

**ANALISIS DEL PROTOCOLO SIP PARA DESARROLLO DE REDES DE
NUEVA GENERACION CON APLICACIONES DE SISTEMAS IP
MULTIMEDIA**

**DEIDER ENRIQUE RUIDIAZ VERA
CRISTIAN RAFAEL BLANCO VIDAL**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA Y ELECTRICA
CARTAGENA D. T. Y C.**

2006

**ANALISIS DEL PROTOCOLO SIP PARA DESARROLLO DE REDES DE
NUEVA GENERACION CON APLICACIONES DE SISTEMAS IP
MULTIMEDIA**

**DEIDER ENRIQUE RUIDIAZ VERA
CRISTIAN RAFAEL BLANCO VIDAL**

**Monografía presentada como requisito para optar al título de Ingeniero
Electrónico**

**Director
DAVID SENIOR E.
Ingeniero electrónico**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA Y ELECTRICA
CARTAGENA D.T. Y C.**

2006

Cartagena, 30 de Noviembre de 2006

Señores:

Comité curricular de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

Universidad Tecnológica de Bolívar

Ciudad

Respetados señores:

Por medio de la presente me permito informarles que la monografía titulada **“ANALISIS DEL PROTOCOLO SIP PARA DESARROLLO DE REDES DE NUEVA GENERACION CON APLICACIONES DE SISTEMAS IP MULTIMEDIA”** ha sido desarrollada de acuerdo a los objetivos establecidos.

Como autores de la monografía consideramos que el trabajo es satisfactorio y amerita ser presentado para su evaluación.

Atentamente,

DEIDER E RUIDIAZ V

CRISTIAN R BLANCO VIDAL

Cartagena, 30 de Noviembre de 2006

Señores:

Comité curricular de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

Universidad Tecnológica de Bolívar

Ciudad

Respetados señores:

Cordialmente me permito informarles, que he llevado a cabo la dirección del trabajo de grado de los estudiantes Deider Ruidiaz Vera y Cristian Blanco Vidal, titulado **“ANALISIS DEL PROTOCOLO SIP PARA DESARROLLO DE REDES DE NUEVA GENERACION CON APLICACIONES DE SISTEMAS IP MULTIMEDIA”**.

Atentamente,

ING. DAVID SENIOR E.

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Cartagena de Indias D. T. y C. de 2006

DEDICATORIA

Doy gracias a **Dios** por haberme permitido escalar un peldaño más en mi vida, y concederme la dicha de convertirme en un profesional lleno de alegría y confianza para afrontar los retos venideros.

A mis padres **Enrique** y **Caridad** que con su esfuerzo y dedicación lograron crear en mí un ser íntegro, respetuoso y responsable.

A mis hermanos **Deimer** y **Nayeth** por la confianza y el apoyo que me brindaron en todo este tiempo.

A **Sandra** y **Darling** por creer en mí.

A **Nancy** por el apoyo moral que incondicionalmente me ha otorgado en esta etapa
de mi vida

Muchas gracias...

Deider Enrique Ruidiaz Vera

DEDICATORIA

A mi padre que con esfuerzo y dedicación cultivo en mí el valor de trabajar y la humildad hacia todos mis semejantes.

Cristian Rafael Blanco Vidal

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Todos los profesores de la Universidad Tecnológica de Bolívar y especialmente al Ingeniero Gonzalo López, coordinador del minor de Telecomunicaciones y director de la investigación, por sus valiosos aportes.

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS

GLOSARIO.....	13
OBJETIVOS.....	15
RESUMEN.....	17
INTRODUCCIÓN.....	19

CAPITULO I

COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO DE UNA RED VOIP.....	24
1.1 DEFINICIÓN DE VOIP.....	24
1.2 COMPONENTES PRINCIPALES DE VOIP.....	25
1.3 ENCAPSULAMIENTO DE UNA TRAMA VOIP.....	26
1.4 FUNCIONAMIENTO DE UNA RED VOIP.....	26

CAPITULO II

ESTÁNDARES VOIP Y TIPOS DE ARQUITECTURAS PROTOCOLARIAS NGN.....	27
2.1 TIPOS DE PROTOCOLOS VOIP.....	30
2.2 TIPOS DE ARQUITECTURAS.....	31
a) ARQUITECTURA CENTRALIZADA.....	33
b) ARQUITECTURA DISTRIBUIDA.....	34

CAPITULO III

CARACTERÍSTICAS DE LOS SERVICIOS DE VOZ EN REDECONVERGENTES, MIGRACION HACIA SIP SERVICES.....36

3.1.	ESQUEMAS ACLARATORIOS DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS UTILIZADAS POR EL PÚBLICO.....	36
3.2.	DIFERENCIAS DE LOS SERVICIOS DE VOZ EN REDE.....	39
3.2.1.	CASO DE TELEFONÍA IP SIP.....	39
3.2.1.1.	CASO TELEFONÍA POR INTERNET.....	41
A)	MODELO PC A PC.....	42
B)	MODELO PC A TELÉFONO (ANALÓGICO O DIGITAL).....	43
C)	MODELO TELÉFONO (ANALÓGICO O DIGITAL) A PC.....	44
D)	MODELO TELÉFONO A TELÉFONO (ANALÓGICO O DIGITAL, EN AMBOS CASOS).....	45
3.3.	ARQUITECTURA DE TELEFONÍA IP VS. LA ARQUITECTURA DEL SERVICIO TELEFÓNICO TRADICIONAL.....	46
3.4.	CONVERGENCIA DE TRÁFICO EN UN SOLO TIPO DE RED.....	48
3.5.	UBICUIDAD DEL PROTOCOLO IP BAJO SIP SERVICES.....	49
3.6.	AVANCES EN LAS TECNOLOGÍAS DE DIGITALIZACIÓN Y PAQUETIZACIÓN DE LA VOZ, TENDENCIA A UNA NUEVA SESION.....	49

3.7.	REDUCCIÓN DEL ANCHO DE BANDA.....	50
------	-----------------------------------	----

CAPITULO IV

4.1	¿PORQUE ES SIP CONSIDERADO EL PROTOCOLO DE NGN?	52
	• GENERALIDAD.....	55
	• SIMPLICIDAD.....	55
	• LOCALIZACIÓN GLOBAL DE USUARIOS.....	55
	• LA MENSAJERÍA INSTANTÁNEA SIP.....	56
	• LLAMADAS DE VOZ, VIDEOCONFERENCIAS Y 'STREAMING' DE CONTENIDOS MULTIMEDIA.....	58
4.2	COMPARACIÓN ENTRE SIP Y H.323.....	61
	• COMPLEJIDAD.....	61
	• EXTENSIBILIDAD.....	61
	• ESCALABILIDAD.....	64
	• DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS.....	65
4.3	ARQUITECTURA SIP.....	66
	• MENSAJES SIP.....	66
	• USER AGENT.....	67
	• PROXY SIP.....	69
4.4	NGN MULTIMEDIA (IMS: IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM), PERMANENCIA SIP.....	74
	POR QUÉ IMS SIP?.....	72

4.4.1	QUE PROVEE IMS EN SU PROTOCOLO DE INICIO DE SESIÓN?.....	75
4.4.2	CAPACIDADES SIP EN IMS.....	76
4.4.3	GENERALIDADES IMS SESION DE INICIO.....	77

CAPITULO V

5.1. UTILIZACIÓN DE SIP PARA SEÑALIZACIÓN EN SISTEMAS

UMTS.....	80
------------------	-----------

5.2 EL AUGE DE SIP EN SISTEMAS MULTIMEDIA NGN.....	80
---	-----------

5.3. PROCESO EVOLUTIVO DE UMTS ATRAVES DE SIP.....	83
---	-----------

5.4. ALGUNAS INQUIETUDES DE USUARIOS ACERCA DEL FUTURO

MICROSOF SIP SERVICES.....	86
-----------------------------------	-----------

CONCLUSIONES.....	96
--------------------------	-----------

GLOSARIO

- ATM:** Asynchronous Transfer Mode. Modo de Transferencia Asíncrona. Sistema de transferencia de información de conmutación de paquetes de tamaño fijo con alta carga, utilizados en banda ancha para aprovechar completamente una línea y soporta velocidades de hasta 1,2 GB. También es conocido como Paquete rápido.
- Codec:** Algoritmos de Compresión/Descompresión.
- DSP:** Digital Signal Processors / Procesadores de Señales Digitales.
- FTP:** File Transfer Protocol / Protocolo de Transferencia de Archivos.
- Gatekeeper (GK):** Es el encargado de autorizar la llamada enrutar la llamada (a través de la red IP) a su s de la red IP) a su destino final.
- Gateways:** Conecta la red local a la central telefónica.
- GPRS:** General Packet Radio Service.
- GSM:** Global Sistem Mobile.
- HTML:** El HTML, acrónimo de Hypertext Markup Language (lenguaje de etiquetaje de hipertexto), es un lenguaje de marcas diseñado para estructurar textos y presentarlos en forma de hipertexto, que es el formato estándar de las páginas Web.
- H.323:** Recomendación del ITU-T (International Telecommunication Union), que define los protocolos para proveer sesiones de comunicación audiovisual en cualquier paquete de la red.
- IAD:** Integrated Access Devices / Dispositivos de Acceso Integrado.
- IETF:** Internet Engineering Task Force, en castellano Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet. Es una organización internacional abierta de normalización, que tiene como objetivos el contribuir a la ingeniería de Internet, actuando en diversas áreas, tales como transporte, encaminamiento, seguridad. Fue creada en EE.UU. en 1986.
- IMS:** IP Multimedia Subsystem.

- IP:** Internet Protocol. Protocolo de Internet. Protocolo que define tanto el formato de los paquetes usados en una Internet TCP/IP como el mecanismo de enrutamiento de un paquete a su destino.
- ISP:** Proveedor de Servicio Internet / Internet Service Provider.
- ITU-T:** La Unión Internacional de Telecomunicaciones. Es el organismo especializado de las Naciones Unidas encargado de regular las telecomunicaciones, a nivel internacional, entre las distintas administraciones y empresas operadoras.
- LAN:** Local Area Network / Red de Área Local.
- MGCP:** Media Gateway Control Protocol.
- NGN:** Next Generation Network / Red de Próxima Generación.
- PBX:** Private Branch Exchange / Centralita Privada
- PCM:** pulse code Modulation / Modulación por Impulsos Codificados.
- Protocolo:** Conjunto de reglas que gobiernan las comunicaciones entre sistemas de telecomunicación.
- Proxi:** es capaz de consultar el directorio de la institución y determinar la numeración telefónica en función de la dirección de correo electrónico.
- PSTN:** Public Switched Telephone Network / Red Telefónica Pública Conmutada (Español: RTPC).
- QoS:** Quality of Service / Calidad de Servicio.
- Redes:** Es el conjunto de recursos, tales como las líneas de transmisión, enlaces y nodos de conmutación, que permiten la comunicación entre usuarios de los terminales (teléfonos, estaciones de datos, etc.) conectados a ellas.
- Router:** Es el elemento responsable de discernir cuál es el camino más adecuado para la transmisión de mensajes en una red compleja que está soportando un tráfico intenso de datos.
- RTP:** Siglas de Real-time Transport Protocol (Protocolo de Transporte de tiempo Real). Es un protocolo de nivel de transporte utilizado para la transmisión de información en tiempo real como por ejemplo audio y video en una video-conferencia.

