

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



TELEMÁTICA

TRANSMISIÓN DE VOZ SOBRE IP

QUINTO NIVEL

César Augusto Mena Albarracín

Mauricio Alejandro Molina Díaz

2000-06-07

CONTENIDO

CONTENIDO	1
INTRODUCCIÓN	2
TRANSMISIÓN DE VOZ SOBRE IP	3
EL ESTÁNDAR VOIP (VOZ SOBRE IP)	5
PROTOCOLOS DE VOZ SOBRE IP O TELEFONÍA IP	10
CÓDECS DE VOZ SOBRE IP	14
FACTORES A TENER EN CUENTA SOBRE REDES CONVERGENTES	16
CONCLUSIONES	19
RECOMENDACIONES	20
BIBLIOGRAFIA	21
ANEXOS	22
EMPRESAS RELACIONADAS CON EL ESTANDAR VOIP EN VIAS DE ACCESO	22
1) 3COM CORPORATION Y SIEMENS PUBLIC COMMUNICATIONS NETWORKS INTEGRAN UNA VÍA DE ACCESO A INTERNET CON EL SWITCH DIGITAL PARA PRODUCIR EL PRIMER Y ÚNICO SWITCH MULTI-SERVICIO DE LA OFICINA CENTRAL.....	22
2) CISCO OPTIMIZA LINEA DE PRODUCTOS DE ACCESO DE MÚLTIPLES SERVICIOS.....	24
3) PRODUCTOS QUE OFRECE MOTOROLA.....	25
UNA LÍNEA PARA DOS COMUNICACIONES	27
LA PROMESA DE LA VOZ SOBRE IP: MEJORAR LA CALIDAD DEL SONIDO	28
SERVICIOS PROFESIONALES DE VOZ SOBRE IP DE 3COM PARA EL DESPLIEGUE Y LA ADMINISTRACIÓN DE REDES	29
LA SOLUCION DE TELEFONIA SOBRE IP DE 3COM.....	29
GATEWAY DE VOZ SOBRE IP.....	30
GATEKEEPER DE VOZ SOBRE IP.....	30
SERVIDORES DE BACKEND.....	31
OTRAS SOLUCIONES DE VOIP DE 3COM.....	31
BOLETIN INFORMATIVO VOZ SOBRE IP	32
COMANDOS H.323	35
LLAMADA H.323 TÍPICA	37
CABECERA DEL RTP (REAL-TIME TRANSPORT PROTOCOL)	38
CUADRO DE ESTÁNDARES DE VoIP	39

INTRODUCCIÓN

Llevamos cinco meses del año 2000, o cinco meses del nuevo siglo para otros. No importa, lo que realmente importa y sorprende es el desarrollo tecnológico que nuestras sociedades están alcanzando, gracias a uno de los inventos de mayor impacto en las últimas 3 décadas: la Internet.

Es así entonces que la Internet ha acelerado en gran medida el famoso tema de la Globalización, por lo que nuevas tecnologías de comunicación se están implantando para que los usuarios puedan estar en contacto con cualquier parte del mundo casi con la misma facilidad de una conversación cercana.

El servicio de voz en protocolos de Internet está atravesando poco a poco el umbral que separa lo novedoso de lo que está generalmente aceptado. Muchas de las portadoras que ofrecen servicios de voz a través de IP fueron creadas principalmente con ese fin y son todavía pequeñas. Sin embargo, la industria está a punto de iniciar un rápido crecimiento.

IP (Internet Protocol) desde su creación se estableció como la unidad básica de transferencia en una red de redes, ya que todos los servicios son orientados a un sistema sin conexión de entrega de paquetes, donde IP proporciona una red virtual que comprende muchas redes físicas. Manejando generalmente Datos, posteriormente evolucionando hacia la transmisión de Voz y Vídeo, aprovechando el encapsulamiento de un datagrama dentro de una trama física. Lo que se prevé en los años subsiguientes es que IP reemplace las operadoras telefónicas actuales, ya que la infraestructura de capas de IP servirá para distribuir una variedad de servicios, incluyendo el acceso a Internet, vídeo por demanda, compras electrónicas y el servicio telefónico.

El crecimiento y fuerte implantación de las redes IP, tanto en local como en remoto, el desarrollo de técnicas avanzadas de digitalización de voz, mecanismos de control y priorización de tráfico, protocolos de transmisión en tiempo real, así como el estudio de nuevos estándares que permitan la calidad de servicio en redes IP, han creado un entorno donde es posible transmitir telefonía sobre IP.

Si a todo lo anterior, se le suma el fenómeno Internet, junto con el potencial ahorro económico que este tipo de tecnologías puede acarrear, la conclusión es clara: El Protocolo de Voz Sobre Internet - Voice Over Internet Protocol (VoIP) es un tema del momento y muy estratégico para las empresas.

En el presente trabajo, se hará una referencia más detallada de lo que es La transmisión de voz sobre el Protocolo de Internet IP, los datagramas, las formas de transmisión, su interacción con otras redes, equipos necesarios para la conexión física, principales protocolos, problemas de la transmisión de voz y los estándares internacionales entre otras cosas como gráficos explicativos.

TRANSMISIÓN DE VOZ SOBRE IP

Su aplicación principal: La telefonía sobre IP, abre un espacio muy importante dentro del universo que es Internet. Es la posibilidad de estar comunicados a costos más bajos dentro de las empresas y fuera de ellas, es la puerta de entrada de nuevos servicios apenas imaginados y es la forma de combinar una página de presentación de Web con la atención en vivo y en directo desde un call center, entre muchas otras prestaciones. Lentamente, la telefonía sobre IP está ganando terreno... y todos quieren tenerla.

Hubo un tiempo en que la voz sobre Internet era un "cliche" más de los tantos que permitía la Web. Los estándares eran dudosos y la performance del sistema dejaba mucho que desear. Aun así, muchos carriers en los Estados Unidos vieron amenazado su negocio y trataron de frenar por vías legales el avance de lo que, meses después, se planteaba como "Telefonía sobre Internet".

Corría 1996, y por aquel entonces las siglas ACTA y VON (la agrupación de carriers y un organismo llamado Voice On the Net, respectivamente) resumían las posturas en pugna. Sin embargo, en medio de este juego a dos puntas, los grandes de la telefonía (AT&T y MCI) se mostraban un poco ambiguos a la hora de alinearse con sus colegas: ellos sabían que la cosa no tenía vuelta atrás.

El concepto original es relativamente simple: se trata de transformar la voz en "paquetes de información" manejables por una red IP (con protocolo Internet, materia que también incluye a las intranets y extranets). Gracias a otros protocolos de comunicación, como el RSVP, es posible reservar cierto ancho de banda dentro de la red que garantice la calidad de la comunicación.

La voz puede ser obtenida desde un micrófono conectado a la placa de sonido de la PC, o bien desde un teléfono común: existen gateways (dispositivos de interconexión) que permiten intercomunicar las redes de telefonía tradicional con las redes de datos. De hecho, el sistema telefónico podría desviar sus llamadas a Internet para que, una vez alcanzado el servidor más próximo al destino, esa llamada vuelva a ser traducida como información analógica y sea transmitida hacia un teléfono común por la red telefónica tradicional. Vale decir, se pueden mantener conversaciones teléfono a teléfono.

Ciertamente, existen objeciones de importancia, que tienen que ver con la calidad del sistema y con el uptime (tiempo entre fallas) de las redes de datos en comparación con las de telefonía. Sin embargo, la versatilidad y los costos del nuevo sistema hacen que las Telcos estén comenzando a considerar la posibilidad de dar servicios sobre IP y, de hecho (aunque todavía el marco regulatorio no lo permite en forma masiva, y a pesar de que difícilmente lo admitan), algunas están empezando a hacer pruebas.

Actualmente existen varias aplicaciones de voz a través de IP, todas con el mismo objetivo " Disminuir los costos de llamadas internacionales", entre las cuales podemos mencionar el esquema presentado por Viena que comprende tres componentes, hardware que enlaza el teléfono al PC, software cliente que convierte la voz en paquetes

de IP y un servidor Gateway que deriva la voz sobre la red IP o la envía a través de la red pública. En esencia esta técnica conecta los teléfonos a la red IP, en cambio otra técnica como Micom, conecta la PBX a la red y envía la voz a través de un Gateway en una tarjeta que se localiza en la red del computador, el Gateway convierte la voz a llamadas IP, las tarjetas están conectadas a las PBX.

