

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA VOZ SOBRE IP, SUS ESTÁNDARES Y
SITUACIÓN ACTUAL DE DESARROLLO

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:
ENRIQUE ALBERTO LANDAURE VÁSQUEZ

PROMOCIÓN
1995-I

LIMA-PERÚ
2006

**ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA VOZ SOBRE IP, SUS ESTÁNDARES Y
SITUACIÓN ACTUAL DE DESARROLLO**

Dedico este trabajo a mis Padres Nela y Aurelio por el inmenso apoyo recibido, y a mi hijo Luis Enrique por ser una fuente inagotable de alegría y energía.

SUMARIO

El mundo desde los últimos años está presenciando la unión de dos grandes redes a nivel mundial: la red telefónica de circuitos conmutados con más de cien de años de existencia desde que fue inventada por Graham Bell, y la red IP no tan antigua y tampoco menos importante compuesta por millones de computadoras conectadas entre sí formando una gigantesca maraña de redes LANs y WANs públicas o privadas siendo la mayor red pública conocida como Internet.. Como resultado de esta unión tenemos el nacimiento de la tecnología Voz sobre IP (VoIP).


El propósito de este Informe de Suficiencia es conocer de cerca aspectos relacionados con la tecnología Voz sobre IP desde su justificación para uso comercial, pasando por los factores limitantes para su amplio uso, técnicas para mejoramiento de la calidad de servicio, aporte de los principales fabricantes y proveedores de tecnología hasta las configuraciones necesarias de los elementos ruteadores de red para implementar un sistema de Voz sobre IP para una empresa con oficinas remotas.

ÍNDICE

	Pág.
PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I	
TECNOLOGÍA VOZ SOBRE IP EN LAS EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES PORTADORAS DE SERVICIOS	3
1.1. Justificación del uso de VoIP en una Empresa Portadora de Servicios	3
1.2. Revisión de los desafíos tecnológicos de VoIP	4
1.2.1 Overhead	4
1.2.2 Supresión del Silencio	4
1.2.3 Generación del Sonido de Confort	4
1.2.4 Pérdidas de Paquetes	5
1.2.5 Retardos	5
1.2.6 Jitter	5
1.3. Resumen	5
CAPÍTULO II	
CALIDAD DE SERVICIO (QOS) EN TECNOLOGÍA VOZ SOBRE IP (VOIP): ¿CÓMO MEJORARLA?	6
2.1. Limitantes de una buena Calidad de Servicio	6
2.1.1 Retardo	6
2.1.2 Jitter	7
2.1.3 Compensación por pérdida de paquetes	8
2.1.4 Compensación de eco	8
2.1.5 Supresión del Silencio	9
2.1.6 Generación del Sonido de Confort	9
2.1.7 Overhead	9

2.2. Estrategias para Mejorar la Calidad de Servicio	10
2.2.1 Resource Reservation	10
2.2.2 Servicios Diferenciados	10
2.2.3 Corrección de errores por adelanto	10
2.2.4 Ocultación de Pérdidas	10
2.3. Tecnologías para mejorar la Calidad de Servicio	10
2.3.1 Entorno Controlado de Red	11
2.3.2 Herramientas de Administración	11
2.3.3 Protocolos y Mecanismos de Control	11
2.4. Calidad de Voz (VQ)	11
2.4.1 Factores que afectan la Calidad de Voz (VQ)	12
2.5. Medición de la Calidad de Voz (VQ)	12
2.5.1 Medición de la claridad	14
2.5.2 Medición del Retardo	16
2.5.3 Medición del Eco	16
2.6. Resumen	17
CAPÍTULO III	
ESTÁNDARES RELACIONADOS A LA TECNOLOGÍA VOZ SOBRE	
IP (VOIP): SU CLASIFICACIÓN	18
3.1. Estándar H.323	18
3.1.1 Componentes del H.323	18
3.1.2 Pila de Protocolos del H.323	21
3.1.3 Control y Señalización en H.323	22
3.1.4 Establecimiento de la llamada en H.323	26
3.2. Estándar SIP	26
3.2.1 Servicios	27
3.2.2 Componentes de SIP	27
3.2.3 Mensajes SIP	28
3.2.4 Modo de Operación SIP	28
3.2.5 Ejemplo de Operación SIP	29
3.3. Comparación entre los estándares H.323 y SIP	30
3.4. Protocolos de Soporte	31
3.4.1 Media Gateway Control Protocol (MGCP)	32

3.4.2 RTP and RTCP (Real-time Transport Protocol and Real-time Control Protocol)	35
3.4.3 Real-Time Streaming Protocol (RTSP)	37
3.4.4 Resource Reservation Protocol (RSVP)	38
3.4.5 Session Description Protocol (SDP)	39
3.4.6 Session Announcement Protocol (SAP)	40
3.5. Resumen	41
CAPÍTULO IV ARQUITECTURAS Y SOLUCIONES COMERCIALES PARA VOZ SOBRE IP (VOIP): PRINCIPALES FABRICANTES Y PROVEEDORES DE TECNOLOGÍA	43
4.1. Cisco. Arquitectura para e-business AVVID	43
4.1.1. Clientes	45
4.1.2. Plataformas de Red	45
4.1.3. Servicios de Redes Inteligentes	45
4.1.4. Middleware Internet	45
4.1.5. Integradores de Negocios Internet	46
4.1.6. Soluciones de Negocios Internet	46
4.1.7. Telefonía IP con Cisco	46
4.2. 3Com. Arquitectura Total Control	47
4.2.1 Los tres niveles de la Arquitectura Total Control	47
4.2.2 Plataforma 3Com-CommWorks y Soluciones NBX® para Comunicaciones Multi-site y Call Center	49
4.2.3 Servicios profesionales de VoIP de 3Com para la implementación y la administración de redes	52
4.2.4 Alianza 3COM-Siemens. Arquitectura 3COM Total Control y Switch Siemens	53
4.3. Vocaltec. Arquitectura Softswitch	55
4.3.1 Características	56
4.3.2 Visión General	56
4.3.3 Solución completa	56
4.3.4 Componentes de la Solución	58
4.4. Siemens. Plataforma InterXpress	58
4.4.1 Componentes	59

4.4.2 Principales beneficios	60
4.5. Lucent Technologies	60
4.6. Motorola. Chips para la compresión y descompresión de voz	61
4.7. Arbinet-the xchange. Servicio en línea de terminación de llamadas a PSTN para carriers de Voz sobre IP	61
4.8. Nortel Networks . Soluciones Voz sobre IP y Gateway de Voz Passport	62
4.8.1 Soluciones de Telefonía Meridian/Norstar	64
4.8.2 Soluciones Meridian habilitadas para IP	64
4.9. ADIR VoIP Technologies. Suite de Administración de VoIP Voxis	64
4.10. IBM. Servidores IBM  serverxSeries verificados para soluciones VoIP de Cisco	65
4.11. Texas Instruments. Enterprise IP Phone Solution	66
4.11.1 Introducción	66
4.11.2 Diseño de Referencia	67
4.11.3 Arquitectura del Software	68
4.12. Microsoft Netmeeting. Software de mensajería instantánea para comunicación de voz, video y datos	71
4.12.1 Características	72
4.12.2 Realización de una llamada	73
4.12.3 Códecs de Audio	74
4.12.4 Audio	74
4.12.5 Video	75
4.13. Net2Phone	76
4.13.1 Productos y Servicios de Net2Phone	76
4.13.2 Modo de funcionamiento de Net2Phone	77
4.13.3 Telefonía en Internet con Net2Phone	78
4.14. MSN Messenger	79
4.15. Forum de Voz sobre IP	80
4.16. Resumen	81
CAPÍTULO V	
CASO PRÁCTICO: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA VOIP EN UNA EMPRESA CON OFICINAS REMOTAS EN LIMA Y MONTREAL	
5.1. Proceso de una llamada telefónica	83

5.2. Preparación previa a la Configuración	84
5.3. Configuración de Voz sobre IP	85
5.3.1 Configuración de redes IP para tráfico de voz en Tiempo Real.	87
5.3.2 Configuración de la Expansión de Números	92
5.3.3 Configuración de Dial Peers	94
5.3.4 Optimización de las configuraciones de Dial Peers e Interfases de Red	100
5.3.5 Configuración de los Puertos de Voz	103
5.3.6 Configuración de Voz sobre IP con Microsoft NetMeeting	105
5.4. Resumen	106
CONCLUSIONES	108
BIBLIOGRAFÍA	112

PRÓLOGO

El presente informe de suficiencia fue desarrollado teniendo gran interés en conocer la nueva y vigorosa tecnología de Voz sobre IP (VoIP). El objetivo es conocer su modo de funcionamiento, los estándares que lo norman, los beneficios que puede proporcionar a las empresas y a los usuarios finales.

Es importante también conocer cuál es el impacto de esta tecnología sobre las tecnologías convencionales de comunicación telefónica en una red de circuitos conmutados así como sus ventajas y desventajas. De igual forma, es importante descubrir qué papel jugaría esta tecnología en las estrategias comerciales de las empresas telefónicas; ¿se verán éstas amenazadas o por el contrario invertirán con entusiasmo en esta nueva ola?. ¿Serán destronadas por las nuevas empresas muy especializadas llamadas *NextGen Telcos* o tendrán que complementar sus servicios tradicionales con VoIP? ¿Se podrá decir que esta tecnología VoIP nació para permanecer en el mundo de las telecomunicaciones y desplazar a la comunicación por líneas conmutadas de la misma forma que la revolución industrial y la producción en serie lograron desplazar a la fabricación artesanal de una amplia gama de productos, o los transistores a los tubos de vacío, o los mensajes electrónicos a los correos postales?

Otro aspecto importante que tiene como objetivo el presente trabajo es conocer los limitantes o inhibidores de esta tecnología, ¿cuál es el nivel de madurez de esta tecnología? ¿estaría lista para uso comercial?. ¿qué tan buena es la calidad de voz? ¿qué hay en relación con las distorsiones, eco y pérdidas de información? ¿está lista esta tecnología para funciones propias de administración como registro de llamadas y facturación?

Una vez alcanzados estos objetivos será el momento de entrar en más a detalle conociendo los principales estándares que norman VoIP y las instituciones que están detrás de éstos ¿cuáles son los protocolos de soporte de estos estándares? ¿cuáles proveen

características para transmisión en tiempo real? ¿qué tipos de codificación de voz son soportadas?

Este trabajo incluye también los aportes que los principales fabricantes y proveedores han hecho en beneficio del desarrollo de esta tecnología, ¿cuáles son los líderes del mercado en VoIP? ¿qué arquitecturas, productos y servicios ofrecen?

Finalmente, para conocer con mayor profundidad el tema de Voz sobre IP será muy útil conocer el procedimiento de configuración de una red IP que soporte Voz sobre IP para el caso de una empresa con oficinas remotas lo que le favorecería en ahorrar costosas llamadas larga distancia y la posibilidad de integrar nuevos servicios.

Este Informe de Suficiencia -en el cual se logran despejar éstas y otras interrogantes- fue desarrollado haciendo un esfuerzo de síntesis de una gran cantidad de documentos de información publicados en la Internet, en los Sitios Web de los principales fabricantes y proveedores de tecnología, foros especializados de discusión y buscadores en Internet y de análisis para la elaboración de los pronósticos y conclusiones.

Los alcances y limitaciones son los relacionados a la información disponible en los Sitios Web, y que como se supondrá existirá información de última mano que las empresas no la presentan por el factor competitivo.

Deseo hacer mención de mi reconocimiento a las instituciones, fabricantes, proveedores, y estudiosos en general por sus continuos aportes en el desarrollo de esta tecnología y su disposición de ofrecerlos públicamente en sus sitios Web.

CAPÍTULO I

TECNOLOGÍA VOZ SOBRE IP EN LAS EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES PORTADORAS DE SERVICIO

Desde los últimos años un gran número de Organizaciones Tecnológicas y Empresas Proveedoras han estado invirtiendo y empezando a disfrutar de algunos de los beneficios que la tecnología Voz sobre IP (VoIP) –aún emergente- promete.

En este capítulo se presenta la justificación de usar esta tecnología para el servicio de telefonía en una Empresa de Telecomunicaciones Portadora y los desafíos tecnológicos que deben ser resueltos para lograr implantarla.

1.1. Justificación del uso de VoIP en una Empresa Portadora

La principal (y en el fondo la única válida) razón de su uso es obtener una clara **ventaja competitiva** en el mercado de la telefonía (alámbrica e inalámbrica) debido a dos factores cruciales:

- Reducción significativa de costos de operación sobre todo en llamadas internacionales que se traduce en menores precios para los usuarios finales, y
- Aumento en el número de servicios.

Viéndolo desde la perspectiva opuesta (y ciertamente siendo mas alarmistas) podríamos decir que la empresa portadora que no invierta en implantar VoIP corre el riesgo de quedar seriamente rezagada y fuera de carrera dado el creciente número de empresas pequeñas pero muy especializadas en las comunicaciones de voz paquetizada conocidas en el medio como las NextGen Telcos.

Entre los nuevos servicios que se pueden ofrecer a los usuarios están:

- Acceso inmediato a la información de facturación del mes o información detallada de llamadas.

- Información en tiempo real de la duración y costo de la llamada en curso.
- Capacidad de realizar y administrar teleconferencias con información -en tiempo real- de los participantes activos.
- Combinar voz, video y datos en un único ambiente altamente amigable.
- Aplicaciones con el correo de voz.
- Relocalización del usuario automática.
- Transmisión de Fax
- Envío de mensajes de voz al correo electrónico.
- Aplicaciones para Call-Centers: Cuando llama un cliente que se cargue el file del cliente automáticamente. Cuando un cliente navega en el Web Site que se active un botón de llamado para darle atención a sus inquietudes en el momento de su máximo interés.

1.2. Revisión de los desafíos tecnológicos de VoIP

Para lograr implantar VoIP como el principal medio para el servicio público de telefonía en una empresa portadora es necesario estar al pendiente de los desafíos tecnológicos superados y por superar para brindar una alta calidad de servicio:

1.2.1 Overhead. En promedio el overhead representa entre el 20% y 50% de la capacidad ocupada de una red de transmisión de voz. Las cabeceras de los paquetes IP deben ser lo más pequeñas posibles para disminuir los retardos y la probabilidad de pérdida de paquetes. Para esto existen técnicas que reemplazan las cabeceras IP grandes por identificadores de sesión.

1.2.2 Supresión del Silencio. En una conversación típica la transmisión del silencio representa entre el 50% y el 70% de la llamada. En redes IP es posible detectar el silencio y evitar trasmitirlo logrando liberar este ancho de banda y utilizarlo para otras llamadas.

1.2.3 Generación del Sonido de Confort. Al suprimir la transmisión del silencio puede generarse una incertidumbre en el oyente si la comunicación sigue activa o si se perdió. Para evitar esto se genera un *Sonido de Confort* que asegura al oyente que

la comunicación sigue activa. Esto es posible hacer en redes IP usando una de las técnicas existentes.

1.2.4 Pérdidas de Paquetes. En una red con tráfico sobrecargado e impredecible (como en Internet) se producen pérdidas de algunos paquetes de información disminuyendo la calidad de la comunicación. Para corregir esto deben mantenerse las cabeceras de los paquetes IP pequeñas y hacer uso de la interpolación para la regeneración de los paquetes perdidos.

1.2.5 Retardos. Los retardos se hacen perceptibles a partir de 300ms de teléfono a teléfono. Estos son: propagación, jitter, paquetización, conversiones A/D y D/A. En el caso de PC a PC el retardo máximo permisible es 150ms (por el sistema operativo y tarjeta de sonido). Generalmente es cierto que el retardo es menor cuando la distancia geográfica es la menor posible aún habiendo un gran número de saltos entre routers.

1.2.6 Jitter. Es causado por la necesidad de almacenar en un *buffer* determinada cantidad de información, enviada por el emisor, en paquetes que llegan usualmente en desorden para poderlos ordenar y reproducir correctamente en el lado del receptor. El tiempo en que se llena este buffer determina el retardo o *Jitter*, el cual debe ser reducido al mínimo teniendo un buffer pequeño.

1.3. Resumen

La implantación del Servicio de Voz sobre IP en una Empresa de Telecomunicaciones Portadora es estratégica porque que representa una importante ventaja competitiva y principio de nuevos servicios tanto para el segmento *consumer* como para el corporativo. Gran parte del éxito o fracaso del posicionamiento de la Portadora estriba en una rápida adopción de esta tecnología conjuntamente con brindar una alta Calidad de Servicio (por lo menos cercana a la Calidad de Servicio de una Red de Telefonía de Circuitos Conmutados). Para lograrlo, se requiere estar al corriente de los desafíos revisados y su correlación con los equipos ofrecidos por los Proveedores de tecnología.

CAPÍTULO II

CALIDAD DE SERVICIO (QOS) EN TECNOLOGÍA VOZ SOBRE IP (VOIP): ¿CÓMO MEJORARLA?

El tema de la calidad de la voz es vital para el posicionamiento ó no de la tecnología Voz sobre IP (VoIP) en el mundo de las Telecomunicaciones. Ni bien la calidad de servicio de VoIP se acerque a la calidad ofrecida en una red PSTN convencional los precios de ambas tecnologías tenderán a homologarse, lo que repercutiría a corto plazo en el posicionamiento de VoIP especialmente en el rubro de las llamadas internacionales y a mediano o largo plazo en el reemplazo total de la telefonía conmutada.

La preferencia que tendrían las empresas portadoras en VoIP se debe al menor costo operativo y al mayor número de servicios agregados gratuitos y por cobrar que ofrecerían. Es claro que el menor costo operativo de VoIP frente a la telefonía conmutada se debe, entre otros factores, que a través de un cable puedan viajar cientos o incluso miles de conversaciones telefónicas mientras que en el otro caso se necesitaría muchísimo mayor número de cables -o hilos- para transmitir tales señales de voz así como mayor inversión en los costosos equipos de señalización.

2.1. Limitantes de una buena Calidad de Servicio

Los limitantes o dificultades para obtener una buena Calidad de Servicio (QoS) son: el retardo asociado desde la digitalización en el lado del emisor hasta la ejecución en lado del receptor, el jitter, la pérdida de paquetes, el eco producido, la supresión del silencio, generación del sonido de confort y el *overhead*. Típicamente, la congestión en los routers es la principal fuente de retardos, pérdidas de paquetes y jitter.

Estos limitantes se detallan a continuación:

2.1.1 Retardo. El retardo causa dos problemas que afectan la Calidad de Voz (VQ): el eco y el traslape de las voces de las personas que intervienen en la comunicación. El eco es un problema significativo cuando el retardo (ida y vuelta) es mayor a 50ms.

El traslape es un problema significativo cuando el retardo (de ida) es mayor a 250ms. Los retardos involucrados son:

a. Retardo de acumulación o algorítmico. Necesidad de obtener un número de muestras de voz para ser procesadas por el codificador de voz. Depende del tipo de codificador variando de 0.125 ms a muchos milisegundos.

- G.726 ADPCM (16, 24, 32, 40 kbps) - 0.125 ms.
- G.728 LD. CELP (16 kbps) - 2.5ms.
- G.729 CS ACELP (8kbps) – 10ms.
- G.723.1 Codificador de tasa múltiple (5.3, 6.3 kbps) – 30ms.

b. Retardo de Paquetización. Es causado por el tiempo que toma el procesar las muestras ya codificadas y agruparlas en paquetes para su transmisión en la red de paquetes. Este retardo está en función de la velocidad de ejecución del procesador y del tipo del algoritmo usado. Frecuentemente, múltiples frames del codificador-de-voz serán colocados en un sólo paquete para reducir el overhead de la red. Por ejemplo 3 frames de código G.729 equivalen a 30 ms de voz, pueden ser agrupados y empacados en un sólo paquete.

c. Retardo de Red. Es causado por el medio físico, por el protocolo de transmisión usado y por los buffers que permiten reordenar los paquetes en el lado del receptor. Este retardo está en función de los enlaces y el procesamiento necesario para hacer transitar los paquetes por la red. El retardo de red representa una parte significativa del retardo total, pudiendo ser tan grande como 70 ó 100 ms en algunas redes IP o *frame-relay*.

2.1.2 Jitter. Es causado por la necesidad de almacenar en un *buffer* determinada cantidad de información, enviada por el emisor, en paquetes que llegan usualmente en desorden para poderlos ordenar y reproducir correctamente en el lado del receptor. Para minimizar este retardo, el tiempo de almacenaje -que está en relación directa con el tamaño del buffer- debe ser el suficiente como para permitir que el

paquete más lento alcance llegar y sea incluido en la secuencia correcta de reproducción.

A continuación se resumen una estrategia, aplicable principalmente en redes IP, para adaptar el tamaño del buffer y obtener los paquetes en orden con el mínimo retardo. La estrategia consiste en contar el número de paquetes, en un período de tiempo, que llegan tarde y calcular la tasa que estos paquetes representan respecto al número de paquetes que sí llegan a tiempo. Esta tasa será entonces usada para ajustar el tamaño del buffer para obtener una predeterminada tasa de paquetes tardíos permisible.

2.1.3 Compensación por pérdida de paquetes.

Es causado por la necesidad de solucionar el problema de la pérdida de paquetes existentes en las redes paquetizadas (dado que las redes IP no garantizan el servicio, éstas pueden presentar un mucho mayor índice de pérdida de paquetes de voz que las redes ATM). En redes paquetizadas los paquetes de voz son tratados igual que si fuesen paquetes de datos por lo tanto bajo condiciones de sobrecarga y congestión, los paquetes de voz se perderán de igual forma que los de datos. Sin embargo, y a diferencia de los paquetes de voz, los paquetes de datos no son sensitivos al tiempo y por lo tanto los paquetes perdidos sí pueden ser recuperados con la solicitud de retransmisión sin causar malestar a los sentidos del receptor.

Para recuperar los paquetes de voz perdidos se usa el método de *Interpolación* de los paquetes perdidos: Se repite el último paquete recibido en el intervalo que le corresponde al paquete perdido. Este método trabaja bien cuando la incidencia de paquetes perdidos no es muy frecuente pero no trabaja muy bien si hay un número de paquetes perdidos consecutivos.

2.1.4 Compensación de eco.

Es causado por la necesidad de eliminar el eco, el cual en una red telefonica se origina por reflexión de la señal generada por el circuito híbrido que convierte un circuito de 4 hilos (un par para la transmisión y otro para la recepción) a un circuito

de 2 hilos (un sólo para de hilos para transmisión y recepción). Esta reflexión de la voz del emisor es escuchada por el oído del emisor.

El eco está aún presente en una PSTN convencional, sin embargo, éste es aceptable dado que el retardo de ida y vuelta (a través de la red) es menor a 50ms y el eco es enmascarado por el tono normal que cada teléfono genera.

El eco se convierte en un problema en redes paquetizadas de voz porque el retardo ida y vuelta (a través de la red) es casi siempre mayor a 50ms. Así las técnicas de cancelación de eco deben ser utilizadas. El estandar ITU G.168 define los requerimientos de rendimiento que son actualmente requeridos por canceladores de eco.

El eco es generado hacia la red de paquetes desde la red telefónica. El cancelador de eco compara el dato de voz recibido por la red de paquetes con el dato de voz transmitido a la red de paquetes y un filtro digital adaptivo elimina hasta el 80% o 90% del eco en forma dinámica mientras dura la transmisión hacia la misma red paquetizada. El residuo del eco es eliminado gracias a un procesamiento no lineal que atenúe la señal por debajo del nivel de ruido.

2.1.5 Supresión del Silencio.

En una conversación típica la transmisión del silencio representa entre el 50% y el 70% de la llamada. En redes IP es posible detectar el silencio y evitar trasmitirlo logrando liberar este ancho de banda y utilizarlo para otras llamadas.

2.1.6 Generación del Sonido de Confort.

Al suprimir la transmisión del silencio puede generarse una incertidumbre en el oyente si la comunicación sigue activa o si se perdió. Para evitar esto se genera un *Sonido de Confort* que asegura al oyente que la comunicación sigue activa.

2.1.7 Overhead.

En promedio el overhead representa entre el 20% y 50% de la capacidad ocupada de una red de transmisión de voz. Las cabeceras de los paquetes IP deben ser lo más pequeñas posibles para disminuir los retardos y la probabilidad de pérdida de

paquetes. Para esto existen técnicas que reemplazan las cabeceras IP grandes por identificadores de sesión.

2.2. Estrategias para Mejorar la Calidad de Servicio

Actualmente existen varias estrategias que intentan mejorar la calidad de audio de la voz transmitidas sobre redes IP (incluso sobre la Internet). Entre las principales están:

2.2.1 Resource Reservation. Estrategia con ya cierta madurez, basada en la asignación de ancho de banda para determinadas protocolos o tipos de datos transmitidos.

2.2.2 Servicios Diferenciados. A diferencia de la estrategia anterior los paquetes no viajan por una ruta reservada sino por la ruta común pero con un tratamiento especial si se trata de datos en tiempo real. Aún no está totalmente madura.

2.2.3 Corrección de errores por adelanto. Este tipo de algoritmos reduce el impacto de pérdida de paquetes enviando datos redundantes con datos de audio. La data redundante ayuda a reconstruir los paquetes perdidos.

2.2.4 Ocultación de Pérdidas. Esta clase de algoritmos trata de reducir el impacto de la pérdida de datos reemplazando los datos perdidos con datos aproximados.

2.3. Tecnologías para mejorar la Calidad de Servicio.

La mayoría de los equipos actuales de red como routers, switches de LAN, switches ATM, tarjetas de red, centrales telefónicas (PBX) necesitan estar habilitados para soportar el tráfico de voz. También el equipo específico para VoIP tendrá que estar integrado en estos dispositivos o guardar compatibilidad con ellos.

El equipamiento de VoIP debería ser configurable para utilizar estas técnicas pero también debe ser lo suficientemente flexible para añadir futuras técnicas.

Tres diferentes tecnologías son usadas (conjuntas o separadamente) para mejorar la calidad de servicio de la red:

2.3.1 Entorno Controlado de Red. Proveer un entorno controlado en la red, en el cual la capacidad puede estar planeada y el rendimiento adecuado puede ser asumido (por lo menos la mayor parte del tiempo). Esta podría ser generalmente el caso de una red IP privada (una intranet) la cual es operada por una simple empresa.

2.3.2 Herramientas de Administración. Uso de herramientas de administración para configurar los nodos de red, monitorear el rendimiento y administrar la capacidad y el flujo de una manera dinámica. La mayoría de los dispositivos de redes (routers, switches, etc) incluyen una variedad de mecanismos que pueden ser útiles para el soporte de la voz. Por ejemplo, el tráfico puede ser priorizado por ubicación, por protocolo, o por tipo de aplicación, con lo cual se puede dar al tráfico en tiempo real mayor precedencia que al tráfico no crítico. Mecanismos de encolamiento también pueden ser manipulados para minimizar retardos para flujos de datos en tiempo real. Desarrollos más recientes, tales como conmutación de marcas y conmutación de flujo pueden también mejorar el rendimiento total y disminuir los retardos.

2.3.3 Protocolos y Mecanismos de Control. Añadir protocolos y mecanismos de control, que ayudan a evitar o aliviar el problema inherente en las redes IP. Protocolos como RTP (protocolo en tiempo real) y RSVP (protocolo de reservación de recursos) son también usados para asegurar el mayor control de la calidad de servicio QoS dentro de la red. Otros mecanismos como los controles de admisión y predicción de tráfico pueden ser usados para evitar sobrecarga en la red.