- SIP:** Protocolo de inicio de sesión.
- Softswitch:** es un dispositivo que controla los servicios de conexión para los Media Gatewayw, y /o puntos terminales IP nativos.
- SS7:** Sistema de señalización por canal común nº 7. Este sistema es el utilizado por la red telefónica para la señalización de las llamadas.
- TDM:** Time division multiplexing. Multiplexación por división de tiempo.
- UA:** User Agent, es la entidad básica de la arquitectura SIP capaz de enviar y recibir mensajes.
- UDP:** User Datagram Protocol.
- UMTS:** Universal Mobile Telecommunications System. El Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles.
- VoIP:** Voice over Internet Protocol / Voz sobre el Protocolo Internet.
- WAN:** Wide Area Network. Red área Extensa. Es una red de comunicaciones, de concepto análogo a LAN, pero en distancias mayores y por lo general con recurso a las redes públicas de telecomunicaciones para los enlaces entre distintas sedes.
- XML:** (sigla en inglés de extensible Markup Language, 'lenguaje de marcado extensible') es un lenguaje extensible de etiquetas desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C).

OBJETIVOS

- Las telecomunicaciones y en particular la liberalización de los mercados ha llevado a un crecimiento vertiginoso de las tecnologías convergentes que permiten garantizar la calidad de servicio para comunicaciones multimedia. Es particularmente importante el empleo de la tecnología IP en comunicaciones no solamente de datos sino cada vez más en forma creciente de contenido de voz y video.
- Proporcionar los conocimientos y conceptos necesarios, relacionados con la estructuración inteligente de las redes de telecomunicaciones para la implementación y prestación de servicios avanzados.
- Considerar la arquitectura y estructura de las plataformas de prestación de servicios avanzados de Telecomunicaciones.
- Analizar las implicaciones de la globalización y la convergencia tecnológica de las redes de telecomunicaciones en la implementación de nuevos servicios de telecomunicaciones.
- Presentar los conceptos fundamentales alrededor de las aplicaciones telemáticas en redes de nueva generación.
- Comprender el protocolo SIP.
- Conocer cuales son los principales servicios provistos por SIP.
- Conocer aplicaciones tales como videoconferencia y otras.
- Brindar soluciones técnicas para la implementación de SIP

RESUMEN

El objetivo de este documento es ofrecer una breve descripción de las características generales, motivación y alcance que ha tenido el desarrollo del protocolo SIP en el ámbito de las tecnologías relacionadas con las redes y los servicios IP, en pleno escenario de convergencia tecnológica.

En los párrafos siguientes se dará una definición del protocolo y se pasará sobre las características, arquitectura y componentes de una infraestructura basada en SIP. Se dará una visión general de las posibles aplicaciones de esta tecnología en convergencia; se dará un repaso muy breve a las principales líneas de trabajo y los esfuerzos de estandarización en los frentes de interoperabilidad en un escenario de necesaria convivencia con tecnologías tradicionales, movilidad (evolución GSM2+¹, GPRS², UMTS³), así como en la línea del desarrollo de interfaces software abiertas. Abordaremos también algunos aspectos problemáticos de la implantación como la calidad de servicio y la traducción de direcciones en infraestructuras de seguridad perimetral.

En un documento de este tipo no podemos pretender abarcar todo el dinamismo de las tecnologías relacionadas, de manera que cuando se habla de tendencias o líneas de trabajo, e incluso aplicaciones o servicios de esas tecnologías, se plantean de forma genérica con la única intención de proporcionar una visión lo más amplia posible de la tecnología y el escenario donde se presenta; aunque no por ello se debe aceptar la pérdida de rigurosidad y laxitud típicamente achacable a este tipo de documentos.

¹ Global System Mobile

² General Packet Radio Service

³ Universal Mobile Telecommunications Service

INTRODUCCIÓN

En la década pasada, las industrias de telecomunicaciones han presenciado cambios rápidos en las comunicaciones de las organizaciones y personas. Muchos de estos cambios surgieron desde el crecimiento explosivo de la Internet y de aplicaciones basadas en el protocolo Internet (IP). La Internet ha llegado ser un significado omnipresente de la comunicación, y la cantidad total de tráfico de red basado en paquetes ha superado rápidamente al tráfico de red de voz tradicional (PSTN)⁴.

En el despertar de estos adelantos tecnológicos, es claro para los portadores de telecomunicaciones, compañías y vendedores que los servicios y tráfico de voz será uno de las mayores aplicaciones para tomar ventaja completa de IP. Esta esperanza esta basada en el impacto de un nuevo grupo de tecnologías generalmente referidas como Voz sobre IP (VoIP)⁵ o Telefonía IP.

VoIP suministra muchas capacidades únicas a los portadores y clientes quienes dependen en IP o en otra red basada en paquetes. Los beneficios más importantes incluyen lo siguientes:

- Ahorros de costos: moviendo tráfico de voz sobre redes IP, las compañías pueden reducir o eliminar los cargos asociados con el transporte de llamadas sobre la red telefónica publica conmutada (PSTN). Los proveedores de servicios y los usuarios finales pueden aun conservar ancho de banda invirtiendo una capacidad adicional solo cuando es necesario. Esto es posible por la naturaleza distribuida de VoIP y por los costos de operación reducida según las compañías combinen tráficos de voz y datos dentro de una red.
- Estándares abiertos e Interoperabilidad: adoptando estándares abiertos, ambos los negocios y proveedores de servicios pueden comprar equipos de múltiples fabricantes y eliminar su dependencia en soluciones propietarias.

⁴ Public Switched Telephone Network

⁵ Voz sobre el Protocolo Internet

- Redes integradas de voz y datos: haciendo la voz como otra aplicación IP, las compañías pueden construir verdaderamente redes integradas para voz y datos. Estas redes integradas no solo proveen la calidad y confianza de las actuales PSTN's, también estas redes habilitan a las compañías para tomar rápidamente ventaja de nuevas oportunidades dentro del mundo cambiante de las comunicaciones.

En 1995, el primer producto VoIP comercial comenzó a acertar en el mercado. Estos productos fueron el blanco de las compañías que buscaban reducir las pérdidas de telecomunicaciones moviendo el tráfico de voz a redes de paquetes. Mientras estas redes de telefonía de paquetes y las dependencias de interconexión aparecían, llegó a ser claro que la industria necesitaba protocolos VoIP estándares. Muchos grupos tomaron el reto, resultando en estándares independientes, cada uno con sus propias características únicas. En particular, los suministradores de equipos de red y sus clientes pueden escoger entre 4 diferentes protocolos de control de llamadas y señalización para VoIP:

- H.323
- Protocolo de control Gateway Media (MGCP).
- Protocolo de iniciación de sesión (SIP). Es en el que centraremos nuestro estudio y se detallara mas adelante.
- Control Gateway Media / H.248 (MEGACO).

En el proceso de implementación de soluciones VoIP factibles, los ingenieros de red han de determinar como cada uno de estos protocolos trabajaran y cual de ellos funcionarían mejor para las aplicaciones y redes particulares.

Las Empresas, las ISP's⁶, las ITSP's (Proveedores de servicios de telefonía Internet), y los portadores ven a VoIP un camino viable para implementar la voz empaquetada. Razones para implementar VoIP típicamente incluyen:

- Toll – Bypass: permite llamadas de larga distancia sin incurrir en los cargos asociados usuales.

⁶Internet Service Provider

- Consolidación de Red: voz, video y datos pueden ser transportados sobre una misma red, de este modo se simplifica la administración de red y se reduce los costos por uso de equipamiento común.
- Convergencia de servicios: la funcionalidad realizada puede ser implementada a través de la unión de servicios multimedia.

Esta integración completa permite nuevas aplicaciones, tales como mensajería unificada, Web Center Call, Telefonía multimedia sobre IP, Servicios de FreePhone. Sin embargo diseñando una red VoIP requiere cuidadosa planificación para asegurar que la calidad de voz pueda ser mantenida correctamente. Este trabajo provee alguna guía y entendimiento de estos protocolos VoIP y examina los factores que afectan la calidad de voz.

CAPITULO I

COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO DE UNA RED VOIP

1.1. Definición de voip:

VoIP viene de las palabras en ingles Voice Over Internet Protocol. Como dice el término, VoIP intenta permitir que la voz viaje en paquetes IP y obviamente a través de Internet.

La telefonía IP conjuga dos mundos históricamente separados: la transmisión de voz y la de datos. Se trata de transportar la voz previamente convertida a datos, entre dos puntos distantes. Esto posibilitaría utilizar las redes de datos para efectuar las llamadas telefónicas, y por ende desarrollar una única red convergente que se encargue de cursar todo tipo de comunicación, ya sea voz, datos, video o cualquier tipo de información.

La VoIP por lo tanto, no es en sí mismo un servicio sino una tecnología que permite encapsular la voz en paquetes para poder ser transportados sobre redes de datos sin necesidad de disponer de los circuitos

conmutados convencionales conocida como la PSTN, que son redes desarrolladas a lo largo de los años para transmitir las señales vocales. La PSTN se basaba en el concepto de conmutación de circuitos, es decir, la realización de una comunicación requería el establecimiento de un circuito físico durante el tiempo que dura ésta, lo que significa que los recursos que intervienen en la realización de una llamada no pueden ser utilizados en otra hasta que la primera no finalice, incluso durante los silencios que se suceden dentro de una conversación típica.

En cambio, la telefonía IP no utiliza circuitos físicos para la conversación, sino que envía múltiples conversaciones a través del mismo canal (circuito virtual) codificadas en paquetes y en flujos independientes. Cuando se produce un silencio en una conversación, los paquetes de datos de otras conversaciones pueden ser transmitidos por la red, lo que implica un uso más eficiente de la misma.

Según esto son evidentes las ventajas que proporciona las redes VoIP, ya que con la misma infraestructura podrían prestar mas servicios y además la calidad de servicio y la velocidad serian mayores; pero por otro lado también existe la gran desventaja de la seguridad, ya que no es posible determinar la duración del paquete dentro de la red hasta que este llegue a su destino y además existe la posibilidad de perdida de paquetes, ya que el protocolo IP no cuenta con esta herramienta.

1.2. COMPONENTES PRINCIPALES DE VOIP:

La figura N° 1-01, muestra los principales componentes de una red VoIP. El Gateway convierte las señales desde las interfaces de telefonía tradicional (POTS, T1/E1, ISDN, E&M trunks) a VoIP. Un teléfono IP es un terminal que tiene soporte VoIP nativo y puede conectarse directamente a una red IP. En este trabajo de investigación, el término TERMINAL será usado para referirse a un Gateway, un teléfono IP, o una PC con una Interfase VoIP.

El servidor provee el manejo y funciones administrativas para soportar el enrutamiento de llamadas a través de la red. En un sistema basado en H.323, el servidor es conocido como un Gatekeeper. En un sistema SIP, el servidor es un servidor SIP. En un sistema basado en MGCP⁷ o MEGACO, el servidor es un Call Agent (Agente de llamadas). Finalmente, la red IP provee conectividad entre todos los terminales. La red IP puede ser una red IP privada, una Intranet o el Internet.