La voz requiere de un ancho de banda de 64 Kbits, lográndose por medio de la compresión reducciones de hasta 32, 16, 8 o 4 Kbits, a través de la supresión del silencio, eliminando todos los paquetes vacíos que típicamente se envían en una conversación, esto sin afectar la calidad. Una consecuencia de correr voz sobre IP es que no se puede utilizar la línea a más de un 70% de capacidad, porque el retardo sensitivo de la voz, produciría interrupciones en las conversaciones.

Cuando se envía voz sobre IP, las llamadas pueden ser enviadas a través de una red corporativa (Intranet), para evitar estas interrupciones se ha creado un Gateway, el cual realiza un enlace hacia la PBX, permitiendo el tráfico de voz, adicionalmente el Gateway puede almacenar las llamadas para enviarlas sobre multimedia, a través de un software que está localizado en cada máquina, el Gateway también puede empaquetar las llamadas sobre una red LAN, para después ser transmitidas a la red Internet, otra de las facilidades que ofrece el Gateway, es que puede emular a una PBX, ejecutando transferencia de llamadas, espera, conferencia y compresión de voz, también tiene un puerto serial, a través del cual se puede conectar o desconectar a la red LAN, transfiriendo la información de la voz sobre IP. Otra tecnología al igual que las anteriores utilizan un servidor dentro de Internet, pero lo más relevante es que aceptan llamadas desde teléfonos convencionales y teléfonos celulares, también pueden revisar el correo electrónico y convertirlo en mensajes de voz sobre líneas telefónicas.

En el protocolo IP resulta difícil direccionar y almacenar información, por este motivo se han creado manejadores de redes que pueden utilizar sus bases de datos relacionales para mantener sus propias tablas y direcciones IP con la finalidad de asegurar su dirección.

Debido a que la voz es sensible a las variaciones del tiempo, no se pueden utilizar protocolos como TCP/IP, ya que estos no garantizan la calidad de la información, debido a estas limitaciones se han desarrollado otros protocolos como RTP, (protocolo de transporte en tiempo real) el cual distribuye el tráfico en tiempo real permitiendo mejorar la calidad de la recepción de voz sobre la red IP, otro protocolo es el RSVP (Protocolo de reservación de recursos), el cual permite reservar ancho de banda en la red y asignar prioridades a varios tipos de tráfico.

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, podemos pensar que la telefonía en IP es poco más que un juguete, pues la calidad de voz que obtenemos a través de Internet es muy pobre. No obstante, si en nuestra empresa disponemos de una red de datos que tenga un ancho de banda bastante grande, también podemos pensar en la utilización de esta red para el tráfico de voz entre las distintas delegaciones de la empresa. Las ventajas que obtendríamos al utilizar nuestra red para transmitir tanto la voz como los datos son evidentes:

- Ahorro de costes 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.

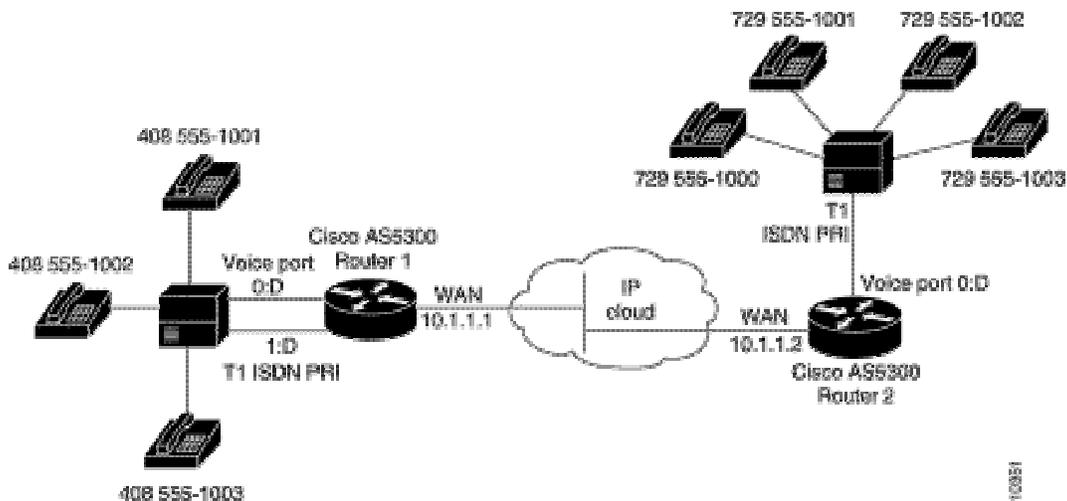


Fig. 1 Ejemplo de red con conexión de centralitas a routers CISCO que disponen de soporte VoIP.

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, vemos que nos podemos 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:**
 1. RAS (Registration, Admission and Status). Protocolo de comunicaciones que permite a una estación H.323 localizar otra estación H.323 a través de el Gatekeeper.
 2. 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:**

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

- **Compresión de Voz:**

1. Requeridos: G.711 y G.723
2. Opcionales: G.728, G.729 y G.722

- **Transmisión de Voz:**

1. 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.
2. 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:**

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

Establecimiento de llamada y Control						
Presentación						
Direccionamiento		Compresión de audio G.711 ó G.723			DTMF	Direccionamiento
RAS(H.225)	DNS	RTP/RTCP		H.245	Q.931 (H.225)	DNS
Transporte UDP				Transporte TCP		
Red (IP)						
Enlace						
Físico						

Tabla 1. Pila de protocolos en VoIP

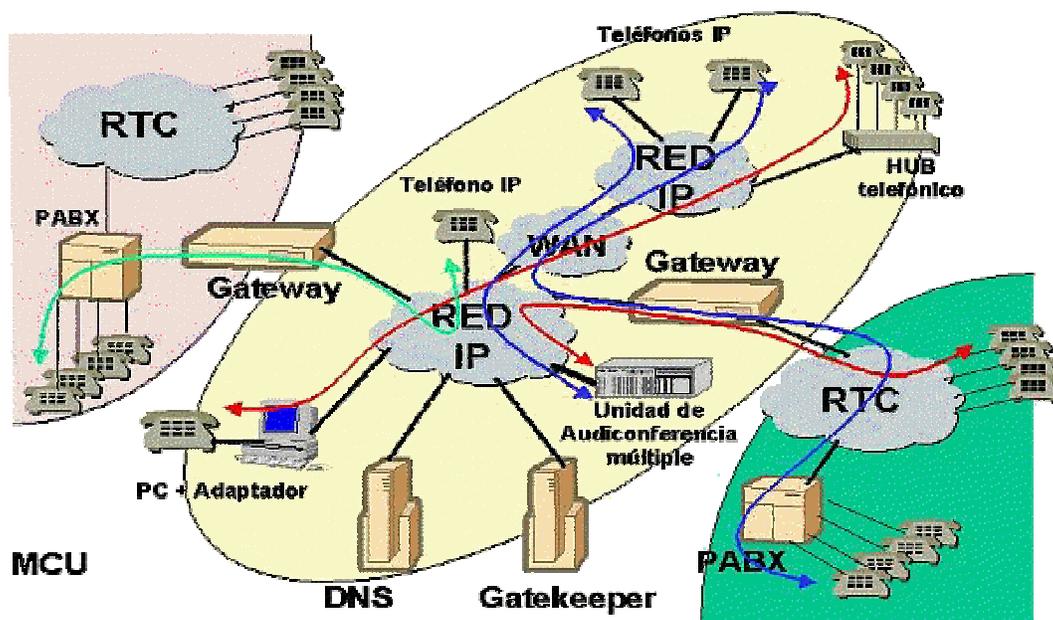
Hasta ahora sólo hemos visto la posibilidad de utilizar nuestra red IP para conectar las centralitas a la misma, pero el hecho de que VoIP se apoye en un protocolo de nivel 3, como es IP, nos permite una flexibilidad en las configuraciones que en muchos casos está todavía por descubrir. Una idea que 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 podemos partir de una serie de elementos ya disponibles en el mercado y que, según diferentes diseños, nos 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.

Fig. 2 Elementos de una red VoIP



Las funciones de los distintos elementos son fácilmente entendibles a la vista de la figura 2, 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. Podemos 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 especifica a centralitas a 2 Mbps.

Los distintos elementos pueden residir en plataformas físicas separada, o nos podemos encontrar con varios elementos conviviendo en la misma plataforma. De este modo es bastante habitual encontrar juntos Gatekeeper y Gateway. También podemos ver en la figura 1 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.