2.4. Calidad de Voz (VQ). Hasta el momento hemos hablado de la Calidad de Servicio (QoS) –y sus limitantes- como el factor clave para el posicionamiento de VoIP. La pregunta que quedaría por responder es ¿qué tan buena debe ser esta calidad de servicio o cómo saber qué tan buena lo es actualmente? Para ello, existe el término *Calidad de Voz* (VQ) que se define como la medida cualitativa y cuantitativa de la calidad de sonido y conversación de una llamada telefónica.

Dado que la calidad de voz en una comunicación de VoIP es realmente lo que perciben los usuarios, y por lo tanto es subjetiva, se torna muy importante la necesidad de medir –en

base a estadísticas y definición de nuevos elementos- la calidad de voz de una manera confiable, rápida, fácil y económica como mecanismo previo a la sintonización de los elementos de un sistema VoIP que participan en los factores limitantes de la Calidad de Servicio (QoS) descritos anteriormente. Por ejemplo, en redes de voz paquetizadas los procesos de supresión del silencio y cancelación del eco son hechos, frecuentemente, por los Gateways. Si este tipo de procesos no funciona adecuadamente entonces la QoS y la VQ se verán afectadas.

2.4.1 Factores que afectan la Calidad de Voz (VQ). Existen tres (3) factores que afectan la VQ: claridad, retardo de extremo a extremo y el eco, los cuales van juntos ya que la percepción de uno de ellos afecta la percepción de la VQ en general, por ejemplo, los usuarios raramente distinguen entre distorsión y el eco, y simplemente reportan una inaceptable calidad en la llamada.

Claridad y retardo son aspectos independientes entre sí de VQ, mientras que el eco depende del retardo y afecta la claridad. A continuación se presenta en mayor detalle el factor *claridad*. El retardo y el eco ya han sido tratados en la sección ‘Limitantes de una buena Calidad de Servicio’.

a. Claridad. En el contexto de medición de la calidad de voz, la claridad describe la fidelidad y la naturaleza de no distorsión de una señal de voz. Claridad también puede describirse como inteligibilidad del habla, indicando cuánta información puede ser extraída de una conversación. Sin embargo, es posible entender lo dicho en una conversación pero aún así experimentar poca claridad. Por ejemplo, la voz distorsionada y difícilmente escuchada puede ser aún entendida. La sutil, pero aún importante, diferencia entre claridad e inteligibilidad ilustra sólo una parte de la complejidad al querer medir la VQ. La claridad, y la evaluación de una persona de ésta, depende de un número de factores. Por ejemplo, ciertas bandas de frecuencia son más importantes para la claridad percibidas que otras. El oído humano puede con mayor probabilidad encontrar que la distorsión o atenuación en la banda de 1,000-a-2,000-Hz disminuye la claridad y la inteligibilidad más que la distorsión o atenuación en la banda de 250-a-800-Hz. Otro ejemplo es que oraciones completas son

usualmente mucho más inteligibles como resultado de un flujo lógico de palabras en una oración (y por lo tanto percibidas como con mayor claridad) que una secuencia de palabras no relacionadas, aún así éstas estén menos distorsionadas.

Los componentes de la red que afectan la claridad de la voz, son:

- **Teléfono PSTN.** Influye en la claridad a través de la claridad del auricular y micrófono, el ruido de las señales transmitida y recibida, y el eco acústico generado entre el auricular y el micrófono.
- **Red PSTN.** Usa la transmisión digital de voz en el backbone para mayor eficiencia, la digitalización de señales analógicas afecta la claridad de la voz.
- **Gateway VoIP.** Interconecta la PSTN con la red IP usando esquemas de voz y señalización. Los componentes de los gateways que afectan la claridad son el codificador de voz, el mecanismo de supresión de silencio, y generador del sonido de confort.
- **Red IP.** Aún sin componentes de voz activos, afecta la claridad a través de la tendencia a perder paquetes y añadir un jitter perjudicial para la entrega de paquetes de voz.
- **Teléfono IP.** También afecta la claridad debido a la calidad del codificador del habla, mecanismo de supresión del silencio, micrófono y auricular.
- **Otros.** Otros factores que afectan la claridad son: pérdida de paquetes, codificadores del habla, ruidos, detectores de la actividad de voz (VAD), eco y factores ambientales externos como: ruido en la habitación, expectativas del usuario, y otros factores intangibles que podrían hacer percibir la calidad de voz como inaceptables.

b. Retardo de extremo a extremo. Los factores que contribuyen al retardo son:

- **Retardo en la PSTN.** El retardo más significativo es el asociado a las llamadas de larga distancia. El retardo es especialmente alto cuando hay

enlaces a satélites (un enlace a un satélites geoestacionario tiene un retardo de 250ms).

- **Retardo en la red IP.** Es el retardo debido a la paquetización, switcheo/ruteo, encolamiento y el retardo en los dispositivos de VoIP.

c. **Eco.** Desde una perspectiva telefónica, el eco es el sonido de la voz que regresa al oído del mismo emisor por el auricular del teléfono. Si el tiempo entre la frase original hablada y el eco que regresa es pequeño (25 a 30ms), o si el nivel de eco es muy bajo (aproximadamente -25dB) probablemente no cause ninguna molestia en la conversación, en caso contrario –usualmente- será necesario eliminarlo.

2.5. Medición de la Calidad de Voz (VQ).

En redes paquetizadas cuando codificadores-del-habla-con.tasa-de-bit-baja como G.729 o G.723.1 son usados, no se puede asumir linealidad en los circuitos y tampoco preservación de la forma de onda. Estos codificadores intentan reproducir el sonido subjetivo de la señal en lugar que la forma de onda del habla generada por el emisor.

Debido a esto y adicionalmente a la naturaleza de insensitividad al tiempo y basada en ráfagas de las redes de paquetes no es posible usar las técnicas de medición tradicionales como comparar formas de onda y medir la tasa-senal-a-ruido (SNR), o la distorsión armónica total (THD).

Es por ello que existe la necesidad de usar nuevas técnicas de medición de la Calidad de Voz. Debido a su gran importancia, el rendimiento de los canceladores de eco, detectores de actividad de voz y otros procesos deben ser probados y medidos directamente.

2.5.1 Medición de la claridad. Debido a la naturaleza subjetiva de la medición de la calidad, un método obvio para cuantificar la calidad es tener un número grande de humanos que escuchen como parte de un controlado y bien definido proceso de pruebas. La ventaja de este método es que la claridad de las evaluaciones son derivadas directamente de los individuos que serán los usuarios mismos. Otra ventaja es la validez estadística provista por numerosos individuos.

Éste, de hecho, ha sido el método usado por años y es definido como *Puntuación de Opinión Media* (MOS) en ITU-T especificación P.800.

A pesar de sus evidentes ventajas, MOS tiene una significativa desventaja: es caro en términos de tiempo y esfuerzo: considérese decenas o cientos de personas haciendo las pruebas en idénticas condiciones una y otra vez.

Existe otra manera más directa y simple de medir la claridad, ésta es *Medición de la Calidad del Habla Perceptiva* (PSQM) definida por ITU-T recomendación P.861, la que provee un algoritmo por el que la voz puede ser objetivamente medida con distorsión, efectos del ruido y sobre todo fidelidad perceptiva en la banda de frecuencia que va desde los 300 hasta los 3400Hz. PSQM evalúa la calidad de las señales de voz de la misma manera que los codificadores no lineales codifican y decodifican las señales de voz. Se evalúa si una señal de voz particular es distorsionada de acuerdo a lo que un humano oyente podría percibirla con perturbaciones. Para hacer esto PSQM toma una muestra limpia de voz y la compara con una versión más o menos distorsionada usando un complejo método de pesaje que toma en cuenta lo que es importante perceptiblemente –por ejemplo, la fisiología del humano oído y factores cognoscitivos relacionados a lo que los oyentes humanos están aptos de notar. PSQM provee una puntuación relativa que indica sólo cuán diferente es la señal distorsionada respecto de la señal original desde la perspectiva del oyente humano vía el algoritmo. Debido a la forma de trabajar de PSQM, esta puntuación de distorsión corresponde muy estrechamente a como estadísticamente los humanos oírían en la misma situación de prueba (por ejemplo, MOS).

La pérdida de paquetes afecta el resultado del método PSQM, así es que se diseñó el método PSQM+ que sí contempla estas distorsiones.

Existe otro método para medir la claridad perceptiva *Sistema de Medición de Análisis Perceptivo* (PAMS), que usa un modelo perceptivo igual al de PSQM pero usa un diferente modelo de procesamiento de señales produciendo varios tipos de

puntuación en una escala de 1 a 5, la cual tiene correlación con la escala del método MOS.

2.5.2 Medición del Retardo. Hay dos principales formas de medir el retardo en un sistema VoIP: PING acústico y secuencia de longitud máxima (MLS). Ambos métodos deben asegurarse que las mediciones del retardo sean exactas y consistentes, porque el retardo puede cambiar en un entorno VoIP dinámico.

a. PING Acústico. Un pico angosto de audio es transmitido de un extremo al otro, y el tiempo que toma viajar es medido. Este método simple es, sin embargo, susceptible al ruido y a la atenuación debido a que el pico original puede ser enmascarado con otros picos de ruido en el canal o fuertemente atenuado que no pueda ser detectado.

Además, la relativa angostura del pico hace que sea vulnerable a la pérdida de paquetes (este pico debe ser uno o dos paquetes a lo mas). Este método se usa conjuntamente con otros para asegurar exactitud y consistencia.

b. MLS. Es posible usar técnicas de procesamiento digital de señales (DSP) con las que una señal de prueba especial es transmitida al sistema bajo prueba; la señal recibida y la señal de prueba original son analizadas juntas para determinar el retardo de extremo a extremo. Usando este método, el retardo calculado es mucho más exacto y es más resistente al ruido que el método PING Acústico.

2.5.3 Medición del Eco. El ITU-T ha definido métodos que permiten medir las características del eco. G.165 es un algoritmo que usa el ruido blanco, mientras que el G.168 usa señales de prueba de frecuencia del habla. Sin embargo, estos métodos son más apropiados para pruebas de laboratorio y no para codificadores de tasa-de-bit-baja en los que la forma de onda no es siempre preservada. Sin embargo, usando un algoritmo objetivo como PSQM o PAMS es posible evaluar el efecto del eco en la

percepción del usuario en un laboratorio de prueba sí como también en un entorno de VoIP implementado.

2.6. Resumen.

El mejoramiento de la Calidad de Servicio (QoS) es de suma importancia para el posicionamiento de VoIP, por lo que es necesario identificar sus limitantes y utilizar una de las estrategias o técnicas existentes -y en continuo desarrollo-, mencionadas para lograr reducir el efecto de estos limitantes y obtener una buena calidad de servicio. Para saber qué tan buena debe ser esta calidad de servicio es necesario utilizar el concepto de Calidad de Voz y usar técnicas de medición como mecanismo de retroalimentación para la adecuada sintonización de los equipos VoIP -como routers, switches o gateways- para conseguir transmitir las señales de voz sin molestias para los usuarios.

CAPÍTULO III

ESTÁNDARES RELACIONADOS A LA TECNOLOGÍA VOZ SOBRE IP (VOIP): SU CLASIFICACIÓN

En este capítulo se presentan los dos principales estándares de la tecnología Voz sobre IP, ITU-T H.323 y IETF SIP. Se revisan sus modos de funcionamiento y se hace una comparación entre ambos. Más adelante se mencionan cuáles son los protocolos de soporte de estos estándares explicando sus modos de operación. Finalmente, y a manera de resumen se presentan una tabla de los principales protocolos involucrados y sus principales funciones.

3.1. Estándar H.323

Este es el estándar de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T) que los fabricantes deben cumplir para proveer servicios de Voz sobre IP. Esta recomendación provee los requerimientos técnicos para comunicación de Voz sobre LAN en las que se asume no hay control de la calidad de servicio (QoS). Fue desarrollado originalmente, en el año 1,996, sólo para soportar conferencias multimedia en LANs, pero luego fue extendida para soportar Voz sobre IP. En relativo poco tiempo ha pasado por varias actualizaciones, siendo la última la versión 4 del mes de Febrero del 2001.

3.1.1 Componentes del H.323. El sistema de Voz Sobre IP está compuesto por los siguientes elementos o entidades:

a. Terminales. Pueden ser teléfonos tradicionales (analógicos, RDSI, GSM, etc.), computadoras personales con tarjeta de sonido, parlantes y micrófono (o *handset*), o teléfonos IP. Estos elementos proveen comunicaciones en tiempo real en dos vías. Todos los terminales deben soportar H.245, Q.931, RAS (Registration Admission Status) y RTP (Real Time Transport Protocol). H.245 es usado para permitir el uso de los canales, Q.931 es requerido para

señalización y establecimiento de la llamada, RTP es el protocolo de transporte en tiempo real que lleva los paquetes de voz mientras que RAS es usado para interactuar con el *gatekeeper*. Estos elementos pueden también incluir protocolos para conferencia de datos, codificadores de voz y soporte para MCU. Un terminal H.323 puede comunicarse con otro terminal H.323, gateway o un MCU.

b. Gateways. Un gateway es la entidad que provee comunicaciones en tiempo real en dos vías entre terminales H.323 en la red IP y otros terminales ITU en la red conmutada, o con otro gateway H.323. Realizan la función de traducción entre diferentes formatos de transmisión, por ejemplo de H.225 a H.221. También son capaces de traducir entre codificadores de audio y video. El gateway es la interfaz entre la PSTN y la Internet, toman la voz de la PSTN y la colocan en la red IP y viceversa. Los gateways son opcionales cuando los terminales en una simple LAN pueden comunicarse entre sí directamente. Cuando los terminales en la red necesitan comunicarse con otra entidad en alguna otra red, pueden hacerlo vía gateways usando los protocolos H.245 y Q.931.

c. Gatekeepers. Es el componente mas importante de un sistema H.323 ya que hace las funciones de un manager. Actúa como el punto central para todas las llamadas dentro de su zona (una zona es el conjunto del gatekeeper y las entidades registradas con él) y provee servicios a las entidades registradas. Algunas de las funcionalidades aparecen a continuación:

- **Traducción de direcciones.** Traducción de una dirección alias a la dirección de transporte usando la tabla de traducción, la cual es actualizada usando los mensajes Registration.
- **Control de Admisiones.** Gatekeepers pueden otorgar o denegar accesos basados en autorización de la llamada, direcciones de origen y destino o algún otro criterio.

- **Señalización de Llamadas.** El Gatekeeper puede escoger completar la señalización de la llamada con las entidades y puede procesar la llamada misma. Alternativamente, el Gatekeeper puede guiar a las entidades a conectarse al Canal de Señalización de la Llamada directamente entre sí.
- **Autorización de la Llamada.** El Gatekeeper puede rechazar llamadas de un terminal debido a una falla de autorización a través del uso de la señalización H.225. Las razones para el rechazo podrían ser el acceso restringido durante algunos períodos de tiempo o acceso restringido hacia o desde terminales o gateways particulares.
- **Administración del Ancho de Banda.** Control del número de terminales H.323 permitidos simultáneamente accediendo a la red. A través de la señalización H.225, el Gatekeeper puede rechazar llamadas desde un terminal debido a limitaciones de ancho de banda.
- **Administración de la Llamada.** El Gatekeeper puede mantener una lista de llamadas H.323 en curso. Esta información puede ser útil para indicar que el terminal llamado se encuentra ocupado, y para proveer información para la función de Administración de Ancho de Banda.

d. Unidades de Conferencia Multipunto (MCU). Administran conferencias multipartitas. El MCU es el elemento de la red que provee capacidad para 3 ó mas terminales y gateways para participar en una conferencia multipartita. El MCU consiste de un obligatorio Controlador Multipartita (MC) y opcionales Procesadores Multipartita (MP). El MC determina las características comunes de los terminales usando H.245 pero no realiza la multiplexación de audio, video y datos. La multiplexación de los flujos de medios es administrada por el MP bajo el control del MC.

La Figura 3.1 muestra la interacción de todos los componentes H.323.

Estos componentes pueden ser implementados en hardware o en software, integrados o separadamente. Se comunican entre sí gracias a los protocolos de señalización y transporte

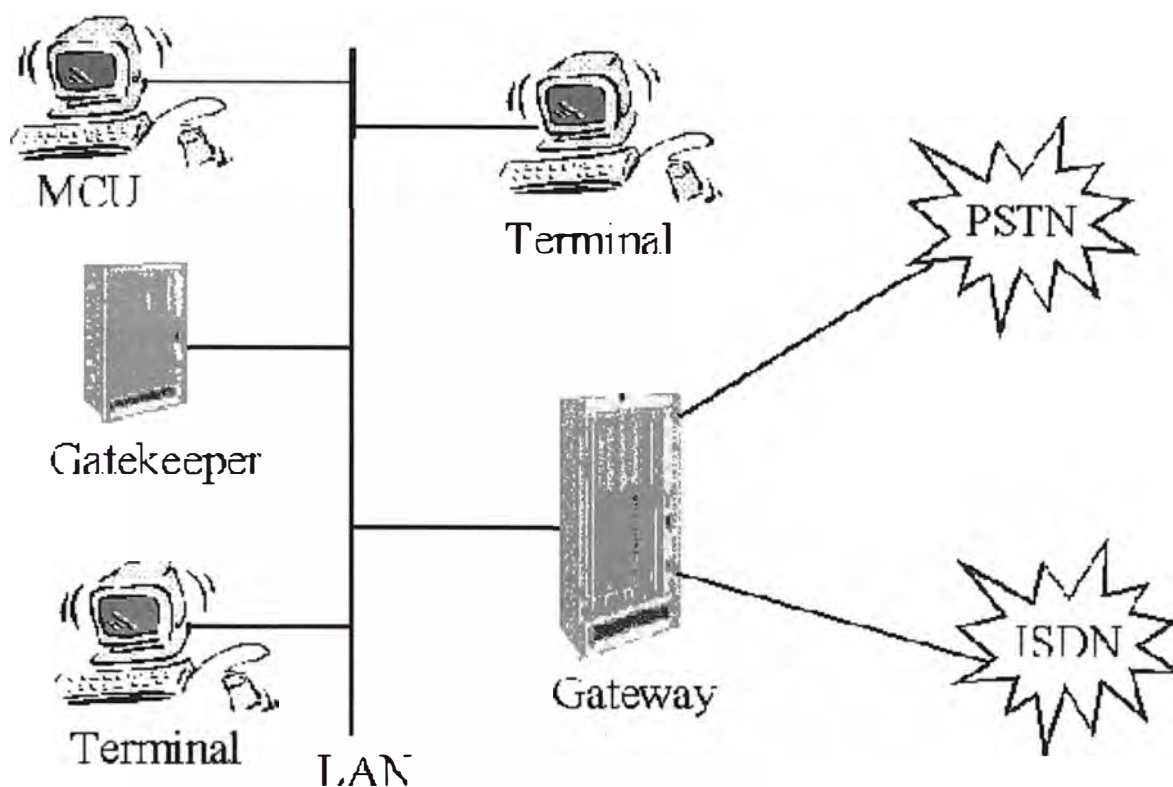


Figura 3.1. Interacción de los componentes H.323

El establecimiento y el mantenimiento de conexiones H.323 se realiza sobre los protocolos TCP o UDP:

- Q.931 sobre TCP que se realiza a través del conocido puerto 1720 para negociar el puerto de conexión del protocolo 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.

3.1.2 Pila de Protocolos del H.323. La Figura 3.2 muestra la pila de protocolos del estándar H.323. Los paquetes de audio, video y registro usan como protocolo de transporte al protocolo no confiable UDP (User Datagram Protocol). Excepto por el protocolo T.120, que es usado para la definición de conferencias de datos, los demás protocolos se estudian más adelante.

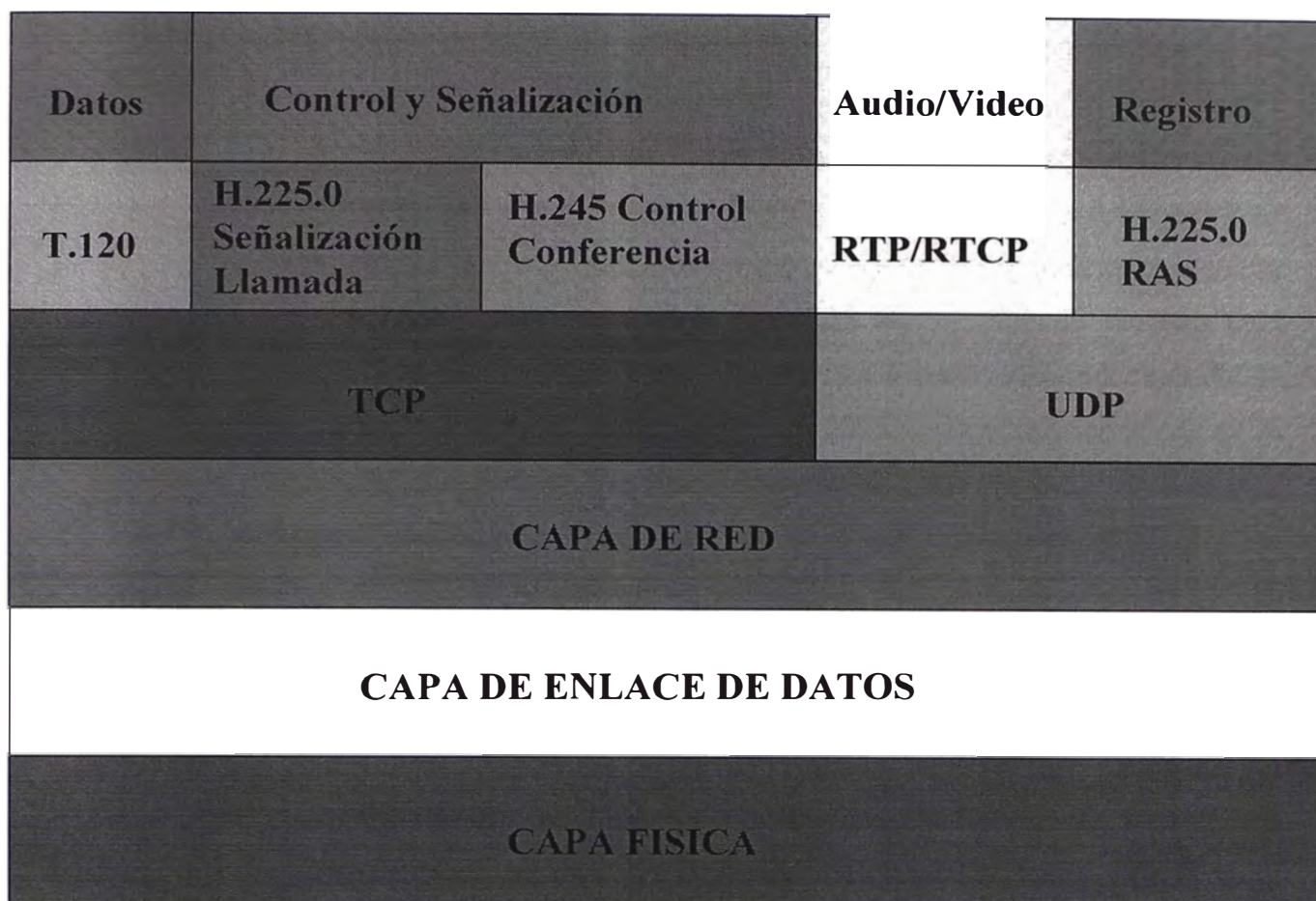


Figura 3.2. Pila de Protocolos de H.323

3.1.3 Control y Señalización en H.323.

H.323 provee tres protocolos de control: señalización de llamada H.225.0/Q.931, RAS H.225.0 y control de medios H.245.

H.225/Q.931 es usado en conjunto con H.323 y provee la señalización para el control de la llamada. Para establecer una llamada desde el terminal origen hasta el del destino, el RAS (registro, admisión y señalización) del H.225 es usado. Después que la llamada ha sido establecida, el H.245 es usado para negociar la transmisión de medios.

a. RAS H.225. El canal RAS es usado para la comunicación entre los terminales y el gatekeeper. Los procedimientos definidos por el canal RAS son:

- **Descubrimiento del Gatekeeper.** Este es el proceso que un terminal usa para determinar con cuál de los gatekeeper se irá a registrar. El terminal normalmente difunde un mensaje GRQ (Gatekeeper Request)

preguntando por su gatekeeper. Uno o mas gatekeepers puede responder con el mensaje de confirmación del Gatekeeper GCF (Gatekeeper Confirmation) con el que se muestran como disponibles para atender al terminal. La respuesta incluye la dirección de transporte del canal RAS del gatekeeper. Los gatekeepers que no estén disponibles para registrar al terminal se lo harán saber enviando un mensaje de rechazo GRJ (Gatekeeper Reject). Si más de un gatekeeper responde con GCF, entonces el terminal puede escoger el gatekeeper y registrarse con él. Si ningún gatekeeper responde dentro de un intervalo de tiempo determinado, el terminal puede retransmitir el mensaje GRQ.

- **Registro de los terminales.** Este es el proceso por el que un terminal se asocia a una zona e informa al gatekeeper sus direcciones de transporte y alias. Todos los terminales usualmente se registran con el gatekeeper que fue identificado a través del proceso de descubrimiento. Un terminal debe enviar un mensaje Solicitud de Registro RRQ (Registration Request) a un gatekeeper. Este es enviado a la dirección de transporte del canal RAS del gatekeeper. El terminal tiene la dirección de red del gatekeeper desde el procedimiento de descubrimiento del gatekeeper y usa el muy conocido identificador TSAP del canal RAS. El gatekeeper debe responder ya sea con un mensaje de Confirmación de Registro RCF (Registration Confirmation) o con un mensaje de Rechazo de Registro RRJ (Registration Reject). El gatekeeper debe asegurar que cada dirección alias se traduzca únicamente en una simple dirección de transporte. Un terminal puede cancelar su registro enviando un URQ (Unregister Request) al gatekeeper. El gatekeeper debe responder con mensaje de confirmación de cancelación de registro UCF (Unregister Confirmation).
- **Localización de los terminales.** Un terminal o gatekeeper que tiene la dirección alias de un terminal y que desea obtener la información de contacto envía el mensaje de petición de localización LRQ (Location Request). El gatekeeper con el que el terminal requerido es registrado

debe responder con el mensaje de confirmación de localización LCF (Location Confirmation) conteniendo la información de contacto del terminal o de su gatekeeper. Todos los gatekeepers con los que el terminal requerido no está registrado deben retornar el mensaje de rechazo de localización LRJ (Location Request) si es que ellos recibieron el LRQ en el canal RAS.