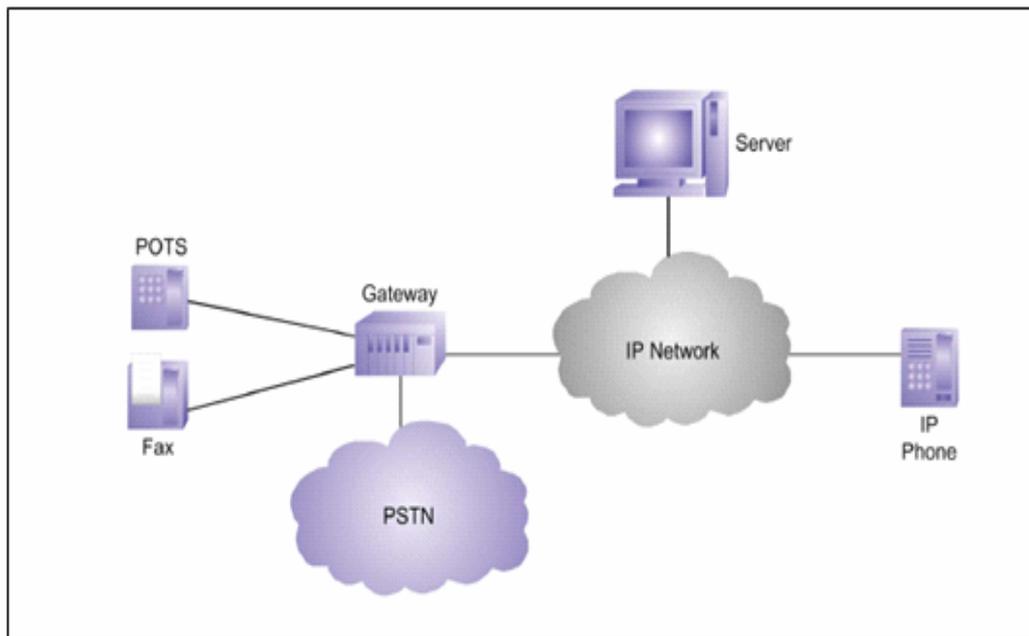


Figura N° 1-01 Componentes de una red VoIP

1.3. ENCAPSULAMIENTO DE UNA TRAMA VOIP:

Una vez que la llamada ha sido establecida, la voz será digitalizada y entonces transmitida a través de la red en tramas IP. Las muestras de voz son primero encapsuladas en RTP (protocolo de transporte en tiempo real) y luego en UDP⁸ (protocolo de datagrama de usuario) antes de ser transmitidas en una trama IP. La figura N° 1-02 muestra un ejemplo de una trama VoIP sobre una red LAN y WAN.

⁷ Media Gateway Control Protocol

⁸ User Datagram Protocol

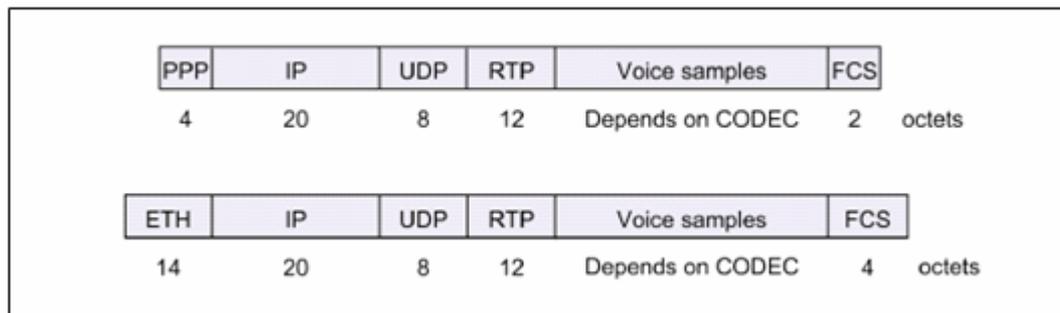


Figura N° 1-02 trama VoIP sobre una red LAN y WAN.

Por ejemplo, si el CODEC usado es G.711 y el periodo de paquetización es 20 ms, la carga útil será de 160 bytes. Esto resultara en una trama total de 206 bytes en una red WAN y en 218 bytes en una red LAN.

1.4 FUNCIONAMIENTO DE UNA RED VoIP:

Años atrás, se descubrió que enviar una señal a un destino remoto también se podría enviar de manera digital es decir, antes de enviar la señal se debía digitalizar con un dispositivo ADC (analog to digital converter), transmitirla y en el extremo de destino transformarla de nuevo a formato análogo con un dispositivo DAC (digital to analog converter). la Figura N° 1-03 muestra el funcionamiento de una red VoIP.

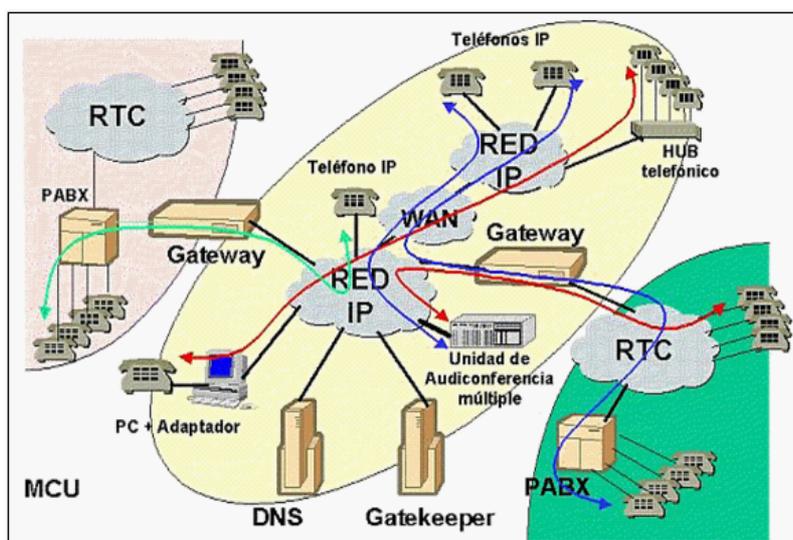


Figura N° 1-03 funcionamiento de una red VoIP

VoIP funciona de esa manera, digitalizando la voz en paquetes de datos, enviándola a través de la red y reconvirtiéndola a voz en el destino. Básicamente el proceso comienza con la señal análoga del teléfono que es digitalizada en señales DAC (pulse code modulación) por medio del codificador/decodificador de voz (codec)⁹. Las muestras PCM¹⁰ son pasadas al algoritmo de compresión, el cual comprime la voz y la fracciona en paquetes (Encapsulamiento) que pueden ser transmitidos para este caso a través de una red privada WAN. En el otro extremo de la nube se realizan exactamente las mismas funciones en un orden inverso. El flujo de un circuito de voz comprimido es el mostrado en la figura N° 1-04.

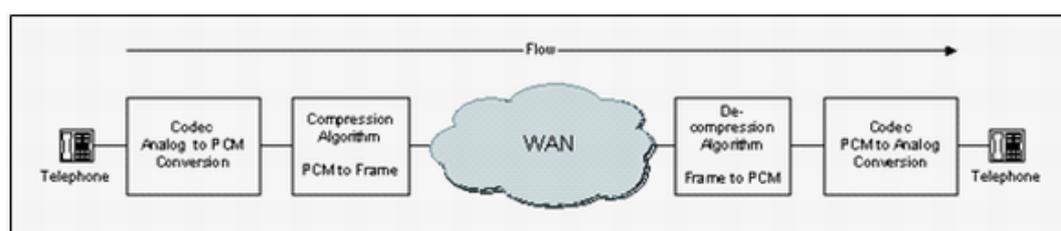


Figura N° 1-04 Flujo de un circuito de voz comprimido

Dependiendo de la forma en la que la red este configurada, el Router o el gateway pueden realizar la labor de codificación, decodificación y/o compresión. Por ejemplo, si el sistema usado es un sistema análogo de voz, entonces el router o el gateway realizan todas las funciones mencionadas anteriormente como muestra la figura N° 1-05.

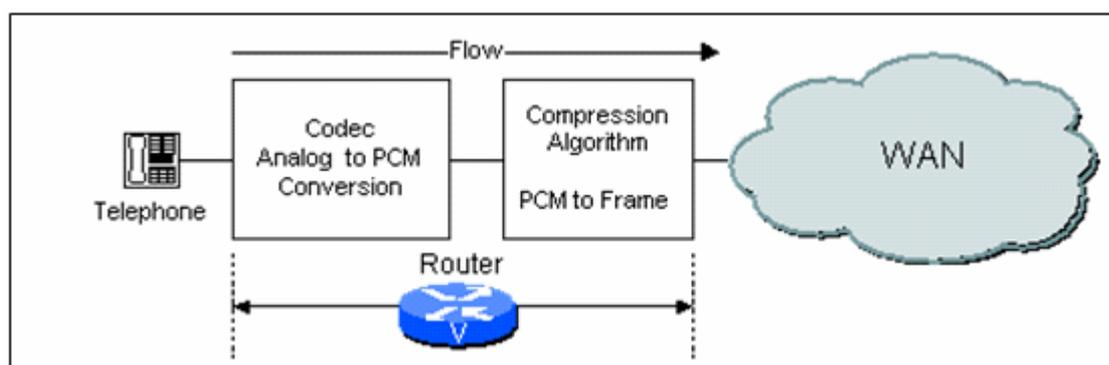


Figura N° 1-05 Configuración de router

⁹ Algoritmos de Compresión/Descompresión

¹⁰ Pulse Code Modulation

En cambio, como muestra la figura N° 1-06, si el dispositivo utilizado es un PBX¹¹ digital, entonces es este el que realiza la función de codificación y decodificación, y el router solo se dedica a procesar y a encapsular las muestras PCM de los paquetes de voz que le ha enviado el PBX.

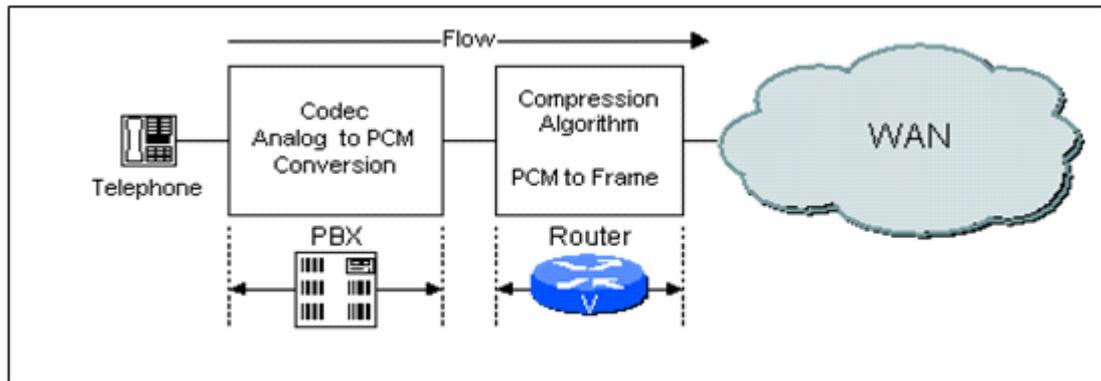


Figura N° 1-06 Trama pcm

Para el caso de transportar voz sobre la red pública Internet, se necesita una interfaz entre la red telefónica y la red IP, el cual se denomina gateway y es el encargado en el lado del emisor de convertir la señal analógica de voz en paquetes comprimidos IP para ser transportados a través de la red. Del lado del receptor su labor es inversa, dado que descomprime los paquetes IP que recibe de la red de datos, y recompone el mensaje a su forma análoga original conduciéndolo de nuevo a la red telefónica convencional en el sector de la última milla para ser transportado al destinatario final y ser reproducido por el parlante del receptor.