PROCOLOS DE VOZ SOBRE IP O TELEFONÍA IP

Existen una serie de protocolos que intentan proporcionar servicios en tiempo real sobre IP como son RTP (Real time Transport Protocol), RTCP (Real time Control Protocol), RSVP (Resource Reservation Protocol) y RTSP (Real time Streaming Protocol), sin embargo es H.323 el protocolo internacional para conferencia sobre redes de paquetes que ha sido aprobado por la UIT en 1996. De esta manera es posible que un único standard permita:

- Interoperabilidad de aplicaciones con diferente hardware y software distintos sobre IP
- Interoperabilidad con RDSI y RTB

H.323 se define como el standard que permite que tráfico multimedia, en tiempo real sea intercambiado sobre una red de paquetes, tal y como es una red IP, añadiendo también la capacidad de flujos multimedia (retransmisiones de audio o vídeo).

H.323 define una serie de entidades en una red H.323 con una serie de funcionalidades:

- **Gatekeepers:** Dentro de su zona LAN actua de monitor de la red, proporcionando los servicios de resolución de direcciones (por ejemplo, asignación de la dirección IP a su alias, ya sea número telefónico o nombre) y de conceder permisos de llamadas
- **MCUs (Multipoint Control Unit):** es el sistema encargado del control de las conferencias multiples, proporciona todos los servicios para establecer comunicaciones multipunto
- **Terminales:** son los dispositivos que se pueden conectar directamente a IP y soportan H.323
- **Gateways:** son los sistemas encargados de permitir que los equipos H.323 puedan operar con otras redes, H.323 predefine un número de dispositivos, los actualmente definidos son H.320 (interconexión con terminales de videoconferencia RDSI), H.324 (terminales de videoconferencia sobre telefonía) y dispositivos RTB
- **Proxies:** son los sistemas que actuan como intermediarios entre diversas entidades, tal y como lo hacen los proxies en las redes IP (conexión entre la IntraNet e InterNet, por ejemplo)

El establecimiento y el mantenimiento de conexiones H.323 realiza un uso tanto de tráfico sobre TCP como de UDP:

- **Q.931** sobre TCP que se realiza a través del puerto bien conocido 1720 para negociar el puerto de conexión del H.245
- **H.245** sobre TCP para realizar las negociaciones de los parámetros (codificadores entre otros) y realiza las conexiones UDP para RTP y RTCP
- **RTP y RTCP** sobre UDP en que se usan conexiones UDP para mantener los flujos asociados con el tráfico H.323

El standard H.323 define un método de permitir tráfico multimedia sobre una red IP, pero y como no puede ser de otra forma, no asegura que la comunicación pueda tener lugar. En el caso de transmisión de voz es necesario asegurar unos parámetros mínimos para que una conversación pueda tener lugar. Los parámetros más influyentes en el comportamiento de una transmisión de voz son los siguientes:

- **Retardos de los paquetes:** una red IP, y sobre todo InterNet, no asegura el retardo de un paquete. Actualmente, solamente a través del control y gestión global extremo a extremo, y la disponibilidad de suficiente ancho de banda así como la tecnología de switching-routing necesaria, es posible asegurar unos niveles de retardo máximos. Por ello y en el estado de congestión actual y previsible, InterNet no nos puede asegurar unos niveles máximos.
- **Jitter:** es muy dependiente del retardo de los paquetes, y consiste en el tiempo de variación en la llegada de paquetes. Este parámetro tiene los mismos problemas y dificultades que el retardo, por lo que las soluciones van en la misma línea. Si cabe, en este caso es más importante las tecnologías de enrutamiento de los paquetes IP.
- **Pérdida de paquetes:** al estar basados, sobre todo UDP, en una transmisión no fiable las pérdidas de paquetes si existe congestión o problemas en la transmisión pueden llegar a ser importantes.

El estado de la red tiene un impacto diferente sobre la transmisión de fax (protocolos T.4 y T.30 sobre IP que sobre la transmisión de voz. El oído humano es mucho más sensible a la pérdida de datos, que puede hacer la conversación ininteligible, que al retardo.

La UIT ha desarrollado una recomendación para ayudar a definir los efectos de los retardos dando un valor máximo.

La recomendación G.114 definida en 1996 recomienda que el límite en un canal unidireccional de voz sea de 400 ms. Sin embargo tenemos que considerar que la apreciación de la calidad de una comunicación de voz tiene una buena parte subjetiva, dependiendo también de valor calidad/precio que se le de a esa comunicación.

Puede que retardos de 400 ms resulten inadmisibles para una buena parte de los usuarios para conversaciones de negocios, y que retardos de 600 ms resulten admisibles por usuarios privados si el coste así se lo justifica.

La pérdida de paquetes también afecta a la calidad de la voz, pero el tanto por ciento admisible depende tanto de los algoritmos de compresión usados, algunos son capaces de recuperar errores, como de la percepción subjetiva de los usuarios. El límite generalmente aceptado como máximo se sitúa alrededor del 8-10%.

La realidad es que el asegurar estos parámetros, esta calidad de servicio, a lo largo de una red IP con los niveles de calidad habituales en una red de voz, sólo es posible, y con limitaciones, cuando se realiza dentro de una red IP privada con los equipos y el ancho de banda necesarios y siendo gestionada centralizadamente.

Habitualmente un canal de voz necesita un ancho de banda garantizado de 12-15 Kb/s por lo que proporcionar o asegurar en una red como InterNet ese ancho de banda no es posible en general.

La utilización de las nuevas redes IP por los operadores puede hacer posible la disponibilidad, dentro de esas redes IP, de ancho de banda garantizado; pero sin duda, con el coste asociado de reserva de ese ancho de banda. La compartición de las conexiones tanto para datos como voz sobre IP reducirá los costes globales, pero no se puede suponer que si se desea obtener una calidad comparable a la que la red de voz tiene, los costes se reduzcan muy significativamente.

La tendencia a la reducción del precio del ancho de banda, así como la integración de servicios reducirán los costes de las conexiones, pero el aseguramiento de calidades de servicio tendrá su coste, aunque menor.

H.323 Sobre Redes IP

Dada la ubicuidad de las redes IP, la mayoría de las implementaciones H.323 estarán basadas en IP. Por ejemplo, la mayor parte de las aplicaciones de Telefonía IP están basadas en la configuración H.323 mínima que incluye codec de audio, control del sistema y componentes de red.

El diagrama ilustra una torre de protocolos que permite a los sistemas que cumplen con H.323 funcionar sobre redes basadas en TCP/IP.

H.323 requiere un servicio TCP extremo a extremo fiable para documentar y controlar las funciones. Sin embargo, utiliza un sistema no fiable para transportar información de audio y vídeo.

H.323 se basa en el Protocolo de Tiempo Real (Real-Time Protocol, RTP) y el Protocolo de Control de Tiempo Real (Real-Time Control Protocol, RTCP) por encima de la UDP para ofrecer corrientes de audio en redes basadas en paquetes. La tabla que sigue muestra la secuencia de arranque de una sesión H.323 típica.

	Acción	Protocolo H.323	Protocolo de Transporte
1	El extremo solicita al gatekeeper permiso y ancho de banda para comenzar una sesión H.323.	RAS (registro, admisión y estatus)	UDP
2	Los extremos negocian y establecen la configuración de llamada.	Q.931	TCP
3	Los extremos intercambian capacidades y establecen los canales RTP.	H.245	TCP
4	Los extremos intercambian datos de audio.	H.225 (RTP/RTCP)	UDP

CÓDECS DE VOZ SOBRE IP

Para enviar audio por una red convergente de datos, la forma de onda de audio analógica ha de ser codificada en bits binarios de datos que puedan ser procesados por un ordenador. Se muestrea, se cuantifica (se le asignan valores de bit discretos) y se comprime para que ocupe la mínima cantidad de ancho de banda. Cuando el sonido llega a su destino, se invierte el proceso.

Los programas de compresión (la "co" de codecs) se aprovechan de las pausas entre palabras, períodos de silencio y cambios predecibles en las amplitudes para reducir el requisito de ancho de banda para transmitir la voz humana a la mitad.

A continuación encontrará una lista de los estándares de codecs más populares de la International Telecommunication Union (ITU), incluyendo los utilizados por la Telefonía IP de 3Com.

