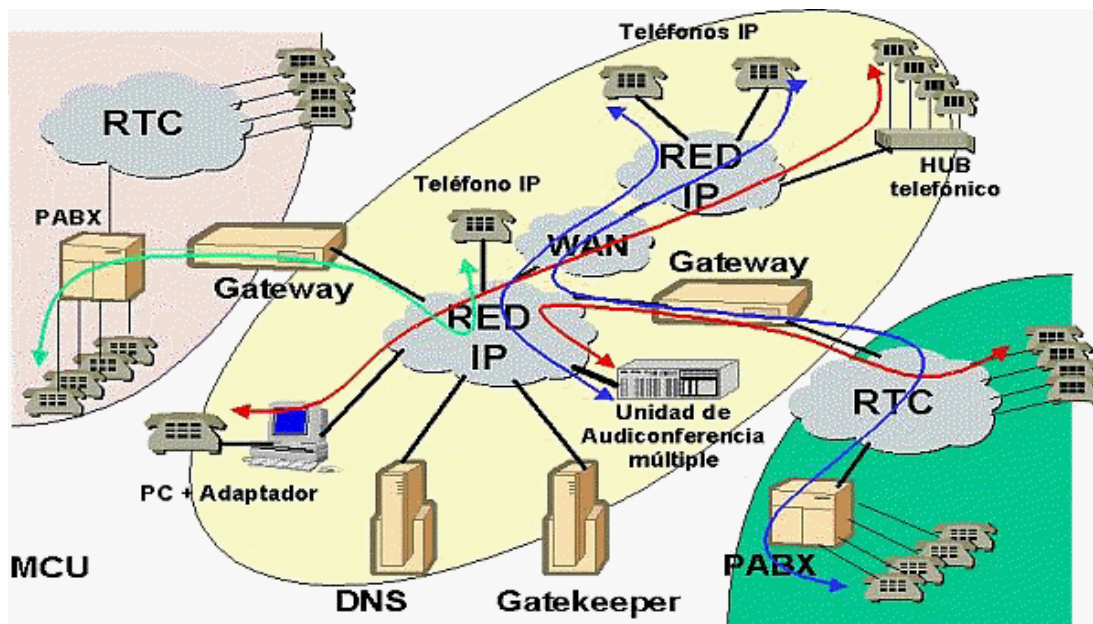
- RTP (Real Time Control Protocol). Se utiliza principalmente para detectar situaciones de congestión de la red y tomar, en su caso, acciones correctoras.

Hasta ahora sólo se ha visto la posibilidad de utilizar la red IP para conectar las centralitas a la misma, pero el hecho de que VoIP se apoye en un protocolo de nivel 3, como es IP, permite una flexibilidad en las configuraciones que en muchos casos está todavía por descubrir. Una idea que parece inmediata es que el papel tradicional de la centralita telefónica quedaría distribuido entre los distintos elementos de la red VoIP. En este escenario, tecnologías como CTI (computer-telephony integration) tendrán una implantación mucho más simple. Será el paso del tiempo y la imaginación de las personas involucradas en estos entornos, los que irán definiendo aplicaciones y servicios basados en VoIP.

Actualmente se parte de una serie de elementos ya disponibles en el mercado y que, según diferentes diseños, permitirán construir las aplicaciones VoIP.

Estos elementos son:

- Teléfonos IP.
- Adaptadores para PC.
- Hubs Telefónicos.
- Gateways (pasarelas RTC / IP).
- Gatekeeper.
- Unidades de audioconferencia múltiple. (MCU Voz)
- Servicios de Directorio.



Elementos de una red VoIP

Las funciones de los distintos elementos son fácilmente entendibles a la vista de la figura anterior, si bien merece la pena recalcar algunas ideas.

El Gatekeeper es un elemento opcional en la red, pero cuando está presente, todos los demás elementos que contacten dicha red deben hacer uso de aquel. Su función es la de gestión y control de los recursos de la red,

de manera que no se produzcan situaciones de saturación de la misma.

El Gateway es un elemento esencial en la mayoría de las redes pues su misión es la de enlazar la red VoIP con la red telefónica analógica o RDSI.

Se puede considerar al Gateway como una caja que por un lado tiene un interface LAN y por el otro dispone de uno o varios de los siguientes interfaces:

- FXO. Para conexión a extensiones de centralitas ó a la red telefónica básica.
- FXS. Para conexión a enlaces de centralitas o a teléfonos analógicos.
- E&M. Para conexión específica a centralitas.
- BRI. Acceso básico RDSI (2B+D)
- PRI. Acceso primario RDSI (30B+D)
- G703/G.704. (E&M digital) Conexión específica a centralitas a 2 Mbps.

Los distintos elementos pueden residir en plataformas físicas separada, o se pueden encontrar con varios elementos conviviendo en la misma plataforma.

De este modo es bastante habitual encontrar juntos Gatekeeper y Gateway.

También se puede ver en la primera figura cómo Cisco ha implementado las funciones de Gateway en el router.

Un aspecto importante a reseñar es el de los retardos en la transmisión de la voz. Hay que tener en cuenta que la voz no es muy tolerante con estos. De hecho, si el retardo introducido por la red es de mas de 300 milisegundos, resulta casi imposible tener una conversación fluida. Debido a que las redes de área local no están preparadas en principio para este tipo de tráfico, el problema puede parecer grave. Hay que tener en cuenta que los paquetes IP son de longitud variable y el tráfico de datos suele ser a ráfagas. Para intentar obviar situaciones en las que la voz se pierde porque tenemos una ráfaga de datos en la red, se ha ideado el protocolo RSVP, cuya principal función es trocear los paquetes de datos grandes y dar prioridad a los paquetes de voz cuando hay una congestión en un router. Si bien este protocolo ayudará considerablemente al tráfico multimedia por la red, hay que tener en cuenta que RSVP no garantiza una calidad de servicio como ocurre en redes avanzadas tales como ATM que proporcionan QoS de forma estándar.