Es importante tener en cuenta también que todas las redes deben tener de alguna forma las características de direccionamiento, enrutamiento y señalización.

El direccionamiento es requerido para identificar el origen y destino de las llamadas, también es usado para asociar las clases de servicio a cada una de las llamadas dependiendo de la prioridad. El enrutamiento por su parte encuentra el mejor camino a seguir por el paquete desde la fuente hasta el

¹¹ Centralita Privada

destino y transporta la información a través de la red de la manera más eficiente, la cual ha sido determinada por el diseñador. La señalización alerta a las estaciones terminales y a los elementos de la red su estado y la responsabilidad inmediata que tienen al establecer una conexión.

CAPITULO II

ESTÁNDARES VOIP Y TIPOS DE ARQUITECTURAS PROTOCOLARIAS.

2.1. TIPOS DE PROTOCOLOS VoIP:

VoIP comprende muchos estándares y protocolos. La terminología básica debe ser entendida para comprender las aplicaciones y usos de VoIP. Las siguientes definiciones sirven como un punto de partida:

- H.323: es una recomendación ITU que define los Sistemas de Comunicaciones Multimedia basados en paquetes. En otras palabras, H.323 define una arquitectura distribuida para crear aplicaciones multimedia, incluyendo VoIP.
- H.248: es una recomendación ITU que define el protocolo de Control Gateway. H.248 es el resultado de una colaboración conjunta entre la ITU y la IETF. Es también referido como IETF RFC 2885 (MEGACO), el cual define una arquitectura centralizada para crear aplicaciones multimedia, incluyendo VoIP.
- La IETF se refiere a la Fuerza de Trabajo de la Ingeniería de Internet que intentan determinar como la Internet y los protocolos de Internet trabajan, así como definir los estándares prominentes.
- La ITU es la Unión Internacional de Telecomunicaciones, una organización internacional dentro del sistema de las Naciones Unidas donde los gobiernos y el sector privado coordinan las redes y servicios de telecomunicaciones globales.

- MEGACO, también conocido como la IETF RFC 2885 y recomendación ITU H.248, define una arquitectura centralizada para crear aplicaciones multimedia, incluyendo VoIP.
- MGCP, también conocido como la IETF 2705, define una arquitectura centralizada para crear aplicaciones multimedia, incluyendo VoIP.
- El Protocolo de Transporte en Tiempo Real (RTP), también conocido como la IETF RFC 1889, define un protocolo de transporte para aplicaciones en tiempo real. Específicamente, RTP provee el transporte para llevar la porción audio/media de la comunicación VoIP. RTP es usado por todos los protocolos de señalización VoIP.
- SIP: también conocido como la IETF RFC 2543, define una arquitectura distribuida para crear aplicaciones multimedia, incluyendo VoIP.

2.2. TIPOS DE ARQUITECTURAS:

Las llamadas de VoIP requieren al menos dos gateways de VoIP. Típicamente, un proveedor de servicios debería instalar gateways (o interactuar con otros proveedores de servicios y acceder a sus gateways) en todos los países o regiones hacia los cuales se realizan o se reciben llamadas. El resultado de la red de VoIP se compone de gateways, el acceso de la PSTN a cada gateway y la red IP que enlaza los gateways.

En la red telefónica IP, la información de señalización es intercambiada entre los siguientes elementos funcionales. Estos mismos se tomarán en cuenta para las configuraciones de red que se plantearán más adelante.

Media Gateway: la tecnología de VoIP permite que las llamadas originadas y terminadas en la PSTN, sean transportadas sobre la red IP, es decir, éste traduce TDM¹² a paquetes. El gateway de VoIP sirve de puente entre la red PSTN y la red IP para ambos lados de origen y terminal de la llamada. Para

¹² *Time Division Multiplexing*

realizar una llamada, el abonado llamante accederá el gateway mas cercano o por conexión directa o realizando una llamada sobre la red PSTN e ingresando el número telefónico de destino.

La tecnología de VoIP traduce el número telefónico de destino en la dirección de la red de datos (“dirección IP”) asociada con el correspondiente gateway terminal mas cercano al número de destino. Usando el protocolo apropiado y la transmisión de paquetes sobre la red IP, el gateway terminal iniciará una llamada al número telefónico de destino sobre la red PSTN para completar el establecimiento de la comunicación en ambos sentidos con los extremos finales (punto a punto). A pesar de la conexión adicional requerida, el tiempo total del establecimiento de la llamada no es significativamente mas largo que con una llamada soportada por la PSTN.

Los gateways pueden emplear un protocolo común, por ejemplo, el H.323 o MGCP o un protocolo propietario, para soportar el estándar de señalización telefónico. Los gateways emulan las funciones de la PSTN en respuesta a los estados de cuelgue y descuelgue, recibiendo o generando dígitos DTMF y recibiendo o generando tonos de llamadas en progreso. Las señales identificadas son interpretadas y mapeadas para la transmisión del mensaje apropiado hacia el gateway con la finalidad de soportar el establecimiento de la llamada, mantenimiento, facturación y finalización de la llamada.

Media Gateway Controlador o Gatekeeper: un gatekeeper (GK)¹³ maneja los registros y la gestión de los recursos de los media gateways de manera que no se produzcan situaciones de saturación en la red. Un gatekeeper intercambia mensajes ISUP con las centrales telefónicas vía un gateway de señalización. De esta forma el GK traduce direcciones telefónicas a direcciones IP.

La interpretación del número telefónico de destino en la dirección IP del media gateway terminal indicado es una función primordial del gatekeeper. La tabla de enrutamiento mantenida por el gatekeeper decide cual media gateway corresponde al número telefónico de destino con la finalidad de completar la llamada.

¹³ se encarga de realizar tareas de autenticación de usuarios, control de ancho de banda, encaminamiento IP,... es el cerebro de la red de telefonía IP

La funcionalidad del gatekeeper puede ser distribuida entre todos los media gateways de la red de VoIP o puede ser centralizada en una o varias localidades. Cuando las funciones del gatekeeper están implantadas en cada media gateway, todos los gateways de toda la red de VoIP actúan independientemente para coordinar sus acciones. Cuando un gatekeeper es centralizado, todos los media gateways de la red coordinan sus acciones con respecto al gatekeeper centralizado en lugar de que actúen independientemente.

Gateway de Señalización o Signaling Gateway: el gateway de señalización provee una traducción transparente de la señalización entre la conmutación de circuitos y la red IP. Un gateway de señalización puede señalizar en S7 (señalización N° 7) o traducir y transmitir mensajes sobre una red IP a un media gateway controlador o a otro gateway de señalización. Debido a su rol crítico en la integración de la red de voz, los gateway de señalización son normalmente desarrollados en grupos de dos o más para asegurar alta disponibilidad.

La funcionalidad del media gateway, o gateway de señalización y/o media gatekeeper pueden estar separadas en dispositivos diferentes o integrados en una sola unidad.

Figura N° 2-01. Muestra un Ejemplo de una configuración de red VoIP.

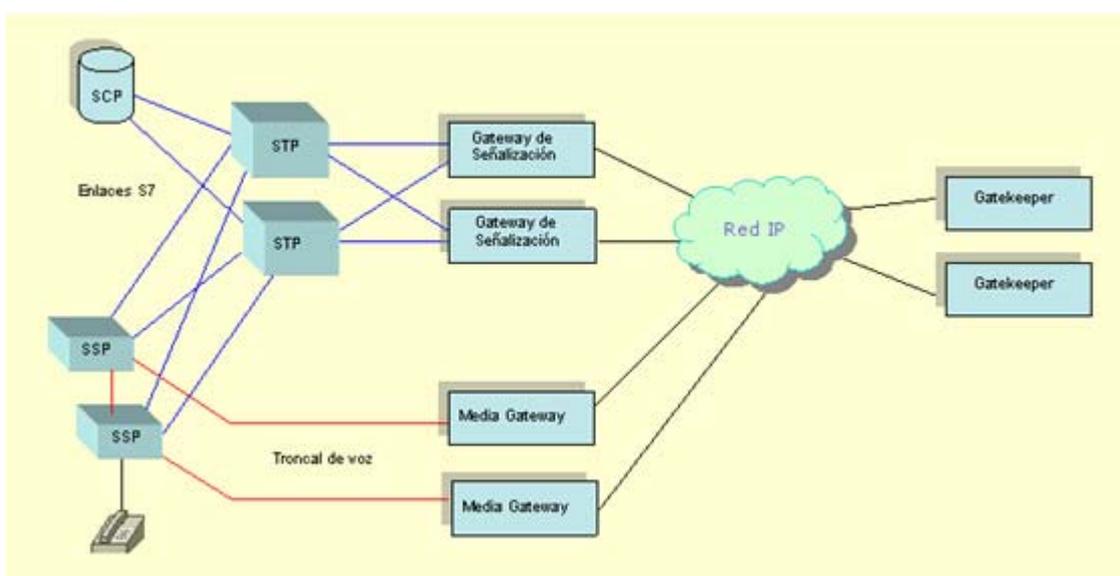


Figura N° 2-01 configuración de red VoIP.

a) Arquitectura centralizada:

- En general, la arquitectura centralizada esta asociada con los protocolos MGCP y MEGACO. Estos protocolos fueron diseñados para un dispositivo centralizado llamado Controlador Media Gateway o Call Agent, que maneja la lógica de conmutación y control de llamadas. El dispositivo centralizado comunica al Media Gateways, el cual enruta y transmite la porción audio/media de las llamadas (la información de voz actual).
- En la arquitectura centralizada, la inteligencia de la red es centralizada y los dispositivos finales de usuario (endpoints) son relativamente mudos (con características limitadas). Sin embargo, muchas arquitecturas VoIP centralizadas usan protocolos MGCP o MEGACO.
- Los defensores de la arquitectura VoIP centralizada, apoyan este modelo porque centraliza la administración, el provisionamiento y el control de llamadas. Simplifica el flujo de llamadas repitiendo las características de voz. Es fácil para los ingenieros de voz entenderlo. Los críticos de la arquitectura VoIP centralizada demandan que se suprimen las innovaciones de las características de los teléfonos (endponits) y que llegara a ser un problema cuando se construyan servicios VoIP que muevan mas allá de características de voz.
- La figura N° 2-02, muestra la arquitectura centralizada VoIP con protocolo MEGACO.

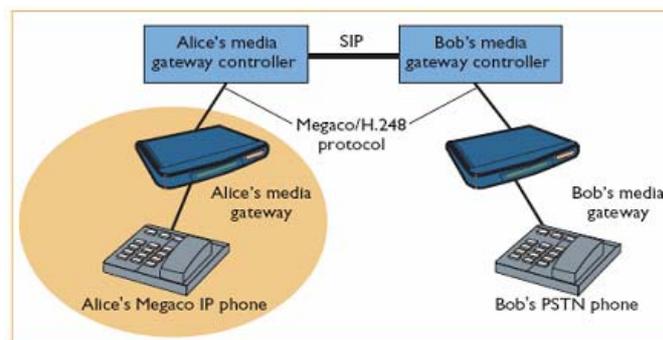


Figura N° 2-02 Arquitectura centralizada VoIP con protocolo MEGACO.

b) Arquitectura distribuida:

- La arquitectura distribuida esta asociada con los protocolos H.323 y SIP. Estos protocolos permiten que la inteligencia de la red se distribuida entre dispositivos de control de llamadas y endpoints. La inteligencia en esta instancia se refiere a establecer las llamadas, características de llamadas, enrutamiento de llamadas, provisionamiento, facturación o cualquier otro aspecto de manejo de llamadas. Los Endpoints pueden ser Gateways VoIP, teléfonos IP, servidores media, o cualquier dispositivo que pueda iniciar y terminar una llamada VoIP. Los dispositivos de control de llamadas son llamados Gatekeepers en una red H.323, y servidores Proxy o servidores Redirect en una red SIP.
- Los defensores de la arquitectura VoIP distribuida apoyan este modelo por su flexibilidad. Permite que las aplicaciones VoIP sean tratadas como cualquier otra aplicación IP distribuida, y permite la flexibilidad para añadir inteligencia a cualquier dispositivo de control de llamadas o Endpoints, dependiendo de los requerimientos tecnológicos y comerciales de la red VoIP. La arquitectura distribuida son usualmente bien entendida por los ingenieros que manejan redes de datos IP. Los críticos de la arquitectura distribuida comúnmente apuntan a la existencia de la Infraestructura PSTN como el único modelo de referencia que debiera ser usado cuando intentamos repetir los servicios de voz. Ellos también notan que las redes distribuidas tienden a ser más complejas.