Designación ITU	Ancho de Banda de Audio	Índice de Transmisión	Algoritmo de Compresión	Comentarios
G.711	3.4 KHz	56K, 64Kbps	PCM	Compresión simple de amplitud; Ampliamente extendido en PSTN
G.728	3.4 KHz	16Kbps	LD-CELP	Misma calidad que G.711; Videoconferencia de bajo índice
G.723.1	3.4 KHz	48K, 56K, 64Kbps	LP-MLQ	Cercano a la calidad tarifada; Codec básico del VoIP Forum
G.729 and G.729A	3.4 KHz	8Kbps	CS-ACELP	Baja latencia y ligeramente mejor calidad que G.723.1; Aplicaciones más nuevas de telefonía IP

Recomendación G.711

La ITU ha estandarizado la Modulación de Código de Pulso (Pulse Code Modulation, PCM) como G.711, que permite una señal de audio de calidad tarifada con un ancho de banda de 3.4 KHz que ha de ser codificado para la transmisión de índices de 56 Kbps o 64 Kbps. El G.711 utiliza A-law o Mu-law para una compresión simple de amplitud y es el requisito básico de la mayoría de los estándares de comunicación multimedia de la ITU.

(PCM es el método de codificación de señal de audio analógica más popular y es ampliamente utilizado por la red telefónica pública. Sin embargo, el PCM no soporta compresión de ancho de banda, por lo que otras técnicas de codificación como el

Adaptive Differential PCM (ADPCM) utilizan estimaciones basándose en dos muestras cuantificadas consecutivas para reducir el ancho de banda.)

Recomendación G.728

G.728 codifica una señal de audio de calidad tarifada con un ancho de banda de 3.4 KHz para transmitir a 16 Kbps. Es comúnmente utilizada en sistemas de videoconferencia que funcionan a 56 Kbps o 64 Kbps. Con un requisito de ordenador más alto, el G.728 proporciona la cualidad del G.711 a un cuarto del índice de datos necesario.

Recomendación G.723.1

G.723.1 define cómo puede codificarse una señal de audio con un ancho de banda de 3.4 KHz para transmitirse a 5.3 Kbps y 6.4 Kbps. G.723.1 requiere un índice de transmisión muy bajo ofreciendo una calidad de audio cercana a la tarifada. G.723.1 ha sido seleccionada por el VoIP Forum como el codec básico para aplicaciones de telefonía IP de bajo índice de bits.

Recomendaciones G.729 y G.729A

Elegidas como los estándares oficiales de la ITU en 1996, estas recomendaciones codifican señales de audio cerca de la calidad tarifada con un ancho de banda de 3.4 KHz para su transmisión a una velocidad de 8 Kbps. G.729A requiere una potencia de ordenador más baja que G.729 y G.723.1. Tanto G.729 como G.729A tienen una latencia (el tiempo que necesita para convertir de analógico a digital) más baja que G.723.1. Se espera que G.729A tenga un impacto mayor en la compresión de voz para su transmisión sobre redes inalámbricas.

FACTORES A TENER EN CUENTA SOBRE 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.

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.

2. 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 .

3. 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.

4. 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.

5. 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 este área crítica.

6. 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.

CONCLUSIONES

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

También hemos sacado algunas ventajas de la tecnología de Voz sobre IP:

- Integración sobre la 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.

La telefonía sobre IP abre un espacio muy importante dentro del universo que es Internet. Es la posibilidad de estar comunicados a costos más bajos dentro de las empresas y fuera de ellas, es la puerta de entrada de nuevos servicios apenas imaginados y es la forma de combinar una página de presentación de Web con la atención en vivo y en directo desde un call center, entre muchas otras prestaciones. Lentamente, la telefonía sobre IP está ganando terreno... y todos quieren tenerla.

Este nuevo siglo nos abre nuevas posibilidades y mejores oportunidades, y la red se convertirá en uno de los recursos más trascendentes para nuestra vida. Pero no debemos olvidar que la tecnología es para hacer de nuestra existencia algo mejor, no para reemplazarnos como seres humanos.

RECOMENDACIONES

Estudiar más detalladamente el protocolo IP (Internet Protocol).

Profundizar los conocimientos en redes, así como la terminología de redes.

Estudiar los formatos de las diferentes versiones de los Datagramas IP.

Aprender el funcionamiento y aplicaciones de los Routers y Gateways.

Estudiar en profundidad la comunicación de datos y los medios de transmisión.

Adentrarse más y leer artículos relacionados con la Telefonía IP.

BIBLIOGRAFIA

<http://www.pulver.com/fwd/index.html>

<http://www.documentosbinarios.com>

<http://www.sinectis.com.ar/u/aurora/>

<http://www.eya.swin.net>

<http://www.protocols.com>

<http://www.techguide.com>

<hppt://www.lucent.com>

<hppt://www.cisco.com>

<http://www.viadsp.cpm>

<http://www.ericson.se/gatekeeper/>

<hppt://www.packetcable.com>

<hppt://www.sipro.com>

<hppt://itel.mit.edu>

Technology Guides on Communication and Networking, *Voice Over IP*, 1999.

COMER, DOUGLAS. *Redes Globales de Información con Internet y Tcp/Ip*. Prentice Hall. 1996.

ANEXOS

EMPRESAS RELACIONADAS CON EL ESTANDAR VOIP EN VIAS DE ACCESO

1) 3COM CORPORATION Y SIEMENS PUBLIC COMMUNICATIONS NETWORKS INTEGRAN UNA VÍA DE ACCESO A INTERNET CON EL SWITCH DIGITAL PARA PRODUCIR EL PRIMER Y ÚNICO SWITCH MULTI-SERVICIO DE LA OFICINA CENTRAL.

La plataforma Total Control de 3Com y el switch digital EWSD de Siemens permiten una nueva generación de funciones de llamadas personalizadas, incluyendo Voice over IP; demo en Cebit98

3Com Corporation (Nasdaq: COMS) y Siemens Public Communications Networks, Munich, poseen un acuerdo conjunto de desarrollo que combina un sistema de red de voz y datos para producir el primer y único switch multi-servicio de la oficina central. Las compañías han integrado la plataforma multi-servicio Total Control de 3Com con el sistema digital de switches Class 5 EWSD (Elektronisches Wahlsystem Digital) de Siemens para simplificar el acceso remoto a Internet y permitir la entrega de una nueva generación total en servicios de llamadas personalizadas, incluyendo Voice Over IP (VOIP).

Este acuerdo conjunto de desarrollo entre dos compañías los ubica en la vanguardia de la convergencia de redes. (También vea el otro anuncio de 3Com/Siemens de hoy, que apunta a encontrar las necesidades de los clientes de emprendimientos: "Siemens y 3Com presentan soluciones apilables para Voz y Datos.") La implementación de la vía de acceso a Internet de Total Control en el sistema EWSD permite los servicios de llamadas personalizadas que pueden facilitar en gran manera el uso de Internet y el teléfono. Al mismo tiempo, los operadores de redes telefónicas pueden ofrecer un acceso eficaz a Internet a través de las redes existentes, reduciendo de este modo la inversión en nueva infraestructura. Algunos de los nuevos servicios potenciales son:

- **Acceso mejorado a Voice Over IP:** este servicio le ofrece al suscriptor la opción de completar una llamada telefónica a través de la red convencional telefónica, o de manera opcional, para completar la llamada a través de una red de Protocolo de Internet (IP). La vía de acceso integrada IP para comunicaciones telefónicas le suministra al usuario un acceso amigable a este servicio. El acceso mediante el discado y los cargos de medición se administran dentro del switch EWSD multi-servicio.
- **Llamada en espera de Internet:** mientras un suscriptor está "navegando por" Internet, el servicio de llamada en espera de Internet alerta al usuario de que hay llamadas entrantes por medio de una ventana en la pantalla. Hasta ahora, la persona que recibe la llamada no tiene manera de reconocer y aceptar las llamadas entrantes. La línea de teléfono estaría constantemente ocupada mientras el usuario está conectado a una sesión de Internet. Este nuevo servicio

le permite al receptor decidir si acepta o no la llamada o si continúa con la sesión de Internet y tal vez, llama más tarde.