FACTORES DE CALIDAD DE VoIP

Las ventajas de la reducción de costos y el ahorro de ancho de banda en las redes de paquetes de voz se asocian con algunos factores de calidad de servicio (QoS) que corresponden solo a las redes de paquetes.

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 mas 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 (cuando dos personas hablan casi al mismo tiempo) 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 (LLAMADO RETARDO 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 sg) a muchos milisegundos.

Codificadores de voz y sus tiempos:

- G.726 modulación adaptativa diferencial de pulsos codificados (ADPCM), 16, 24, 32, 40 Kbps = 0.125 sg.
- G.728 predicción lineal de excitación de código LD (CELP), 16 Kbps = 2.5 msg
- G.729 CS-ACELP 8Kbps = 10 msg
- G.723.1 codificador multitasa, 5.3, 6.3 Kbps = 30 msg

• RETARDO DE PROCESAMIENTO:

Es causado por el procesamiento 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. A menudo se recolectan múltiples marcos de codificación de voz en un solo paquete para reducir la cabecera del paquete. Por ejemplo, 3 marcos de palabras codificadas en G.729 (equivalente a 30 milisegundos de habla) se recolectan y empacan en un solo paquete.

• RETARDO DE RED

Es causado por el medio físico y los protocolos usados 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 esta. Los buffers para jitter 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.

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 mas 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 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 e incrementalmente 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 paquetes al numero de paquetes que son procesados exitosamente. Esta relación es usada para ajustar el buffer de 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.

COMPENSACIÓN DE PERDIDA DE PAQUETES

La pérdida de paquetes puede ser un problema aún mayor dependiendo del tipo de red de paquetes que esté siendo 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:

- Interpolan 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 perdidos es poco frecuente; si el número de paquetes perdidos en una fila o ráfaga es alta no trabaja muy bien.
- Enviar información redundante a expensas de la utilización del ancho de banda; esta aproximación hace una réplica y envía el n -ésimo paquete de voz con el $(n+1)$ -ésimo paquete; este método tiene la ventaja que poder 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 $(n+1)$ -ésimo paquete; esto reduce el problema de necesidad de ancho de banda extra pero falla en la resolución del problema de retardo.

COMPENSACIÓN DE ECO

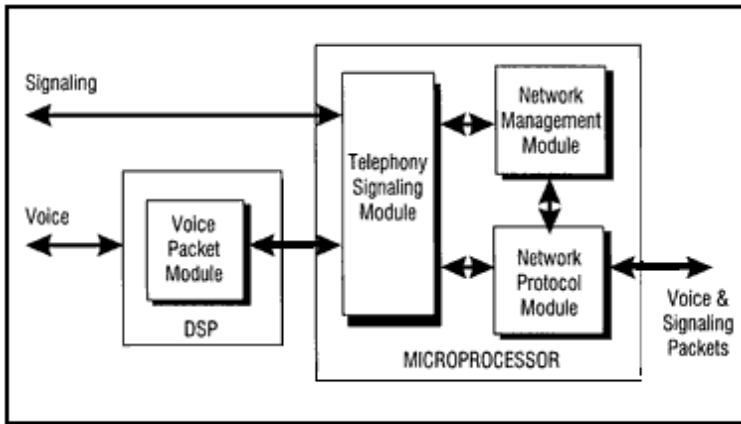
El eco en una red telefónica es causado por las reflexiones de señales generadas por un circuito híbrido que convierte de 4 hilos (un par para transmisión y uno para recepción) a 2 hilos (un solo hilo para transmisión y uno para recepción). Estas reflexiones de la voz del hablante son escuchadas por el oyente. El eco se presenta aún en las redes de conmutación de circuitos, sin embargo acá es aceptable ya que los retardos completos a través de la red son menores que 50 ms. 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 ms, entonces se deben aplicar técnicas de cancelación de eco.

El estándar G.165 de la UIT define el desempeño de los canceladores de eco, en la recomendación G.168 se encuentran mas 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.

ARQUITECTURA DE SOFTWARE



Los tipos de información más importantes que una interface telefónica con la red de paquetes debe manejar son: voz y señalización.

Se encuentran 4 funciones principales en el software:

• SOFTWARE DEL MODULO DE PAQUETES DE VOZ

Conocido como modulo 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:

- **INTERFACE PCM:** Recibe muestras de modulación por codificación de pulsos (PCM) de la interface digital y las envía a los módulos DSP apropiados para su procesamiento, las muestras PCM recibidas de los diversos DSP's y que ya han sido procesadas se envían a la interface digital, se ejecutan continuos re-muestreos de fase de las salidas muestreadas que van a la interface digital para evitar los deslizamientos.
- **GENERADOR DE TONOS:** Genera tonos duales de multifrecuencia (DTMF) y tonos de llamada en progreso bajo el comando del host (teléfono, fax, módems, PBX o conmutadores telefónicos) y se puede configurar para tonos internacionales o americanos.
- **CANCELADOR DE ECO:** Hace cancelación de eco según la norma G.165 en las señales muestreadas de los puertos full duplex. Tiene un rango de longitud programable.
- **DETECTOR DE ACTIVACIÓN DE VOZ / MEDIDA LIBRE DE RUIDO:** Monitorea las señales recibidas con actividad de voz. Cuando no se detecta actividad por un periodo de tiempo configurado, el software informa que el paquete está en silencio, resultando en ahorro de ancho de banda. Este software también mide las características libres de ruido de una interface telefónica. Reporta esta información al protocolo de paquetes de voz para transmitirla al extremo remoto y así generar ruido cuando no haya voz presente.
- **DETECTOR DE TONOS:** Detecta la recepción de tonos DTMF y hace discriminación de voz / fax. Los tonos detectados se reportan al host para que se activen las funciones apropiadas de voz o fax.
- **SOFTWARE DE CODIFICADORES DE VOZ:** Comprime los datos de voz para que sean transmitidos en paquetes de datos. Es capaz de hacer varias compresiones en una arquitectura modular. Una razón de compresión de 8:1 se puede alcanzar con un codificador de voz G.729 (la señal PCM de 64 kbps es transmitida usando solo 8 kbps).