- **Admisiones, cambio de ancho de banda, estado y liberación.** El canal RAS es también usado para la transmisión de mensajes de Admisiones, cambio de ancho de banda, estado y liberación. Estos mensajes son intercambiados entre un terminal y un gatekeeper y son usados para proveer funciones de control de admisiones y administración del ancho de banda. El mensaje de requerimiento de admisiones ARQ (Admissions Request) especifica el ancho de banda de la llamada requerida. El gatekeeper puede reducir el ancho de banda de la llamada requerida con el mensaje Confirmación de Admisiones ACF (Admissions Confirm). Un terminal o gatekeeper puede intentar modificar el ancho de banda de la llamada durante la llamada usando el mensaje de requerimiento de cambio de ancho de banda BRQ (Bandwidth Change Request).

b. Señalización de la llamada con H.225.0. El canal de señalización de la llamada es usado para llevar los mensajes de control del protocolo H.225. En redes que no existe ningún gatekeeper, los mensajes de señalización de llamadas son pasados directamente entre el terminal que llama y el llamado usando Direcciones de Transporte de Señalización de Llamada. Se asume que el terminal que llama conoce la Dirección de Transporte de Señalización de Llamada del terminal llamado y así se puede comunicar directamente. En redes que sí tienen el gatekeeper, el intercambio de mensajes de admisión inicial toma lugar entre el terminal que llama y el gatekeeper usando la dirección de transporte del canal RAS del gatekeeper. La señalización de la llamada es hecha sobre el canal confiable TCP.

- **Enrutamiento del canal de Señalización de Llamada.** Los mensajes de Señalización de Llamadas pueden ser pasados de dos maneras. La primera manera es Señalización de la llamada enrutada del gatekeeper donde los mensajes de señalización de la llamada son enrutados a través del gatekeeper entre los terminales. La otra alternativa es Señalización Directa de la Llamada de terminales donde los mensajes de señalización son pasados directamente entre los terminales. Los mensajes de admisión son intercambiados con el gatekeeper sobre el canal RAS, seguidos por un intercambio de mensajes de señalización en el Canal de Señalización de la Llamada el que a su vez es seguido por el establecimiento del canal de control H.245.
 - **Enrutamiento del Canal de Control.** Cuando la señalización de la llamada enrutada del gatekeeper es usada, hay dos métodos para enrutar el canal de control H.245. La primera alternativa es establecer el canal de control H.245 directamente entre los terminales mientras que en el segundo caso, el establecimiento del canal de control H.245 es hecho a través del gatekeeper.
- c. Control de medios y de conferencia H.245.** H.245 es el protocolo de control de medios que el sistema H.323 usa después que la fase de establecimiento de la llamada ha sido concluida. H.245 es usado para negociar y establecer todo los canales de medios llevados por RTP/RTCP. Las funcionalidades ofrecidas por H.245 son:
- **Determinación del maestro y esclavo.** H.245 apunta al Controlador Multipunto (MC) el cual se mantiene como responsable para el control central en casos donde una llamada es extendida a una conferencia.
 - **Capacidad de Intercambio.** H.245 es usado para negociar las características cuando una llamada ha sido establecida. La capacidad de intercambio puede ocurrir en cualquier momento durante la llamada, por lo que se permiten renegociaciones en cualquier momento.

- **Control del Canal de Medios.** Después que los terminales de una conferencia han intercambiado sus características, ellos pueden abrir y cerrar canales lógicos de los medios. Dentro de H.245 los canales de medios son abstraídos como canales lógicos (que sólo son identificadores).
- **Control de Conferencia.** En conferencias, H.245 provee a los terminales información de ellos mismos y establece el modelo de flujo de medios entre todos los terminales.

3.1.4 Establecimiento de la llamada en H.323. El procedimiento de establecimiento de una llamada incluye:

- Descubrimiento del gatekeeper el cual podría tomar el manejo del terminal.
- Registro del terminal con su gatekeeper.
- Terminal entra a la fase de establecimiento de la llamada.
- El intercambio de características toma lugar entre los terminales y el gatekeeper.
- La llamada es establecida.
- Cuando el terminal está conectado, éste puede terminar la llamada. La terminación puede también ser hecha por el gatekeeper.

3.2 Estándar SIP

Este es el estándar de la IETF para establecimiento de conexiones VoIP. Es un protocolo de control de la capa de aplicación para creación, modificación y terminación de sesiones con uno o más participantes. La arquitectura de SIP es similar a HTTP (protocolo cliente / servidor). Las solicitudes son generadas por el cliente y enviadas al servidor. El servidor procesa las solicitudes y envía una respuesta al cliente. Una solicitud y su respuesta conforman una transacción. SIP tiene los mensajes INVITE y ACK que definen el proceso de abrir un canal confiable sobre el que los mensajes de control de la llamada pueden pasar. SIP hace las mínimas suposiciones acerca del protocolo de transporte subyacente. Este protocolo provee por sí mismo confiabilidad y no depende de esta característica del TCP. SIP depende del protocolo de Descripción de Sesión (SDP) para transmitir la

negociación para identificación de codificadores. SIP soporta descripciones de sesión que permite a los participantes estar de acuerdo en un juego de tipos de medios compatibles. También soporta movilidad del usuario a través de solicitudes de redirección o vía proxy a la localización actual del usuario.

3.2.1 Servicios. Los servicios que SIP provee incluyen:

a. Localización de Usuarios. Determinación del sistema final a ser usado para la comunicación.

b. Establecimiento de la llamada. Timbrado y establecimiento de los parámetros de la llamada en ambos terminales de la llamada.

c. Disponibilidad del usuario. Determinación del deseo del usuario llamado para aceptar llamadas entrantes.

d. Capacidades del usuario. Determinación de los medios y sus parámetros a ser usados.

Manejo de la llamada. Transferencia y terminación de las llamadas.

3.2.2 Componentes de SIP. El estándar SIP consiste de dos componentes: agentes del usuario y servicios de red.

a. Agentes del usuario. Un agente de usuario es un sistema final actuando en favor del usuario. Hay dos partes: un cliente y un servidor. La porción del cliente es llamada el agente de usuario cliente (UAC) mientras que la porción del servidor es llamada agente de usuario servidor (UAS). El UAC es usado para iniciar una solicitud SIP mientras que el UAS es usado para recibir solicitudes y retornar respuestas en favor del usuario.

b. Servicios de red. Hay tres tipos de servidores dentro de una red. Un servidor de registro recibe actualizaciones concernientes a las localizaciones actualizadas de los usuarios. Un servidor proxy de solicitudes recibidas las

reenvía al servidor siguiente (next-hop server) el cual tiene más información sobre la localización del usuario llamado. Un servidor de redirección de solicitudes recibidas, determina el servidor siguiente (next-hop) y retorna la dirección del siguiente servidor (next-hop) al cliente.

3.2.3 Mensajes SIP. SIP define un gran número de mensajes. Estos mensajes son usados para comunicación entre el cliente y el servidor SIP. Estos mensajes son:

- *INVITE*. Para invitar a un usuario a una llamada.
- *BYE*. Para terminar una conexión entre dos terminales.
- *ACK*. Para intercambio confiable de mensajes de invitación.
- *OPTIONS*. Para conseguir información sobre las capacidades o características de la llamada.
- *REGISTER*. Da información sobre la localización del usuario al servidor de registro SIP.
- *CANCEL*. Para terminar la búsqueda de un usuario.

3.2.4 Modo de Operación SIP. Llamadores y llamados son identificados por direcciones SIP. Cuando se hace una llamada SIP, el que llama necesita primero localizar el servidor apropiado y enviarle una solicitud. El que llama puede alcanzar directamente al llamado o indirectamente a través de servidores de redirección. El campo Call ID en la cabecera del mensaje SIP identifica unívocamente las llamadas. A continuación se explica el modo de operación del estándar SIP.

a. Identificación de Direcciones en SIP. Los servidores SIP son identificados por un URL SIP el que es de la forma sip:username@host. Una dirección SIP puede designar a un individuo o a un grupo entero.

b. Localización de un servidor IP. El cliente puede enviar la solicitud a un servidor proxy SIP o puede enviarla directamente a la dirección IP y puerto correspondientes al identificador de solicitudes uniforme URI (Uniform Request Identifier).

c. Transacción SIP. Una vez que el host de la solicitud URI identificó a un servidor SIP, el cliente puede enviar solicitudes a ese servidor. Una solicitud junto con las respuestas conforman una transacción SIP. Las solicitudes pueden ser enviadas a través del protocolo confiable TCP o del protocolo no confiable UDP.

d. Invitación SIP. Una satisfactoria invitación consiste de dos solicitudes: un INVITE seguido de un ACK. La solicitud INVITE pregunta al llamado unirse a una conferencia particular o establecer una conversación de dos participantes. Después que el llamado haya aceptado participar en la llamada, el que llama confirma esta aceptación recibiendo el mensaje ACK. La solicitud INVITE contiene una descripción de sesión que provee a la parte llamada con suficiente información para unirse a la sesión. Si el llamado desea aceptar la llamada, este responde a la invitación retornando una descripción de sesión similar.

e. Localización de un Usuario. La persona llamada puede cambiar su localización con el tiempo. Estas localizaciones pueden ser dinámicamente registradas con el servidor SIP. Cuando el servidor SIP es consultado sobre la localización del que se desea llamar, retorna una lista de las posibles localizaciones. Un servidor de localizaciones en un sistema SIP realmente es el que genera la lista y se la pasa al servidor SIP.

f. Cambio de una Sesión Existente. Algunas veces se necesita cambiar los parámetros de una sesión existente. Esto es hecho reenviando el mensaje INVITE con el mismo *Call ID* pero con un nuevo cuerpo que contendrá la nueva información.

3.2.5 Ejemplo de Operación SIP. A continuación se presenta como ejemplo de la operación SIP el caso en que un participante invita a un cliente a una llamada. Un cliente SIP crea un mensaje INVITE para `luisenrique@power.com`, el que es normalmente enviado a un servidor proxy. Este servidor proxy intenta obtener la dirección IP del servidor SIP que administra las solicitudes del dominio requerido. El servidor proxy consulta al Servidor de Localización para determinar el servidor

siguiente (next-hop). El servidor de localización es un no-SIP que guarda información sobre los servidores siguientes (next-hop) para diferentes usuarios. Al obtener la dirección IP del servidor siguiente (next-hop), el servidor proxy reenvía el mensaje INVITE al servidor siguiente (next-hop). Después que el servidor agente del usuario (UAS) ha sido alcanzado, se envía una respuesta de regreso al servidor proxy. El servidor proxy a su vez envía de regreso una respuesta al cliente. El cliente entonces confirma que ha recibido la respuesta enviando un ACK. El intercambio de mensajes es mostrado en la Figura 3.3.

En este caso, se ha asumido que la solicitud INVITE del cliente fue derivada al servidor proxy. Sin embargo, si hubiese sido derivada al servidor de redirección, éste retornaría la dirección IP del servidor siguiente (next-hop) al cliente. El cliente entonces se comunica directamente con el UAS.

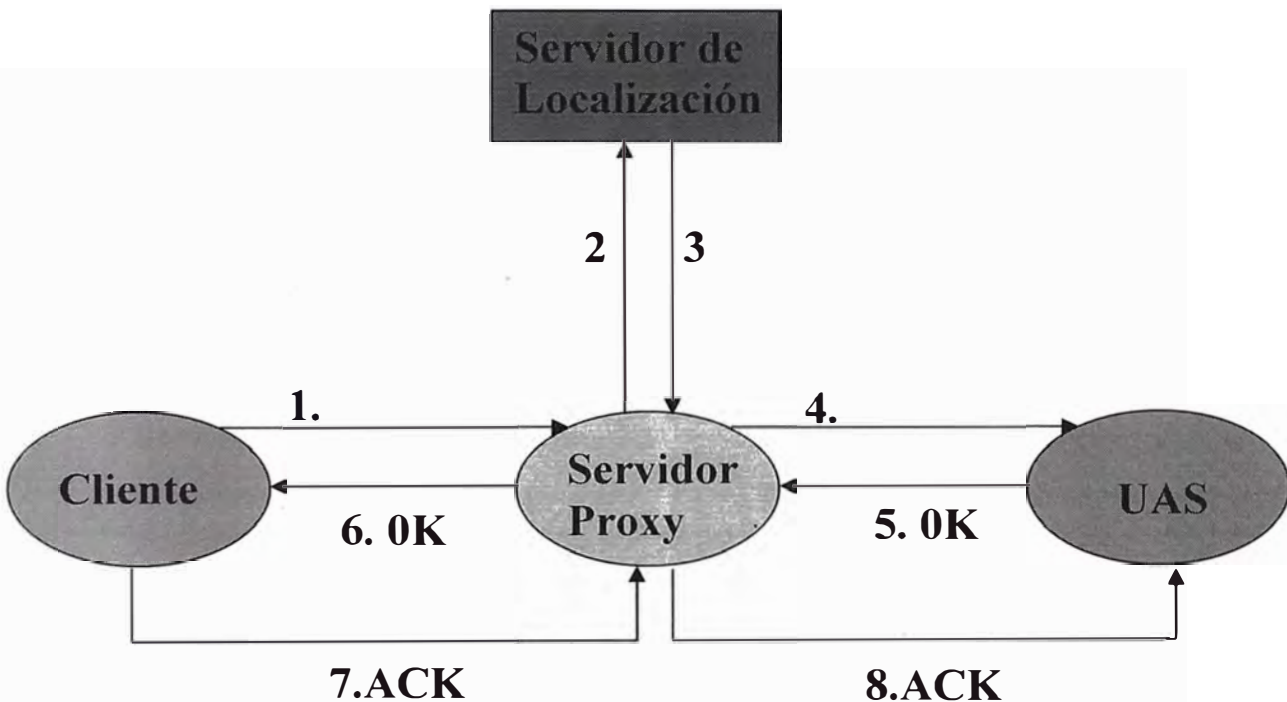


Figura 3.3. Ejemplo de Operación SIP

3.3. Comparación entre los estándares H.323 y SIP.

Los que proponen SIP claman que dado que H.323 fue diseñado pensando en señalización ATM y RDSI, H.323 no está bien diseñado para controlar sistemas de voz sobre IP. Ellos dicen que H.323 es inherentemente complejo, tiene *overheads* y por tanto es ineficiente

para VoIP. También mencionan que H.323 carece de la extensibilidad requerida del protocolo de señalización para VoIP. Como SIP ha sido diseñado manteniendo a Internet en mente, se evitan la complejidad y problemas de extensibilidad. SIP reutiliza la mayoría de los campos cabecera, reglas de codificación, códigos de errores y mecanismos de autenticación de HTTP. H.323 define cientos de elementos mientras que SIP tiene sólo 37 cabeceras, cada una con un pequeño número de valores y parámetros. H.323 usa una representación binaria para sus mensajes, la cual está basada en ASN.1 mientras que SIP codifica sus mensajes como texto similar a HTTP. H.323 no es muy escalable ya que fue diseñado para usarse en una LAN y así aparecen problemas al escalar aunque en versiones nuevas se sugieran técnicas para resolverlos. H.323 es también limitada en la detección del loop en búsquedas complejas en múltiples dominios. Esto puede hacerse en forma alternativa grabando los mensajes pero esta técnica no es muy escalable. De otro lado, SIP usa un método de detección de loop revisando la historia de los mensajes en los campos cabeceras. La ventaja de SIP es que está respaldada por IETF, uno de las organizaciones de estándares más importantes mientras que H.323 tiene una gran parte del mercado copado.

La Tabla N° 3.1 presenta las diferencias entre ambos estándares:

Tabla N° 3.1. Comparación entre H.323 y SIP

H.323	SIP
Protocolo complejo	Comparativamente mas simple
Representación binaria de sus mensajes	Representación textual
Requiere compatibilidad hacia atrás	No requiere compatibilidad hacia atrás
No es muy modular	Es muy modular
No es muy escalable	Altamente escalable
Señalización compleja	Señalización simple
Gran porción del mercado	Respaldado por el IETF
Cientos de elementos	Sólo 37 cabeceras
Detección de loop es difícil	Detección de loop es más fácil

3.4. Protocolos de Soporte

SIP trabaja en conjunto con RSVP (Resource Reservation Protocol), RTP/RTCP (Real time Transport Protocol), RTSP (Real time Streaming Protocol), SAP (Session

Announcement Protocol) y SDP (Session Description Protocol). RTP/RTCP es usado para transporte de datos en tiempo real, RSVP para reservación de recursos, RTSP para entregas controladas de flujos, SAP para sesiones de anuncio multimedia y SDP para describir sesiones multimedia. H.323 también trabaja en conjunto con RTP y RTCP (Real-time Control Protocol). Los actuales gateways de voz usualmente están compuestos de dos partes: el gateway de señalización y el gateway de medios. El gateway de señalización se comunica con el gateway de medios usando MGCP (Media Gateway Access Protocol). MGCP puede interoperar tanto con SIP como con H.323. La Figura 3.4 muestra los protocolos de señalización y transporte requeridos para entrega de voz sobre IP:

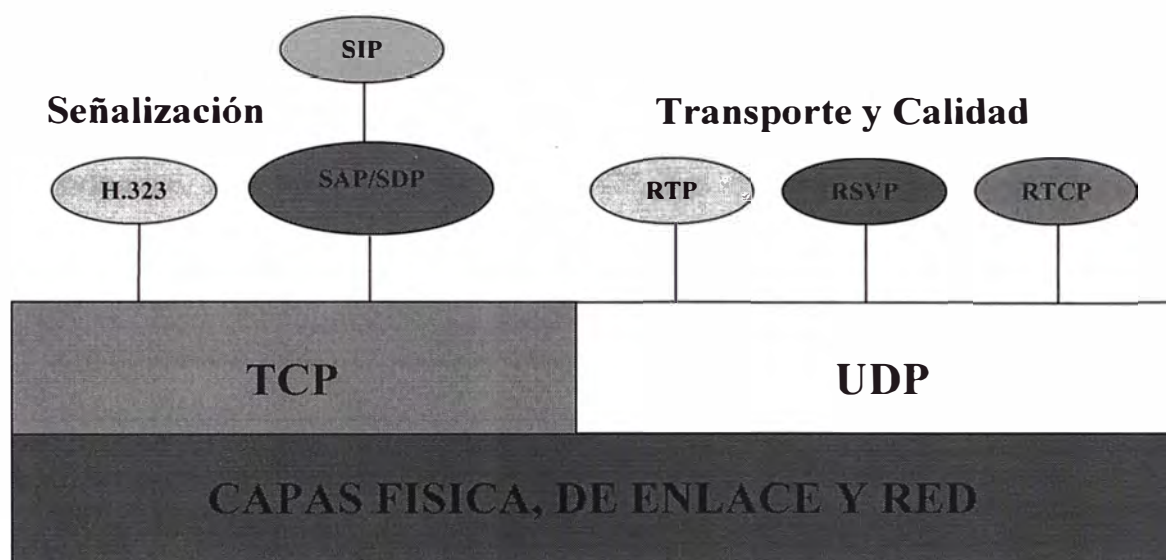


Figura 3.4 Protocolos de Señalización SIP y H.323 con algunos de sus protocolos de soporte

3.4.1 Media Gateway Control Protocol (MGCP). Este protocolo define la comunicación entre elementos de control de llamada (Agentes de Control) y gateways de telefonía. Los agentes de llamadas son también conocidos como Controladores de Gateway de Medios. Este es un protocolo de control que permite a un coordinador central monitorear los eventos en teléfonos y gateways IP e instruirlos para enviar los medios a específicas direcciones. Este es el resultado de la unión de Simple Gateway Control Protocol y Internet Protocol Device Control. La inteligencia del control de llamada está localizada fuera de los gateways y es manejada por elementos externos de control de llamada, el Agente de llamada.

MGCP asume que esos elementos de control de llamada o Agentes de Llamada se sincronizarán entre sí para enviar comandos coherentes a los gateways que estén bajo su control. Este es un protocolo maestro / esclavo, donde se espera que los gateways ejecuten comandos enviados por los Agentes de Llamadas. Este ha introducido los conceptos de conexiones y terminales para establecer caminos de voz entre dos participantes, y los conceptos de eventos y señales para establecer y concluir llamadas. Dado que el principal énfasis de MGCP es la simplicidad y confiabilidad, permite que las dificultades de programación sean concentradas en Agentes de Llamadas, así se habilitará a los proveedores de servicios a desarrollar sistemas de acceso local confiables y baratos.

a. Terminales y Conexiones. Los terminales son las fuentes de los datos. Un ejemplo puede ser una interfaz en un gateway que termina una conexión principal conectada a un switch PSTN. Las conexiones pueden ser punto a punto o multipunto. Una conexión puede ser una asociación entre dos terminales (punto a punto) o una asociación entre múltiples terminales (multipunto). Una vez que la asociación está establecida, la transferencia de datos puede tomar lugar. Las conexiones pueden ser establecidas sobre un número de redes base como TCP/IP, ATM etc.

b. Eventos y Señales. Un agente de llamada puede requerir ser notificado sobre ciertos eventos que ocurren en un terminal, como *descolgado*, *colgado* o *dígitos marcándose* y pueden solicitar que una cierta señal sea aplicada a un terminal como tono de marcado, tono de ocupado o timbrado. Eventos y señales son agrupados en paquetes que son soportados por un tipo particular de terminal, por ejemplo un paquete puede soportar a cierto grupo de eventos y señales para líneas de acceso analógicas.

c. Creación de Conexiones. Las conexiones son creadas en el agente de llamada en cada terminal que estará involucrado en la llamada. Cuando dos terminales son localizados en gateways que son administrados por el mismo agente de llamada, la creación es hecha por medio de los tres siguientes pasos:

- El Agente de llamada pide al primer gateway crear una conexión en el primer terminal. La respuesta enviada por el gateway incluye una descripción de sesión que contiene información pertinente requerida por terceras partes para poder enviar paquetes a la nueva conexión que ha sido creada.
- El Agente de llamada entonces envía la descripción de sesión del primer gateway al segundo gateway y le pide crear una conexión en el segundo terminal. El segundo gateway responde enviando su propia descripción de sesión.
- El Agente de llamada usa un comando de modificación de conexión para proveer esta segunda descripción de sesión al primer terminal. Ahora la comunicación puede ocurrir en ambas direcciones.

d. Comandos. El MGCP implementa la interfaz de control del gateway de medios como un juego de transacciones. Las transacciones son compuestas de un comando y una respuesta obligatoria. Hay ocho tipos de comandos:

- *CreateConnection*. Este comando es usado para atachar un terminal a una dirección y puerto específicos IP. Para crear una conexión, la solicitud *CreateConnection* es requerida también por el terminal remoto. Si la solicitud es satisfactoriamente reconocida por el gateway, un *ConnectionId* es retornado el que será usado para identificar unívocamente a la conexión.
- *ModifyConnection*. Este comando es usado por el agente de llamada para modificar los parámetros de una conexión activa. El *ConnectionId* es pasado para identificar la conexión.
- *DeleteConnection*. Este comando es usado ya sea por un agente de llamada o por el gateway para eliminar una conexión existente. La respuesta incluye una lista de parámetros sobre el estado de la conexión.

- *NotificationRequest*. Si un agente de llamada desea ser informado sobre la ocurrencia de eventos especificados en un terminal, entonces éste puede enviar su requerimiento al gateway. Los eventos pueden ser: transición de descolgado, flash-hook, detección de tono de continuidad, etc. Una notificación puede ser requerida por un evento de detección de tono de continuidad en el gateway.
- *Notify*. La respuesta a NotificationRequest es enviada por el gateway por medio del comando Notify. El comando de notificación incluye una lista de eventos que el gateway observará.
- *AuditEndpoint*. Este comando es usado por el agente de llamada para conseguir los detalles sobre el estado de un terminal o varios terminales y la respuesta del gateway que contiene la información requerida.
- *AuditConnection*. Para obtener información para una conexión específica de un terminal, el agente de llamada usa este comando. La conexión es identificada por el ConnectionId y la respuesta del gateway que contiene la información requerida.
- *RestartInProgress*. Este comando es usado por el gateway para indicar que un terminal o un conjunto de terminales han entrado o salido de servicio. Este comando también incluye un parámetro que indica el tipo de reinicio (natural, forzado o retardado).

3.4.2 RTP and RTCP (Real-time Transport Protocol and Real-time Control Protocol). RTP soporta la transferencia de medios en tiempo real (audio y video) sobre redes de conmutación de paquetes. Este protocolo es usado por SIP y H.323. El protocolo de transporte debe permitir al receptor detectar pérdidas en paquetes y también proveer información de tiempos tal que el receptor puede correctamente compensar el retardo de jitter. La cabecera RTP contiene información que usa el receptor para reconstruir los medios y también contiene información que especifica

como flujos de bits codificados son divididos en paquetes. RTP no reserva recursos en la red sino que provee información de tal modo que el receptor pueda recuperar en presencia de pérdidas y de retardo por jitter.

a. Funciones de RTP. Las funciones provistas por RTP incluyen:

- *Numeración Secuencial.* El número de secuencia en el paquete RTP es usado para detección de paquetes perdidos.
- *Identificación de carga.* En Internet, es frecuentemente requerido para cambiar la codificación de los medios en forma dinámica para ajustar la disponibilidad del ancho de banda. Para proveer esta funcionalidad, un identificador de carga es incluido en cada paquete RTP para describir la codificación del medio transmitido.
- *Identificación de marco.* Video y audio son enviados en unidades lógicas llamadas marcos. Para indicar el principio y final del marco, un bit indicador del marco ha sido provisto.
- *Identificación de fuente.* En una conferencia se tienen varios participantes. Así un identificador es requerido para determinar el originador del marco. Para esto el identificador de sincronización de fuente (SSRC) ha sido provisto.
- *Sincronización intramedios:* Para compensar los diferentes retardos jitter de los paquetes dentro del mismo flujo, RTP provee marcas de tiempo o *timestamps* las que son necesitadas para ejecutar los paquetes en los buffers.

b. Servicios adicionales de RTCP. RTCP es un protocolo de control y trabaja en conjunto con RTP. En una sesión RTP, los participantes periódicamente envían paquetes RTCP para obtener información útil sobre QoS, etc. Los servicios adicionales que RTCP provee a los participantes son:

- **Información de retroalimentación de QoS.** RTCP es usado para reportar la calidad de servicio. La información provista incluye un número de paquetes perdidos, tiempo de ida y vuelta, y jitter. Esta información es utilizada por las fuentes para ajustar sus tasas de datos.
- **Control de Sesión.** Para el uso de paquetes BYE, RTCP permite a los participantes indicar que ellos están dejando la sesión.
- **Identificación.** Identidad como dirección de correo electrónico, nombre y número de teléfono es incluida en los paquetes RTCP de tal modo que los usuarios pueden conocer la identidad de los otros usuarios para esa sesión.
- **Sincronización entre medios.** Aún así el video y el audio son normalmente enviados sobre diferentes flujos, se necesita sincronizarlos en el receptor de tal modo que se puedan ejecutar juntos con coherencia. RTCP provee la información que es requerida para sincronización de flujos.