- **Realización de la llamada:** este servicio es como el servicio de llamada en espera de Internet, excepto que la sesión de Internet no necesita interrumpirse para aceptar la llamada. Utilizando la capacidad de Voice Over-IP del switch integrado EWSD multi-servicio, el receptor puede hablar desde la PC y continuar, de este modo, con la sesión de Internet ininterrumpida mientras acepta llamadas telefónicas entrantes.
- **Señal de espera de e-mail:** el servicio de señal de espera de e-mail le informa al suscriptor que ha recibido un mensaje de e-mail utilizando el mismo método que usa el sistema de mensajes de voz basados en la red. Esta información se recibe en el teléfono del suscriptor, sin la necesidad de encender la PC. La información de espera de un mensaje se señala a través del panel de visualización del teléfono – un LED - o un tono de discado especial "entrecortado" similar a un correo de voz.
- **Entrada controlada por el suscriptor:** utilizando la tecnología basada en la Web, los suscriptores pueden por sí mismos configurar estos servicios de llamadas personalizadas para sus líneas telefónicas con la ayuda de una interfaz gráfica fácil para el usuario en sus PCs. También pueden obtener una visualización online de los gastos actuales de servicios, que en consecuencia, puede reducir en un 40 por ciento estimado los costos de aprovisionamiento al cliente de los proveedores telco.

"El esfuerzo conjunto entre Siemens y 3Com lleva a la industria a la futura frontera de las comunicaciones y une, de manera eficaz, la red de switches de circuitos con la red de comunicaciones de datos para entregar nuevos servicios," dijo Ross Manire, vice presidente senior, 3Com Carrier Systems. "La combinación de los switches EWSD de Siemens y la tecnología Total Control de 3Com suministrará a los proveedores de servicios telco la capacidad de desplegar sistemas modulares, de alta densidad, escalables en sus redes e inigualables por ninguna otra oferta del mercado."

En enero de 1999, 3Com lanzó con éxito las capacidades de VOIP, construido en parte sobre la base del servidor de Microsoft® Windows NT®, en la plataforma Total Control multi-servicio, un sistema avanzado basado en DSP considerado por las firmas de investigación de industrias como el sistema de acceso remoto líder en el mundo de los mercados. Cambiando la definición de acceso remoto, la plataforma Total Control multi-servicio de 3Com es un sistema de última generación, totalmente modular, con acceso tipo portador basado en la tecnología HiPer® DSP de 3Com que puede entregar servicios de valor tales como voz, fax, video, sistema de red privada virtual y sus contenidos– todo en un sistema simple con un software que se puede actualizar. Más de tres millones de puertos Total Control se han desarrollado hasta la fecha.

Además, 300 proveedores, que ofrecen servicios a más de 150 millones de suscriptores en 100 países, utilizan el sistema EWSD de Siemens, convirtiéndolo en el switch digital líder en el mundo y confirmando la larga tradición de Siemens como el primer proveedor de soluciones para los sistemas con infraestructuras de telecomunicaciones.

"La integración de la tecnología Total Control al switch Class 5 de la oficina central de Siemens suministra una oportunidad estratégica para los servicios de acceso remoto tipo portador, Voice-Over-IP y un host para otros servicios adicionales de Internet," dijo Hans-Eugen Binder, presidente de Switching Networks Business Unit de Siemens Public Communications Networks Group. "Cada switch EWSD de Siemens instalado se

puede actualizar fácilmente para convertirlo en un switch multi-servicio, ofreciendo reducciones en los costos para telcos que entregan servicios de acceso a Internet."

"Esta iniciativa confirma el rol de Windows NT como una plataforma estándar para los servicios de red comerciales en la convergencia emergente de redes de voz, video y datos," dijo Cameron Myhrvold, vice presidente, Internet Customer Unit, Microsoft.

"Microsoft está ansioso por ver a 3Com y Siemens utilizar el servidor de Windows NT para desarrollar los servicios de última generación dentro de la red pública."

2) CISCO OPTIMIZA LINEA DE PRODUCTOS DE ACCESO DE MÚLTIPLES SERVICIOS

San José de California, abril de 1999.- Cisco Systems anunció la introducción de mejoras en software y hardware para su línea de productos de acceso de múltiples servicios. Esta línea permite ahora a los proveedores de servicio y a los clientes corporativos desarrollar infraestructuras de red a gran escala y de voz basadas en paquetes, a una fracción del precio de tecnologías tradicionales.

Con las nuevas funciones incorporadas, los clientes pueden aprovechar la integración de voz, video y datos sobre sus redes.

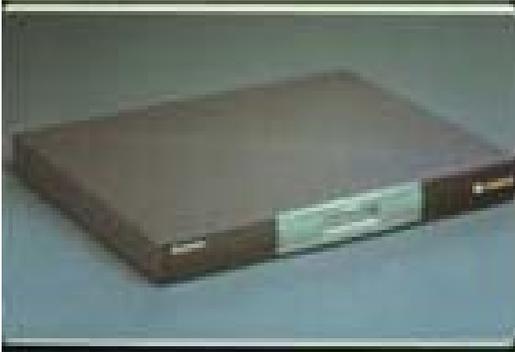
En software, las nuevas características ofrecen voz sobre Frame Relay -VoFR- en los routers de acceso de múltiples servicios Cisco 2600, Cisco 3600, Cisco 7200 y en los concentradores de acceso de múltiples servicios Cisco MC permiten al usuario ofrecer voz suichada y evitar los PBXs a través de múltiples circuitos permanentes virtuales, con base en el número telefónico marcado. Adicionalmente, aportan a los clientes una red de voz sobre IP -VoIP- confiable y escalable con posibilidad de integrar con facilidad locaciones internacionales. Las interfases soportan VoFR o VoIP, haciendo posible las conexiones a los PBXs (private branch exchanges) con interfases Base Rate (BRI), así como con las tradicionales interfases de telefonía.

Arquitectura de Voz común

El marco de voz con el software integrador Cisco IOS ofrece la integración completa y sin fisura de voz, video y datos. Permite a los clientes corporativos y a los proveedores de servicio manejar grandes redes y servicios basados en VoIP o VoFR. Por ejemplo, el marco de voz común de Cisco basado sobre la arquitectura Open Packet Telephony de Cisco, ofrece escalabilidad e interoperabilidad de voz sobre servicios de paquetes desde routers de múltiples servicios de baja densidad VoIP/VoFR, hasta gateways VoIP de tipo carrier. Adicionalmente, los routers de acceso de múltiples servicios de Cisco, en combinación con su H.323 Gatekeeper, permite a los clientes construir redes muy grandes de VoIP.

A los proveedores de servicio, las nuevas características incluye el Integrated Voice Response (IVR), características de seguridad AAA para autenticación de usuarios e historiales detallados sobre las llamadas realizadas. Los routers de acceso de múltiples servicios como los de las series Cisco 2600 y 3600, trabajan con el Gateway Cisco 5300 VoIP, haciendo que sea una solución ideal para el proveedor de servicios que esté lanzando servicios administrados de VoIP.

3) PRODUCTOS QUE OFRECE MOTOROLA



Vanguard 64X0. Tecnología multiprocesador PowerPC



Vanguard 320. Solución multimedia modular de bajo costo

Equipos Multimedia y Multiprotocolo

El objetivo de Motorola ING es minimizar los costos de comunicaciones, un aspecto cada vez más crítico. Esta reducción de costes se puede conseguir por dos caminos: por un lado, con equipos flexibles, capaces de adaptarse a distintos entornos LAN (Ethernet, Token Ring, SDLC) y WAN (X.25, FR, PPP); y por otro, con equipos con capacidad de tráfico multimedia (voz y vídeo), a fin de sacar el máximo rendimiento de las líneas de comunicaciones.

Los equipos de Motorola ING son a la vez router y conmutador y pueden comunicarse utilizando redes WAN, públicas o privadas, de líneas punto a punto, RDSI, X.25, Frame Relay o IP. Además, dependiendo del modelo, los routers de Motorola tienen interfaces Ethernet, Token Ring, Serie y RDSI. Este amplio abanico de interfaces, junto con las funcionalidades de routing disponibles (RIP, OSPF, NAT), permiten procesar distintos tipos de tráfico con un único equipo.

Por otro lado, Motorola ING es pionera en la implementación de tráfico multimedia sobre redes de datos; ello nos permite poder ofrecer la posibilidad de aumentar el

rendimiento de los enlaces de datos mediante la multiplexación de datos, voz y vídeo vigilancia, con el consiguiente ahorro de costes que ello implica.

En este campo Motorola ING es el único fabricante del mundo capaz de ofrecer soluciones para voz sobre Frame Relay y voz sobre IP con el mismo equipo.