La figura N° 2-03, muestra las arquitecturas de control VoIP distribuida y centralizada con protocolo SIP.

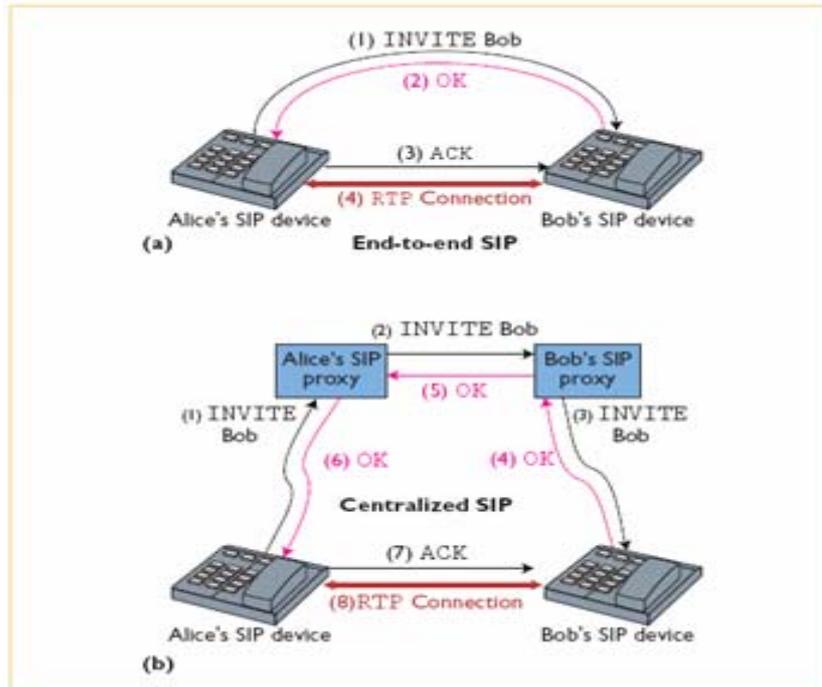


Figura N° 2-03 Muestra las arquitecturas de control VoIP distribuida y centralizada con protocolo SIP.

CAPITULO III

CARACTERÍSTICAS DE LOS SERVICIOS DE VOZ EN REDES CONVERGENTES... MIGRACIÓN A SIP SERVICES.

3.1. ESQUEMAS ACLARATORIOS DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS UTILIZADAS POR EL PÚBLICO

Se puede dividir las comunicaciones por red en dos clases básicas: **conmutación de circuitos** (de conexión permanente durante la comunicación enlace físico permanente) y **conmutación de paquetes** (cuando el enlace físico no es permanente, sino que se establece en función de la disponibilidad de la red en ese momento enlace virtual). Las redes de conmutación de circuitos funcionan a través de la formación de una conexión dedicada (un circuito) entre dos puntos. En las redes de comunicación de paquetes, los

datos a ser transferidos a través de la red se codifican, luego se comprimen y finalmente se dividen en segmentos pequeños conocidos como paquetes que son multiplexados a conexiones de alta capacidad. Un paquete, que normalmente contiene varios cientos de bytes de datos, lleva una identificación que permite al hardware de la red definir cómo mandarlo al destino especificado. Cada paquete podrá atravesar un camino completamente diferente a través de la red; sin embargo, al llegar al destino, se vuelven a montar los paquetes y pasan a través de una aplicación de más alto nivel como la mostrada en la figura N° 3-01.

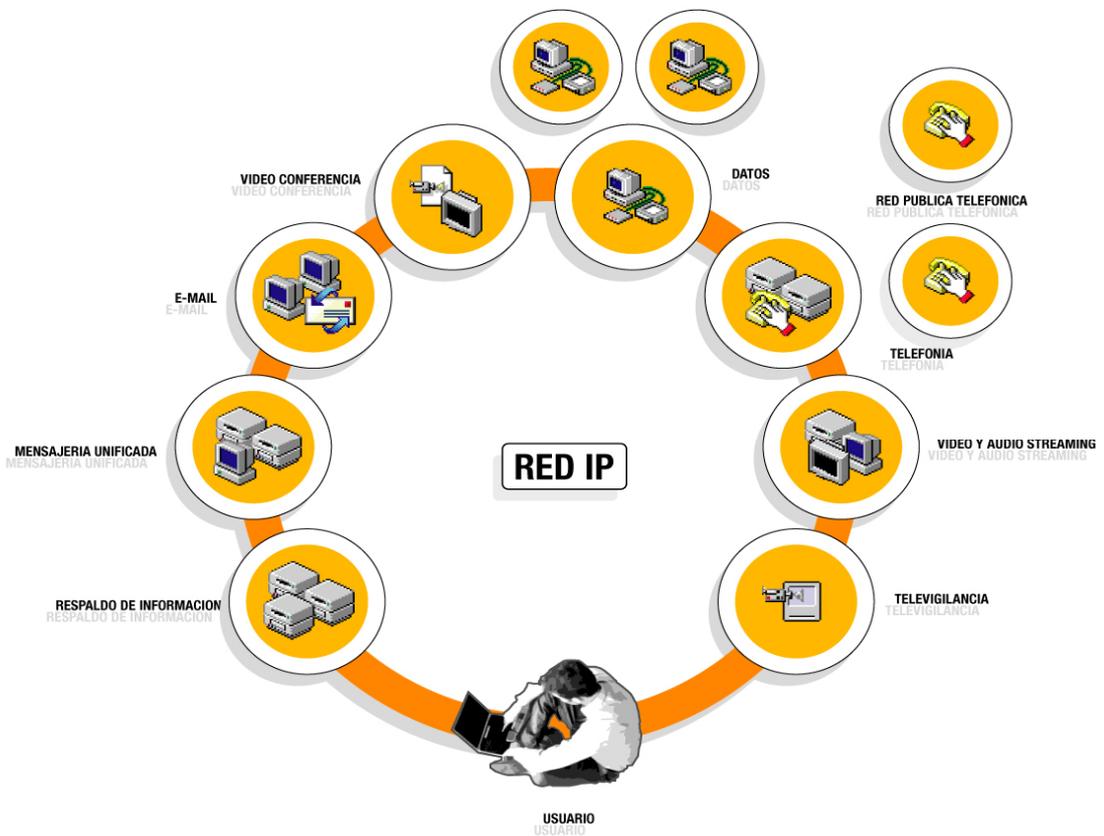


Figura N° 3-01. Convergencia de soluciones

Este estudio se enfocará únicamente a considerar el caso de la aplicación de la Voz sobre Protocolo Internet (VoIP).

Hoy en día, se usan muchas expresiones distintas para hablar del tema de voz transmitida sobre redes de conmutación de paquetes, como por ejemplo:

Voz sobre paquete (Voice over packet – VOP): significa únicamente que la voz digital se transmite a través de una red de paquetes de algún tipo, sea una red Frame Relay, ATM o IP.

Transmisión de la Voz por Protocolo Internet (Voice over IP - VoIP): es el transporte de voz mediante el uso de IP como tecnología de enrutamiento y transmisión. VoIP puede incluir el transporte de voz entre terminales identificados por el modelo E.164 de numeración pero donde parte de la red de transmisión se basa en IP. El tráfico viaja a través de redes IP y/o a través del Internet.

Telefonía IP: Es el transporte de voz sobre IP (pública) entre terminales identificados con una dirección IP. Significa que se utiliza el protocolo IP no solo para transmitir voz sino también para llevar a cabo algunas de las funciones relacionadas que la red de voz debe necesariamente incluir para convertir la red entera en un sistema completo. Algunas de estas funciones incluyen características especiales tales como el reenvío de llamadas, la llamada en espera, y las llamadas de cobro revertido. La telefonía IP permite la construcción de intranet LAN/WAN robustas que funcionan con el protocolo TCP/IP.¹⁴

Telefonía por Internet es el transporte de voz entre terminales de una red IP identificados por una dirección IP y terminales de la red identificados con un número E.164. La Internet es problemática para las aplicaciones de voz porque es un montaje de redes sin gestión que carece de un mecanismo de asignación de recursos de extremo a extremo.

Para propósitos de este documento, se empleará el término “VoIP” como un término genérico que cubre “Telefonía por Internet” y “Telefonía IP”.

¹⁴ Transmisión Control Protocol/Internet Protocol / Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Internet

En la figura N° 3-02 se presentan las distintas alternativas existentes para las comunicaciones de voz en redes que usan IP

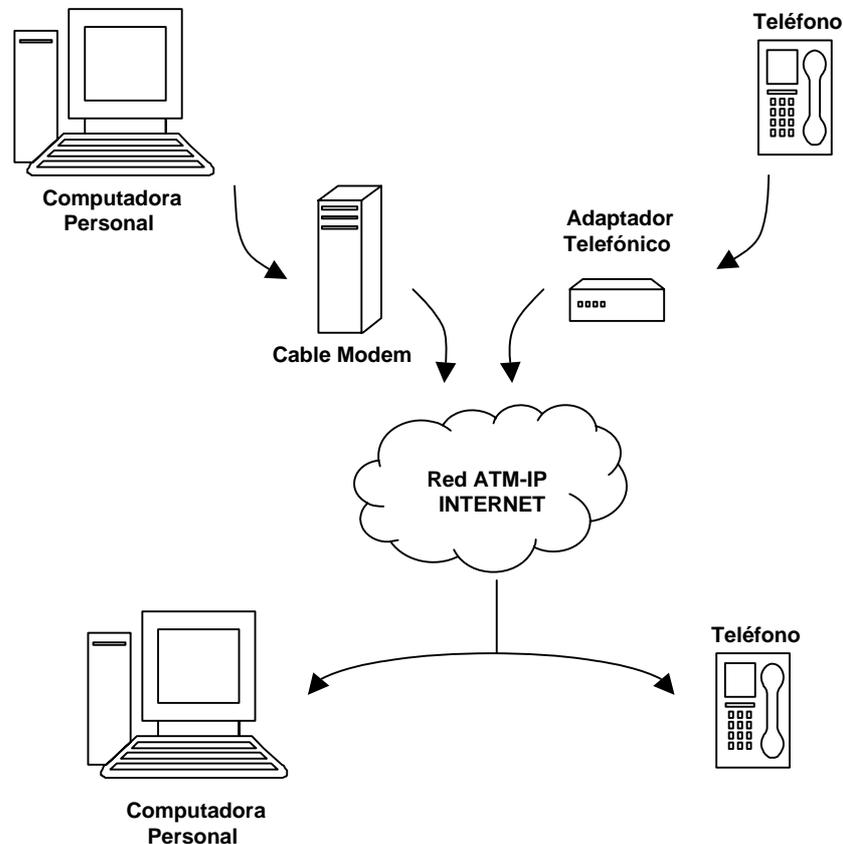


Figura N° 3-02. Alternativas existentes para las comunicaciones de voz en redes que usan IP

3.2. DIFERENCIAS DE LOS SERVICIOS DE VOZ EN REDES

En este punto del estudio, se plantean dos enfoques para explicar las diferencias, la primera con un esquema sinóptico descriptivo de cómo se realiza el proceso de llamada para los distintos casos y la segunda con un enfoque diferenciador desde el punto de vista de redes privadas y públicas:

3.2.1. Caso de Telefonía IP SIP.

Cuando se ofrece el servicio de voz/telefónico utilizando Telefonía IP, inicialmente la señal analógica de la voz es digitalizada a través de un muestreo, compresión, cuantificación y codificación de la señal, después la información es procesada en datagramas IP y será transportada a través de la red de paquetes. Estas transmisiones de señales de voz usando Telefonía IP normalmente se realizan usando una red de transporte en ambiente controlado, es decir, redes de paquetes que interconectan diferentes redes LAN, PBX IP, Gateway Residenciales, etc. Donde se pueda configurar, establecer y controlar calidades de servicio de interconexión entre los diferentes elementos involucrados de la red de paquetes.