- **SOFTWARE DE FAX:** Desempeña la función de transmisión de fax al demodular datos PCM, extraer la información relevante y empaquetar los datos fax analizados en marcos para transmitirlos por la red de paquetes. Con este proceso se ahorra ancho de banda.
- **UNIDAD DE SALIDA:** Esto hace buffer en los paquetes de voz recibidos de la red de paquetes y los envía al codificador de voz para su transmisión:

Las siguientes características son soportadas:

- Un buffer FIFO que almacena palabras de voz codificadas antes de la transmisión para remover el jitter de la secuencia de paquetes entrantes.
- Un continuo re-muestreo de fase que remueva el tiempo de frecuencia offset sin causar deslizamientos o pérdida de datos de las señales de voz o de los módems de banda de voz.
- Una medida del tiempo jitter que permita un control adaptativo del retardo FIFO.

Los protocolos de paquetización usan un campo de secuencia de números en el flujo de paquetes transmitido para mantener la integridad temporal de la voz durante su transmisión. Usando esta aproximación, el transmisor inserta el contenido de un contador de paquete modulo-16 libre en cada paquete transmitido, permitiendo que el receptor detecte la pérdida de paquetes y para reproducir intervalos de silencio durante su transmisión.

- **PROTOCOLO DE PAQUETES DE VOZ:** Encapsula los datos de voz y fax comprimidos para la transmisión extremo a extremo, entre dos puertos, por el backbone de la red.
- **SOFTWARE DE LA INTERFACE DE CONTROL:** Coordina el intercambio de información de control y monitoreo entre el DSP y el host vía un mecanismo de mailbox. La información intercambiada incluye la configuración de los datos, el estatus de reportes.
- **AMBIENTE DE PORTABILIDAD EN TIEMPO REAL:** Provee un ambiente de operación para el software que reside en el DSP. Esto hace funciones de sincronización, tareas de gestión, gestión de memoria, y gestión de tiempos.

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, así como con el modo de operación de control basado en la supervisión de línea, e interactúa con la interface telefónica para las funciones de señalización.

• MODULO GATEWAY DE SEÑALIZACIÓN TELEFÓNICA

- **SOFTWARE DE LA UNIDAD DE INTERFACE TELEFÓNICA:** Monitorea periódicamente las interfaces de señalización del módulo y proporciona recolección rotatoria y no salteada de los dígitos para la interface.

- **UNIDAD DE PROTOCOLO DE SEÑALIZACIÓN:** Contiene las máquinas estatales que implementan varios protocolos de señalización telefónica como E&M.
- **UNIDAD DE CONTROL DE RED:** Mapea la información de señalización telefónica en un formato compatible con el protocolo de señalización para el establecimiento de la sesión de paquetes de voz.
- **UNIDAD DE TRASLACIÓN DE DIRECCIÓN:** Mapea la dirección de discado E.164 en una dirección que pueda ser usada por la red de paquetes (ej: una dirección IP o un identificador de conexión de enlace de datos (DLCI) para una red frame-relay)
- **DRIVER DE LA INTERFACE DSP:** Transmite información de control entre el microprocesador del host y los DSP's.
- **CARGADOR DOWNLINE DSP:** Es responsable por downline carga del DSP en el inicio, configuración, actualización o cambios de modo (ej: cambiar del modo voz a modo fax cuando se detectan tonos de fax)
- **MODULO DE GESTION DE RED**
 - **PILA DE SEÑALIZACIÓN IP:** Envuelve el control de llamada H.323 y el software de transporte, incluyendo H.225, H.245, RTP/protocolo de transporte real-time conferencing protocol (RTP), protocolo de control de transmisión (TCP), IP, protocolo de datagrama de usuario (UDP).
 - **PILA DE PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN ATM:** Para el establecimiento, mantenimiento y despeje de la conmutación punto a punto y punto a multipunto de circuitos virtuales (SVC) utiliza protocolos de encapsulación de voz sobre ATM, pilas de protocolos de señalización de interfaces usuario-red (UNI).
 - **PILA DE PROTOCOLOS FRAME-RELAY:** Incluye protocolos de encapsulación de voz sobre frame-relay, soporte de SVC y PVC (circuitos virtuales permanentes), interface de gestión local (LMI), gestión de congestión, monitoreo de tráfico, aplicación de rangos de información comprometida (CIR).

• MODULO DE GESTIÓN DE RED

Consiste en 2 servicios principales enviados en el MIB:

- Interface física con el teléfono final.
- Servicio de canal de voz para:
 - Procesar señalización en un canal de voz.
 - Conversión entre muestras PCM y paquetes de voz comprimidos.