Motorola ING presenta VOFR™ (Voz sobre Frame Relay) y VOIP (Voz sobre IP) utilizando la misma plataforma hardware

Motorola ING fue pionera en 1.995 al integrar la transmisión de voz en redes WAN Frame Relay. Aprovechando esa experiencia, única en el mercado, Motorola ING lanza ahora VOIP, voz sobre IP, utilizando los mismos equipos, empleando tanto protocolos propietarios (SoTCP) como protocolos estándar (H.323).

Los equipos de Motorola ING ofrecen una calidad excelente en transmisión de voz, tanto analógica (FXS, FXO, E&M) como digital (T0, E1), sobre líneas Frame Relay y/o IP.

Hoy en día Motorola ING es el único fabricante del mundo que ofrece soluciones de voz sobre redes Frame Relay y voz sobre redes IP con el mismo equipo, incluso de manera simultánea. Este hecho permite a los equipos de Motorola ING funcionar de forma simultánea como VoIP Gateway y router voz/datos sobre Frame Relay.

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. Por ejemplo, Telefónica con InfoVía Plus estará en disposición de ofrecerlo a partir del año próximo, garantizando su calidad siempre que no se salga de los límites de esta red; fuera de ella y entrando en Internet, todo dependerá de las rutas por la que discurra el tráfico.

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 RTC o la RDSI y un módem o adaptador de terminal; si es por RTC 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 perder ninguna llamada. De esta forma, se genera negocio extra para el operador de la red y el proveedor del servicio Internet (ISP).

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 Internetes 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.

SERVICIOS PROFESIONALES DE VOZ SOBRE IP DE 3COM PARA EL DESPLIEGUE Y LA ADMINISTRACIÓN DE REDES

Además de ofrecer equipos de voz sobre IP para la telefonía basada en IP, 3Com puede asistir a los proveedores de servicios con otras funciones para ayudarlos a acelerar el despliegue y administrar su red.

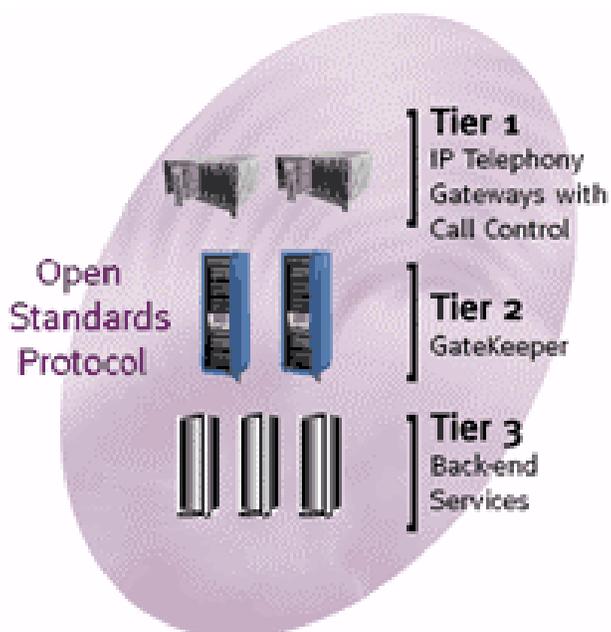
Cómo aumentar la eficiencia en el despliegue

El servicio de integración de sistemas de 3Com ayuda a reducir el tiempo y el costo de la provisión de nuevos servicios mediante la disposición, la instalación y la prueba del equipo en gabinetes o racks de relés antes de despacharlo. Al comprar equipo pre-instalado en gabinetes se reduce el tiempo de instalación y configuración del equipo in-situ. Para las instalaciones se necesita menos personal, lo cual se traduce en un uso más eficiente de los recursos de despliegue. Los POPs de la red pasan a ser, en esencia, "Plug and Play".

Gestión de servicios de calidad de Internet

Los proveedores de telefonía por Internet necesitan un medio para determinar la calidad de las llamadas. El equipo Total Control IP Telephony Gateway puede conectarse tanto a redes privadas como a Internet, lo cual hace difícil aislar los problemas. Para proveer un nivel de servicio uniforme será necesario contar con medidas proactivas para monitorear y corregir los problemas de la red. Para ello, 3Com ofrecerá un servicio de monitoreo de la red de telefonía por Internet a fin de ayudar a aislar y solucionar problemas específicos de la calidad del servicio de telefonía por Internet.

LA SOLUCION DE TELEFONIA SOBRE IP DE 3COM



El sistema de telefonía sobre IP de clase carrier de 3Com se basa en una arquitectura abierta de tres niveles de gateways, gatekeepers y servidores de backend interconectados mediante protocolos abiertos basados en normas. La arquitectura modular de 3Com presenta APIs estándar en cada nivel a fin de brindarle a los carriers flexibilidad para personalizar el sistema, facilitando la diferenciación de servicios y la integración de las "mejores" aplicaciones de oficina back-to-back "de su clase". Este sistema modular llave en mano basado en normas soporta la telefonía sobre IP de teléfono a teléfono y de PC a teléfono en redes conmutadas por paquetes.

Sobre la base de la plataforma de acceso Total Control Multiservice Access Platform de 3Com, el sistema de VoIP de clase carrier está basado en normas y acepta protocolos internacionales entre los que se incluyen las especificaciones ITU T.120 y H.323v2. Además, el sistema utiliza la codificación de voz G.711, G.723.1 y G.729a para garantizar la compatibilidad con los sistemas de telefonía mundiales. Este desarrollo representa el próximo paso lógico para una plataforma diseñada para servicios múltiples. Además de la voz, la plataforma también brindará un soporte extensivo a los servicios de fax y video.

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.

SERVIDORES DE BACKEND

El tercer nivel de la arquitectura de VoIP de clase carrier de 3Com corresponde a la serie de aplicaciones de backoffice que constituyen el corazón del sistema operativo de un proveedor de servicios. Las bases de datos inteligentes y redundantes almacenan información crítica que intercambian con los gatekeepers durante las fases de inicio y terminación de las llamadas. En el entorno de una oficina central, resulta vital preservar la integridad de los datos de las bases de datos de backend. La solución de 3Com ofrece un enfoque único que garantiza la resistencia de los servidores de backend y la seguridad de sus bases de datos. Los servidores SQL de Microsoft están integrados dentro de la arquitectura del sistema de Backend y administran las bases de datos SQL para las funciones de autenticación, mapeo de directorios, contabilidad y determinación de tarifas. Este nivel de la arquitectura fue optimizado a fin de responder a las necesidades exclusivas de seguridad y disponibilidad de los proveedores de servicios. Para implementaciones a menor escala, el sistema ofrece flexibilidad para consolidar las bases de datos en un solo servidor robusto o en la plataforma de un gatekeeper.

OTRAS SOLUCIONES DE VOIP DE 3COM

Este nuevo sistema se expande sobre la estrategia de convergencia de 3Com para segmentos de mercado clave. 3Com también ofrece soluciones de VoIP para empresas que permiten que los usuarios actuales de routers agreguen voz a su infraestructura empresarial de área amplia ya existente. Los sistemas para empresas también se basan en normas y forman parte de las soluciones end-to-end de la compañía.

BOLETIN INFORMATIVO VOZ SOBRE IP

El Forum de Voz sobre IP (VoIP) busca establecer la interoperabilidad de lineamientos para los servicios de transmisión de telefonía sobre Internet y Redes de Datos IP. La interoperabilidad consiste en definir los criterios de un modelo abierto que permita a los fabricantes poder establecer comunicación de servicios de voz sobre IP en Internet sin importar la marca del equipo, ya que existen fabricantes tecnológicos que emplean técnicas propietarias de codificación de voz, supresión de silencios, manejo de llamadas, direccionamiento y planes de marcación, etc.

Los fabricantes de equipos saben del tremendo crecimiento que la telefonía tendrá en Internet y que los obligará a ofrecer una interoperabilidad completa de productos con estándares abiertos. Por lo que el Forum de Voz sobre IP tiene como objetivo el crear los lineamientos, modelos de referencia y la implementación de la interoperabilidad de las llamadas, que incluyan: el software para telefonía en Internet y el Gateway para la comunicación de la telefonía con redes públicas; para ello un grupo de fabricantes fundaron en mayo de 1996 la IMTC (International Multimedia Teleconferencing Consortium).

Actualmente el Forum de voz sobre IP e IMTC trabajan conjuntamente con un mismo objetivo común: establecer los estándares abiertos que satisfagan los requerimientos en tiempo real y alta calidad de servicio (QoS) para la telefonía sobre Internet y Redes Privadas de IP.