Además la Telefonía IP no solamente se usa en redes de paquetes en ambientes controlados (p.e Red WAN nacional) sino también puede ser usado para la interconexión de otras redes de paquetes en otros países, donde la red de transporte que conecta las diferentes redes de ambientes controlados debe de tener características equivalentes que puedan garantizar la calidad de servicio.

Es de resaltar que para el uso de la Telefonía IP es necesario contar con los dispositivos llamados teléfonos IP, los cuales realizan las función de convertir las señales de voz en datagramas IP y los procesamientos necesarios para procesar las llamadas telefónicas.

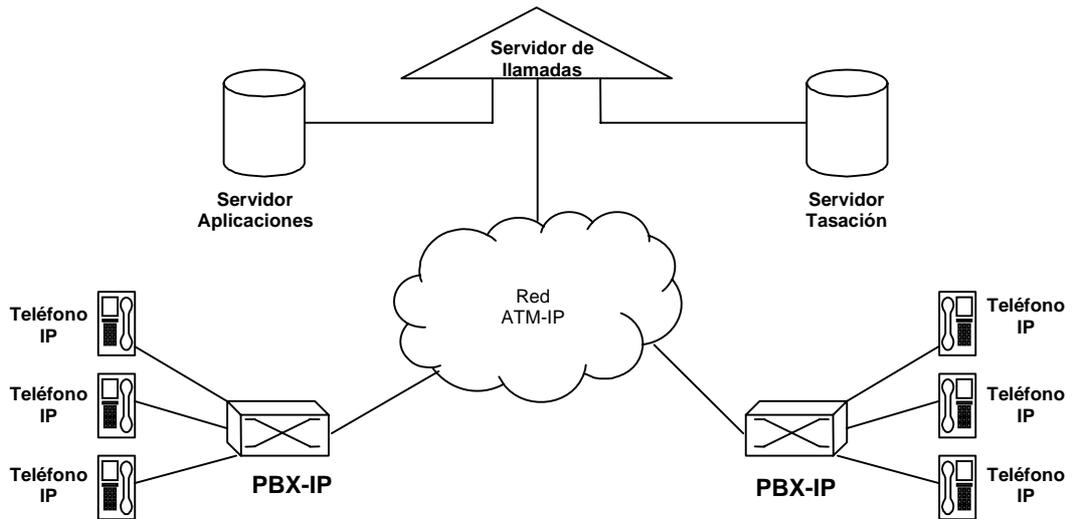


Figura N° 3-03 Arquitectura de Telefonía IP

La figura N° 3-03 *Arquitectura de Telefonía IP* muestra un sinóptico de los elementos necesarios para realizar una llamada telefónica en esta arquitectura. El Servidor de Llamadas (SoftSwitch) se encarga del control de llamada y los dispositivos involucrados, y es en este dispositivo donde los protocolos de señalización residen.

La PBX IP es un conmutador de paquetes y tiene la capacidad de enrutamiento, en donde a través de una red de tipo LAN se conectan los usuarios. El Teléfono IP es un dispositivo que cuenta con inteligencia propia para múltiples procesos que tramita con el Servidor de Llamadas.

El servidor de Tasación se ocupa de los asuntos de las tasas contables de las llamadas y el servidor de aplicación es el que faculta una serie de servicios para las llamadas de los usuarios.

Descripción de llamada: El inicio de la llamada lo efectúa un usuario de un teléfono IP hacia otro usuario con teléfono IP, ya sea que reside dentro de su misma PBX IP o en otra PBX IP. Las PBX IP involucradas están conectadas a una red de datos (p.e. red ATM o red Ethernet, etc.), donde esta red realiza la función de transporte de la llamada, y es en esta misma donde está conectado

el Servidor de Llamadas que analizará en su base de datos la autenticación y ubicación del usuario final de la llamada solicita.

3.2.1.1 Caso Telefonía por Internet

La Telefonía en Internet es la transmisión de llamadas telefónicas utilizando como transporte a la red Internet. Es así que al ser la red Internet un ambiente no controlado no se puede garantizar una calidad de servicio para las llamadas telefónicas, a la inversa como la que si obtenemos en la Telefonía IP al ser un ambiente controlado. En este ambiente es común la interacción entre la red PSTN (Public Switch Telephone Service) y la red de paquetes de Internet, donde las llamadas se inician y terminan en cualquiera de las dos tipos de redes.

Por lo tanto es común que los dispositivos de conexión tales como teléfonos análogos y computadoras puedan interactuar para realizar llamadas telefónicas entre ellos. Para realizar este tipo de llamadas se cuenta con hardware y software que posibilita realizar las llamadas telefónicas a través de la red Internet, como se muestra en la Figura N° 3-04 pero uno de sus inconvenientes es que no ofrece la misma calidad del servicio telefónico POTS (Plain Old Telephone Service).

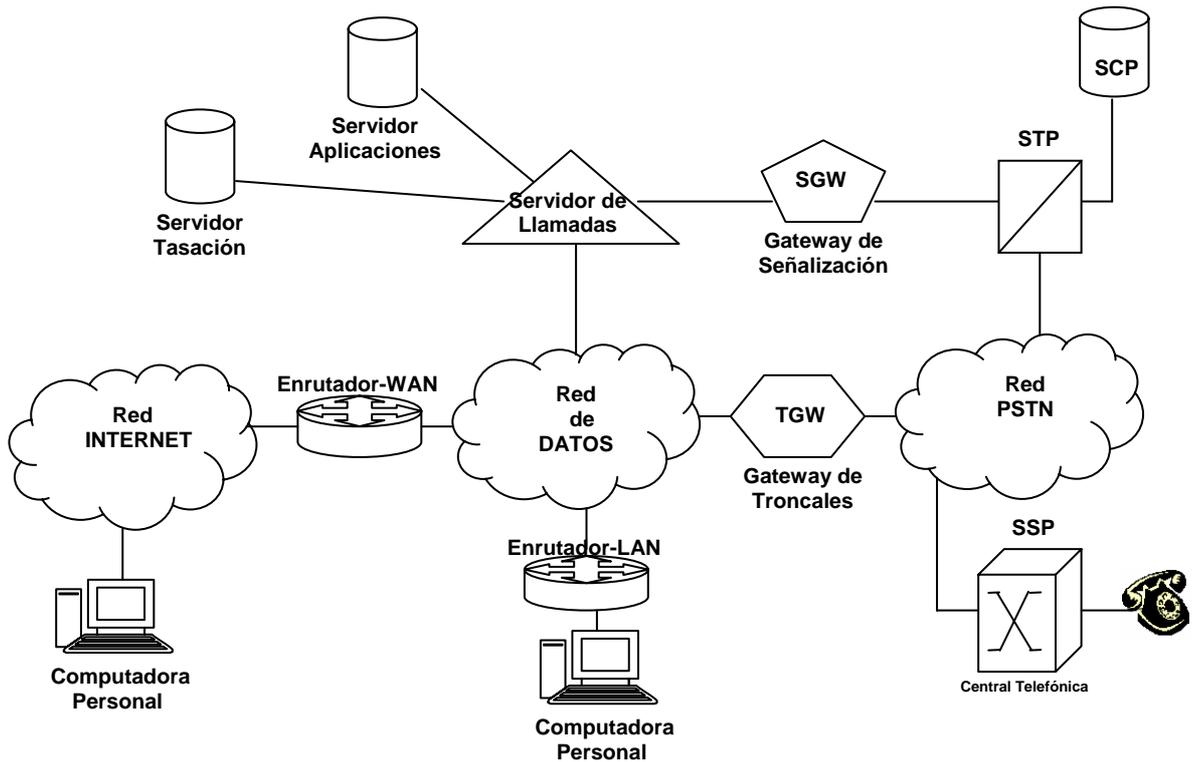


Figura N° 3-04 Arquitectura de Telefonía por Internet

Al tener la viabilidad de conexión con la red de paquetes y con la red de circuitos, en esta arquitectura el cliente tiene la oportunidad de realizar llamadas usando su computadora personal, la cual podrá tener varias formas de terminación de llamada.

Descripción de llamada:

Esta arquitectura presenta varias alternativas de realización de llamadas, en detalle se presentan los modelos para la Telefonía por Internet.

a) Modelo PC a PC

Este modelo se refiere a la aplicación de un software que permite realizar transmisiones telefónicas de una PC a otra PC, utilizando como medio de transporte la red de Internet. Es así como este modelo de comunicación utiliza el sistema de audio de la PC, la cual realizará la conversión de las señales vocales analógicas humanas a señales digitales y las cuales por último la PC las introducirá en datagramas del protocolo IP como se muestra en la figura N° 3-05.