3.4.3 Real-Time Streaming Protocol (RTSP). RTSP, protocolo de flujos en tiempo real, es un protocolo cliente/servidor que provee control sobre la entrega de flujos de medios en tiempo real. Provee funcionalidades para flujos de audio y video como pausa, adelanto, retroceso y posicionamiento deseado. Provee los medios para escoger los canales de distribución (como UDP y TCP), y mecanismos de distribución basados en RTP. RTSP establece y controla flujos continuos de audio y video entre los servidores de medios y los clientes. Un servidor de medios provee servicios de ejecución y grabación de los flujos de medios mientras que un cliente requiere datos continuos de audio o video desde el servidor de medios. RTSP actúa como el '*control remoto de red*' entre el servidor y el cliente.

a. Funciones de RTSP. Soporta las siguientes operaciones:

- **Obtención de medios desde el servidor de medios.** El cliente puede requerir una descripción de presentación, y pedir al servidor que establezca una sesión para enviar los datos requeridos. El servidor puede enviar la presentación a una conferencia o solamente al cliente que lo solicita.
- **Invitación de un servidor de medios a una conferencia.** El servidor de medios puede ser invitado a la conferencia para ejecutar medios o grabar una presentación.
- **Adición de medios de una presentación existente.** El servidor o el cliente pueden notificarse entre sí sobre los medios adicionales que estén disponibles.

b. Características de RTSP. Entre las características de RTSP se mencionan las siguientes:

- RTSP es un protocolo de nivel de aplicación con sintaxis y operaciones similares a HTTP, pero trabaja con audio y video. Usa URLs como los existentes en HTTP.
- Un servidor RTSP necesita mantener estados, usando SETUP, TEARDOWN y otros métodos.
- A diferencia de HTTP, en RTSP tanto servidores como clientes pueden ser requeridos.
- RTSP es implementado en múltiples plataformas de sistemas operativos y permite interoperar entre clientes y servidores de diferentes fabricantes.

3.4.4 Resource Reservation Protocol (RSVP). El retardo de red y la Calidad de Servicio QoS son los factores más críticos en la convergencia de voz y datos. La

solución más prometedora a este problema ha sido desarrollada por el IETF RSVP. RSVP puede priorizar y garantizar latencia para flujos de tráfico IP específicos. RSVP habilita una red conmutada de paquetes para emular a una red mas determinística como la red de circuitos conmutados.

Con el advenimiento de RSVP, VoIP se hace realidad hoy en día. Con RSVP, habilitado, podemos realizar comunicaciones de voz con retardo tolerable en una red de datos. Las solicitudes RSVP generalmente resultarán en recursos siendo reservados en cada nodo a lo largo de la ruta de datos. RSVP solicita recursos en, solamente, una dirección, por lo tanto trata a un emisor como distinto lógicamente que al receptor, aunque el mismo proceso de aplicación puede actuar tanto como emisor como receptor al mismo tiempo. RSVP no es en sí un protocolo de enrutamiento, está diseñado para operar con protocolos actuales y futuros *unicast* y *multicast*. Para acomodar eficientemente requerimientos de grandes grupos, membresías grupales dinámicas y requerimientos diversos de los receptores, RSVP hace a los receptores responsables de solicitar una QoS específica. La QoS solicitada por una aplicación del host receptor es pasada al proceso RSVP local. El protocolo RSVP entonces lleva la solicitud a todos los nodos a lo largo del camino inverso de los datos hasta la fuente de datos. RSVP tiene los siguientes atributos:

- Está orientado a los receptores.
- Soporta comunicaciones unicast y multicast.
- Mantiene el estado en routers y hosts, proporcionando soporte natural para cambios de membresía dinámicos.
- Provee una operación transparente a través de los routers que no lo soportan.

3.4.5 Session Description Protocol (SDP).

SDP está destinado a describir las sesiones multimedios para el propósito de anuncio de la sesión, invitación de la sesión, etc. El propósito de SDP es transportar información sobre los flujos de medios en sesiones multimedios para permitir que los recipientes de una descripción de sesión participen en la sesión. SDP incluye la siguiente información:

- Nombre y propósito de la sesión.

- Dirección y número de puerto.
- Tiempos de inicio y parada.
- Información para recibir dichos medios.
- Información sobre el ancho de banda a ser usado por la conferencia.
- Información de Contacto de la persona responsable de la sesión.

Esta información es transportada en formato de texto simple. Cuando una llamada es establecida usando SIP, el mensaje INVITE contiene un cuerpo SDP describiendo los parámetros de la sesión aceptables para el que llama. La respuesta desde el llamado incluye un cuerpo SDP que describe las propias capacidades del llamado. En general, SDP debe transportar suficiente información para habilitar una sesión y anunciar los recursos a ser usados que los que no participan deben conocer. La información de medios que SDP envía son: tipo de medio (audio o video), protocolo de transporte (RTP, UDP, etc) y formato del medio (video MPEG, video H.263, etc).

3.4.6 Session Announcement Protocol (SAP). Este protocolo es usado para hacer conocidas las conferencias y otras sesiones multicast. El anunciador SAP periódicamente envía un paquete de anuncio a una dirección y puerto multicast conocidos (número de puerto 9875).

Un oyente SAP se entera del alcance multicast usando el protocolo Multicast Scope Zone Announcement Protocol ya que oye en la dirección y puerto conocidos el alcance determinado. No hay mecanismo de reunión - El anunciador SAP no está al tanto de la presencia o ausencia de alguno de los oyentes SAP. Un anuncio SAP es difundido con el mismo alcance que la sesión que se está anunciando, asegurando que los recipientes del anuncio pueden ser también recipientes potenciales de la sesión siendo difundida.

Si una sesión usa direcciones en rangos de alcance administrativos múltiples, es necesario para el anunciador enviar idénticas copias del anuncio a cada rango del alcance administrativo. Múltiples anunciadores pueden anunciar una sesión simple, como una ayuda a la robustez frente a la pérdida de paquetes y falla de uno o mas anunciadores. El período de tiempo entre repeticiones de un anuncio es escogido tal que el ancho de banda total usado por todo los anuncios en un simple grupo SAP permanece bajo un límite previamente configurado. Cada anunciador debe escuchar

los otros anuncios para determinar el número total de sesiones siendo anunciadas en un grupo particular. SAP está dirigido a anunciar la existencia de sesiones de invitación de área amplia (*wide-area-multicast*) de larga vida e involucra un gran retardo de inicio antes que un juego completo de anuncios sea escuchado por un oyente. Para reducir los retardos inherentes en SAP, se recomienda implementar el proceso proxy-caches. Un proxy SAP debe escuchar a todos los grupos SAP en su alcance y mantener una lista actualizada de todas las sesiones anunciadas junto con el tiempo en que cada anuncio fue recibido. SAP también contiene mecanismos para asegurar la integridad de anuncio de sesiones, para autenticación del emisor de un anuncio y para encriptación de tales anuncios.

3.5. Resumen.

En este capítulo, se han presentado los protocolos de señalización H.323 (estándar ITU-T) y SIP (estándar IETF). Se compararon ambos protocolos haciéndose notar que aunque H.323 tiene mayor porción del mercado actualmente, SIP es un mejor protocolo debido a su simplicidad y escalabilidad. También se presentó el protocolo MGCP, el que es un protocolo gateway por el que el Agente de Llamada controla al gateway de señalización. Tanto H.323 como SIP necesitan algunos protocolos de tiempo real que llevan a cabo el verdadero transporte de la voz y video. RTP y RTCP se usan para el transporte y control en tiempo real. RTSP es usado para proveer entrega controlada de flujos de medios. También se revisan algunos protocolos que son requeridos en conjunto con SIP así como dar a conocer la sesión (SAP) y dar una descripción de la sesión (SDP). RSVP es usado para reservar recursos en la red y por lo tanto proveer alguna Calidad de Servicio QoS. En la Tabla N° 3.2 se resumen los protocolos y estándares revisados:

Tabla N° 3.2. Funciones de los principales protocolos y estándares

Protocolo	Descripción
H.323 (estándar ITU-T)	Protocolo principal que provee interoperabilidad
H.225	Provee señalización y registro de llamada.
H.245	Negocia el uso de los canales de medios.
SIP (estándar IETF)	Protocolo que provee Voz sobre IP
MGCP	Protocolo gateway que define la comunicación entre el agente de llamada y el gateway de señalización
RTP	Provee transporte en tiempo real sobre redes de paquetes conmutados
RTCP	Protocolo de control que provee retroalimentación a la aplicación
RSVP	Responsable de proveer QoS reservando recursos
RTSP	Provee control en la distribución de flujos de medios en tiempo real
SDP	Describe la sesión multimedia
SAP	Publica las conferencias/sesiones multicast

CAPÍTULO IV

ARQUITECTURAS Y SOLUCIONES COMERCIALES PARA VOZ SOBRE IP (VOIP): PRINCIPALES FABRICANTES Y PROVEEDORES DE TECNOLOGÍA

Los principales fabricantes y proveedores de tecnología conscientes de la fuerte tendencia del mundo a comunicarse a través de redes de paquetes (IP) participan activamente del desarrollo de las tecnologías de Voz sobre IP con la fabricación de hardware y desarrollo de software especializado, así como servicios de integración. Con el fin de conocer el estado actual de esta tecnología o *state-of-the-art* revisamos los aportes de los principales fabricantes y proveedores, entre estos se encuentran Cisco, 3COM, Vocaltec, Siemens, Lucent, Motorola, IBM, Texas Instruments entre otros y por el lado de servicios de llamadas telefónicas internacionales vía Internet para usuarios finales encontramos la propuesta de Net2Phone y soluciones de mensajería instantánea como MSN Messenger, . Como herramienta de comunicación de voz, video y datos a través de redes IP resalta por su difusión y simplicidad la solución de Microsoft: NetMeeting.

En el presente capítulo se revisan el aporte y ofrecimiento que cada uno de ellos realiza a favor de la creciente tecnología Voz sobre IP.

4.1. Cisco. Arquitectura para e-business AVVID.

Cisco AVVID (Architecture for Voice, Video and Integrated Data), es un marco referencial para la construcción y evolución de redes de clientes que soporten soluciones de negocios en Internet. Provee una estrategia para combinar los negocios con la tecnología dentro de un modelo cohesionado. Cisco AVVID describe elementos de redes para clientes (dispositivos con los que los usuarios ingresan a la red), infraestructura de red (plataformas de red y servicios de red inteligentes), middleware Internet (software y herramientas), integrador de negocios con Internet y soluciones de negocios Internet.

Cisco AVVID comprende de un acercamiento consistente y un juego de mejores prácticas que proveen una base confiable sobre la que se construyen las soluciones de

negocio Internet. Empresas que utilizan infraestructuras Cisco AVVID de punto a punto son altamente ágiles y adaptables, respondiendo fácilmente a las amenazas y oportunidades de las prácticas de negocios.

Uno de los beneficios de Cisco AVVID es el avance tecnológico en soluciones de voz y video. Redes de datos se han beneficiado de los estándares abiertos desde 1980's, mientras que la voz y el video han permanecido básicamente en soluciones propietarias debido a la idiosincrasia y requerimientos demandados en cuanto a tráfico de voz y video. (por ejemplo la necesidad de limitar el jitter y el retardo). Desarrollos en cuanto al procesamiento y estándares de redes ahora permiten a la voz y video ser conducidas a lo largo de una red IP conjuntamente con los datos. Debido a los tremendos ahorros así como nuevas funcionalidades resultantes de la convergencia de voz, video y datos la demanda resultante en la red hace aún más importantes los beneficios de la arquitectura Cisco AVVID como rapidez, confiabilidad, adaptabilidad, interoperabilidad, simplificación, reducción de costos. En la Figura 4.1 se muestran las capas que componen el marco de referencia de Cisco AVVID.

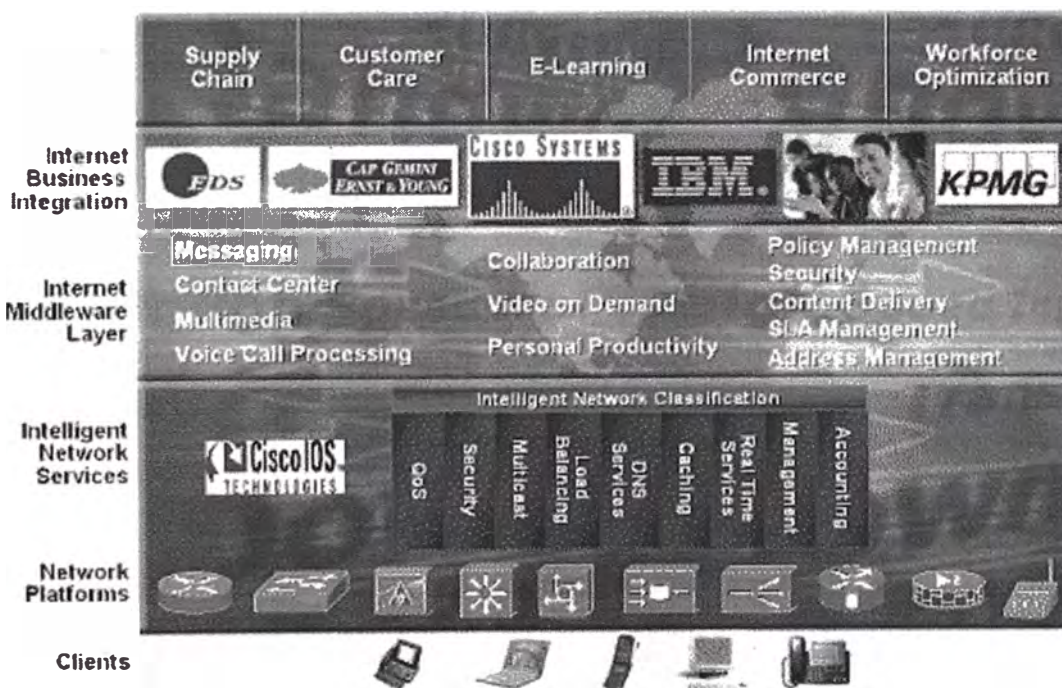


Figura 4.1. Arquitectura Cisco AVVID

4.1.1 Clientes. Empezando por abajo de la Figura 4.1, la capa de Clientes se refiere a la amplia variedad de dispositivos que pueden ser usados para tener acceso a soluciones de negocios de Internet a través de las redes. Estos pueden ser incluso teléfonos, PCs, PDA, etc. Una principal diferencia con la arquitectura tradicional propietaria es que CISCO AVVID está basada en estándares que permiten a una amplia gama de dispositivos ser conectados, incluso los que aún no son usados masivamente. A diferencia de soluciones tradicionales de telefonía y video, los dispositivos de acceso propietario no son necesarios. En vez de ello, la funcionalidad es añadida a través de los servicios de red inteligente provistos en la infraestructura.

4.1.2 Plataformas de Red. La infraestructura de red provee la conexión física y lógica de los dispositivos. Plataformas de red son los switches, routers, gateways y otro equipo que interconecte usuarios y servidores. Las plataformas de red de Cisco son competitivas en cuanto características, rendimiento y precio, pero las principales ventajas son la integración e interacción con otros elementos de la arquitectura Cisco AVVID. Esta capa de Cisco es la base para todas las aplicaciones que serán integradas para solucionar los problemas de negocio.

4.1.3 Servicios de Redes Inteligentes. Los servicios de redes inteligentes provistos por el software que opera en las plataformas de red son el mayor beneficio de una arquitectura de extremo a extremo para desplegar soluciones de negocios Internet. Desde la calidad de servicio (QoS) (priorización) pasando por la seguridad, gestión y administración, los servicios de redes inteligentes reflejan o incorporan las reglas de negocio y políticas de la empresa en el rendimiento de la red. Un consistente juego de servicios de extremo a extremo a través de la red es vital si la infraestructura está basada en la utilidad de la red. Estos servicios consistentes permiten a nuevas aplicaciones de negocio Internet y nuevas iniciativas e-business desarrollarse rápidamente sin necesidad de hacer una reingeniería a la red.

4.1.4 Middleware Internet. La capa middleware Internet es una parte clave de cualquier arquitectura de red, provisionando el software y herramientas para romper las barreras de la complejidad de la nueva tecnología. El software y herramientas en esta capa permiten a los integradores y clientes adecuar su infraestructura de red y

personalizar servicios de redes inteligentes para reunir las necesidades de la aplicación. Esta capa administra los accesos, establecimiento y término de la llamada, seguridad, priorización y administración del ancho de banda y privilegios de usuario. El software, como el de manejo de contacto de clientes, soluciones de mensajería, multimedia y colaboración proveen funcionalidades y una base de comunicación que permite la interacción entre usuarios y una variedad de aplicaciones. Esta capa es la que une las capas de tecnología Internet de Cisco AVVID con las soluciones de negocio Internet.

4.1.5 Integradores de Negocios Internet. Como parte de un sistema abierto es imperativo habilitar a socios de negocios con Cisco AVVID ofreciéndole a ellos las guías para interacciones describiendo un consistente juego de servicios y características que formen una base para muchos tipos de relaciones con los socios de negocios.

4.1.6 Soluciones de Negocios Internet. Los clientes corporativos están desarrollando soluciones de negocios Internet para *reingenierizar* sus organizaciones. Las aplicaciones asociadas con las soluciones de negocios Internet, como Oracle no son provistas por Cisco, pero son habilitadas, aceleradas y distribuidas a través de Cisco AVVID. La capacidad de las compañías para mover sus modelos de negocios tradicionales a modelos de negocios Internet y desplegar soluciones de negocios Internet es vital para su supervivencia.

4.1.7 Telefonía IP con Cisco. En el caso de la telefonía sobre IP, Cisco cuenta con los routers Cisco 2600, Cisco 3600, Cisco 7200 y Access Server 5300, como equipos que permiten la interconexión de la red telefónica a la red de IP (pueden incluir un módulo dedicado que realiza las tareas de gateway), y viceversa. Estos equipos digitalizan, comprimen y empaquetan la voz, lo que permite que en un ancho de banda de 10 Kbps se pueda transportar el equivalente a 64 Kbps de una línea telefónica tradicional con buena calidad. También se pueden realizar comunicaciones vía PC hacia cualquier teléfono del exterior, mediante el software Microsoft Netmeeting conectado a un gateway Cisco.

4.2. 3Com. Arquitectura Total Control.

El sistema de telefonía sobre IP de clase carrier de 3Com se basa en una arquitectura abierta de tres niveles: gateways, gatekeepers y servidores de backend interconectados mediante protocolos abiertos basados en normas. La arquitectura modular de 3Com presenta APIs estándares 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.323. 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.

4.2.1 Los tres niveles de la Arquitectura Total Control.

A continuación se detallan los tres niveles de la arquitectura Total Control de 3Com: Gateway, Gatekeeper y Servidores Backend.

a. 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 de comunicación sea posible entre PCs teléfonos. 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.

b. Gatekeeper de Voz sobre IP. Los gateways se conectan con los gatekeepers de VoIP mediante enlaces estándar H.323, 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.

c. 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.

4.2.2 Plataforma 3Com-CommWorks y Soluciones NBX® para Comunicaciones Multi-site y Call Center.

3Com ha desarrollado la plataforma o arquitectura CommWorks la cual abarca todas las áreas del portafolio de soluciones de 3Com CarrierNetwork Business, reflejando la naturaleza multiservicio de los ofrecimientos de la compañía en cuanto a servicios de datos mejorados, telefonía IP, acceso inalámbrico a datos, y acceso *broadband*. La arquitectura CommWorks da a los proveedores de servicio un camino de migración cohesivo y metódico en el cambio de redes basadas en circuitos a redes ricas en características y eficientes basadas en paquetes IP. La arquitectura incluye una línea completa de productos y servicios para soportar infraestructuras completas basadas en IP. Con interfases abiertas, la arquitectura CommWorks permite a los proveedores de servicio desarrollar rápidamente servicios mejorados diferenciadores para conseguir posiciones de liderazgo en el mercado.

a. Solución Empresarial de Telefonía. En el caso de empresas que van creciendo e incorporando nuevas sucursales y deseen interconectar sus centrales telefónicas con las de las otras sucursales, 3Com ofrece una solución de telefonía sobre IP que permite a todos los sites estar interconectados con una sola plataforma telefónica para la empresa con completo acceso a datos, voz y servicios mejorados reduciendo grandemente los costos de telefonía.

El Sistema de Comunicaciones 3Com® NBX® 100 provee servicios telefónicos completos para organizaciones con oficinas remotas conteniendo hasta 200 usuarios cada una. El NBX 100 ofrece una solución escalable, confiable, fácil de usar, y fácil de administrar.

La solución de telefonía en red 3Com Superstack 3 NBX ofrece servicios de voz mejorados a compañías con oficinas remotas hasta 600 usuarios cada una.

Los beneficios de estas soluciones son que llamadas telefónicas enrutadas en la intranet de la compañía sobre un backbone WAN (Wide Area Network) permitirán ahorrar dinero y aprovechar la inversión hecha en la WAN. En todas las oficinas remotas los usuarios disfrutarán de las mismas características mejoradas del sistema telefónico. Y debido a que la administración esta basada en la Web, puede administrarse el sistema multi-site desde cualquier punto de la red.

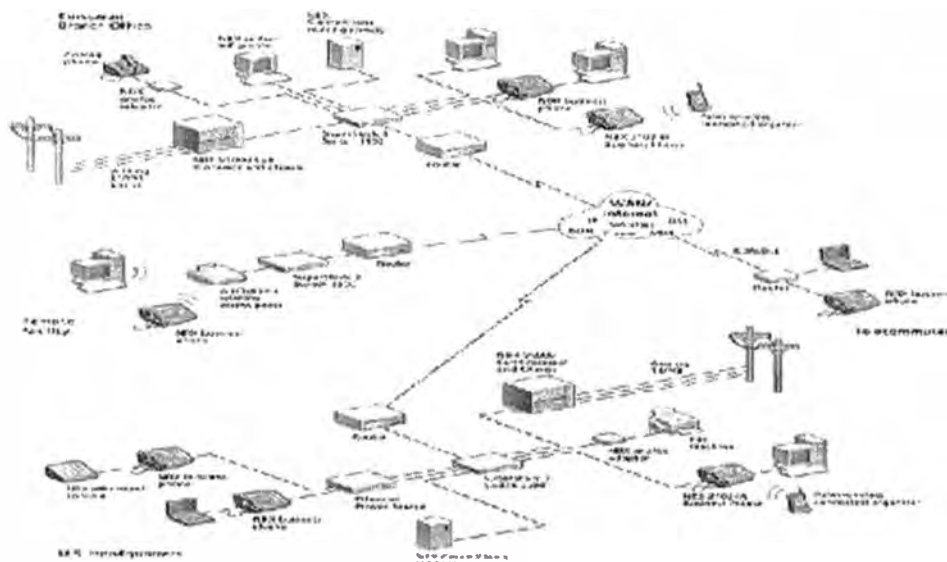


Figura 4.2. Solución Empresarial de Telefonía de 3Com®.

b. Solución Empresarial para un Call Center. Teniendo en cuenta el escenario de un Call Center en el que se han añadido más operadoras para mejorar el servicio, pero aún se siguen recibiendo muchas quejas de los clientes, que dicen que las líneas siempre están ocupadas, o que los dejan esperando mucho tiempo. Las buenas intenciones no pueden cambiar el hecho de que el sistema carece de recursos de administración del flujo de llamadas. Para resolver este problema típico de los Call Centers 3Com ofrece soluciones de acuerdo a la medida de la empresa.

- 3Com® NBX® Call Center ofrece las características, flexibilidad y sofisticación tradicionalmente asociada con sistemas de clase empresarial mucho más caros.
- La solución de telefonía en red 3Com Superstack 3 NBX provee para grandes empresas hasta 25 agentes con todas las características robustas de un Call Center NBX.

- Sistema de Comunicaciones 3Com® NBX® trabaja con el Call Center NBX y provee hasta 25 agentes dinámicos con capacidades avanzadas para un Call Center.

Como resultado beneficioso tenemos la disminución de quejas debido al flujo de llamadas con extensivas herramientas de monitoreo y reportes. Se pueden hacer cambios en tiempo real para prevenir que el sistema se cuelgue habilitando alarmas para que el supervisor o agente tome acción.

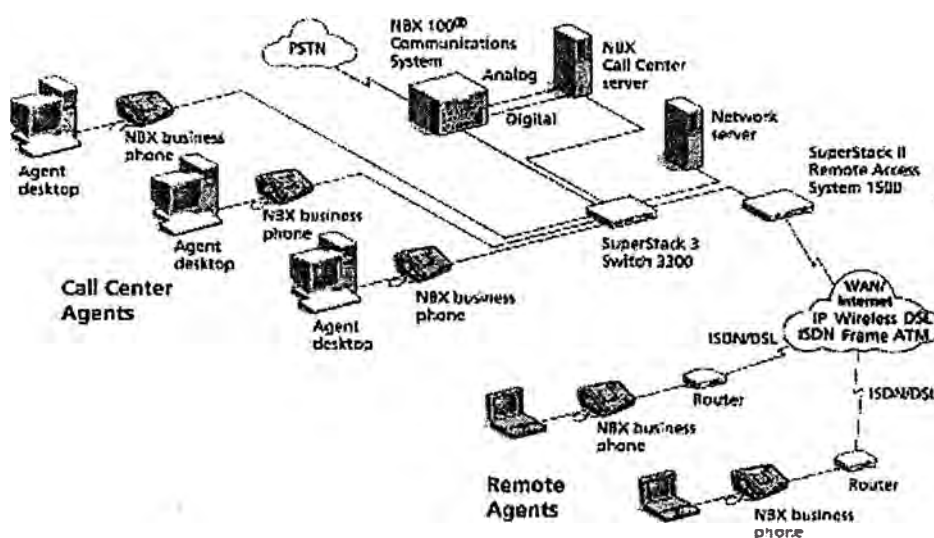


Figura 4.3. Solución Call Center de 3Com®.

c. Solución de Voz sobre IP sobre Cable. 3Com ha desarrollado una solución de Voz sobre IP la cual está basada en el Protocolo de Señalización de Llamada Distribuida (DCS), una variante de señalización de llamada que usa el Protocolo de Iniciación de Sesión (SIP). El protocolo SIP provee una solución de redes flexible y robusta, así como un entorno para la creación, entrega y venta de nuevos y mejorados servicios. Esta solución de Voz sobre IP sobre cable ofrece a los operadores de cable la capacidad de proveer y administrar una buena calidad de servicio (QoS). Cuando los usuarios dependen de la calidad de servicio, como en telefonía, hay un fuerte incentivo para usar servicios mejorados. Al proveer mas servicios y beneficios de valor agregado a

los usuarios se permite a los operadores de cable transicionar desde la suscripción de sus clientes de servicios simples hacia múltiples servicios.

Esta solución usa una plataforma proxy SIP flexible, la cual permite a los operadores de servicio ofrecer voz, multimedia, datos, señalización a través de un mismo backbone de Internet. La solución está basada en la clase-portadora, arquitectura 3-capas CommWorks. Esta arquitectura provee para la interconexión transparente de infraestructuras existentes, como la red PSTN, redes IP y la red de Sistema Señalización 7 (SS7).

4.2.3 Servicios profesionales de VoIP de 3Com para la implementación 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 la implementación y administrar su red.

a. Servicio de integración. 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 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 implementación.

b. 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.

4.2.4 Alianza 3COM-Siemens. Arquitectura 3COM Total Control y Switch Siemens. 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 centralizado.

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 Voz sobre IP. Este acuerdo conjunto de desarrollo entre estas dos compañías los ubica en la vanguardia de la convergencia de redes. 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:

a. Acceso mejorado a Voz sobre 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.

b. 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.

c. 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 Voz sobre 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.

d. 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.

e. 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 en línea de los gastos actuales de servicios, que en consecuencia, puede reducir en un 40 por ciento los costos estimados de aprovisionamiento al cliente de los proveedores de telecomunicaciones.