El Forum de Voz sobre IP e IMTC han establecido el estándar H.323 basado sobre ITU (International Telecommunications Union), que define los protocolos para la transmisión de video, voz y datos sobre redes IP.

- Alta calidad en la compresión de voz a 8 Kbps. y 16 Kbps. para audio compresión.
- Cancelador de eco y supresión de silencio integrados.
- Voice Switching para el ruteo de llamadas en la red.
- Plan de marcación flexible.

Hoy en día hay fabricantes de equipos de Voz sobre IP que ofrecen las siguientes alternativas de solución:

- **Un sistema que consta de tres componentes:** Hardware que conecta el teléfono a la PC, Software que convierte la voz en paquetes de IP y un Gateway encargado de enviar los paquetes de voz sobre IP a través de las redes públicas.
- **Un sistema que conecta directamente al PBX a la red IP;** éste se realiza por medio de un Gateway de voz sobre IP contenido en una tarjeta que puede ser colocada en un equipo o PC, estas tarjetas pueden soportar una o dos llamadas simultáneas FXS, FXO o E&M, o bien soportar 24 llamadas simultáneas sobre una tarjeta T1 ó 30 llamadas sobre una tarjeta E1.

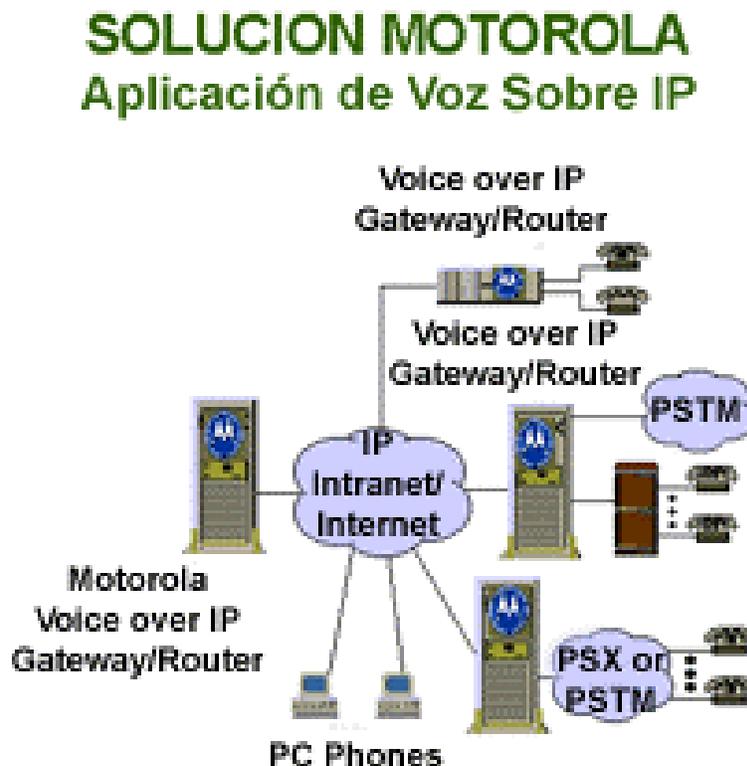
Para las soluciones de redes privadas en las que se requiere tener beneficios en el costo de la red para el transporte de tráfico de voz y datos sobre enlaces de 64 Kbps., la

tecnología de voz sobre IP es la alternativa viable de solución ya que ofrece compresión de voz a 16 ó 8 Kbps. (16 Kbps. representa muy buena calidad y 8 Kbps. representa aceptable calidad) que permitirá explotar el ancho de banda para el transporte de voz y datos. Además, con la supresión de silencios, la voz sobre IP ofrece aprovechar más el ancho de banda al eliminar todos los paquetes vacíos originados durante una llamada telefónica.

- Motorola líder en el mercado de equipos de Acceso de Frame Relay, anunció su estrategia de voz sobre IP para 1998, que consiste en ofrecer la existente plataforma de Hardware de sus FRAD's (Gabinetes, Interfaces y Puertos) para esta aplicación, los cuales son :
- Vanguard 320/6430/6450 para el manejo de canales de voz FXO o FXS en tarjeta Daughtercard.
- MPRouter 6560/6520 para el manejo de canales de voz FXO, FXS, E&M, T1 y E1 (la conexión hacia PBX con soporte de señalización CAS y Canal Común).

Soporte de FAX grupo III a 9600 Kbps.

Para la aplicación de voz sobre IP, los equipos Motorola encapsularán la voz en tramas de IP para ser transmitidas hacia el puerto de la tarjeta Ethernet ELAN la cual se encargará del ruteo de los paquetes hacia la red IP, como se muestra en el siguiente diagrama:



La solución de voz sobre IP de Motorola soportará las siguientes facilidades:

- Alta calidad en la compresión de voz a 8 Kbps. y 16 Kbps. para audio compresión.
- Cancelador de eco y supresión de silencio integrados
- Voice Switching para el ruteo de llamadas en la red
- Plan de marcación flexible

COMANDOS H.323

Mensajes importantes H.323

RAS

Message	Function
RegistrationRequest (RRQ)	Request from a terminal or gateway to register with a gatekeeper. Gatekeeper either confirms or rejects (RCF or RRJ).
AdmissionRequest (ARQ)	Request for access to packet network from terminal to gatekeeper. Gatekeeper either confirms or rejects (ACF or ARJ).
BandwidthRequest (BRQ)	Request for changed bandwidth allocation, from terminal to gatekeeper. Gatekeeper either confirms or rejects (BCF or BRJ).
DisengageRequest (DRQ)	If sent from endpoint to gatekeeper, DRQ informs gatekeeper that endpoint is being dropped; if sent from gatekeeper to endpoint, DRQ forces call to be dropped. Gatekeeper either confirms or rejects (DCF or DRJ). If DRQ sent by gatekeeper, endpoint must reply with DCF.
InfoRequest (IRQ)	Request for status information from gatekeeper to terminal.
InfoRequestResponse (IRR)	Response to IRQ. May be sent unsolicited by terminal to gatekeeper at predetermined intervals.
RAS timers and Request in Progress (RIP)	Recommended default timeout values for response to RAS messages and subsequent retry counts if response is not received.