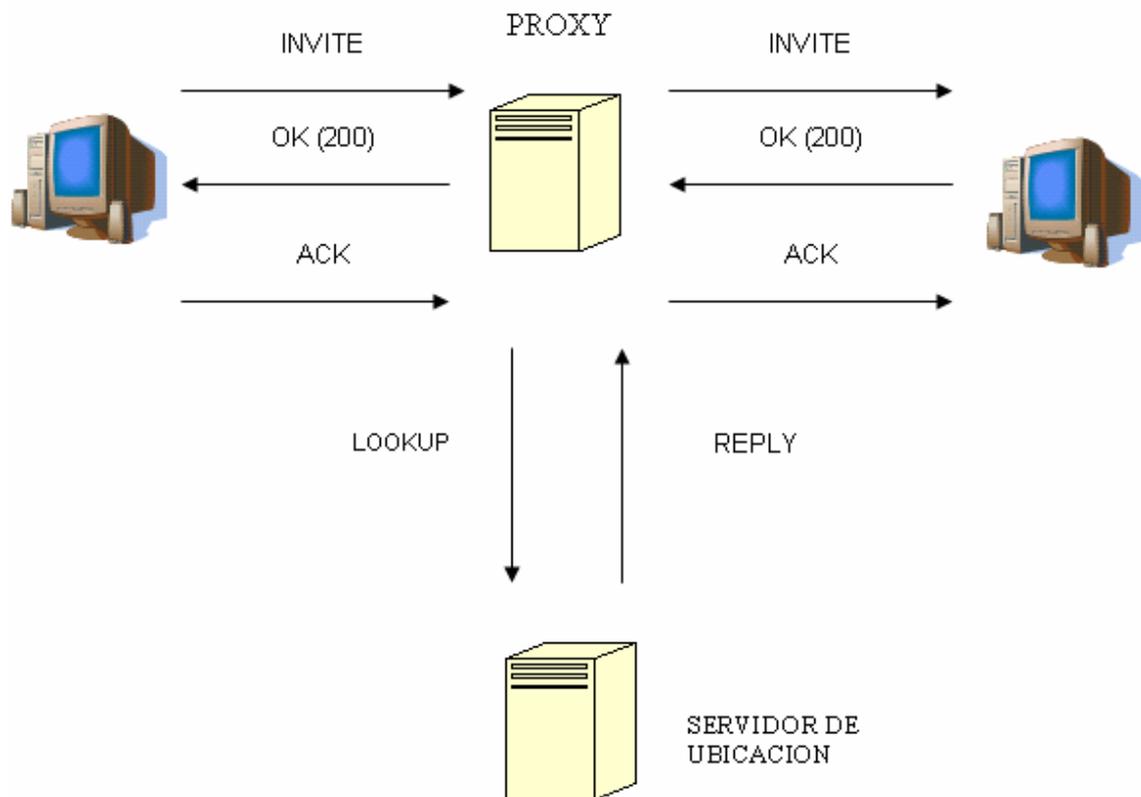


Figura N° 3-05. Modelo PC a PC

b) Modelo PC a Teléfono (analógico o digital):

Este es un modelo que permite a los usuarios de un software de telefonía en la PC realizar llamadas con destino final hacia aparatos telefónicos analógicos o digitales que están conectados a la red tradicional de circuitos conmutados (PSTN).

Más en detalle, la llamada telefónica emerge de un ambiente de protocolo IP desde la PC utilizando como transporte la red Internet, pasando luego los datagramas a la sub-red de paquetes, y utilizando un gateway (dispositivo que permitirá de conversión de protocolo IP a circuitos TDM y viceversa) lo cual facultará la posibilidad de ingresar a la red de circuitos TDM. Es así como la

fase final, por medio de señalización, de conexión llegará al dispositivo analógico o digital del usuario conectado a la central local de circuitos conmutados como se observa en la figura N° 3-06.

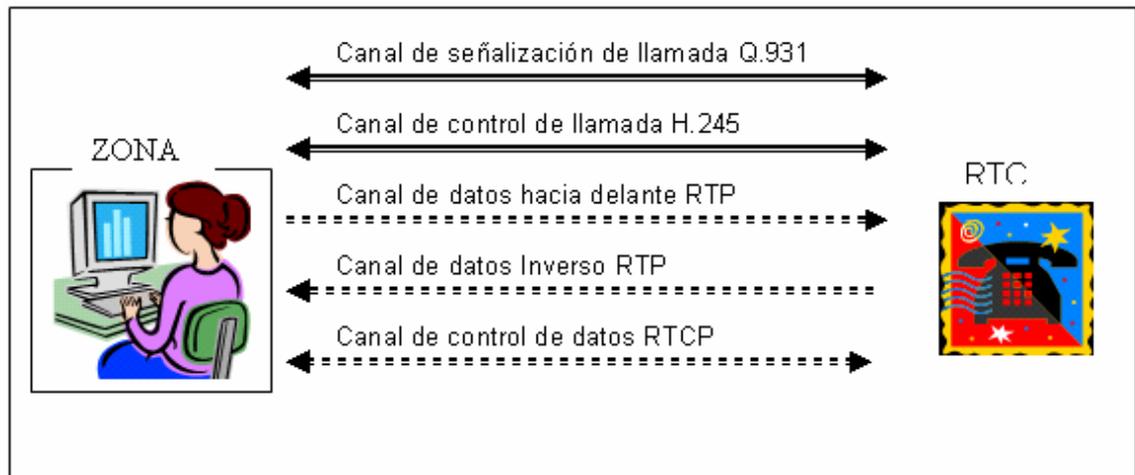


Figura N° 3-06. Modelo PC a Teléfono

c) Modelo Teléfono (analógico o digital) a PC:

En este modelo las llamadas son realizadas inicialmente por el teléfono analógico o digital a través de la red de circuitos conmutados (TDM), más adelante habrá un dispositivo gateway (pasarella) encargado de la conversión del ambiente de circuitos a datagramas IP, este dispositivo esta conectado entre la red PSTN y la red de paquetes que a su vez se conecta a la red Internet. Cuando el usuario telefónico de circuitos conmutados quiere llamar a una PC lo podrá realizar usando como transporte de conexión del ambiente de datagramas IP la red Internet como se observa en la figura N° 3-07.

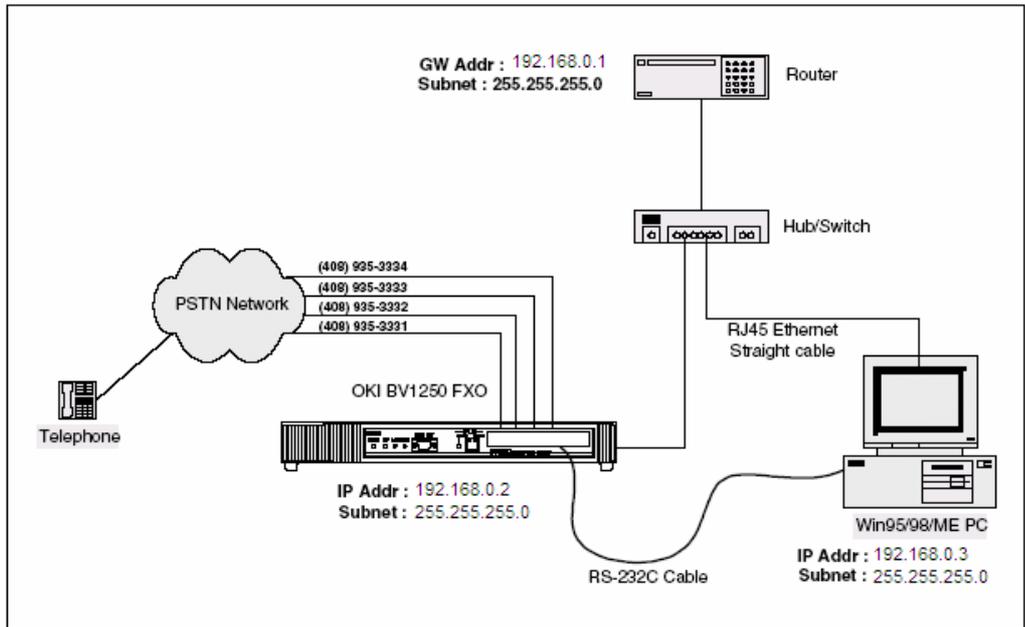


Figura N° 3-07 Modelo Teléfono a PC

d) Modelo Teléfono a Teléfono (analógico o digital, en ambos casos):

Realizar llamadas telefónicas entre dispositivos de usuario analógico o digital utilizando la red de Internet es posible, ya que se cuenta con dispositivos de conversión tales como los gateway, los cuales hacen la conversión del ambiente de circuitos al ambiente de datagramas IP y viceversa.

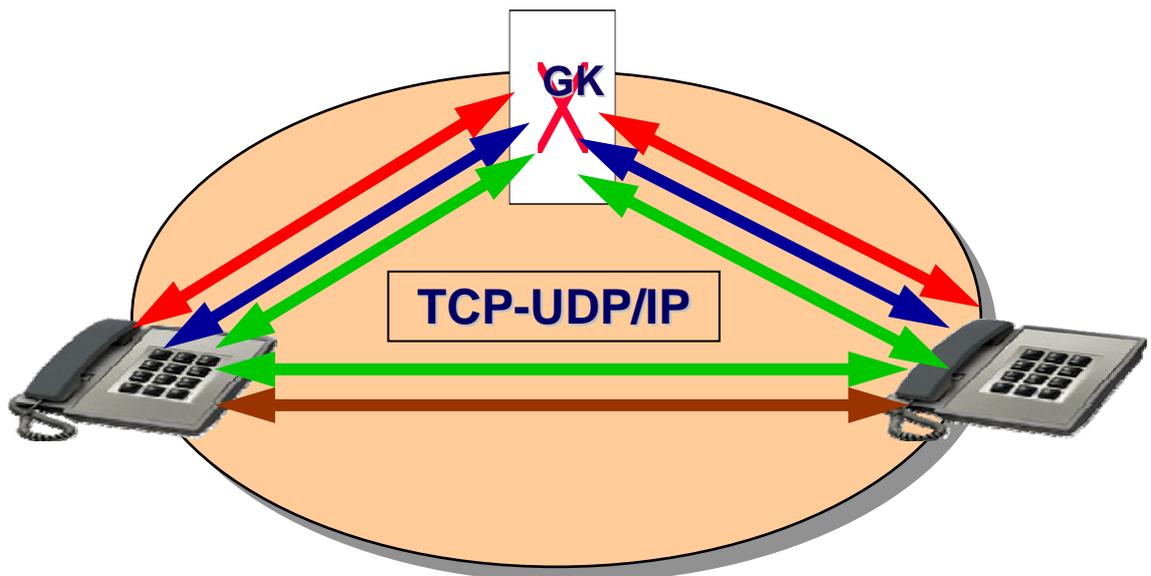


Figura N° 3-08. Modelo Teléfono a Teléfono

Este modelo es implementado para realizar llamadas de larga distancia, donde el transporte se realiza utilizando la red Internet, solo como troncalización de conexión entre los gateway conectados finalmente a las redes de circuitos conmutados donde los aparatos analógicos o digitales se encuentran conectados como lo indica la figura N° 3-08.

Habiendo descrito estos esquemas recordemos ahora que en toda comunicación, el mensaje tarda un tiempo en llegar a su destino. En el caso de las comunicaciones electrónicas que usan IP, el paquete de datos tarda además un cierto tiempo en alcanzar su destino y esa duración es determinada por el itinerario de las rutas por las que pasa el paquete, y la calidad de las mismas.

En otras palabras, cuando se recibe un e-mail, o un fichero por FTP¹⁵, el hecho que se demore unos 100 milisegundos en más o en menos no tiene mayor importancia, pero cuando se trabaja con la voz sí que la tiene. Por ello, es necesario disponer de latencias, o retardos, lo más bajos posibles, para lograr una calidad adecuada de voz.

3.3. ARQUITECTURA DE TELEFONÍA IP VS. LA ARQUITECTURA DEL SERVICIO TELEFÓNICO TRADICIONAL

La telefonía IP no es un reemplazo de la telefonía tradicional en la red del servicio telefónico ordinario o tradicional. De hecho, al contrario, al momento la VoIP depende de la red de intercambio local para poder operar. Las diferencias arquitectónicas entre el sistema VoIP y el sistema de telefonía tradicional son considerables. La Tabla 1 ofrece una comparación de las características principales que permiten evaluar una red conmutada de circuitos (TDM) y una red conmutada de paquetes (Frame Relay, ATM o IP). Vale citar que esta comparación es referencial ya que no toda la conmutación de circuitos se

¹⁵ File Transfer Protocol / Protocolo de Transferencia de Archivos

realiza mediante TDM. La Tabla 2 indica las características básicas de voz que se deben tomar en cuenta al evaluar aplicaciones voz sobre datos.