El software de VoIP se configura y gestiona con el uso de un servicio propietario de voz llamado MIB

LA VOZ SOBRE INTERNET

La voz sobre Internet será, dentro de muy poco tiempo, popular entre los usuarios a causa de su bajo costo (al menos por ahora), necesitar una estructura simple de comunicaciones y por la posibilidad de ofrecer servicios de valor agregado como pueden ser los buzones de voz y la mensajería vocal, aunque difícilmente ofrecerá una calidad tan buena como la que ofrece la red telefónica clásica y una sencillez de uso que hace que

cualquier usuario, sin necesidad de formación alguna, sepa utilizarla. La telefonía sobre Internet o Voz sobre IP (VoIP) es más económica que la convencional porque el sistema de encaminamiento y conmutación es más eficiente el de las grandes centrales telefónicas, que necesitan un circuito por cada conversación, mientras que en IP la información se trocea en paquetes y se pueden enviar varias conversaciones multiplexadas sobre un único circuito físico.

La VoIP lleva camino de ser un fenómeno tan importante como lo está siendo el de la telefonía móvil, y de hecho, según algunos estudios de mercado se espera que haya entre 5 y 6 millones de usuarios de telefonía sobre Internet para el año 2001, una cifra relativamente pequeña si la comparamos con el total de usuarios de la red, que se muestra en la figura comparándola con el de usuarios de telefonía móvil, que sigue una tendencia creciente.

Los pronósticos más optimistas auguran que de aquí a tres años el transporte de voz utilizando el protocolo IP habrá penetrado tanto que ya serán numerosas las operadoras que lo ofrezcan a sus clientes y casi un cuarto del tráfico internacional se hará utilizando este medio.

VOZ SOBRE LA RED

Para establecer una comunicación de voz utilizando la red Internet, lo primero que se necesita es establecer la conexión entre los dos terminales de los usuarios, equipados con el mismo software o compatible, que desean comunicarse, es decir establecer una sesión IP; a partir de ahí, se digitaliza la voz, se comprime para que ocupe menos ancho de banda, y se transmite a través de la red como si fuese un flujo de datos. La comunicación puede ser multimedia y transferirse ficheros o ver un vídeo mientras se conversa.

El atractivo que representa esta solución reside en que en este caso las tarifas que aplican son las propias de Internet, es decir siempre tarifa local en ambos extremos y en muchos casos tarifa plana, en lugar de las telefónicas, que dependen de la distancia y del tiempo de conexión. El usuario admite la peor calidad de la comunicación, que se ve compensada por el ahorro económico que obtiene.

Existen otras dos modalidades que se dan en el caso de establecer la comunicación entre un teléfono y un PC o bien entre dos teléfonos, utilizando la red Internet.

En el primer caso es necesario disponer de un gateway con conexión por un lado a Internet y por otro a la RTP, que digitalice la voz si es que ya no lo está, la comprima y empaquete y realice la traslación entre direcciones IP y números de la RTP, realizando el proceso simultáneamente en ambos sentidos.

En el caso de llamadas entre teléfonos a través de Internet, el proceso es parecido, utilizando dos gateways, uno en cada extremo, siendo varias las compañías que ofrecen estos servicios aprovechando la ventaja económica que supone encaminar las llamadas normales de voz a través de la red.

Los estándares para la comunicación telefónica sobre Internet, utilizando terminales aislados o conectados a una PBX, están ya definidos por el ITU-T en el documento H-323 y varios fabricantes, entre ellos Intel y Microsoft, están ya trabajando para desarrollar software con este propósito.

Llevar la voz sobre Internet se consigue utilizando técnicas de compresión muy potentes que permiten pasarla sobre un ancho de banda muy pequeño y un software de codificación-decodificación, junto con el protocolo IP propio de Internet. En el PC del usuario se necesita una tarjeta de sonido dúplex, micrófono y altavoces, junto con uno de los paquetes comerciales basados en el estándar mencionado.

Por ahora, los proveedores de voz sobre IP no necesitan ninguna licencia para ofrecer el servicio, al menos en Europa, ya que la Comisión Europea no considera este servicio como telefonía básica, al no cumplir los cuatro requisitos básicos siguientes:

- Ser objeto de una oferta comercial independiente
- Ser accesibles a todo el público
- Permitir la comunicación con cualquier otro usuario
- Implicar el transporte de voz en tiempo real, con una mínima calidad de servicio

El operador de telefonía con el servicio VoIP puede ofrecer tarifas planas y empaquetar los servicios de voz, datos y multimedia según los perfiles de los grupos de clientes, lo que le dota de una ventaja competitiva frente a terceros que no cuenten con este servicio en su cartera de productos.

UNA LÍNEA PARA DOS COMUNICACIONES

Desde el lugar de trabajo y desde casa, el acceso a Internet se hace a través de los dos hilos que nos conecta con la central telefónica local, usando la RTP o la RDSI y un módem o adaptador de terminal; si es por RTP sólo se dispone de una línea y es obvio que cuando estamos conectados con la red no podemos recibir o hacer llamadas telefónicas.

Mientras que la duración media admitida para una llamada telefónica es de unos 3 minutos, en el acceso a Internet el usuario suele estar conectado del orden de 20 a 30 minutos, lo que implica que durante este tiempo nadie puede hacer uso de la línea telefónica con los inconvenientes que ello conlleva.

Para buscar una solución a este problema algunos fabricantes han desarrollado un sistema que convierte las llamadas de voz en un flujo de datos IP que puede ser remitido directamente a los usuarios a los que van dirigidas.