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, Voz sobre IP y un host para otros servicios adicionales de Internet. 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.

4.3. Vocaltec. Arquitectura Softswitch.

Como antecedente, ha quedado registrado que Vocaltec desde que inició la revolución de la telefonía IP en 1995 logró desarrollar el primer software para PC de VoIP, el primer gateway VoIP, el primer gatekeeper H.323 v2, entre otros logros. Hoy en día, Vocaltec ha creado la arquitectura para Voz sobre IP llamada *Softswitch*.

La arquitectura Vocaltec Softswitch provee interoperabilidad entre equipos y redes VoIP basados en estándares SIP, MGCP y H.323, y la red telefónica conmutada (PSTN).



Figura 4.4. Arquitectura Vocaltec Softswitch.multiprotocolo y multiservicio.

Softswitch es una nueva plataforma multi-protocolo y multi-servicio basada en tecnología de campo probada.

4.3.1 Características. Soporte multiprotocolo para SIP, MGCP y H.323.

- Escalable, desde niveles de entrada de redes simples hasta grandes redes globales.
- Interoperable con el 60% de los puertos VoIP de las portadoras con tráfico hoy en día.
- Provee completa interconectividad con señalización SS7 para integración transparente de redes VoIP y PSTN.
- Basada en estándares de arquitectura abierta, interoperable con equipos y aplicaciones de terceros líderes.
- Provee disponibilidad y confiabilidad a nivel de portadora.

4.3.2 Visión General. La arquitectura Vocaltec Softswitch es una plataforma modular, abierta, basada en estándares que unifica el poder de las probadas y emergentes tecnologías relacionadas a Voz sobre IP, incluyendo SIP, MGCP y H.323.

Consistente de una serie de módulos distribuidos, Softswitch provee una red VoIP robusta, confiable y altamente escalable. La solución incluye, extiende y mejora las capacidades de las redes H.323 actualmente rentables con infraestructura y servicios basados en SIP y MGCP.

La arquitectura flexible junto con las alianzas estratégicas de Vocaltec con otros fabricantes, habilita a proveedores de servicios implementar los servicios a los clientes finales respondiendo rápidamente a los cambios del negocio.

La tecnología Vocaltec es utilizada en mas de 100 países y soporta más de 110 estándares y protocolos PSTN incluyendo mas de 50 variantes nacionales de SS7. Las soluciones de Vocaltec son utilizadas por la empresa portadora de VoIP internacional mas grande del mundo.

4.3.3 Solución completa.

- a. Multiprotocolo.** Softswitch provee completa interoperabilidad entre equipos y redes VoIP basado en estándares SIP, MGCP y H.323, y la PSTN.

b. Múltiples Servicios. Vocaltec con sus alianzas ofrecen servicios generadores de ingresos, tales como: Llamadas internacionales y larga distancia, Voz en VPN, Calling Card, Voz sobre PC, Comercio electrónico mejorado con Voz. Estos servicios y otros más son implementados por portadoras grandes, multinacionales y que son usados por cientos de empresas y millones de usuarios finales.

c. Confiable. Redundancia N+1 es incluida en todos los elementos de red, asegurando que no haya un simple punto de falla y otorgando una confiabilidad de 99.999%. Ciertos módulos tienen múltiples niveles de redundancia, tales como Gateway de señalización SS7.

d. Escalable y Modular. La arquitectura Vocaltec Softswitch está diseñada para crecer. Soporta implementaciones de todos los tamaños, desde puntos pequeños de presencia a grandes redes multinacionales.

e. Ruteo Inteligente de Llamadas. Los mejores mecanismos de ruteo proveen opciones flexibles de acuerdo a los requerimientos de negocios. El ruteo interdominios habilita a los proveedores de servicio seleccionar múltiples puntos de término y opciones de ruteo lo menos costosas a nivel mundial. Un API de ruteo permite a los proveedores de servicio conectar sus propias políticas de ruteo.

f. Administración centralizada. VocalTec NM3900 Network Manager provee administración remota centralizada y segura. Productos con compatibilidad SNMP pueden ser también monitoreados en línea. Información de Calidad de Servicio (QoS) es recolectada para todas las llamadas permitiendo un análisis en tiempo real del rendimiento de la red.

g. Interoperable y basado en estándares. Softswitch soporta las tecnologías críticas actuales; H.323 hoy el estándar de mayor utilización. SIP habilita aplicaciones innovativas y rápida creación de nuevos y mejorados servicios;

MGCP controla gateways de medios de gran escala para alta densidad y bajo precio de puerto.

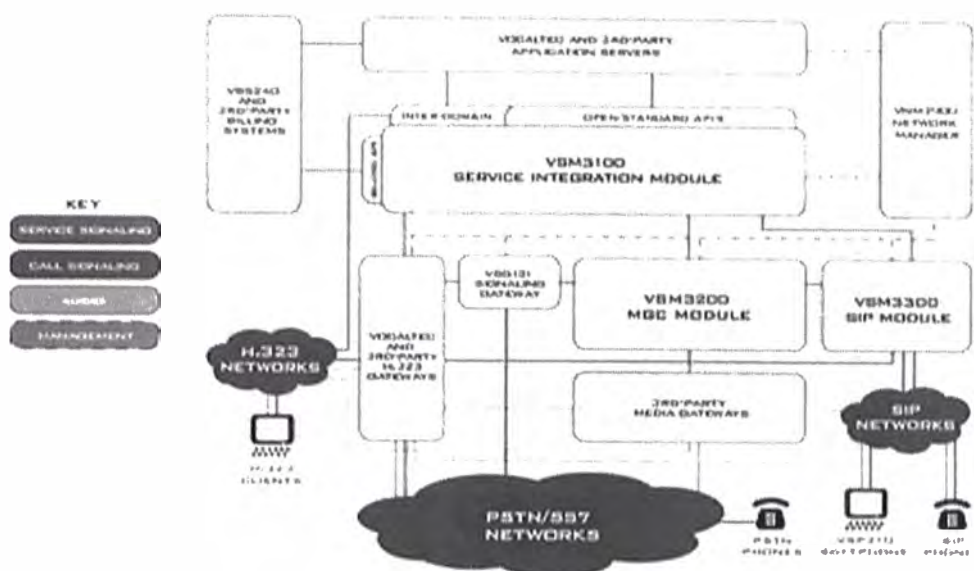


Figura 4.5. Diagrama de la Arquitectura Vocaltec Softswitch.

4.3.4 Componentes de la Solución. VocalTec SM3100. Módulo de Integración de Servicio.

- VocalTec SM3200 Módulo MGC.
- VocalTec SM3300 Módulo SIP.
- VocalTec NM3900 Administrador de Red
- Gateways de Medios de Terceros.
- VocalTec SG131/231 Gateway de Señalización.
- VocalTec Gateways (VGW) 4/8/120 480/2000, gateways H.323 de terceros.
- VocalTec SP310 SoftPhone, clientes SIP de terceros.
- VocalTec BS240 Billing Server y sistemas de facturación de terceros.

4.4. Siemens. Plataforma InterXpress. Con la plataforma InterXpress Siemens provee una solución en el mundo de la telefonía IP a los proveedores de servicio que les permite focalizarse en las necesidades futuras de los usuarios finales y así anticiparse a las

tendencias del mercado , tecnológicas y servicios/aplicaciones siempre con las oportunidades de negocio que se tengan en mente.

InterXpress 2110 no es una solución general para VoIP, sin embargo hay solamente una solución que puede proveer el más alto nivel calidad de voz, confiabilidad y escalabilidad al mismo tiempo. Siemens Atea incorpora probada tecnología Clarent para conseguir estas cualidades. Consecuentemente, el *InterXpress 2110* es una solución de clase mundial con extensivas herramientas de administración de servicios y de manejo de la red.

4.4.1 Componentes. La solución *InterXpress 2110* ofrece tres componentes primarios:

a. Gateway IX2110. Como un gateway de clase-portadora, procesa llamadas de voz, fax y datos para transmisión a lo largo de la red IP y provee una interfaz de voz para los que llaman. El gateway IX2110 interactúa con facturación, autorización, ruteo de llamadas y administración de red en el Command Center IX2110.

b. Command Center IX2110. El Command Center provee inteligencia a las redes de telefonía IX2110. Maneja la facturación, ruteo, administración de llamadas y precios para redes de IX2110 y gateways no IX2110, soportando cientos de miles de llamadas simultáneas. Los datos correspondientes son grabados en un sistema de base de datos estándar comercialmente disponible ofreciendo un completo juego de opciones en términos de escalabilidad, confiabilidad y seguridad.

c. Base de Datos con ODBC. La base de datos con soporte para ODBC (por ejemplo Oracle, IBM DB2, etc) almacena toda la información de la cuenta, datos de facturación y configuración del sistema. Como toda la información relevante reside en una base de datos centralizada, los proveedores de servicio pueden fácilmente añadir gateways y nuevos usuarios, modificar tablas de precios, reconfigurar tablas de ruteo y llevar acabo otras funciones administrativas con las herramientas convenientes con interfases de usuario gráficas y fáciles de usar (basadas en web).

4.4.2 Principales beneficios: Superior calidad de voz.

- Arquitectura de red escalable.
- Soporte completo a la facturación.
- Protocolos de señalización avanzados.
- Operación tolerante a fallas.
- Ruteo de llamadas dinámico.
- Conectividad a nivel mundial.

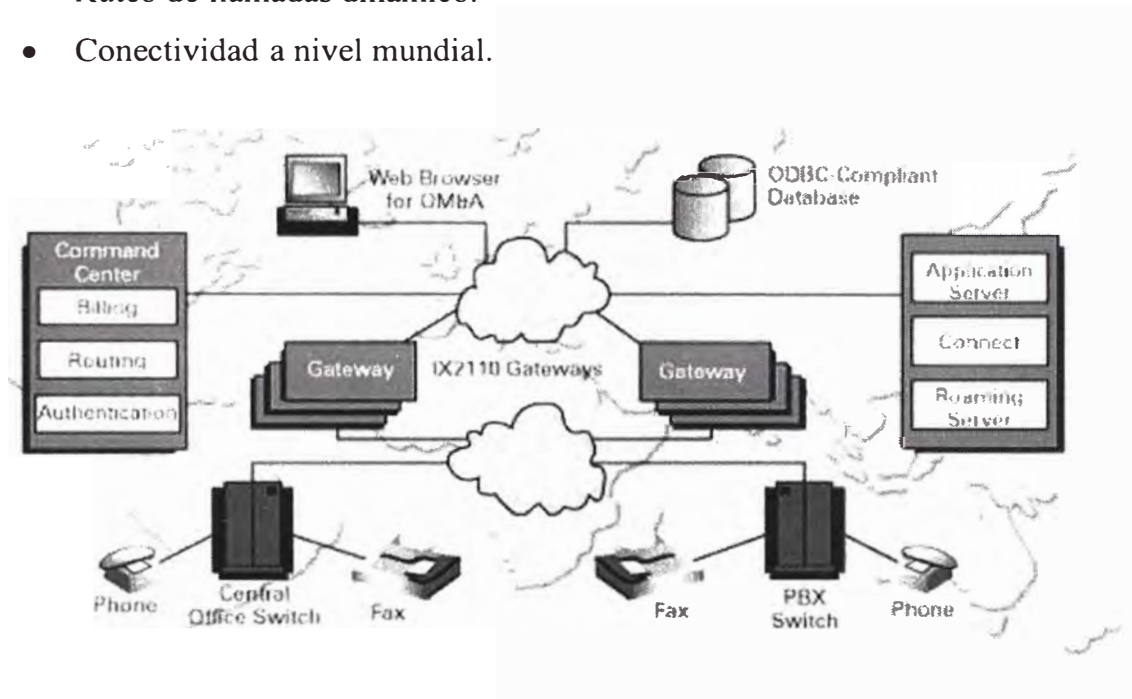


Figura 4.6. Plataforma Siemens InterXpress IX2110

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



4.5. Lucent Technologies.

Las soluciones de Lucent Technologies MultiVoice VoIP están basadas en los galardonados Lucent Technologies Universal Gateways MAX 6000, MAX TNT y APX 8000. Estos Universal Gateways permiten a los proveedores de servicios dirigirse a todos los segmentos del mercado, consumidores, empresas empleando servicios generadores de ingresos y aplicaciones en una red IP.

Las características de MultiVoice VoIP son más de 100 y actualmente soporta H.323 e IPDC con futuro soporte protocolos de control SIP y H.248 en entornos SS7 y entornos no-SS7.

La línea de productos de VoIP de Lucent ofrece a los proveedores de servicio las más altas características de la industria, entre ellas: congestión de datos, acceso a PRI, aplicaciones de mensajería unificada, conferencias y comunicaciones PC a Teléfono.

4.6. Motorola. Chips para la compresión y descompresión de voz.

Motorola participa activamente del desarrollo de la tecnología Voz sobre IP. En el caso del mejoramiento de la calidad de servicio Motorola desarrolla chipsets DSPs Vocoders para la compresión de voz usando algoritmos G.711, G.726, G.723.

4.7. Arbinet-the xchange. Servicio en línea de terminación de llamadas a PSTN para carriers de Voz sobre IP.

La empresa Arbinet-the exchange, ha implementado, con la Plataforma 3Comm Commworks®, un sistema de terminación de llamadas de voz hacia la red pública de telefonía conmutada (PSTN) alrededor del mundo. Los proveedores de servicio (carriers) usando la plataforma de telefonía IP 3Comm Commworks ahora pueden usar Arbinet-the exchange para conectar el mundo IP y las redes de circuitos conmutados ganando acceso a un mercado competitivo para la terminación y establecimiento del tráfico de Voz sobre IP.

Para proveedores de servicio, la asociación con Arbinet-the xchange es crítica para expandir las operaciones y ganar mayor participación en mercados emergentes como servicios asociados a Voz sobre IP. Un proveedor de servicio sólo necesita una interconexión al sistema automatizado central de Arbinet-the xchange para acceder al servicio completo y a demanda de terminación de llamadas alrededor del mundo. Esta nueva forma de hacer negocios es mas eficiente que el sistema tradicional de múltiples acuerdos bilaterales individuales.

Irfan Ali, vice-presidente senior y gerente general de 3Com Carrier Networks afirma "Con la solución Commworks y las oportunidades de interconexión provistas por Arbinet-the xchange, virtualmente cualquier proveedor de servicio puede establecer una presencia global para servicios de Voz y Fax sobre IP. Proveedores de servicio pueden generar mayores ingresos, expandirse en nuevos negocios, atraer nuevos clientes y retener a los ya existentes".

La arquitectura Arbinet-the exchange opera una plataforma de sistemas de última generación, la cual ha sido diseñada poniendo énfasis en la escalabilidad, rendimiento y confiabilidad. La plataforma de la compañía consiste de tres componentes principales. El núcleo (o engine) de venta en línea, el sistema de soporte a las operaciones y la capa de telefonía conmutada la cual opera junto dinámicamente de acuerdo al enrutamiento del tráfico de los miembros.

La plataforma de switcheo a la PSTN de Arbinet-the xchange es Nortel GSP. La solución 3Com CommWorks de xchange es integrada con el equipo de conmutación de circuitos para soportar y procesar el tráfico de Voz y proveer interconexión transparente entre redes VoIP y PSTN. La infraestructura a nivel de portadora de la compañía soporta los principales estándares de señalización, incluyendo C7, SS7, RDSI y PRI.

4.8. Nortel Networks . Soluciones Voz sobre IP y Gateway de Voz Passport.

Una forma que tiene una empresa de transformar su red en una infraestructura habilitada para IP es a través de la implementación de soluciones Voz sobre IP. A través de estas soluciones se puede asegurar la efectiva comunicación de voz y fax sobre Internet, fácilmente integrar aplicaciones habilitadas para web dentro de la infraestructura actual y efectivamente aprovechar la inversión realizada en las redes.

Nortel ofrece estas soluciones de Voz sobre IP para empresas alrededor del mundo, para lo cual ofrece, además de sus servicios profesionales de consultoría, el gateway de voz Passport PVG.

Passport PVG tiene características poderosas para habilitar la convergencia de voz y datos los que pueden ser soportados en paralelo con un amplio juego de servicios incluyendo ATM, IP, Frame Relay y servicios de emulación de circuitos. Passport PVG es una parte integral de Nortel Networks Succession la cual ofrece un amplio rango de opciones para construir redes de Telefonía Internet de clase mundial.

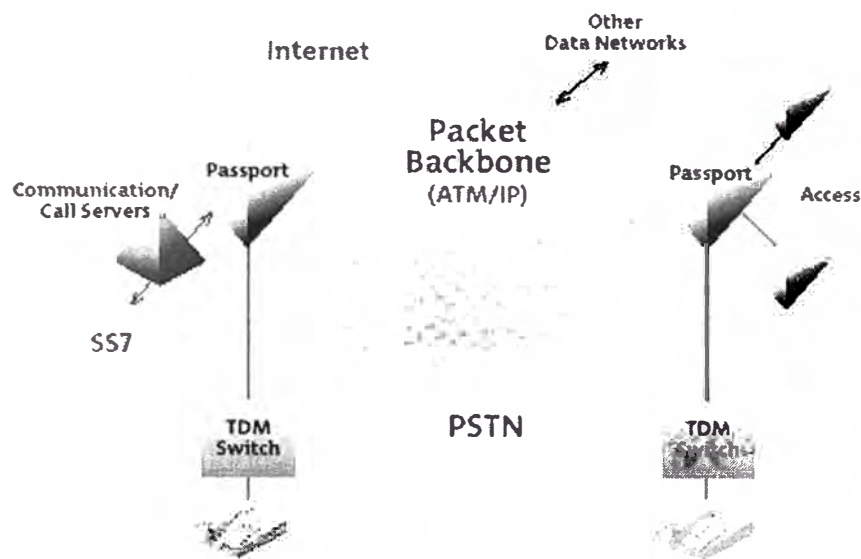


Figura 4.7. Típicas aplicaciones de Nortel Passport PVG.

El portafolio de Passport es optimizado para la entrega de una variedad de servicios incluyendo voz, datos y video a lo largo de redes WAN reuniendo las necesidades de los proveedores de servicio: escalabilidad, confiabilidad, versatilidad, administrabilidad y protección a la inversión.

Passport 15000 soporta Frame Relay, IP, ATM y servicios de voz, y escala de 40Gbps a varios terabps. Así como el gateway de paquetes de voz, el Passport 15000 puede ser instalado como un switch de backbone ATM, dispositivo multiservicio o un switch backbone de núcleo de la empresa.

Passport 15000-VSS soporta un amplio rango de servicios incluyendo ATM, Frame Relay, emulación de circuito, voz, e IP. Es el único producto que ofrece interfases de acceso y trunking de canales DS-0 a OC-48.

Passport 7480 ofrece consolidación de acceso multiservicio para velocidades hasta OC-3 y proporciona crecimiento flexible y alta disponibilidad a través de una arquitectura de hardware redundante y escalable.

4.8.1 Soluciones de Telefonía Meridian/Norstar. Norte Networks en su portafolio de telefonía de sistemas claves de telefonía Norstar y centrales PBX Meridian ofrece a clientes empresariales un juego de sistemas de comunicaciones robustos, escalables, con 99.999% de confiabilidad, cientos de características y aplicaciones avanzadas para empresas pequeñas y redes de *campus* grandes.

4.8.2 Soluciones Meridian habilitadas para IP. Provee un evolutivo camino de migración que ofrece características de VoIP a instalaciones Meridian.

4.9. ADIR VoIP Technologies. Suite de Administración de VoIP Voxis.

Adir VoIP Technologies, la empresa que adquirió Netspeak, es un proveedor de soluciones IP ofrece servicios de alta calidad, confiabilidad y rico en características a proveedores de servicios de comunicaciones. Dentro del portafolio de soluciones de ADIR se encuentra la suite de Administración de Voz sobre IP Voxis.

Voxis es una familia de productos de software de monitoreo de red, que permite a los proveedores de servicio ofrecer VoIP con confiabilidad y calidad de servicio de clase-portadora. Provee a los operadores de complejas redes VoIP un entendimiento y control de la red, y así del negocio. Con Voxis, los proveedores de servicio pueden:

- Aislar y resolver problemas rápidamente.
- Incrementar la satisfacción del que llama y así los minutos facturables.
- Minimizar costos de operaciones e infraestructura.

Voxis es una de las pocas soluciones de administración de red que ofrece real monitoreo en tiempo real de elementos de red caídos a nivel individual de llamada. Funcionalidad de Voxis incluye amplias alarmas, y reportes claves para la medición de rendimiento de VoIP. Mediciones de la PSTN y red IP complementan estas funciones para conocer a fondo la experiencia del cliente. Voxis está diseñado para soportar un alto volumen, y clase-portadora VoIP:

- Desarrollado para y probado en la red de Volp Net2phone.
- Administra miles de gateways en tiempo real desde una estación.
- Maneja decenas de miles de simultáneas llamadas.

- Basado en plataformas altamente confiables aplicaciones cliente/servidor como Sun Solaris y una arquitectura Activa/Activa.
- Integrado con productos de administración de fallas como HP Openview y MicroMuse NetCool, para proveer manejo centralizado de eventos y alarmas.

Voxis usa un protocolo de monitoreo en tiempo real ligero que elimina el *overhead*, retardo y falta de confiabilidad asociados con acercamientos basados en SNMP. Provee:

- Información inmediata.
- Uso de recursos bajo.
- Datos a nivel llamada, incluyendo establecimiento de la llamada, conexión de la llamada, desconexión de la llamada, mediciones QoS y mas.

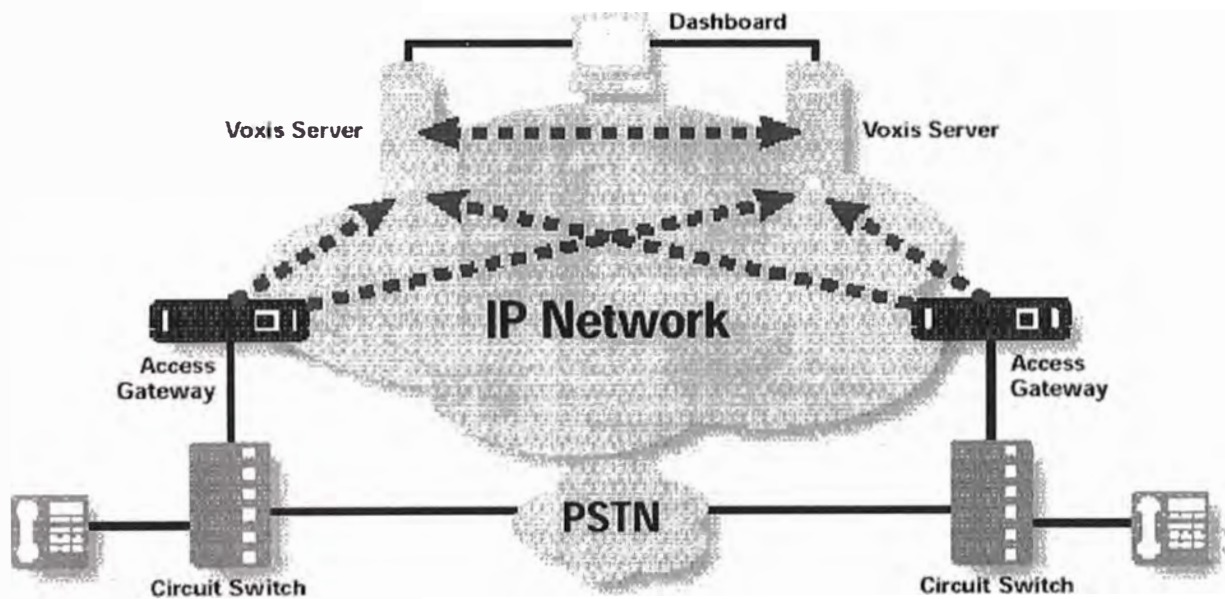


Figura 4.8. Voxis usa una arquitectura confiable, redundante para recolectar, analizar y reportar en tiempo real información del estado y detalle de la llamada desde los gateways VoIP.

4.10. IBM. Servidores IBM *@server*xSeries verificados para soluciones VoIP de Cisco.



IBM y sistemas Cisco anunciaron que los servidores IBM *@server* xSeries 330 y 342 están verificados para correr aplicaciones de software de Voz sobre IP de Cisco, habilitados para

la arquitectura Cisco AVVID. Cisco Call Manager fue certificado primero seguido de una sucesión de otras aplicaciones IP.

Con solamente 1U de alto el servidor x330 es una solución de servidor compacto para aplicaciones de telefonía IP de hoy y su bien realizada y premiada solución de telefonía Cisco CallManager IP. Soporta hasta 500 usuarios *standalone* y hasta 2000 usuarios en *cluster* usando tecnología de cluster N+1 CallManager con una configuración de múltiples servidores x330.

Si se requiere mayor potencia, el servidor x342 es la solución ideal de alta disponibilidad para implementar configuraciones mas grandes de Cisco Call Manager y aplicaciones de software de telefonía IP. El servidor de 3U de alto x342 soporta hasta 2,500 usuarios *standalone* y hasta 10,000 usuarios con la solución cluster de CallManager N+1.

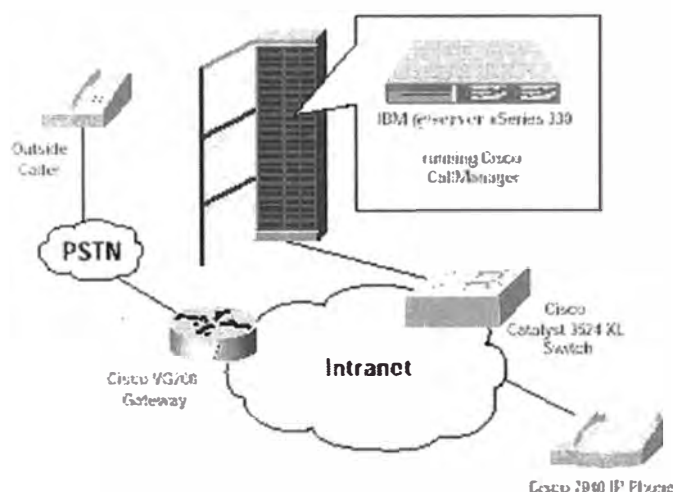


Figura 4.9. Solución VoIP de IBM y Cisco

4.11. Texas Instruments. Enterprise IP Phone Solution.

4.11.1 Introducción. Texas Instruments (TI) ha desarrollado el producto Teléfono IP Empresarial (Enterprise IP Phone Solution) que consiste en una plataforma de componentes hardware y software preintegrados con las necesarias interfases de software para permitir a los implementadores de teléfonos IP un rápido desarrollo y consecuente entrada al mercado. Esta arquitectura provee funcionalidad necesaria básica mientras permite a los implementadores desarrollar alguna funcionalidad

diferenciadora específica vía software APIs y soportar crecimientos (upgrades) a futuras versiones en cuanto a características para el usuario, protocolos de red e información de configuración.

Entre las características principales de estos teléfonos se encuentran su capacidad de ser programados gracias a los DSP incluidos de Texas Instruments, procesadores ARM, doble interfaz de red Ethernet así como el software de reconocido prestigio incluido para voz sobre IP de Tology Software.

El teléfono IP de TI consiste de:

- Chipset IP Phone.
- Software IP Phone.
- APIs IP Phone.
- Diseño de referencia IP Phone.