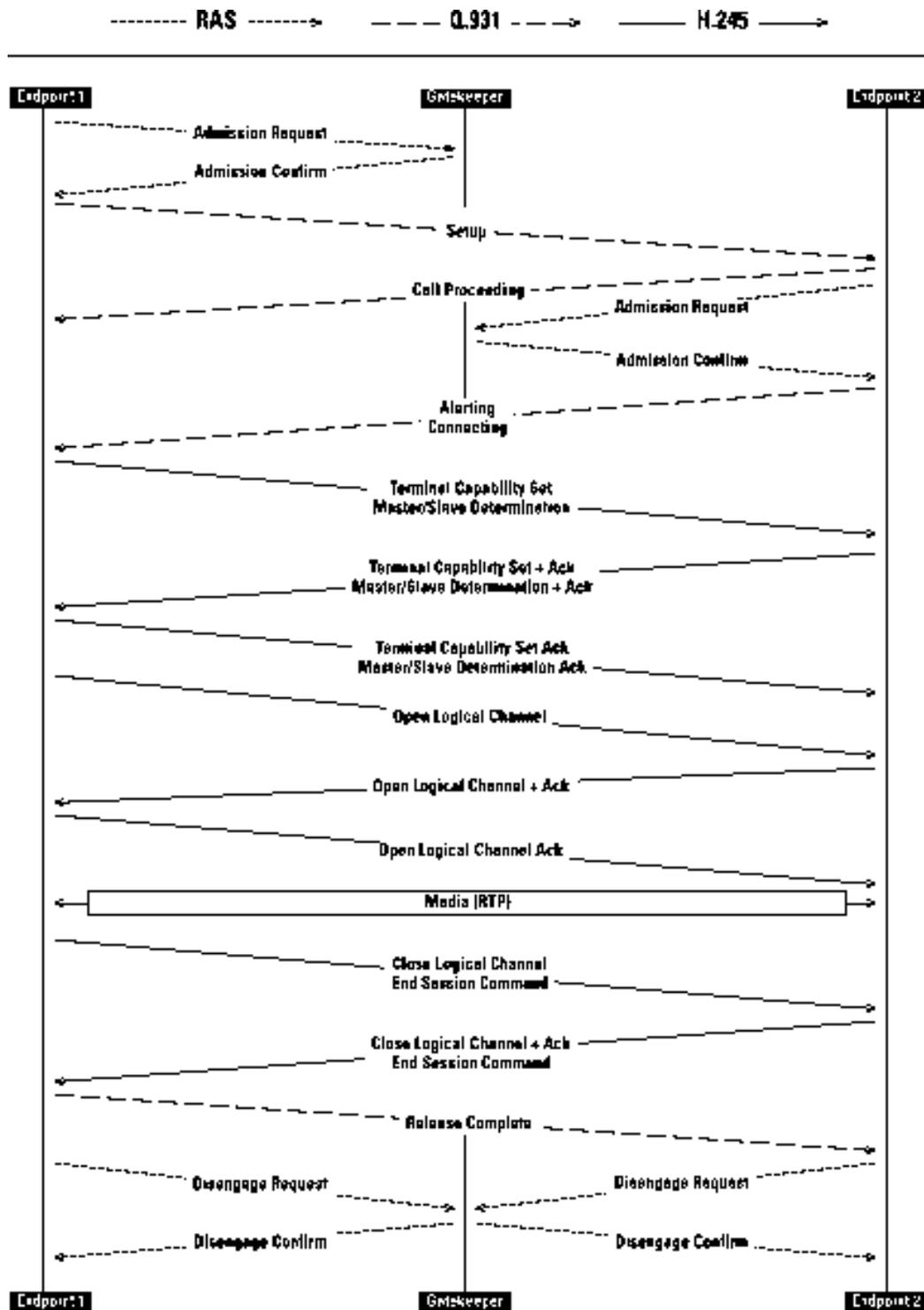
Q.931

Message	Function
Alerting	Called user has been alerted - "phone is ringing". Sent by called user.
Call Proceeding	Requested call establishment has been initiated and no more call establishment information will be accepted. Sent by called user.
Connect	Acceptance of call by called entity. Sent from called entity to calling entity.
Setup	Indicates a calling H.323 entity's desire to set up a connection to the called entity.
Release Complete	Indicates release of call if H.225.0 (Q.931) call signalling channel is open. Afterwards, call reference value can be reused. Sent by a terminal.
Status	Responds to an unknown call signalling message or to a Status inquiry message. Provides call state information.
Status Inquiry	Requests call status. Can be sent by an endpoint or gatekeeper to another endpoint.

H.245

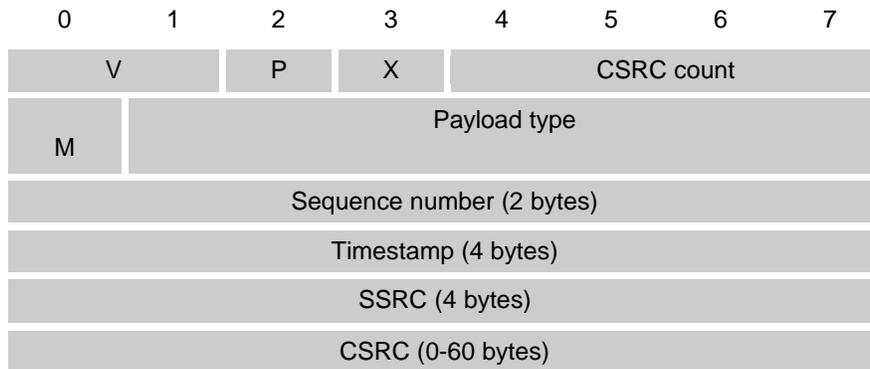
Message	Function
Master-Slave Determination	Determines which terminal is the master and which is the slave. Possible replies: Acknowledge, Reject, Release (in case of a time out).
Terminal Capability Set	Contains information about a terminal's capability to transmit and receive multimedia streams. Possible replies: Acknowledge, Reject, Release.
Open Logical Channel	Opens a logical channel for transport of audiovisual and data information. Possible replies: Acknowledge, Reject, Confirm.
Close Logical Channel	Closes a logical channel between two endpoints. Possible replies: Acknowledge
Request Mode	Used by a receive terminal to request particular modes of transmission from a transmit terminal. General mode types include VideoMode, AudioMode, DataMode and Encryption Mode. Possible replies: Acknowledge, Reject, Release.
Send Terminal Capability Set	Commands the far-end terminal to indicate its transmit and receive capabilities by sending one or more Terminal Capability Sets.
End Session Command	Indicates the end of the H.245 session. After transmission, the terminal will not send any more H.245 messages.

LLAMADA H.323 TÍPICA



CABECERA DEL RTP (REAL-TIME TRANSPORT PROTOCOL)

RTP Header



RTP structure

V	Version. Identifies the RTP version
P	Padding. When set, the packet contains one or more additional padding octets at the end, which are not part of the payload.
X	RExtension bit. When set, the fixed header is followed by exactly one header extension, with a defined format.
CSRC count	Contains the number of CSRC identifiers that follow the fixed header.
M	Marker. The interpretation of the marker is defined by a profile. It is intended to allow significant events such as frame boundaries to be marked in the packet stream.
Payload type	Identifies the format of the RTP payload and determines its interpretation by the application. A profile specifies a default static mapping of payload type codes to payload formats. Additional payload type codes may be defined dynamically through non-RTP means.
Sequence number	Increments by one for each RTP data packet sent, and may be used by the receiver to detect packet loss and to restore packet sequence.
Timestamp	Reflects the sampling instant of the first octet in the RTP data packet. The sampling instnt must be derived from a clock that increments monotonically and linerally in time to allow synchronization and mitter calculations. The resolution of the clock must be sufficient for the desired synchronization accuracy and for measuring packet arrival jitter (one tick per video frame is typically insufficient).
SSRC	Identifies the synchronication source. This identifier is chosen randomly, with the intent that on two synchronization sources within the same RTP session will have the same SSRC ident ifier.
CSRC	Contributing source identifiers list. Identifies the contributing sources for the payload contained in this packet.

CUADRO DE ESTÁNDARES DE VoIP

Signalling

ITU-T Standards and Recommendations

H.323 V2	Packet-based multimedia communications systems
H.225.0	Call signalling protocols and media stream packetization for packet-based multimedia (includes Q.931 and RAS)
H.225.0 Annex G	Gatekeeper to gatekeeper (inter-domain) communications
H.245	Control protocol for multimedia communications
H.235	Security and encryption for H-series multimedia terminals
H.450.x	Supplementary services for multimedia: 1. Generic functional protocol for the support of supplementary services in H.323 2. Call transfer 3. Diversion 4. Hold 5. Park & pickup 6. Call waiting 7. Message waiting indication
H.323 Annex D	Real-time fax using T.38
H.323 Annex E	Call connection over UDP
H.323 Annex F	Single-use device
T.38	Procedures for real-time group 3 facsimile communications over IP networks
T.120 series	Data protocols for multimedia conferencing

IETF RFCs and Drafts

RFC 2543	SIP: Session initiation protocol
RFC 2327	SDP: Session description protocol
Internet Draft	SAP: Session announcement protocol

Gateway Control

ITU

H.GCP	Proposed recommendations for gateway control protocol
-------	---

IETF

Internet Draft	MGCP: Media gateway control protocol
Internet Draft	MEGACO protocol
Draft	SGCP: Simple gateway control protocol
Internet Draft	IPDC: IP device control

Media Transport

IETF

RFC 1889	RTP: Real-time transport protocol
RFC 1889	RTCP: Real-time transport control protocol
RFC 2326	RTSP: Real-time streaming protocol

Media Encoding

ITU

Voice

Standard	Algorithm	Bit Rate (Kbit/s)	Typical end-to-end delay (ms) (excluding channel delay)	Resultant Voice Quality
G.711	PCM	48, 56, 64	<<1	Excellent
G.723.1	MPE/ACELP	5.3, 6.3	67-97	Good(6.3), Fair(5.3)
H.728	LD-CELP	16	<<2	Good
G.729	CS-ACELP	8	25-35	Good
G.729 annex A	CS-ACELP	8	25-35	Good
G.722	Sub-band ADPCM	48, 56, 64	<<2	Good
G.726	ADPCM	16,24,32,40	60	Good(40), Fair(24)
G.727	AEDPCM	16, 24, 32, 40	60	Good(40), Fair (24)

Video

Standard	Algorithm	Bit Rate (Kbit/s)	Picture Quality
H.261	Discrete cosine transform (DCT) with motion compensation	p×64 (p=# of ISDN B channels)	Low
H.263	Improved version of H.261	Various	Medium