El funcionamiento es como sigue: cuando una llamada entrante se recibe en la central telefónica, la red es capaz de detectar si la línea de destino se encuentra ocupada en una sesión Internet y en ese caso inmediatamente la reenruta a un servidor especializado que la digitaliza y la convierte en una trama de datos, convierte el número telefónico a la dirección Internet de destino e inmediatamente envía un mensaje que se representa en un icono en la pantalla del terminal indicando que hay una llamada en espera, pidiendo su aceptación. Para las llamadas salientes se realiza el proceso inverso.

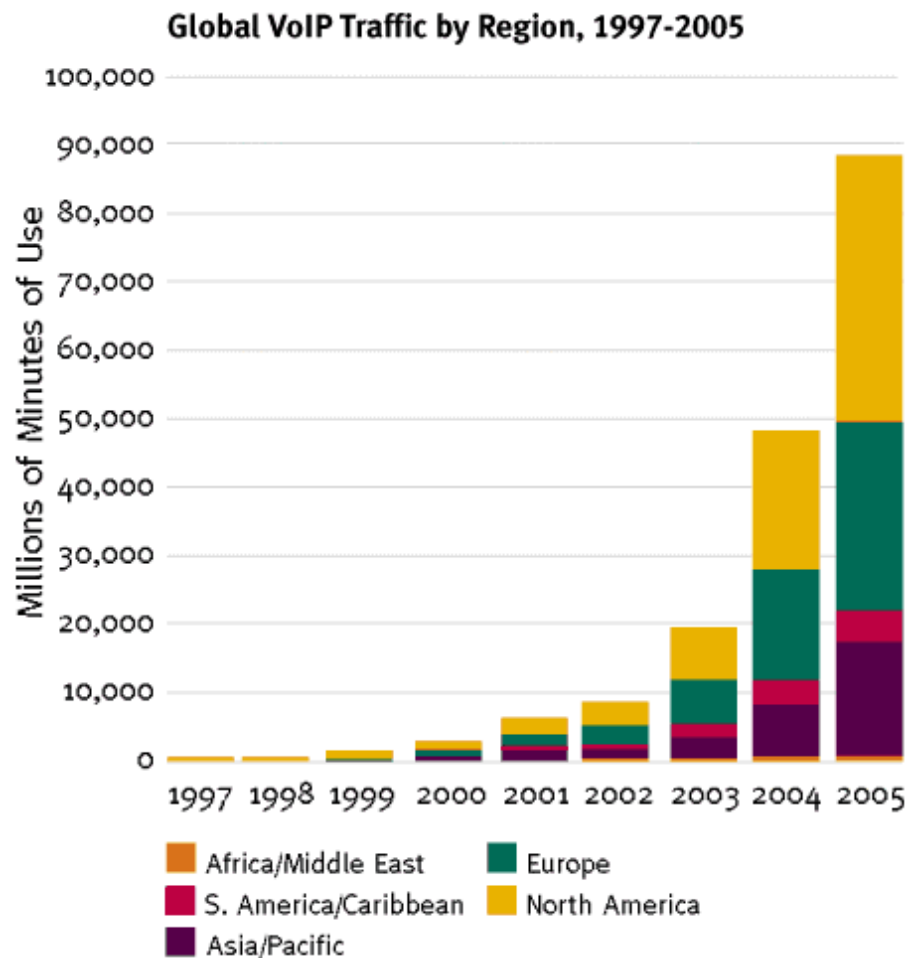
Si el usuario dispone del ancho de banda mínimo requerido, puede hablar y mantener la sesión Internet al mismo tiempo, despreocupándose del tiempo que emplea navegando por Internet, teniendo la tranquilidad de que no va a perder ninguna llamada. De esta forma, se genera negocio extra para el operador de la red y el proveedor del servicio Internet (ISP).

EL MERCADO DE SERVICIOS DE TELEFONÍA SOBRE IP: ES TAN SOLO EL COMIENZO

Evolución del mercado de la telefonía sobre IP	
1995	Año del aficionado
1996	Año del cliente
1997	Año del gateway
1998	Año del gatekeeper
1999	Año de la aplicación

Cuántas diferencias pueden observarse en dos años. A fines de 1996, la telefonía sobre IP aún era considerada una especie de "radio de aficionados" en Internet, una aplicación para un pequeño grupo de amateurs que poseían estaciones de trabajo con PC ataviadas con configuraciones elaboradas de parlantes, micrófonos y shareware de voz sobre IP (VoIP). La calidad era terrible, no existían normas, y para poder hablar con alguien era necesario llamar primero por teléfono de la manera tradicional para averiguar si estaban conectados.

LAS PRIMERAS BARRERAS



Tráfico mundial de voz sobre IP por región, 1997–2005

A pesar de que en ese año proliferó el software nuevo de VoIP para clientes, la falta de normas y la necesidad de utilizar una tosca PC como dispositivo de usuario final desalentaron a los primeros posibles seguidores que esperaban calidad y eficiencia así como originalidad. La tecnología de VoIP para el mercado empresarial era prácticamente inexistente y los primeros gateways (dispositivos de acceso que pasan las llamadas hacia y desde Internet u otras redes IP, que permiten utilizar teléfonos convencionales) estaban muy lejos de la "clase carrier".

Pero no cabe duda de que las cosas han cambiado. Varios años de investigación y desarrollo intensos en todas las áreas de las industrias de las redes y las telecomunicaciones dieron lugar a un mercado en el cual las grandes empresas telefónicas tradicionales no sólo reconocen que la telefonía sobre IP es viable sino que también la están adoptando. Hoy en día, la telefonía sobre IP no constituye una mera fuente potencial de ingresos para los proveedores de servicios de todas las formas y tamaños; los analistas y los actores industriales la consideran cada vez más el nuevo paradigma de las comunicaciones de voz y datos del próximo siglo.