4.11.2 Diseño de Referencia. En la Figura 4.10 se muestra un diagrama de bloques con la referencia del diseño del Teléfono IP Empresarial de Texas Instruments el que consiste de los siguientes componentes: Interfaz de usuario, interfaz de voz, circuitería al procesador y circuitería lógica.

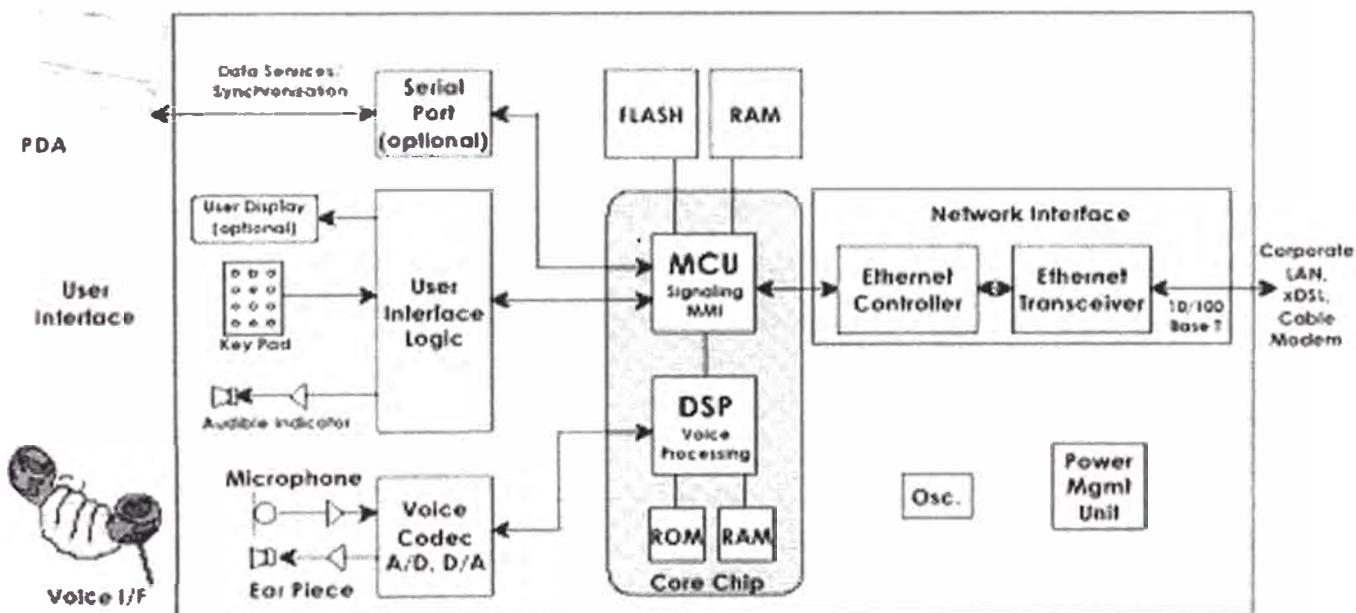


Figura 4.10. Diseño de Referencia Teléfono IP de Texas Instruments

La interfaz de usuario provee las funciones de interacción con el usuario tradicionales de un teléfono. Como mínimo consiste de un teclado para marcado de números (0-9, *, #) y un indicador audible para anuncio de llamadas entrantes. En teléfonos mas sofisticados, se deberá contar con teclas adicionales como mudo, volver a marcar, en espera, transferir, conferencia, etc. Un visor es también típicamente provisto para visualizar las entradas del usuario, número marcado, información de la llamada entrante, etc. En ciertos modelos, el teléfono será equipado con una interfaz serial para permitir comunicaciones y sincronización con dispositivos como PDA.

La interfaz de voz provee la conversión de voz analógica en muestras digitales. Señales del habla desde el micrófono son muestreadas a una tasa de 8KHz para crear un flujo de datos de 64Kbps en el camino de retorno al emisor a través del codificador PCM que convierte las muestras digitales nuevamente en habla. La interfaz de red permite la transmisión y recepción de paquetes de voz desde/hacia el teléfono. Para redes corporativas LAN lo más frecuente es Ethernet 10BaseT o 100BaseT corriendo protocolos TCP/IP. El teléfono IP puede ofrecer un segundo conector RJ-45 para permitir conectar a una PC conectarla y así compartir una sola conexión en el conector de la pared.

La circuitería del procesador del teléfono realiza el procesamiento de la voz, procesamiento de llamada, procesamiento de protocolo y funciones de administración de la red. Como se muestra en la Figura 4.10, este componente puede consistir de un Procesador Digital de Señales (DSP) para las funciones relacionadas a la voz y una Unidad de Microcontrolador (MCU) para las restantes funciones. Para asegurar el crecimiento a nuevas versiones (upgrades) el teléfono hace uso de una memoria Flash.

4.11.3 Arquitectura del Software. En la Figura 4.11 se muestra la arquitectura de software de un teléfono IP basado en el estándar ITU H.323 para Voz sobre IP. El software consiste de los principales subsistemas: Interfaz de Usuario, Procesamiento Digital de Señales, Gateway de Señalización de Telefonía, Agente de Administración de Red, Protocolos de Interfaz de Red, y Servicios del Sistema. Estos subsistemas se describen a continuación.

a. Interfaz del Usuario. El subsistema de Interfaz del usuario provee los componentes de software que manejarán la interacción con el usuario del teléfono y consiste de los siguientes módulos:

- Controlador del Visor.
- Controlador del Teclado.
- Controlador Audible.
- Procedimientos del Usuario.

b. Procesamiento de Voz. Este sistema es el responsable de proveer las funciones de procesar la voz analógica en digital (codificación PCM) y viceversa, teniendo en cuenta la eliminación del eco y proveer el tono de comfort entre otras. El procesamiento de voz está compuesto de los siguientes módulos de software:

- Unidad de Interfaz PCM.
- Generador de Tono.
- Unidad Canceladora de Eco de Línea.
- Unidad Canceladora de Eco acústico (opcional).
- Detector de Actividad de Voz.
- Unidad Codificadora de Voz.
- Unidad de ejecución de paquetes.
- Unidad Encapsuladora de Protocolo de Paquetes.
- Encriptación de Voz.
- Unidad de Control.

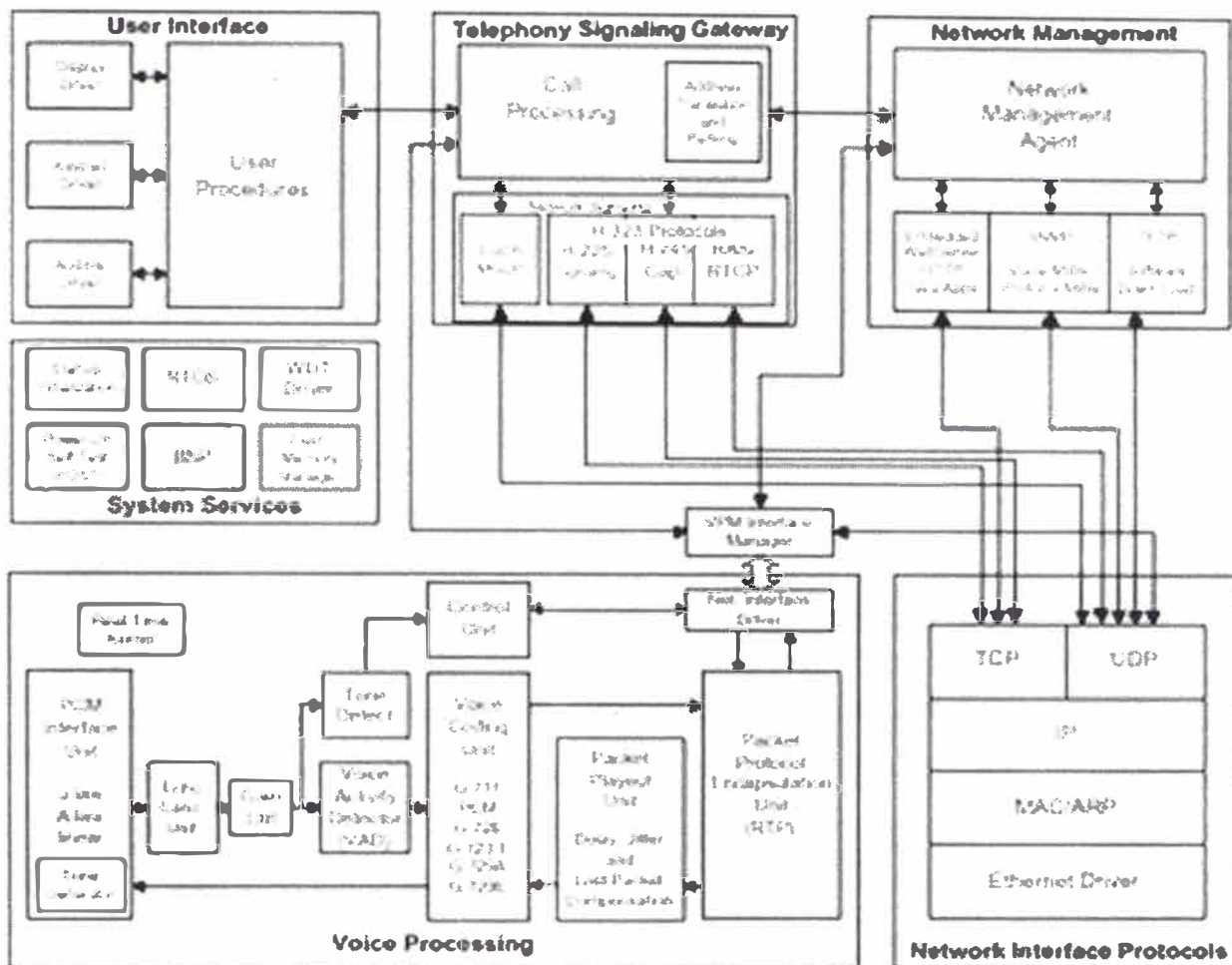


Figura 4.11. Arquitectura del Software del Teléfono IP de IT

c. Gateway de Señalización de Telefonía. Este subsistema lleva a cabo las funciones de establecimiento, mantenimiento y terminación de la llamada. Consiste de los siguientes módulos de software:

- Procesamiento de la llamada.
- Traducción y análisis de direcciones.
- Señalización de red.

d. Administración de Red. Este subsistema soporta administración remota del Teléfono IP desde el Sistema de Administración de Red. Está compuesto de los siguientes módulos de software:

- Agente de Administración de Red.
- Servidor Web básico (opcional).
- SNMP.

- TFTP. Usado para grabar actualizaciones en la memoria Flash del teléfono.

e. Protocolos de Interfaz de Red. Este subsistema soporta las comunicaciones sobre la red de área local (LAN) y consiste de los siguientes módulos de software:

- TCP.
- UDP.
- IP.
- MAC/ARP.
- Ethernet Driver.

f. Servicios del Sistema. Este subsistema lleva a cabo tareas necesarias para el correcto encendido del Sistema, así como las rutinas de auto-revisión de su buen funcionamiento. Consiste de los siguientes módulos de software:

- Encendido/Inicialización.
- POST. Provee las funciones Power -On Self Test del Teléfono IP.
- RTOS. Real-Time Operating System, provee funciones como administración de tareas, administración de memoria, y sincronización de tareas.
- BSP. Board Support Package, provee controladores de interfaz de hardware, vectores de interrupción, etc.
- Watchdog Timer.
- Administración de Memoria Flash.
- Administración de Interfaz DSP.

4.12. Microsoft Netmeeting. Software de mensajería instantánea para comunicación de voz, video y datos.

Microsoft Windows NetMeeting es un software que permite establecer comunicaciones en tiempo real, mediante voz, video y datos, a través de redes IP como en una intranet o Internet. Si se dispone de una conexión rápida a Internet, como un módem a 56 Kbps o más o una red de área local (LAN) se obtendrá el máximo rendimiento de NetMeeting.

NetMeeting incluye soporte técnico para el estándar de conferencias de audio y video H.323, y el estándar de conferencias de datos T.120. NetMeeting se puede utilizar para realizar y recibir llamadas desde productos que sean compatibles con H.323 y T.120. Con el equipo y servicios adecuados de terceros, NetMeeting puede realizar una llamada a un teléfono mediante un gateway H.323. NetMeeting también puede realizar llamadas a unidades de control multipunto H.323 (MCUs) y participar en conferencias multipunto de audio o video.

Sólo se puede conectar con una persona mediante audio o video, o ambos, a la vez. NetMeeting admite el uso de las directivas del sistema en Windows 95 o posterior y Windows NT versión 4.0 y posterior para establecer configuraciones predeterminadas en entornos corporativos. Las directivas del sistema de NetMeeting están documentadas y se incluye un archivo con la directiva del sistema en NetMeeting Resource Kit. Para obtener más información se puede consultar la sección Business Users en el sitio Web de Windows NetMeeting <http://www.microsoft.com/Windows/NetMeeting/Corp/reskit/>

4.12.1 Características. Las características de NetMeeting permiten realizar llamadas mediante servidores de directorio, servidores de conferencia y páginas Web. NetMeeting permite que resulte más fácil realizar llamadas a través de Internet, la intranet de una organización, e incluso de un teléfono.

Al compartir programas, se podrá trabajar fácilmente con otros participantes en la conferencia. Sólo es necesario que un equipo tenga instalado el programa; todos los participantes podrán trabajar simultáneamente en el documento . Además, otros usuarios pueden enviar y recibir archivos para trabajar en ellos.

Las características de video y audio de NetMeeting permiten ver y oír a otras personas. Incluso si no se puede transmitir video, se podrá recibir llamadas de video en la ventana de video de NetMeeting.

Con la característica Conversación puede hablar con varias personas. Además, es posible codificar las llamadas de Conversación, lo que garantiza la privacidad de las conferencias.

Mediante la Pizarra, puede dibujar la información para explicar conceptos, utilizar un esbozo o mostrar gráficos. También puede copiar áreas del escritorio o de las ventanas y pegarlas en la Pizarra.

4.12.2 Realización de una llamada. Es posible realizar llamadas de NetMeeting a varios usuarios y a continuación utilizar las características de NetMeeting, como Charla o Pizarra, con todos ellos. Sin embargo, sólo se puede utilizar el audio y video con la primera persona a la que se llame.

Microsoft mantiene Microsoft Internet Directory, que se podrá utilizar para buscar a otros usuarios de NetMeeting. Para ver Microsoft Internet Directory, hacer clic en Llamar y, a continuación, seleccionar Microsoft Internet Directory en la lista.

Nota: Si la conexión a Internet utiliza un servidor proxy no compatible con NetMeeting, no se podrá llamar a través de Internet a las personas que se hayan encontrado en servidores de directorios basados en Web.

Además, si no se puede conectar con alguien mediante el nombre de equipo, se debe intentar con una dirección de Protocolo de Internet (IP). Si se tienen dos conexiones de red activas que utilizan dos tarjetas de red diferentes, es posible que no se pueda conectar con un servicio de directorio.

Algunos MCU distinguen mayúsculas y minúsculas, por lo que para realizar una llamada debe escribir el nombre de conferencia utilizando las mayúsculas y minúsculas correctas.

Es posible que se necesite iniciar una sesión en un equipo *gatekeeper*, con el alias registrado en él, para llamar a una conferencia MCU. Un gatekeeper es un equipo de la red que ayuda a encontrar otras personas y equipos y a conectar con ellos. Los gatekeepers controlan el acceso a la red y permiten o deniegan llamadas además de controlar el ancho de banda de las mismas. Si se especifica que se desea un equipo

selector para realizar llamadas, se puede iniciar la sesión con un nombre de cuenta o número de teléfono, o se pueden especificar ambas opciones.

4.12.3 Códecs de Audio. NetMeeting puede trabajar con uno de los siguientes codificadores/decodificadores (códecs) que mejorará o afectará el rendimiento del audio dependiendo de la velocidad de la conexión:

- G.723.1, 8KHz, 6400 bps, mono.
- G.723.1, 8KHz, 5333 bps, mono.
- Ley μ de CCITT, 8KHz, 8 bit, mono.
- Ley A de CCITT, 8KHz, 8 bit, mono.
- ADPCM, 8KHz, 4 bit, mono.
- Lernout & Hauspie SBC 16 Kbps, 8KHz, 16 bits, mono.
- Lernout & Hauspie SBC 12 Kbps, 8KHz, 16 bits, mono.
- Lernout & Hauspie SBC 8 Kbps, 8KHz, 16 bits, mono.
- Lernout & Hauspie CELP 4.8 Kbps, 8KHz, 16 bits, mono.

4.12.4 Audio. NetMeeting proporciona completas capacidades de audio. La característica de audio admite micrófonos, altavoces y teléfonos.

Si se utiliza un micrófono y altavoces, el audio podrá ser dúplex completo o medio dúplex. El audio medio dúplex sólo permite que hable una persona al mismo tiempo. El audio dúplex completo permite que dos personas hablen simultáneamente. Si se dispone de un gateway para realizar llamadas se podrá utilizar el teléfono en lugar de un micrófono y altavoces. Para utilizar las características de audio de NetMeeting se necesita una tarjeta de sonido, altavoces y un micrófono. Sólo se puede utilizar el audio con una persona cada vez.

La calidad del sonido puede sufrir variaciones importantes, según la tarjeta de sonido, el micrófono y la conexión. Si se modifica el controlador de la tarjeta de sonido de algún modo, por ejemplo, si se actualiza el controlador a dúplex completo, se debe ejecutar de nuevo el Asistente para ajuste de audio para que NetMeeting funcione correctamente. Si se utilizan tarjetas de sonido fabricadas por Turtle Beach, Yamaha, SoundBlaster (excepto los tipos AudioPCI basados en Ensoniq), Diamond,

Crystal o altavoces USB de Microsoft, se tendrá la ventaja de un estado de latencia (o retardo) de audio más bajo si se habilita DirectSound. Esta opción no se encuentra habilitada de manera predeterminada.

4.12.5 Video. Para enviar video con NetMeeting, se necesita una tarjeta de captura de video y una cámara o una cámara de video que se conecte al equipo a través de un puerto paralelo o un puerto USB. No se podrá enviar video en algunos equipos con procesador más lento que un Pentium.

Las cámaras que tienen una tarjeta de captura de video, utilizan menos recursos de procesamiento del sistema que las cámaras que se conectan a través del puerto paralelo del equipo. Se recomienda usar una cámara en color de puerto paralelo sólo si el equipo tiene un procesador Pentium 133 o superior.

Sólo se admite video con una persona cada vez.

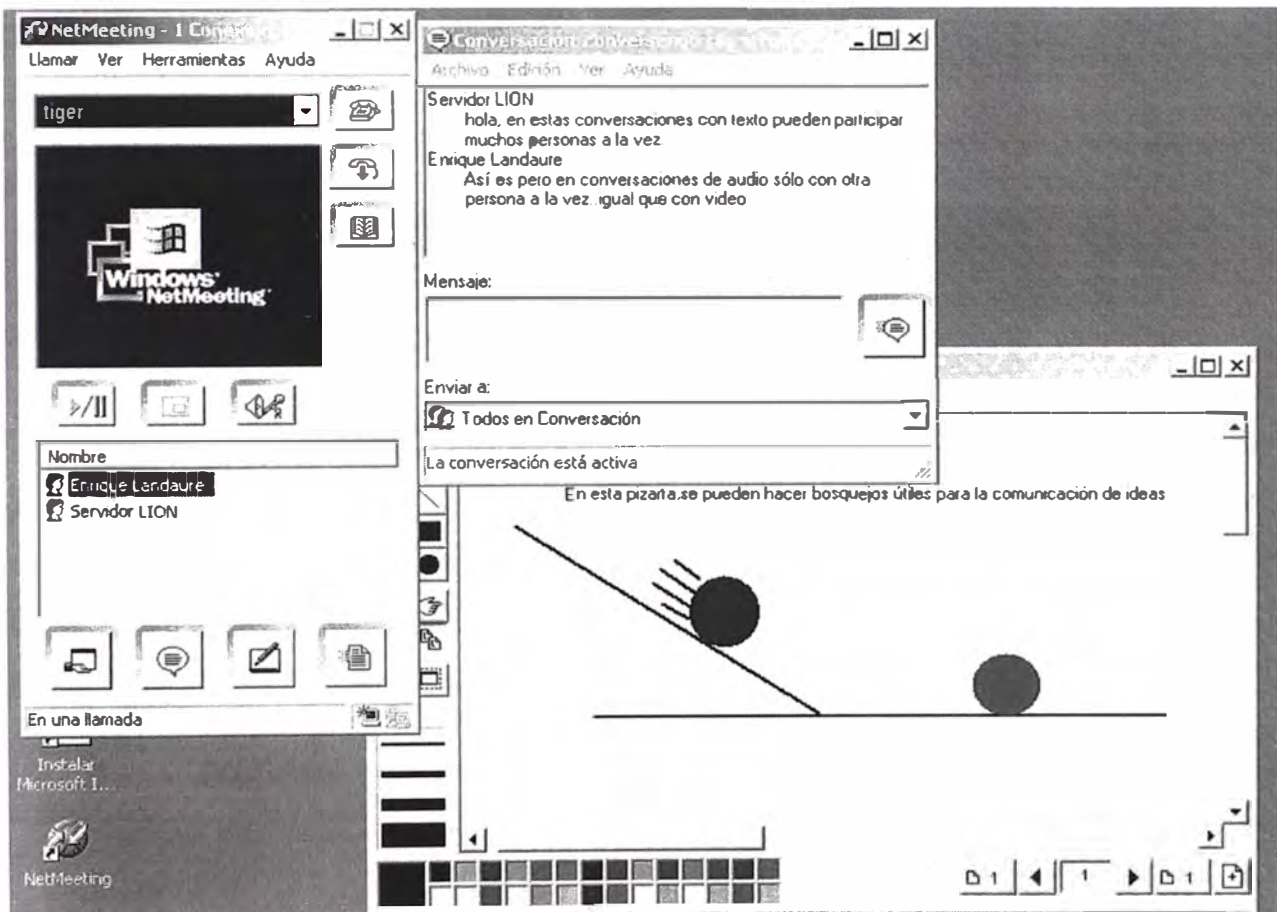


Figura 4.12. Pantalla de Netmeeting, mostrando llamada activa, conferencia y uso de Pizarra.

4.13. Net2Phone.

Net2phone es una empresa orientada a ofrecer servicios de llamadas larga distancia e internacionales a través de Internet a usuarios finales. La serie de servicios de Net2Phone brinda las funciones de PC a teléfono, PC a PC, PC a fax, correo de voz y chat por voz, todas integradas en un solo producto fácil de usar. Estos interesantes servicios podrán ser accesible descargando el software de Net2Phone. Con el uso de la red y la tecnología IP avanzadas, Net2Phone brinda las siguientes funciones:

- PC2Phone (PC a teléfono): efectúa llamadas full-duplex y en tiempo real a cualquier lugar del mundo desde su escritorio y con tarifas muy reducidas.
- PC2PC (PC a PC): conduce conversaciones de voz en tiempo real desde su escritorio y en forma **gratuita**.
- PC2Fax (PC a fax): envía facsímiles desde su escritorio a prácticamente cualquier máquina de fax del mundo con tarifas muy económicas.
- VoicEmail: envía, graba y escucha mensajes de correo electrónico de voz en forma **gratuita**.
- Chat por voz de ICQ: le permite conversar con amigos en ICQ en tiempo real y en forma gratuita.



Figura 4.13. Net2phone, llamadas internacionales por Internet.

Net2Phone incorpora las características y los servicios más avanzados que puede brindar la telefonía IP (incluyendo Fax sobre IP). Estos incluyen aplicaciones de valor agregado, como comercio electrónico para efectuar compras en línea. Hay mas de un millón de clientes en todo el mundo que se están beneficiando con las comunicaciones por Internet de alta calidad y bajo costo.

4.13.1 Productos y Servicios de Net2Phone. Los productos y servicios de esta empresa orientada a las comunicaciones de voz a lo largo de Internet para usuarios finales son:

a. Net2Phone®. Net2Phone es una nueva tecnología que permite efectuar llamadas nacionales e internacionales desde una computadora personal a cualquier teléfono del mundo.

b. Net2Phone Directsm. Net2Phone se enorgullece en ofrecer Net2Phone Direct, un servicio de clase servicio mundial de Telefonía en Internet con verdadera calidad telefónica. En la actualidad, sólo está disponible en los Estados Unidos y en breve lo estará a nivel mundial. Se puede utilizar cualquier teléfono para comunicarse con cualquier otro teléfono del mundo con las tarifas más bajas.

c. Click2Talk®. Click2Talk optimiza el impacto del sitio web de su empresa con comunicación de voz interactiva en vivo. Todo lo que debe hacer es agregar el icono Click2Talk al sitio web de una empresa y los visitantes podrán hablar en vivo con el personal de dicha empresa.

d. Net2Phone Prosm. Net2Phone Pro se suministra con una Tarjeta de sonido para telefonía en Internet que permite efectuar llamadas telefónicas por Internet conectando un teléfono común a una PC. En la actualidad, este producto está disponible para reventa.

4.13.2 Modo de funcionamiento de Net2Phone. Net2Phone permite a cualquier usuario de Internet, que cuente con una PC equipada con sonido, iniciar llamadas desde una computadora y transmitir las por Internet a los conmutadores telefónicos de Net2Phone. Estos conmutadores transfieren la llamada automáticamente al destino final; ya sea que se trate de un teléfono, una PC o una máquina de fax. El resultado se traduce en comunicación de voz full-duplex, ininterrumpida y en tiempo real entre un originador y un destinatario.



Figura 4.14. Modo de Funcionamiento de Net2Phone.

4.13.3 Telefonía en Internet con Net2Phone. La transmisión de voz y faxes por Internet se ha transformado en una formidable catálisis responsable de la disminución constante de las tarifas internacionales de telecomunicaciones. Net2Phone lidera esta industria, ya que ha sido la primera empresa que se encargó de unir Internet con las redes telefónicas.

La telefonía en Internet, también conocida como VoIP o Voice over Internet Protocol (Voz a través del protocolo de Internet), es la tecnología que permite la transmisión en tiempo real de señales de voz por la red de IP. Los datos de voz se envuelven en “paquetes” de IP discretos que contienen encabezados de direcciones de destino. Todos los paquetes se pueden enviar por diferentes rutas al mismo destino. Una vez allí, independientemente del orden de llegada, se reconstruyen hasta retomar el mensaje de voz original. Por el contrario, una llamada efectuada a través de un circuito de la Red telefónica conmutada pública (PSTN) establece básicamente un vínculo “propietario” ininterrumpido hasta tanto se termine la llamada. Además, VoIP comprime las llamadas considerablemente (Net2Phone las comprime a una escala de 8:1) permitiendo la transmisión de más llamadas y más paquetes por el mismo circuito. Esta propuesta eficaz y económica es la esencia de la revolución de la Telefonía en Internet.

Al ofrecer PC a teléfono, teléfono a teléfono, PC a PC, correo de voz, comercio electrónico y otras características, Net2Phone ha permitido que más de un millón de clientes realicen llamadas por Internet a un costo de hasta un 95% menos que las tarifas telefónicas actuales.