TELEFONÍA SOBRE IP:

COMO CAMBIARLE LA CARA A LAS TELECOMUNICACIONES

Frente al constante cambio de las telecomunicaciones, la telefonía sobre IP es excepcionalmente prometedora.

Ante un mercado global cada vez más competitivo, las compañías telefónicas ya existentes, los proveedores de servicios de Internet (ISPs), las operadoras locales competitivas emergentes (CLECs) y las PTTs (autoridades de correo, teléfonos y telégrafos) buscan, en forma constante, maneras de aumentar sus ofertas de servicios.

La telefonía sobre IP ha captado la atención de dichos proveedores de servicios en todo el mundo, ofreciendo una amplia gama de servicios nuevos y reduciendo al mismo tiempo sus costos de infraestructura. La voz sobre IP (Voice over IP - VoIP) está cambiando el paradigma de acceso a la información, fusionando voz, datos, facsimile y funciones multimedia en una sola infraestructura de acceso convergente.

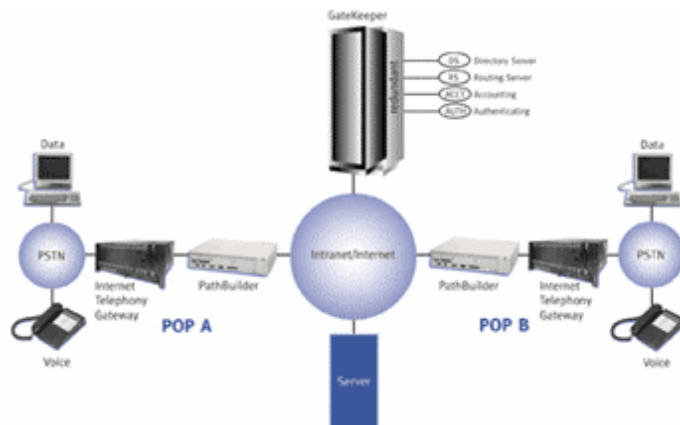
Mediante la telefonía sobre IP, los proveedores de servicios pueden ofrecer servicios de voz básicos y ampliados a través de Internet, incluyendo la llamada en espera en Internet, el comercio en la web por telefonía ampliada y comunicaciones interactivas de multimedia.

Estos servicios se integrarán de manera ininterrumpida a las redes conmutadas existentes (PSTN) a fin de permitir que se originen o terminen llamadas en teléfonos tradicionales según sea necesario. Dado que IP es una norma abierta, VoIP le brinda a los proveedores de servicios flexibilidad para personalizar sus servicios existentes e implementar nuevos servicios con mayor rapidez y eficiencia en función de los costos que antes, incluso en áreas remotas dentro de su región

COMO FUNCIONA LA VOZ SOBRE IP

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 aprovisionadas. 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.



Red de telefonía sobre IP

LA PROMESA DE LA VOZ SOBRE IP:

MEJORAR LA CALIDAD DEL SONIDO

Existen opiniones encontradas acerca de la calidad de las llamadas de voz que se realizan por la Internet pública. Vale la pena destacar que los carriers utilizarán particiones de backbones de IP bien diseñadas para transportar el tráfico de voz sobre IP, simplemente debido a que la Internet pública tiene patrones de tráfico impredecibles y no fue desarrollada para manejar el tráfico de la telefonía de clase carrier. La demora y la pérdida de paquetes durante los períodos de alto nivel de tráfico en la Internet pública degrada la calidad del tráfico altamente sensible a las demoras como ocurre en el caso de la voz en tiempo real. La performance de la voz en las redes públicas puede mejorarse de manera notoria mediante el uso de algoritmos tales como la corrección de errores sin retorno y la protección de paquetes.

En la actualidad, se están tratando estos temas y cabe pensar que la voz sobre IP pronto podrá proveer una calidad de voz con una fidelidad significativamente superior a la que existe hoy en día. El párrafo que se lee a continuación muestra cómo lograrlo:

Las redes analógicas conmutadas por circuitos están limitadas por el legado de la red multiplex por división de tiempo subyacente, que se basa en 8.000 muestras de voz, o cuatro kilohertz, por segundo. Para ponerlo en perspectiva, la voz humana genera hasta 10khz/segundo y el oído humano puede detectar sonidos de hasta 20.000 khz/segundo. Dado que la telefonía sobre IP no está limitada a la multiplexión por división de tiempo, tanto las empresas como los consumidores por igual podrán, en poco tiempo, beneficiarse por una calidad de sonido notablemente superior.

GATEWAY DE VOZ SOBRE IP

Los gateways de VoIP proveen un acceso ininterrumpido a la red IP. Las llamadas de voz se digitalizan, codifican, comprimen y paquetizan en un gateway de origen y luego, se descomprimen, decodifican y rearman en el gateway de destino. Los gateways se interconectan con la PSTN según corresponda a fin de asegurar que la solución sea ubicua.

El procesamiento que realiza el gateway de la cadena de audio que atraviesa una red IP es transparente para los usuarios. Desde el punto de vista de la persona que llama, la experiencia es muy parecida a utilizar una tarjeta de llamada telefónica. La persona que realiza la llamada ingresa a un gateway por medio de un teléfono convencional discando un número de acceso. Una vez que fue autenticada, la persona disca el número deseado y oye los tonos de llamada habituales hasta que alguien responde del otro lado. Tanto quien llama como quien responde se sienten como en una llamada telefónica "típica".