4.14. MSN Messenger.

MSN Messenger es una solución orientada al usuario final de Internet relacionada con la comunicación y mensajería instantánea que permite:

- Agregar amigos, familiares y compañeros de trabajo a la lista de contactos.
- Ver quién está conectado.
- Enviar un mensaje instantáneo.
- Realizar una llamada telefónica prácticamente a cualquier lugar del mundo con un costo muy bajo eligiendo aun proveedor de servicio de voz.
- Llamar al equipo de un contacto y hablar con él gratuitamente (PC a PC).
- Enviar imágenes, música o documentos.
- Enviar mensajes instantáneos a un localizador.
- Sostener una conversación en un mensaje instantáneo con un grupo de amigos.
- Invitar a alguien a jugar en red.
- Recibir un aviso cuando tenga correo electrónico nuevo en MSN Hotmail®.

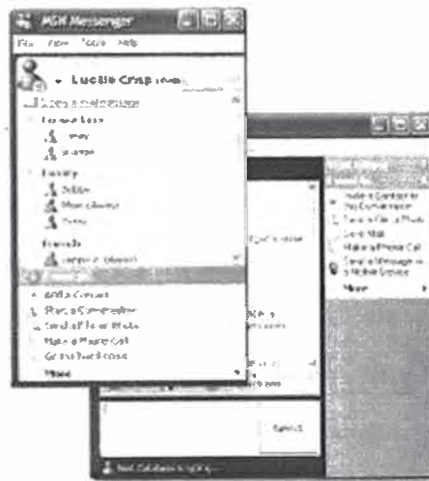


Figura 4.15. Pantalla de MSN Messenger

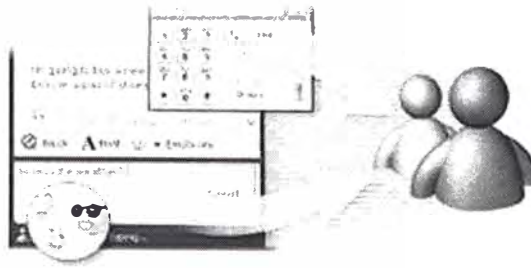


Figura 4.16. Pantalla de Elección de Proveedor de Servicio de Voz.

4.15 Forum de 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; esto 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.

4.16. Resumen.

En este capítulo hemos revisado el *state-of-the-art* de la tecnología Voz sobre IP describiendo los aportes tanto en productos como servicios de las principales empresas proveedoras de tecnología del mundo.

Cisco aportando con la arquitectura AVVID, la que es un marco referencial para la implementación de soluciones de e-business integrales para empresas que van desde pequeñas hasta grandes corporaciones incluyendo portadoras de servicio. Cisco además contribuye con routers que incluyen gateways de voz optimizados para conectar redes IP con centrales telefónicas.

3Com por su lado ofrece la arquitectura Total Control. Para implementar un sistema de telefonía para una empresa carrier o portadora de servicios. Adicionalmente como soluciones de telefonía Multi-site y Call Center para la empresa ofrece 3Com-CommWorks conjuntamente con sus equipos NBX®.

Vocaltec, empresa pionera en la comunicación de Voz sobre IP, de igual modo presenta su arquitectura llamada Softswitch. Siemens por su lado la plataforma InterXpress, Lucent su solución a Voz sobre IP llamada MultivoiceVoIP conjuntamente con sus equipos Universal gateways. Motorola aporta sus chips codificadores de voz soportando diversos algoritmos de compresión.

Arbinte-the xchange, ofrece el importante servicio de terminación de llamadas a PSTN y otros complementarios para empresas carrier deVoIP con accesos alrededor del mundo. Nortel Networks ofrece con sus equipos Gateways de voz Passport PVG soluciones VoIP. Por lado de los productos de administración de sistemas de VoIP, la empresa ADIR presenta su Suite de Administración Voxis. IBM, el gigante azul, no esta ajeno en la participación activa en el desarrollo de tecnologías de VoIP y ofrece servidores IBM eServer xSeries 330 y 342 verificados y certificados para correr soluciones de Cisco entre otros proveedores. Para las empresas que deseen fabricar y comercializar teléfonos IP pueden optar por el ofrecimiento de Texas Instruments con Telogy Software de su Teléfono IP pre-integrado que contiene el núcleo fundamental de un teléfono IP con componentes que garantizan una buena calidad de voz.

En cuanto a soluciones orientadas al usuario final resaltan Microsoft NetMeeting con su transmisión de voz, video y datos, Net2Phone que permite llamadas telefónicas a través de Internet de PC a PC gratuitas y de PC a teléfono a muy bajo costo, y de igual modo con el envío de Faxes sobre IP. Como punto final en este capítulo se ha descrito el Forum de Voz sobre IP, como un organismo que busca establecer la interoperabilidad de lineamientos para los servicios de transmisión de telefonía sobre Internet y Redes de Datos IP.

CAPÍTULO V

CASO PRÁCTICO: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA VOIP EN UNA EMPRESA CON OFICINAS REMOTAS EN LIMA Y MONTREAL

En el presente capítulo se explica el procedimiento y los detalles necesarios para la implementación de un sistema de Voz sobre IP en una Empresa con una sede principal en Lima y oficina remota en Montreal conectadas en red utilizando equipos Routers Cisco Serie 3600 con capacidades de voz y características que permiten tener una buena calidad de servicio. Tomar en cuenta que la inversión no es grande si se tienen una red IP ya instalada y los beneficios como se presume son la gran disminución de costos por llamadas telefónicas y mayores beneficios relacionados a partir de tener aplicaciones de voz y datos integradas.

5.1. Proceso de una llamada telefónica.

Antes de entrar a detalles en la configuración de los routers, es útil describir lo que sucede a nivel de aplicación cuando se realiza una llamada con VoIP. El flujo general de una llamada de voz entre dos personas usando VoIP es como sigue:

- El usuario descuelga el fono; esto hace que se envíe una señal de descolgado (*off-hook*) a la parte de aplicación de señalización de Voz sobre IP en el router Cisco serie 3600.
- La parte de aplicación de sesión de VoIP genera un tono de marcado y espera a que el usuario marque el número telefónico.
- El usuario marca el número telefónico; estos dígitos son acumulados y grabados por la aplicación de sesión.
- Después que suficientes dígitos hayan sido marcados para corresponder a un patrón de destino configurado, el número de teléfono es mapeado a un host IP vía el *mapeador* del plan de marcado. El host IP tiene una conexión directa a cualquier

número telefónico de destino o a una central telefónica PBX que es responsable de llevar a cabo la llamada hacia el patrón configurado de destino.

- La aplicación de sesión corre el protocolo de sesión H.323 para establecer un canal de transmisión y un canal de recepción para cada dirección sobre la red IP. Si la llamada está siendo manejada por una PBX, la PBX reenvía la llamada al teléfono de destino. Si el protocolo de reserva de ancho de banda RSVP ha sido configurado, las reservaciones RSVP son puestas en marcha para conseguir la deseada calidad de servicio sobre la red IP.
- Los Codec son habilitados para ambos extremos de la conexión y la conversación procede usando la pila de protocolos RTP/UDP/IP.
- Cualquier indicación de progreso de la llamada (u otras señales que pueden ser enviadas) son quitadas del camino de voz tan pronto como el canal de voz haya sido establecido.
- Cuando cualquiera de los extremos cuelga el fono, las reservaciones RSVP se eliminan (en caso se haya usado RSVP) y la sesión termina. Cada extremo permanece en reposo esperando hasta que la siguiente condición de descolgado (*off-hook*) inicie una nueva llamada.

5.2. Preparación previa a la Configuración.

Antes de realizar la configuración misma de los routers, se deben llevar a cabo las siguientes tareas:

- Establecer una red en funcionamiento con el protocolo IP.
- Instalar los módulos de voz de red de una o dos ranuras (NM-1V, NM-2V) en la apropiada bahía del router Cisco.
- Definir un plan de marcado de la empresa.
- Establecer una red telefónica conmutada en funcionamiento con el plan de marcado de la empresa.
- Integrar el plan de marcado y red telefónica conmutada dentro de la existente red IP. Para ello se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Usar números canónicos donde sea posible. Es importante evitar situaciones donde los sistemas de numeración son significativamente diferentes en diferentes routers o servidores de acceso en la red.
- Hacer el ruteo o marcado transparente para el usuario –por ejemplo, evitar tonos de marcado secundarios de switches secundarios donde sea posible.
- Contactar al fabricante de la central PBX y obtener instrucciones para la reconfiguración apropiada de sus interfases.

Después de haber analizado el plan de marcado y decidir como integrarlo en la red IP existente estará todo listo para configurar los dispositivos de red que soportan Voz sobre IP.

5.3. Configuración de Voz sobre IP.

Para configurar Voz sobre IP en routers Cisco serie 3600 se deben realizar las siguientes tareas:

- *Configuración de redes IP para tráfico de voz en Tiempo Real.* La buena sintonización de la red para soportar adecuadamente VoIP involucra una serie de protocolos y características para conseguir una buena calidad de servicio QoS. Para configurar la red IP para soportar tráfico de voz en tiempo real, se necesita tener en consideración el alcance (amplitud) de la red, luego seleccionar y configurar las apropiadas herramientas de QoS tales como: Multilink PPP con interleaving, Compresión de cabecera RTP, Encolamiento personalizado o Encolamiento por “peso” de la información transmitida.
- *Configurar la expansión de números.* Usar el comando **num-exp** para configurar la expansión de números si la red telefónica es configurada de tal forma que se pueda llegar al destino marcando solamente una porción (por ejemplo el número de anexo) del completo número telefónico E.164.
- *Configurar Dial Peers.* Usar el comando **dial-peer voice** para definir dial peers y cambiar el modo de configuración. Cada dial peer define las características asociadas con un brazo de llamada (call leg). Un brazo de llamada es un segmento discreto de una conexión de llamada que une dos puntos en una conexión. Una llamada de extremo a extremo está compuesta de cuatro brazos de llamadas, dos

desde la perspectiva del servidor de acceso de origen y dos desde la perspectiva del servidor de acceso de destino. Dial peers son usados para aplicar atributos a brazos de llamadas y para identificar llamadas de origen y de destino. Hay dos tipos diferentes de dial peers:

- *POTS*. Dial peer que describe las características de conexión de una red telefónica tradicional. Los peers POTS apuntan a un puerto de voz particular en un dispositivo de voz en red. Para configurar en forma mínima un dial peer POTS se necesita configurar las siguientes dos características: número de teléfono asociado e interfaz lógica. El comando *destination-pattern* asocia un número de teléfono con un peer POTS. El comando *port* se usa para asociar una interfaz lógica específica con un peer POTS.
- *VoIP*. Dial peer que describe las características de una conexión en una red de paquetes; en el caso de VoIP ésta es una red IP. Peers VoIP apuntan a específicos dispositivos VoIP. Para configurar en forma mínima un peer VoIP se necesita configurar las siguientes dos características: número de teléfono de destino asociado y dirección IP de destino. El comando *destination-pattern* asocia un número de teléfono con un peer VoIP y el comando *session target* especifica una dirección IP de destino para un peer VoIP.
- *Optimizar las configuraciones de Dial Peers e Interfases de Red*. Se pueden definir características como precedencia IP, parámetros adicionales QoS (cuando RSVP es configurado), Códec y VAD. Se usa el comando *ip precedence* para definir la precedencia IP. Si se ha configurado RSVP se puede usar uno de los comandos *req-qos* o *acc-qos* para configurar parámetros QoS. Se usa el comando *codec* para configurar tasas específicas del codificador de voz. El comando *vad* es usado para deshabilitar la detección de activación de voz y la transmisión de paquetes de silencio.
- *Configuración de Puertos de Voz*. Es necesario configurar el router Cisco serie 3600 para soportar puertos de voz. En general, los comandos de puertos de voz definen las características asociadas de un tipo particular de señalización de un puerto de voz. Los puertos de voz en un router Cisco serie 3600 soporta los tres tipos básicos de señalización:

- FXO. Interfaz Foreign Exchange Office.
- FXS. Interfaz Foreign Exchange Station
- E&M. Interfaz “Ear and Mouth” o recEive and transMit.

En la mayoría de los casos los valores por defecto de comandos de puertos de voz son adecuados para configurar los puertos FXO y FXS para transportar datos de voz sobre la existente red IP. Debido a complejidades inherentes a redes PBX, los puertos E&M podrían necesitar valores de configuración específicos, dependiendo en las especificaciones de los dispositivos en la red telefónica.

- *Configuración de Voz sobre IP para Microsoft NetMeeting.* Voz sobre IP puede ser usado con Microsoft NetMeeting (versión 2.x o superior) cuando el router Cisco serie 3600 es usado como gateway de voz.

5.3.1 Configuración de redes IP para tráfico de voz en Tiempo Real. Se necesita tener una red bien diseñada de extremo a extremo cuando se corren aplicaciones sensitivas a los retardos como VoIP. Una buena sintonización de la red para adecuadamente soportar VoIP involucra una serie de protocolos y características para conseguir una buena calidad de servicio QoS. El software Cisco IOS provee varias herramientas para habilitar QoS en el backbone, tales como Random Early Detection (RED), Weighted Random Early Detection (WRED), Fancy queuing y IP Precedence.

Lo importante que se debe recordar es que QoS debe ser configurada a través de toda la red –no sólo el router corriendo VoIP- para mejorar el rendimiento de la voz en red. No todas las técnicas de QoS son apropiadas para todos los routers de red.

En general los routers de borde (edge routers) realizan las siguientes funciones de QoS:

Clasificación de paquetes.

- Control de Admisión.
- Administración del ancho de banda.
- Queuing.

En general, routers de backbone realizan las siguientes funciones de QoS:

- *Switcheo* y transporte de alta velocidad.
- Administración de la congestión.
- Administración de las colas.

Soluciones QoS requieren funciones cooperativas de routers de borde y de backbone.

Para configurar la red con buena QoS existen herramientas que realizan una o más de las siguientes tareas:

- Configuración Multilink PPP con Interleaving.
- Configuración Compresión de cabecera RTP.
- Configuración de Encolamiento personalizado.
- Configuración de Encolamiento por “*peso*” de la información transmitida.

a. Configuración Multilink PPP con Interleaving. Multi-class Multilink PPP Interleaving permite que grandes paquetes sean multi-enlazados-encapsulados y fragmentados dentro de paquetes más pequeños para satisfacer los requerimientos de retardo para tráfico de voz en tiempo real; paquetes en tiempo real pequeños, los cuales no son multi-enlazados-encapsulados, son transmitidos entre fragmentos de los paquetes grandes. La característica de interleaving también provee una cola de transmisión especial para los paquetes más pequeños sensibles al retardo, habilitándolos a ser transmitidos antes que otros. Interleaving provee los límites de retardo para paquetes de voz sensibles al retardo en un enlace lento que es usado por otro tráfico de máximo esfuerzo.

En general, Multilink PPP con interleaving es usado en conjunto con weighted fair queuing y RSVP o Precedencia IP para asegurar la entrega de paquetes de voz. Se usa Multilink PPP con Interleaving y weighted fair queuing para definir la forma cómo los datos serán manejados; y se usa RSVP o IP Precedence para dar prioridad a los paquetes de voz.

Se debe configurar Multilink PPP si existen las siguientes condiciones en la red:

- Conexión punto a punto usando Encapsulación PPP.
- Enlaces lentos.

Nota: Multilink PPP no debe ser usado en enlaces mayores a 2 Mbps.

Para configurar Multilink PPP e interleaving en una interfaz configurada y operacional, se deben usar los siguientes comandos en modo interfaz:

Tabla N° 5.1. Configuración Multilink PPP e Interleaving para tráfico de voz en tiempo real.

Paso	Comando	Propósito
1	<i>ppp multilink</i>	Habilita Multilink PPP
2	<i>ppp multilink interleave</i>	Habilita interleaving de paquetes en tiempo real.
3	<i>ppp multilink fragment-delay milisegs.</i>	Opcionalmente configura un retardo de fragmento máximo.
4	<i>ip rtp reserve puerto-UDP-mas bajo rango-de-puertos [ancho-de-banda-maximo]</i>	Reserva una cola especial para flujo de paquetes en tiempo real a un puerto UDP de destino específico, permitiendo la mas alta prioridad de todos los flujos. Es aplicable sólo si no se ha configurado RSVP.

Nota: El comando *ip rtp reserve* puede ser usado en lugar de configurar RSVP. Si se configura RSVP, este comando no es requerido.

Ejemplo de Configuración Multilink PPP. El siguiente ejemplo define un modelo de interfaz virtual que habilita MultilinkPPP con interleaving y un retardo de tráfico en tiempo real máximo de 20ms:

```
interface virtual-template 1

  ppp multilink

  encapsulated ppp

  ppp multilink interleave

  ppp multilink fragment-delay 20

  ip rtp reserve 16384 100 64

multilink virtual-template 1
```

b. Configuración Compresión de Cabecera RTP. El protocolo de transporte en tiempo real (RTP) es usado para transportar audio paquetizado sobre una red IP. La compresión de la cabecera RTP comprime la cabecera IP/UDP/RTP en un paquete de datos RTP desde 40 bytes hasta aproximadamente 2 a 4 bytes (la mayor parte del tiempo), como se muestra en la Figura 5.1.

Esta compresión es beneficiosa si se está ejecutando Voz sobre IP sobre enlaces lentos. Habilitando la compresión en ambos extremos de un enlace serial de poco ancho de banda puede grandemente reducir el overhead de la red si es que hay un montón de tráfico RTP en ese enlace lento.

Típicamente, un paquete RTP tiene un *payload* de aproximadamente 20 a 160 bytes para aplicaciones de audio que usan *payloads* comprimidos. La compresión de la cabecera RTP es específicamente beneficiosa cuando el tamaño del payload es pequeño (por ejemplo, *payloads* de audio comprimidos entre 20 y 50 bytes).

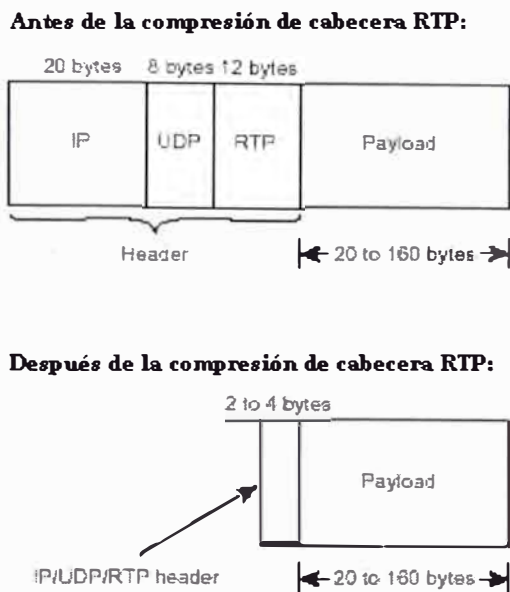


Figura 5.1. Compresión de cabecera RTP

Se debe configurar la compresión de header RTP si existen enlaces lentos o existe la necesidad de ahorrar ancho de banda.

Nota: La compresión de cabecera RTP no debe ser usada en enlaces mas grandes de 2Mbps.

Tabla N° 5.2. Comandos para la compresión de cabecera RTP.

Comando	Propósito
<i>ip rtp header-compression [passive]</i>	Habilita compresión header RTP
<i>ip rtp compresión connection numero</i>	Especifica el número total de conexiones de compresión de cabecera RTP soportadas en una interfaz.

Ejemplo de configuración de Compresión RTP Header. El siguiente ejemplo habilita la compresión de cabecera RTP para una interfaz serial.

```
interface 0
```

```
ip rtp header-compression
```

encapsulation ppp

ip rtp compression-connections 25

c. Configuración Encolamiento Personalizado (custom queuing). Algunas características de QoS, como reserva IP RTP y encolamiento personalizado están basados en el protocolo de transporte y el número de puerto asociado. Tráfico de voz en tiempo real es transmitido en puertos UDP que van desde el 16384 hasta el 16624.

d. Configuración de Encolamiento por “peso” (weighted fair queuing). Esta configuración asegura que las colas no padezcan de escasez de ancho de banda y que el tráfico consiga un servicio predecible. Flujos de tráfico de volumen bajo reciben servicio preferencial; tráfico de alto volumen comparten la capacidad remanente, obteniendo igual o proporcional ancho de banda.

5.3.2 Configuración de la Expansión de Números. En la mayoría de los entornos corporativos, la red telefónica es configurada de tal forma que se pueda alcanzar al destino marcando solamente una porción (la extensión o anexo) del número telefónico completo E.164. Voz sobre IP puede ser configurado para reconocer los números de extensión y expandirlos en el número completo E.164 usando dos comandos: *destination-pattern* y *num-exp*. Antes de configurar estos dos comandos, es útil mapear individualmente las extensiones telefónicas con los números telefónicos completos. Esto puede ser hecho fácilmente creando una tabla de expansión numérica.

a. Creación de una tabla de expansión numérica. En la Figura 5.2, se muestra la integración de la red telefónica con la existente red IP de una empresa con oficina principal en Lima, Perú y oficina remota en Montreal, Canada. Los patrones de destino (o número de teléfono expandido) asociado con el Router 1 (localizado a la izquierda de la nube IP) son (511) 115-xxxx, (511) 116-xxxx, y (511) 117-xxxx, donde xxxx identifica el dial peer individual por extensión. El patrón de destino (o número telefónico expandido) asociado con el Router 2 (localizado a la derecha de la nube IP) es (1514) 555-xxxx.

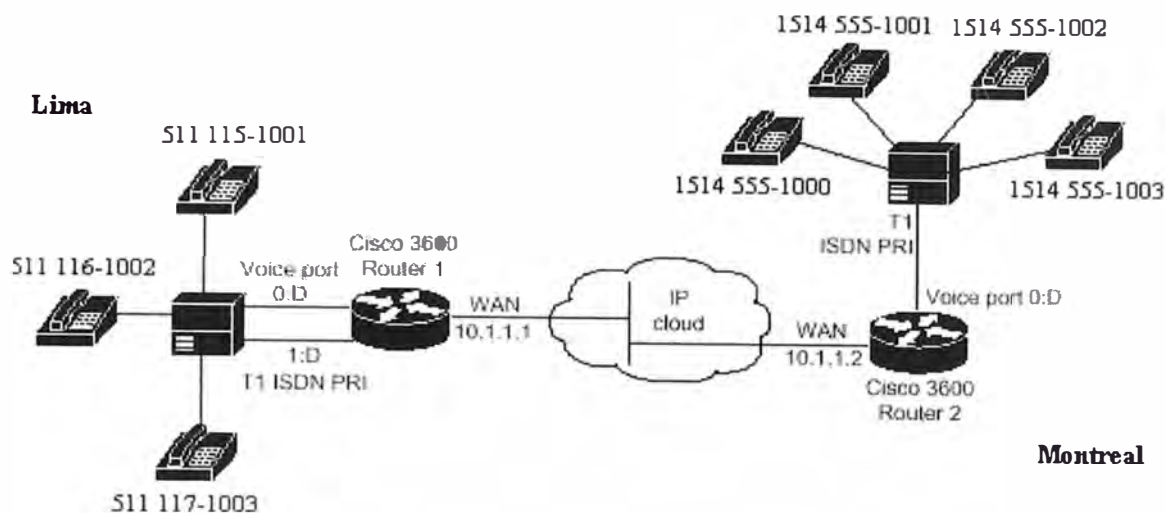


Figura 5.2. Red VoIP de una empresa con oficina principal en Lima y otra remota en Montreal.

La Tabla N° 5.3 muestra los números de expansión de la empresa:

Tabla N° 5.3 Números de expansión de la empresa con oficinas remotas.

Extensión	Patrón de Destino	Comando para Núm-Exp.
5....	51111....	num-exp 5.... 511115....
6....	51111....	num-exp 6.... 511116....
7....	51111....	num-exp 7.... 511117....
1....	1514555....	num-exp 1.... 1514555....

El punto (.) se usa para representar variables (como la extensión telefónica) en un número telefónico.

La información incluida en la Tabla N° 5.3 necesita ser configurada en ambos Router 1 y Router 2.

b. Configuración de la expansión numérica. Para definir como expandir un número de extensión en un patrón de destino particular, se usa el siguiente comando en modo de configuración global.:

num-exp numero-extensión cadena-extensión

Para verificar que la información de expansión de números haya sido mapeado correctamente se usa el comando *show num-exp*.

Después de haber configurado los dial peers y haberles asignado patrones de destino, se puede verificar esta información usando el comando *show dialplan number* con el que podremos ver cómo un número telefónico se mapea con un dial peer.

5.3.3 Configuración de Dial Peers. Como hemos mencionado cada dial peer define las características asociadas con un brazo de llamada, como se muestra en las dos figuras siguientes, un brazo de llamada es un segmento discreto de una conexión de llamada que une dos puntos en la conexión. Todos los brazos de llamada para una conexión en particular tienen el mismo ID de conexión.

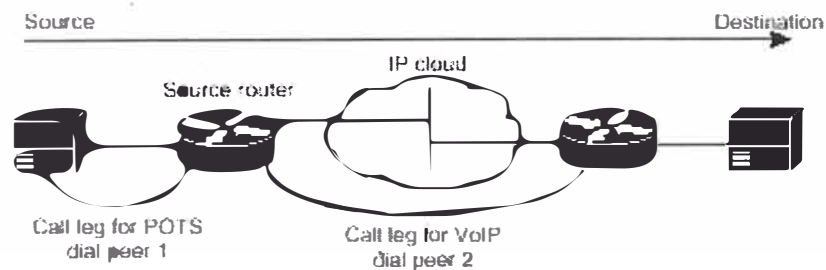


Figura 5.3. Brazos de la llamada de un dial peer desde la perspectiva del router de origen.

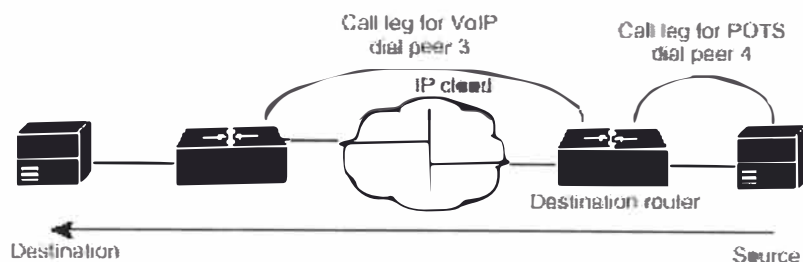


Figura 5.4. Brazos de la llamada de un dial peer desde la perspectiva del router de destino.