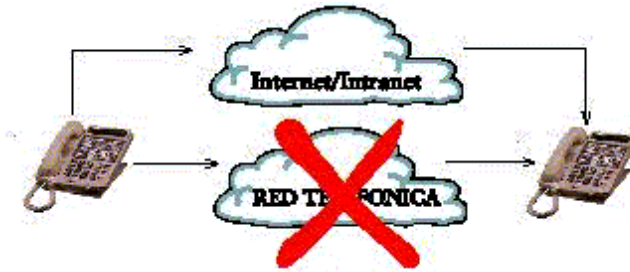
GATEKEEPER DE VOZ SOBRE IP

Los gateways se conectan con los gatekeepers de VoIP mediante enlaces estándar H.323v2, utilizando el protocolo RAS H.225. Los gatekeepers actúan como controladores del sistema y cumplen con el segundo nivel de funciones esenciales en el sistema de VoIP de clase carrier, es decir, autenticación, enrutamiento del servidor de directorios, contabilidad de llamadas y determinación de tarifas. Los gatekeepers utilizan la interfaz estándar de la industria ODBC-32 (Open Data Base Connectivity – Conectividad abierta de bases de datos) para acceder a los servidores de backend en el centro de cómputos del carrier y así autenticar a las personas que llaman como abonados válidos al servicio, optimizar la selección del gateway de destino y sus alternativas, hacer un seguimiento y una actualización de los registros de llamadas y la información de facturación, y guardar detalles del plan de facturación de la persona que efectúa la llamada.

VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA DE VOZ SOBRE IP

- Integración sobre su Intranet de la voz como un servicio más de su red, tal como otros servicios informáticos.

- Las redes IP son la red estándar universal para la Internet, Intranets y extranets.
- Estándares efectivos (H.323)
- Interoperabilidad de diversos proveedores
- Uso de las redes de datos existentes
- Independencia de tecnologías de transporte (capa 2), asegurando la inversión.
-



Menores costos que tecnologías alternativas (voz sobre TDM, ATM, Frame Relay)

- No paga SLM ni Larga Distancia en sus llamadas sobre IP.

TODO SOBRE VOIP

Todo el mundo ya conoce las ventajas potenciales que brinda la voz sobre IP (VoIP), pero cómo adoptar y desplegar esta nueva alternativa sigue siendo una incógnita para muchos usuarios. A continuación se mencionarán algunas cuestiones a tener en cuenta si desea adentrarse en el mundo de las redes convergentes.

El argumento inicial en favor de este nuevo modelo de redes se basa en la gran presencia actual de las infraestructuras IP en los entornos corporativos de datos, así como en la suposición de que parte de la capacidad de estas redes está siendo desaprovechada. Dando por sentado éste último extremo, parece que nada hay mejor que emplear el ancho de banda inutilizado para soportar el tráfico de voz y fax. De esta manera no sólo aumentaría la eficiencia global de la red, sino también las sinergias entre su diseño, despliegue y gestión.

Este primer acercamiento al tema viene avalado por las conclusiones de diferentes investigaciones de mercado que coinciden en destacar el enorme potencial de crecimiento de VoIP. De hecho, IDC estima que, sólo en Estados Unidos, entre 1997 y el año 2002, los ingresos procedentes de VoIP crecerán a un ritmo anual del 103,4 por ciento hasta alcanzar 24.390 millones de dólares al final del período. A nivel internacional, la tasa de crecimiento durante los años citados será del 100,9 por ciento, acumulando un volumen de ingresos de 20.490 millones de dólares en el año 2002. Independientemente de estas previsiones tan optimistas debemos estudiar y analizar esta tecnología para conocer sus ventajas e inconvenientes:

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

- Para iniciar la conexión es preciso realizar el establecimiento de 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 controlados por las autoridades pertinentes (en nuestro caso, el Ministerio de Fomento y la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones).
- 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, sin que, por lo general, sean 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.

- Las diferencias entre la operación de las redes de voz y datos requieren distintos enfoques de gestión.

Tradicionalmente, la industria de la telefonía trabaja con unas altas exigencias de fiabilidad, conocidas como los "cinco nueves" : 99,999 por ciento. Esto se traduce en unos objetivos de diseño de centrales públicas de conmutación que garantizan niveles de caída del servicio de sólo dos horas cada cuarenta años de operación . Cuarenta años suponen aproximadamente 350.400 horas; y dos horas sin servicio representaría sólo un 0,0000057 de todo ese tiempo. O lo que es lo mismo, una disponibilidad del 99,9994 por ciento.

Sin embargo, Ari ha demostrado en la feria internacional CT Expo'99 que la voz a través de su producto Gateway IPVox tiene una alta calidad.

- Factores de Calidad de Servicio (QoS). La entrega de señales de voz, vídeo 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 monitorización 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: variación en los tiempos de llegada entre los paquetes. Para minimizar este factor los paquetes entrantes han de ser introducidos en un buffer y, desde allí, enviados a intervalos estándar.
 - Pérdida de paquetes: cuando un paquete de vídeo o de voz se pierde en la red es preciso disponer de algún tipo de compensación de la señal en el extremo receptor.
- Implementación de nuevos estándares. Los estándares vienen a ser el anteproyecto necesario para diseñar, implementar y gestionar las comunicaciones de voz y datos. En su desarrollo trabajan diferentes entidades reconocidas como organizaciones de estándares internacionales, entre los que se encuentran ANSI (American National Standards Institute), IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), ISO (International Organization for Standardization), UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) e IETF (Internet Engineering Task Force). Gracias a un estricto cumplimiento de los estándares internacionales (ITU H.323, H.245, H.225) el Gateway IPVox puede integrarse fácilmente en redes en las que existan Gateways H.323 de otros fabricantes de manera que se puedan intercambiar llamadas entre ellos. De igual manera el Gateway IPVox podrá integrarse en una red gestionada por un Gatekeeper H.323.
- Interoperatividad multifabricante. Volvamos al pasado. ¿Recuerda cuando era corriente que una tarjeta Ethernet de un fabricante no comunicara con otra similar de un fabricante distinto? Hoy este problema ya no existe, pero conviene no olvidarlo porque las redes convergentes suponen un nuevo concepto que sólo acaba de arrancar. Afortunadamente, la industria, dirigida por el International Multimedia Teleconferencing Consortium (IMTC), está avanzando mucho en esta área crítica.
- Otros factores significativos. Además de las cuestiones de gestión y diseño referidas más arriba, existen