Para configurar la conectividad de la llamada entre el origen y el destino como se ilustra en la Figura 5.5, se programa el Router 10.1.1.1 en Lima con los siguientes comandos:

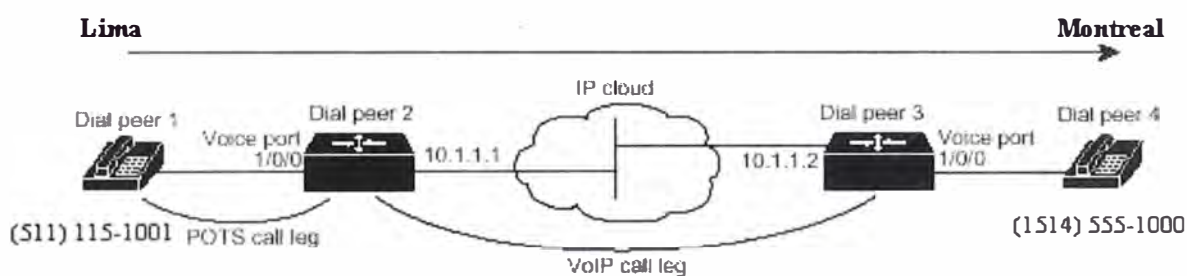


Figura 5.5. Llamadas de salida desde la perspectiva del Dial Peer POTS 1.

```
dial-peer voice 1 pots
```

```
destination-pattern 511115....
```

```
port 1/9/9
```

```
dial-peer voice 2 voip
```

```
destination-pattern 1514555....
```

```
session target ipv4:10.1.1.2
```

Los últimos cuatro dígitos en el patrón de destino del dial peer VoIP fueron reemplazados con comodines. Esto significa que desde el servidor de acceso 10.1.1.1

en Lima, llamar a cualquier número que empiece con los dígitos “1514555” resultará en una conexión al servidor de acceso 10.1.1.2 en Montreal. Esto implica que el servidor de acceso 10.1.1.2 en Montreal atiende todos los números que comiencen con esos dígitos. Desde el servidor de acceso 10.1.1.2 en Montreal, llamar a cualquier número que empiece con los dígitos “511115” resultará en una conexión al servidor de acceso 10.1.1.1 en Lima. Esto implica que el servidor de acceso 10.1.1.1 en Lima atiende todos los números que comiencen con esos dígitos.

En la Figura 5.6 se muestra como se lleva a cabo una llamada de extremo a extremo entre el dial peer 1 y el dial peer 4.

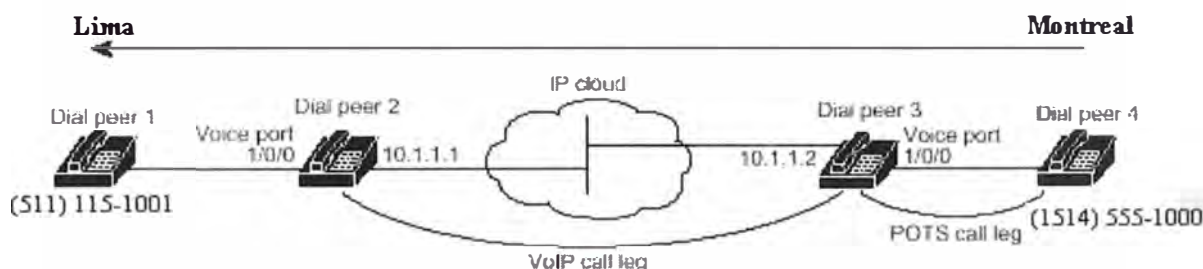


Figura 5.6. Llamadas de salida desde la perspectiva del Dial Peer POTS 2.

Para llevar a cabo una llamada de extremo a extremo entre dial peer 1 y dial peer 4 como se ilustró en la Figura 5.6, se deben ingresar los siguientes comandos en el router 10.1.1.2:

```
dial-peer voice 4 pots
```

```
destination-pattern 1514555....
```

```
port 1/0/0
```

```
dial-peer voice 3 voip
```

```
destination-pattern 511115....
```

```
session target ipv4:10.1.1.1
```

a. Creación de una Tabla de Configuración de Peer. Siguiendo el caso de la empresa en la Figura 5.2, el Router 1 en Lima, con el IP 10.1.1.1, conecta una

oficina remota con la oficina principal a través del Router 2 en Montreal. Hay tres teléfonos en la oficina remota que necesitan ser establecidos como dial peers. Router 2 en Montreal, con una dirección IP 10.1.1.2, es el gateway primario a la oficina principal que como tal necesita ser conectado a la central telefónica PBX de la compañía. Hay cuatro dispositivos que necesitan ser establecidos como dial peers en la oficina principal, todos los cuales son teléfonos básicos conectados al PBX.

La Tabla N° 5.4 muestra la configuración de peers para el caso de la empresa con oficinas remotas.

Tabla N° 5.4. Configuración de Peers para el caso de la empresa con red de voz sobre IP.

Tag Dial Peer	Ext	Patrón de Destino	Tipo	Puert o de Voz	Sesión destino	Códec	QoS
Router 1							
1	6....	+511116. ...	POTS	1/0/0			
10		+151455 5....	VoIP		ipv4 10.1.1.2	G.729	Best Effort
Router 2							
11		+511116. ...	VoIP		ipv4 10.1.1.1	G.729	Best Effort
4	2....	+151455 5....	POTS	1/0/0			

b. Configuración de Peers POTS. Una vez más, los peers POTS habilitan llamadas entrantes a ser recibidas por un dispositivo de telefonía particular. Para configurar un peer POTS, se necesita únicamente identificar el peer asignándole un único número identificador, definir sus números telefónicos, y asociarlos con un puerto de voz a través del cual las llamadas podrán ser establecidas. En la mayoría de circunstancias, los valores por defecto de los comandos de configuración dial-peer remanentes serán suficientes para establecer conexiones.

Para entrar al modo de configuración dial-peer (y seleccionar POTS como el método de encapsulado-de-voz) se usa el siguiente comando en modo de configuración global.

Tabla N° 5.5. Comando para entrar al modo de configuración de Peers POTS.

Comando	Propósito
<i>dial-peer voice número pots</i>	Entra al modo de configuración dial peer para configurar un peer POTS.

El valor *número* del comando *dial-peer voice pots* es el único identificador del dial peer (este número tiene sólo significado local).

Para configurar al peer POTS identificado, se usan los siguientes comandos en modo de configuración dial-peer.

Tabla N° 5.6. Comandos para la configuración de Peers POTS.

Paso	Comando	Propósito
1	<i>destination-pattern string</i>	Define el número telefónico asociado con el dial peer POTS.
2	<i>port num-slot/num-subunit/Puerto</i>	Asocia este dial peer POTS con un puerto de voz específico.

c. Configuración de Peers VoIP. Una vez más, los peers VoIP habilitan a las llamadas salientes ser hechas desde un dispositivo telefónico particular. Para configurar un peer VoIP, se necesita únicamente identificar el peer, definir su número telefónico de destino y dirección IP de destino. Al igual que con peers POTS, en la mayoría de las circunstancias, los valores por defecto de los comandos de configuración dial-peer remanentes serán adecuados para establecer conexiones.

Para ingresar al modo de configuración dial-peer (y seleccionar VoIP como el método de encapsulación de voz), se usa el siguiente comando en el modo de configuración global:

Tabla N° 5.7. Comando para entrar al modo de configuración de Peers VoIP.

Comando	Propósito
<i>dial-peer voice número voip</i>	Entra al modo de configuración dial peer para configurar un peer VoIP.

El valor *número* del comando *dial-peer voice voip* es el único identificador del dial peer.

Para configurar al peer POTS identificado, se usan los siguientes comandos en modo de configuración dial-peer.

Tabla N° 5.8. Comandos para la configuración de Peers VoIP.

Paso	Comando	Propósito
1	<i>destination-pattern string</i>	Define el número telefónico asociado con el dial peer VoIP.
2	<i>session target {ipv4:dirección-destino dns:nombre-host}</i>	Especifica una dirección IP de destino para este dial peer.

d. Validación de Configuración. Se puede validar la configuración dial-peer realizando usando el comando *show dial-peer voice* para verificar que los datos configurados son correctos. Se usa para visualizar un dial peer específico o

todos los dial peers configurados. El comando *show dialplan number* muestra el dial peer al cual un número particular (patrón de destino) resuelve.

5.3.4 Optimización de las configuraciones de Dial Peers e Interfases de Red.

Dependiendo de cómo se han configurado las tarjetas de red, se podría necesitar configurar parámetros adicionales de dial peers VoIP. Se describen 3 casos:

- Configuración Precedencia IP para Dial Peers.
- Configuración RSVP para Dial Peers.
- Configuración CODEC y VAD para Dial Peers.

- a. Configuración Precedencia IP para Dial Peers.** Si se quiere dar al tráfico de voz en tiempo real mayor prioridad que otro tráfico de red, se puede aumentar el *peso* al tráfico de voz asociado con un dial peer VoIP usando Precedencia IP. Precedencia IP escala mejor que RSVP pero no provee control de admisión. Para hacer esta configuración se realizan los siguientes comandos:

Tabla N° 5.9. Comandos para la configuración de Precedencia IP para Dial Peers.

Paso	Comando	Propósito
1	<i>dial-peer voice número voip</i>	Entra al modo de configuración dial-peer para configurar un dial peer VoIP.
2	<i>ip precedence número</i>	Selecciona el nivel de precedencia para el tráfico de voz asociado con este dial peer.

En Precedencia IP, los números 1 al 5 identifican clases para flujos IP; los números 6 a 7 son usados por ruteos de red y backbone.

Por ejemplo, para asegurar que el tráfico de voz asociado con el dial peer VoIP 103 tenga la más alta prioridad que otro tráfico de red IP, ingresar lo siguiente:

```
dial-peer voice 103 voip
```

```
ip precedence 5
```

- b. Configuración de RSVP para Dial Peers.** Si se han configurado las interfases de red de la LAN (o WAN) con RSVP, se debe configurar QoS para cualquiera de los peers VoIP asociados. Para configurar QoS para un peer VoIP seleccionado, usar los siguientes comandos desde el modo de configuración global.

Tabla N° 5.10. Comandos para la configuración de RSVP para Dial Peers.

Paso	Comando	Propósito
1	<i>dial-peer voice número voip</i>	Entra al modo de configuración dial-peer para configurar un dial peer VoIP.
2	<i>req-qos [best-effort controlled-load guaranteed-delay]</i>	Especifica la calidad de servicio a ser usada. Se sugiere <i>controlled-load</i> .

Por ejemplo, para especificar retardo garantizado QoS para el dial peer VoIP se tiene los siguientes comandos:

```
dial-peer voice 108 voip
```

```
destination-pattern +14085551234
```

```
req-qos controlled-load
```

```
session target ipv4:10.0.0.8
```

Si se desea generar un alerta SNMP si la QoS es menor que el valor configurado para un peer VoIP seleccionado se usa el comando *acc-qos [best-effort | controlled-load | guaranteed-delay]*

c. Configuración CODEC y VAD para Dial Peers. Para seleccionar el tipo de codificador de voz para un peer VoIP seleccionado, se usan los siguientes comandos desde el modo de configuración global:

Tabla N° 5.11. Comandos para la configuración del Códec de Dial Peers.

Paso	Comando	Propósito
1	<i>dial-peer voice número voip</i>	Entra al modo de configuración dial-peer para configurar un dial peer VoIP.
2	<i>codec [g711alaw g711ulaw g729r8]</i>	Especifica el tipo de codificador de voz deseado para este dial peer.

El valor por defecto es *g729r8*; lo cual normalmente es aceptable, sin embargo si se dispone de una red con gran ancho de banda y la calidad de voz es de la más alta importancia, se debería configurar el comando *codec* con *g711alaw* o *g711ulaw*. Usando estos valores se obtendrá una mejor calidad de voz, pero a costa de mayor ancho de banda.

Por ejemplo, para especifica un CODEC G.711 ley A para el dial peer 108:

```
dial-peer voice 108 voip
```

```
destination-pattern +14085551234
```

```
codec g711alaw
```

```
session target ipv4:10.0.0.8
```

\ Para la habilitación de VAD (Voice Activity Detection) o lo que es lo mismo: la deshabilitación de la transmisión de paquetes de silencio para un

seleccionado peer VoIP, se usan los siguientes comandos en modo de configuración global:

Tabla 5.12. Comandos para la configuración del VAD de Dial Peers.

Paso	Comando	Propósito
1	<i>dial-peer voice número VoIP</i>	Entra al modo de configuración dial-peer para configurar un dial peer VoIP.
2	<i>Vad</i>	Deshabilita la transmisión de paquetes de silencio (habilita VAD)

Por defecto está habilitado y esto hace que esta configuración sea normalmente lo mas deseable, pero si se dispone de un gran ancho de banda y la calidad de voz es de la más alta importancia, se debería deshabilitar *vad*.

Por ejemplo, para habilitar VAD para el dial peer 108:

```
dial-peer voice 108 voip
```

```
destination-pattern +14085551234
```

```
vad
```

```
session target ipv4:10.0.0.8
```

5.3.5 Configuración de los Puertos de Voz. Voz sobre IP simula una conexión *trunk* creando *tie-lines* virtuales entre PBXs conectadas a routers en cada lado de la conexión VoIP. Ver Figura 5.7). En este caso, hay dos PBXs conectadas que usan un circuito virtual *trunk*. PBX-A es conectada al Router A vía un puerto de voz E&M; PBX-B es conectada al Router B vía un puerto de voz E&M.

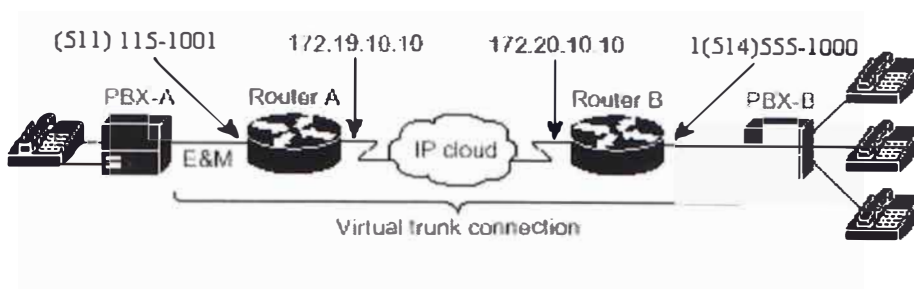


Figura 5.7. Conexión *trunk* virtual.

Los routers en ambos lados de la conexión VoIP deben ser configurados para conexiones *trunk*. Para el escenario de la Figura 5.7, se debe configurar el router A de la siguiente forma:

```
configure terminal
```

```
voice-port 1/0/0
```

```
connection trunk +15145551000
```

```
dial-peer voice 10 pots
```

```
destination-pattern +5111151001
```

```
port 1/0/0
```

```
dial-peer voice 100 voip
```

```
session-target ipv4:172.20.10.10
```

```
destination-pattern +15145551000
```

Y el Router B de la siguiente forma:

```
configure terminal
```

```
voice-port 1/0/0
```

```
connection trunk +5111151001
```

```
dial-peer voice 20 pots
```

```

destination-pattern +15145551000
port 1/0/0
dial-peer voice 200 voip
session-target ipv4:172.19.10.10
destination-pattern +5111151001

```

Las combinaciones soportadas entre puertos de voz son:

- E&M a E&M (el mismo tipo).
- FXS a FXO.
- FXS a FXS (sin señalización)

Existe la limitación que las conexiones *trunk* virtuales no soportan expansión de números, los patrones de destino en cada lado de la conexión *trunk* deben coincidir exactamente.

5.3.6 Configuración de Voz sobre IP con Microsoft NetMeeting. Voz sobre IP puede ser usado con Microsoft NetMeeting (versión 2.x o superior) cuando el router Cisco 3600 es usado como gateway de Voz. Se recomienda usar los últimos drivers DirectX de Microsoft en la PC para mejorar la calidad de voz de NetMeeting.

a. Configuración de VoIP para soportar MS NetMeeting. Para configurar VoIP para soportar NetMeeting, se debe crear un peer VoIP que contenga la siguiente información:

- Sesión destino: dirección IP o nombre DNS de la PC corriendo NetMeeting.
- CODEC: g711ulaw o g711alaw.

b. Configuración MS NetMeeting para Voz sobre IP. Configurar NetMeeting para que trabaje con Voz sobre IP, es tan sencillo como completar los siguientes pasos:

Tabla N° 5.13. Comandos para la configuración de Microsoft NetMeeting para Voz sobre IP.

Paso	Acción
1	Desde el menú Tools en la aplicación NetMeeting, seleccionar Options . NetMeeting mostrará el <i>dialog box de Options</i> .
2	Click el tab Audio
3	Click el check box “Calling a telephone using NetMeeting”
4	Ingresar la dirección IP del router Cisco serie 3600 en el campo IP address .
5	Bajo General , click Advanced
6	Click el check box “Manually configured compression settings”.
7	Seleccionar el Códec CCITT ulaw 8000Hz .
8	Click el botón Up hasta que este Códec esté al principio de la lista.
9	Click OK para salir.

d. Inicio de una llamada usando Microsoft NetMeeting. Para iniciar una llamada usando Microsoft NetMeeting, seguir los siguientes pasos:

Tabla N° 5.14. Comandos para iniciar una llamada telefónica desde Microsoft NetMeeting.

Paso	Acción
1	Click el ícono Call desde la aplicación NetMeeting. Se abrirá el recuadro de diálogo de Call .
2	Desde el recuadro de diálogo Call, seleccionar call using H.323 gateway .
3	Ingresar el número de teléfono en el campo Address .
4	Click Call para iniciar con el router Cisco 3600 desde Microsoft NetMeeting.

5.4. Resumen.

En este capítulo hemos revisado los aspectos necesarios para la implementación de un sistema de Voz sobre IP en una Empresa con oficinas remotas en general, y en particular

con oficina principal en Lima y oficina remota en Montreal conectadas en red utilizando equipos Routers Cisco Serie 3600 con capacidades de voz y características que permiten tener una buena calidad de servicio. Se describe el proceso de una llamada telefónica que empieza desde que se descuelga el auricular y se recibe el tono de marcado hasta que se cuelga el auricular lo que origina el término de la llamada telefónica. Existen tareas previas a la misma configuración de la red como establecer una red en funcionamiento con el protocolo IP, instalar los módulos de voz de red en las bahías de los routers Cisco, definir un plan de marcado de la empresa, integrar el plan de marcado y red telefónica conmutada dentro de la existente red IP entre otras. En cuanto a la configuración misma de los routers se revisaron las opciones de configuración de la red IP para tráfico de voz en Tiempo Real como por ejemplo Multilink PPP con Interleaving si es el caso de enlaces lentos punto a punto o Compresión de cabecera RTP para enlaces lentos menores a 2Mbps.

Otra tarea importante y necesaria es la configuración para la expansión de números, esto es la implementación del plan de marcado de la empresa, por ejemplo si un usuario marca un número que empieza con 5 y tiene cuatro dígitos mas es para llamar a un anexo en Lima, y si marca un número que empieza con 1 y tiene cuatro dígitos mas es para llamar a un anexo en Montreal.

Se introdujo el concepto de los Dial Peers que definen las características de la comunicación, se presentaron los comandos asociados y opciones para optimización de las configuraciones de Dial Peers como Precedencia IP, RSVP, cambiar de codificador de voz y habilitar/deshabilitar la supresión de silencio.

Como puntos finales se presentaron la configuración de los puertos de voz y la configuración de Voz sobre IP para trabajar conjuntamente con el software Microsoft NetMeeting permitiendo llamar a extensiones telefónicas desde una PC y viceversa.

CONCLUSIONES

1. La implantación del Servicio de Voz sobre IP en una Empresa de Telecomunicaciones Portadora es estratégica porque que representa una importante ventaja competitiva y principio de nuevos servicios tanto para el segmento *consumer* como para el corporativo. Gran parte del éxito o fracaso del posicionamiento de la Portadora estriba en una rápida adopción de esta tecnología conjuntamente con brindar una alta Calidad de Servicio (por lo menos cercana a la Calidad de Servicio de una Red de Telefonía de Circuitos Conmutados). Para lograrlo, se requiere estar al corriente de los desafíos revisados y su correlación con los equipos ofrecidos por los Proveedores de tecnología.

2. El mejoramiento de la Calidad de Servicio (QoS) es de suma importancia para el posicionamiento de VoIP, por lo que es necesario identificar sus limitantes y utilizar una de las estrategias o técnicas existentes -y en continuo desarrollo-, mencionadas en el capítulo II para lograr reducir el efecto de estos limitantes y obtener una buena calidad de servicio. Para saber qué tan buena debe ser esta calidad de servicio es necesario utilizar el concepto de Calidad de Voz y usar técnicas de medición como mecanismo de retroalimentación para la adecuada sintonización de los equipos VoIP -como routers, switches o gateways- para conseguir transmitir las señales de voz sin molestias para los usuarios.

3. Los protocolos de señalización H.323 (estándar ITU-T) y SIP (estándar IETF) son los principales protocolos de VoIP y aunque H.323 tiene mayor porción del mercado actualmente, SIP es un mejor protocolo debido a su simplicidad y escalabilidad. El protocolo que hace que el Agente de llamada controle al gateway de señalización es el protocolo MGCP. Tanto H.323 como SIP necesitan algunos protocolos de tiempo real que llevan a cabo el verdadero transporte de la voz y video. RTP y RTCP se usan para el transporte y control en tiempo real. RTSP es usado para proveer entrega controlada de

flujos de medios. Existen otro tipo de protocolos que son requeridos en conjunto con SIP para dar a conocer la sesión (SAP) y dar una descripción de la sesión (SDP). RSVP es usado para reservar recursos en la red y por lo tanto proveer alguna Calidad de Servicio QoS.

4. El *state-of-the-art* de la tecnología Voz sobre IP sigue en permanente desarrollo y ya existen soluciones comerciales trabajando tanto en redes privadas como en redes pública. Aún a la fecha la calidad de servicio QoS es un tema de suma importancia y siguen desarrollándose estrategias para mejorarla. Los principales jugadores en el mundo de VoIP son: Cisco aportando con la arquitectura AVVID, la que es un marco referencial para la implementación de soluciones de e-business integrales para empresas que van desde pequeñas hasta grandes corporaciones incluyendo portadoras de servicio. Cisco además contribuye con routers que incluyen gateways de voz optimizados para conectar redes IP con centrales telefónicas.

3Com por su lado ofrece la arquitectura Total Control. Para implementar un sistema de telefonía para una empresa carrier o portadora de servicios. Adicionalmente como soluciones de telefonía Multi-site y Call Center para la empresa ofrece 3Com-CommWorks conjuntamente con sus equipos NBX®.

Vocaltec, empresa pionera en la comunicación de Voz sobre IP, de igual modo presenta su arquitectura llamada Softswitch. Siemens por su lado la plataforma InterXpress, Lucent su solución a Voz sobre IP llamada MultivoiceVoIP conjuntamente con sus equipos Universal gateways. Motorola aporta sus chips codificadores de voz soportando diversos algoritmos de compresión.

Arbinte-the xchange, ofrece el importante servicio de terminación de llamadas a PSTN y otros complementarios para empresas carrier deVoIP con accesos alrededor del mundo. Nortel Networks ofrece con sus equipos Gateways de voz Passport PVG soluciones VoIP. Por lado de los productos de administración de sistemas de VoIP, la empresa ADIR presenta su Suite de Administración Voxis. IBM, el gigante azul, no esta ajeno en la participación activa en el desarrollo de tecnologías de VoIP y ofrece servidores IBM «[®] server xSeries 330 y 342 verificados y certificados para correr soluciones de Cisco entre otros proveedores. Para las empresas que deseen fabricar y comercializar teléfonos IP pueden optar por el ofrecimiento de Texas Instruments con Telogy Software de su

Teléfono IP pre-integrado que contiene el núcleo fundamental de un teléfono IP con componentes que garantizan una buena calidad de voz.

En cuanto a soluciones orientadas al usuario final resaltan Microsoft NetMeeting con su transmisión de voz, video y datos, Net2Phone que permite llamadas telefónicas a través de Internet de PC a PC gratuitas y de PC a teléfono a muy bajo costo aunque al ser Internet una red con tráfico no previsible en ocasiones la comunicación se ve afectada por distorsiones -causada por la pérdida de paquetes- y por el eco que es causado por haber un retardo lo suficientemente grande, y de igual modo con el envío de Faxes sobre IP.

5. Para el caso en que una empresa con oficinas descentralizadas y conectadas en red deseen comunicarse aprovechando la infraestructura ya montada, pueden hacerlo implementando un sistema de Voz sobre IP tal como se demostró con el caso práctico de una empresa con oficina principal en Lima y oficina remota en Montreal conectadas en red utilizando equipos Routers Cisco Serie 3600 con capacidades de voz y características que permiten tener una buena calidad de servicio. Se describió el proceso de una llamada telefónica que empieza desde que se descuelga el auricular y se recibe el tono de marcado hasta que se cuelga el auricular lo que origina el término de la llamada telefónica. Existen tareas previas a la misma configuración de la red como establecer una red en funcionamiento con el protocolo IP, instalar los módulos de voz de red en las bahías de los routers Cisco, definir un plan de marcado de la empresa, integrar el plan de marcado y red telefónica conmutada dentro de la existente red IP entre otras. En cuanto a la configuración misma de los routers se revisaron las opciones de configuración de la red IP para tráfico de voz en Tiempo Real como por ejemplo Multilink PPP con Interleaving si es el caso de enlaces lentos punto a punto o Compresión de cabecera RTP para enlaces lentos menores a 2Mbps. Otra tarea importante y necesaria es la configuración para la expansión de números, esto es la implementación del plan de marcado de la empresa, por ejemplo si un usuario marca un número que empieza con 5 y tiene cuatro dígitos mas es para llamar a un anexo en Lima, y si marca un número que empieza con 1 y tiene cuatro dígitos mas es para llamar a un anexo en Montreal. Se introdujo el concepto de los Dial Peers que definen las características de la comunicación, se presentaron los comandos asociados y opciones para optimización de las configuraciones de Dial Peers como Precedencia IP, RSVP, cambiar de codificador de voz y habilitar/deshabilitar la supresión de silencio.

6. Como puntos finales se presentaron la configuración de los puertos de voz y la configuración de Voz sobre IP para trabajar conjuntamente con el software Microsoft NetMeeting permitiendo llamar a extensiones telefónicas desde una PC y viceversa.

BIBLIOGRAFÍA

1. The Internet Telephony – Jiri Kuthan, 2001.
2. Voice Over IP: Protocols and Standards – Rakesh Arora. 2002.
3. Next-Gen VoIP Services and Applications using SIP and Java. Pingtel, 2001.
4. Echo Cancellation. Tellabs, 2002.
5. Gatekeeper. Radvisio, 2002.
6. H.323. Trillium, 2002.
7. Internet Access. International Engineering Consortium. 2001.
8. Internet Telephony. International Engineering Consortium., 2001.
9. Internet Protocol (IP) Internetworking Transport. Alcatel, 2002.
10. IP Telephone Design and Implementation Issues. William Witowsky. Telogy, 2002.
11. Enterprise IP Phone. Texas Instruments, 2002.
12. The Internet Telephony - An Overview. Jiri Kuthan, 2001.
13. Voice over IP. Protocols and Standards. Rakesh Arora, 2002.
14. QoS in the Enterprise. Techguide, 2002.
15. Voice and Fax over Internet Protocol. Texas Instrumnets, 2002.
16. Voice Quality in converging telephony and IP Networks. International Engineering Consortium, 2002.
17. VoIP. Techguide, 2001.
18. Voice over Internet Protocol. DSQ, 2002.
19. Accelerating the deployment of VoIP and VoATM. Telica, 2002.
20. What you need to know before you deploy VoIP. Tolly Research, 2004.
21. Voice over IP Testing – A Practical Guide. RADCOM, 2003.
22. IP Telephony. ACT Networks, 2002.
23. Información comercial encontrada en los Web Sites de las empresas líderes en VoIP. 2006.