otros factores, algunos fuera del control de los usuarios, que afectarán a la migración a las redes convergentes. Por ejemplo, la Comisión Europea ha determinado que, de momento, dadas las características y el estado de desarrollo de VoIP, hay que considerarlo como un servicio desregulado y no sometido a limitaciones normativas. No obstante, la Comisión se ha encargado de dejar bien claro que seguirá de cerca los pasos de la telefonía IP por si su posterior evolución exigiera introducir cambios en su regulación.

En muy poco tiempo, el interés por la voz sobre IP está yendo más allá de las simples llamadas gratuitas de voz y fax por Internet para extender su influencia a cómo las comunicaciones de empresa darán servicio a los usuarios finales en el próximo milenio, y a las potenciales economías de escala que promete.

ESTÁNDAR H.323

Estándar que especifica los componentes, protocolos y procedimientos que proveen los servicios de comunicación multimedia sobre redes de paquetes, incluyendo redes basadas en IP. H.323 hace parte de la familia de recomendaciones de la UIT-T H.32x que provee los servicios de multimedia.

El H.323 es una tecnología de punta para la transmisión de audio, video en tiempo real, y sobre redes de paquetes. H.323 también permite ser aplicado a comunicaciones multipunto.

El estándar H.323 fue aceptado en octubre de 1996.

La familia de protocolos:

- H.324 (SCN)
- H.320 (RDSI)
- H.321 y H.310 (B-RDSI)
- H.322 (Red LAN que proveen calidad de servicio)

H.323 especifica cuatro clases de componentes tanto para comunicaciones multimedia punto a punto como para la punto multipunto:

- Terminales:

Usado para comunicaciones de multimedia en tiempo real; puede ser un PC o cualquier equipo que soporte audio y opcionalmente video y datos.

- Gateway:

Conecta dos redes similares, provee la conectividad entre red H.323 y redes diferentes a H.323

Puede conectar:

H.323 ! H.324: Esto se basa gracias a la translación de protocolos, conversión de formatos.

El Gateway no es requerido en una red H.323

- Gatekeeper:

Puede ser considerado como el cerebro de la red H.323.

Sus funciones son: Direccionamiento, autorización, autenticación de los terminales y del gateway, administración del ancho de banda, accounting, facturación, y cargo.

Estos equipos pueden llamarse Routing.

- Multipoint Control Units (MCU):

Provee soporte para conferencias de tres o más terminales H.323, todos los terminales implicados en la conferencia establecen conexión con el MCU.

Sus funciones: Realiza la negociación de los términos entre los terminales sobre la utilización de coder/decoder.

Los protocolos especificados por H.323 son:

Audio Codec:

Codifica las señales de audio del micrófono para transmitirlo por un terminal H.323 y decodifica las señales de audio recibidas que son enviadas a los speaker del terminal H.323.

Debido a que el estándar H.323 como mínimo debe prestar el servicio de voz; estas especificaciones se encuentran en las recomendaciones en G.711 (codifica 64Kbps), G.712 (64, 56 y 48 Kbps), G.723 (5.3 y 6.3 Kbps), G.728 (16Kbps) y G.729 (8kbps).

Video Codec:

Codifica el video que provee una cámara para la transmisión por un terminal H.323 y decodifica el video recibido. Este punto es opcional especificado en la norma H.261

H.225:

Registro, admisión y estado (RAS), protocolo entre gateway o equipo terminal y gatekeeper.

Sus Funciones: Registro, Control de admisión, cambios del ancho de banda, Estado, y resuelve procedimiento entre el gateway o equipo terminal y el gatekeeper.

H.225 Call Signaling:

Usado para establecer una comunicación entre dos puntos H.323.

H.245

Control de señalización.

Sus funciones: Se encarga del intercambio de capacidades, abrir y cerrar canales lógicos y del Control de flujo de mensajes.

RTP

Provee la entrega en tiempo real de audio y video. Es típicamente usado para transmisión de datos usando UDP.

Sus funciones: Identificación de la carga útil, secuencia y entrega supervisada.

RTCP

Realiza el control del RTP.

CONCLUSIONES

Se puede resumir diciendo que VoIP es una tecnología que tiene todos los elementos para su rápido desarrollo. Como muestra se puede ver que compañías como Cisco, la han incorporado a su catálogo de productos, los teléfonos IP están ya disponibles y los principales operadores mundiales, así como Telefónica, están promoviendo activamente el servicio IP a las empresas, ofreciendo calidad de voz a través del mismo. Por otro lado se tiene ya un estándar que nos garantiza interoperabilidad entre los distintos fabricantes.

La conclusión parece lógica: hay que estudiar cómo se puede implantar VoIP en las empresas y en general en cualquier red IP.

27