El modelo de Redes de Datos Abiertos (ODN) ha sido la base de la Internet y se ha caracterizado por el hecho de separar los componentes en cuatro capas que permiten la sustitución del componente en cada capa, proveyendo así una flexibilidad que permite la introducción de nuevas normas que pueden competir con las normas existentes. Su arquitectura se asemeja mucho al modelo de computación universal, incluyendo elementos parecidos tales como: información distribuida, componentes en módulos, interoperabilidad y funcionamiento universal.

En comparación, dentro del modelo tradicional de telecomunicaciones, la aplicación (llamadas de voz) se vincula con la red de transporte, lo cual no ofrece tanta flexibilidad. El sistema tradicional de telefonía de voz es conmutado por circuitos y puede ser visto como una serie de redes centrales en base a “hubs”, en donde cada hub se engrana con enlaces de alta capacidad. Cuando se hace una llamada, la red intenta establecer un circuito fijo entre los dos puntos terminales. Si la llamada logra completarse, un circuito que se extiende por el largo de la red entera entre los dos puntos terminales se dedica a esa llamada particular; no se podrá usar este circuito para otra llamada hasta que termine la llamada original. Mientras que esta figura asegura una fiabilidad y calidad asombrosas, en la realidad, requiere de sólo una pequeña porción (~ 20 Kbps) del ancho de banda disponible (64 Kbps) para transmitir los datos (en este caso, la señal de voz). Además, “se desperdicia” más ancho de banda durante pausas en la conversación (ya que no se transmiten datos). Por esto, aunque las redes conmutadas de circuitos son muy fiables y dan un alto nivel de calidad, lo hacen a expensas de un uso ineficiente de la capacidad disponible.

Tabla 1. Características claves mediante las que pueden evaluarse las redes

CARACTERÍSTICA	TDM (multicanalización por división de tiempo)	FRAME RELAY (retransmisión de trama)	ATM	IP
Retardo	Muy Bajo	Medio	Bajo	Medio a alto
Errores de bits o paquetes	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo a medio
Caudal	Bajo a alto	Medio	Bajo a alto	Bajo a medio
Eficiencia	Pobre	Alto	Medio	Medio

Tabla 2. Requerimientos básicos de características de voz para aplicaciones de voz sobre datos

CARACTERÍSTICA	REQUERIMIENTO
Compresión: La compresión sub-PCM reduce significativamente la cantidad de ancho de banda usada para una conversación de voz manteniéndose a la vez una alta calidad	Debe tener.
Supresión de silencio: Habilidad de recuperar ancho de banda durante periodos de silencio en una conversación, poniendo a disposición ese ancho de banda para otros usuarios de la red.	Debe tener.
QoS: Asegurar la prioridad para la transmisión de voz es crítico. Esto mantiene el retardo, la variación del mismo y la pérdida a niveles mínimos tolerables.	Debe tener. Cuenta con poco apoyo (Tipo de Servicio (ToS) no es generalmente implementado en nodos).
Señalización para tráfico de voz: El apoyo a PBXs tradicionales y señales asociadas es crítico.	Debe tenerse para aplicaciones en tiempo real.
Control de eco: El eco es molesto y problemático. El control es clave.	Debe tenerse para aplicaciones en tiempo real.
Conmutación de voz: Los equipos de red de datos generalmente soportan aplicaciones en red. Fuera de red es también crítico. Como mínimo los equipos adjuntos deben decidir si se debe encaminar una llamada sobre la red de datos internos o encaminarla a la RTPC (red telefónica pública conmutada).	La capacidad de enrutamiento fuera de red es indispensable para aplicaciones en tiempo real.

Los protocolos de control de las comunicaciones de voz sobre IP presentan interfaces de programación de naturaleza similar a las que presentan otros protocolos informáticos. Entre otros, se pueden mencionar el acceso a las bases de datos, el envío de correo electrónico, etc. Esto hace que sus funcionalidades estén disponibles para un desarrollador de software en un formato que le es familiar. Estas interfaces de programación (API – Application Program Interface) facilitan el desarrollo de servicios avanzados con herramientas de desarrollo de software convencional, con lo cual se incrementa la cantidad de personas que pueden desarrollar servicios de comunicaciones avanzados, potenciando la aparición de nuevos servicios.

3.4. CONVERGENCIA DE TRÁFICO EN UN SOLO TIPO DE RED.

Los problemas generados por el gran número de redes de telecomunicaciones heterogéneas existentes están motivando el estudio de mecanismos que favorezcan la homogeneización de los medios de transporte de voz y datos. Resulta necesario entonces, encontrar la tecnología que permita la convivencia -en la misma línea- de la voz y de los datos.

La popularización de Internet provocó un crecimiento exponencial en el volumen del tráfico de datos que se cursa por las redes de telecomunicaciones. Este crecimiento -más notable en los países desarrollados- ha hecho que el volumen de tráfico de datos haya sobrepasado o esté cercano a superar el volumen del tráfico de voz transportado por las redes de los operadores telefónicos tradicionales (no así los ingresos).

Las redes de conmutación de circuitos dejan de ser óptimas para el transporte de tráfico de datos. Se requiere, en estos casos, una red que use conmutación de paquetes.

3.5. UBICUIDAD DEL PROTOCOLO IP BAJO SIP SERVICES.

La presencia masiva del protocolo IP y los protocolos relacionados tanto en los equipos de red como en los equipos terminales es una de las razones principales para la adopción de la telefonía IP. Una razón importante es el hecho de que IP existe en la PC's del usuario, a diferencia de otras tecnologías potencialmente competitivas que operan como interfaces de usuario de red.

La existencia del IP en las PCs de los usuarios le da una ventaja competitiva por sobre las otras tecnologías existentes para lanzar el tráfico de voz. Puede ocurrir que varias personas utilicen la PC para hacer llamadas telefónicas. Por otra parte, cada vez es mas común la telefonía basada en computadora (Computer Based Telephony) y también se está volviendo una extensión natural más del sistema telefónico. Además, el IP funciona tanto en redes de área amplia (WAN) como en redes de área local (LAN).

3.6. AVANCES EN LAS TECNOLOGÍAS DE DIGITALIZACIÓN Y PAQUETIZACIÓN DE LA VOZ, TENDENCIA A UNA NUEVA SESION.

Otra razón fundamental para el funcionamiento de la telefonía por Internet es la maduración de las tecnologías. Gran parte de ellas se mantiene por la operación a gran escala de los Procesadores de Señales Digitales (Digital Signal Processors o DSP). Los DSPs dan origen a los módems de alta velocidad y a los codificadores y decodificadores de voz. Los DSPs se producen en masa y son comparativamente baratos; por lo tanto, su operación y su performance de alta velocidad son la solución para la provisión de aplicaciones que hace unos años eran inconcebibles.

Todos los ahorros logrados por el uso de VoIP se hacen mayores a medida que el costo del equipamiento necesario se abarata debido al avance tecnológico. Estas mejoras, a su vez, redundan en que se vaya obteniendo una mayor calidad de la voz.

3.7 REDUCCIÓN DEL ANCHO DE BANDA.

La telefonía IP tiene la habilidad de multicanalizar (multiplexar) estadísticamente flujos múltiples de datos en un solo canal como se muestra en la Figura N° 3-09. Típicamente la voz es comprimida a 8 Kbps (o menos) aunque el encabezado de IP incrementa la tasa de datos a 14.8 Kbps. Algunos dispositivos utilizan también tecnología de compresión de silencio que elimina ancho de banda desperdiciado de forma que se requiere solamente cuando alguien realmente está hablando; no se transporta el silencio (durante períodos de silencio, ancho de banda para voz es automáticamente liberado para dar paso a otro tráfico). Estadísticamente alrededor del 60% de la conversación es silencio, por lo que esto típicamente reduce la utilización de ancho de banda a aproximadamente 6 Kbps (asumiendo un 60% de compresión del silencio). Últimamente los dispositivos incluyen métodos de corrección de errores en recepción para minimizar las pérdidas, y técnicas de amortiguamiento de inestabilidades para reducir variaciones de latencia.

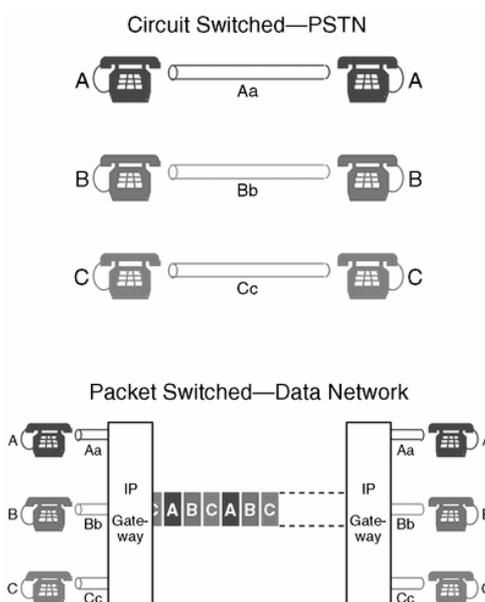


Figura N° 3-09. Tecnologías de Circuitos Conmutados y de Paquetes Conmutados

De forma que un circuito de 64Kbps que puede manejar una sola llamada conmutada podría manejar llamadas de entre 3 (14.8 Kbps por llamada) y 10 VoIP (6 Kbps por llamada).

La voz se digitaliza y comprime según distintos algoritmos descritos en Recomendaciones de la UIT-T (GSM, G.723.1, G.711, G.729, etc.). Algunos consiguen comprimir los paquetes de voz en 8 Kbps aproximadamente, que con el agregado del encabezado IP – incrementa el ancho de banda necesario hasta unos 15 Kbps. Con "supresión de silencio" activado, se consigue que el tamaño medio de un paquete de voz durante una conversación sea de 8 Kbps (aunque se puede perder el principio de la frase). Con estos valores, resulta que, a través de un canal con 64 Kbps se podrían realizar 8 llamadas simultáneas.

Por lo tanto el uso de los codecs para los servicios como VoIP reducen el ancho de banda con respecto a los usados en la PSTN y obviamente ello podría resultar en una disminución de una parte de los costos de las llamadas pero no hay que olvidar que aun restan otros aspectos como la pérdida de paquetes que reduce la calidad del servicio.

Con el marco teórico - técnico descrito, podría concluirse que la comunicación de VoIP, por el ancho de banda requerido, podría hacerse cómodamente a través de un acceso discado (dial-up). No obstante en la práctica cuando se lo usa de esta forma, ello ocurre con muy notorias deficiencias frente a la telefonía tradicional que lo hace casi impracticable dado que además existen otras consideraciones descriptas en el capítulo siguiente.

En aquellos lugares donde se usa VoIP, o se ha estudiado y llegado a conclusiones sobre este tema, siempre se habla de usar accesos en banda ancha dedicados a llevar VoIP.

CAPITULO IV

¿POR QUÉ SIP ES CONSIDERADO EL PROTOCOLO DE NGN?

Según el RFC 2543, SIP se define como:

"El protocolo de inicio de sesiones (SIP, Session Initiation Protocol) es un protocolo de control de nivel de aplicación para crear, modificar y terminar sesiones con uno ó varios participantes. Estas sesiones incluyen llamadas de teléfono a través de Internet, distribución de contenidos multimedia y conferencias." Como se observa en la figura N° 4-01.

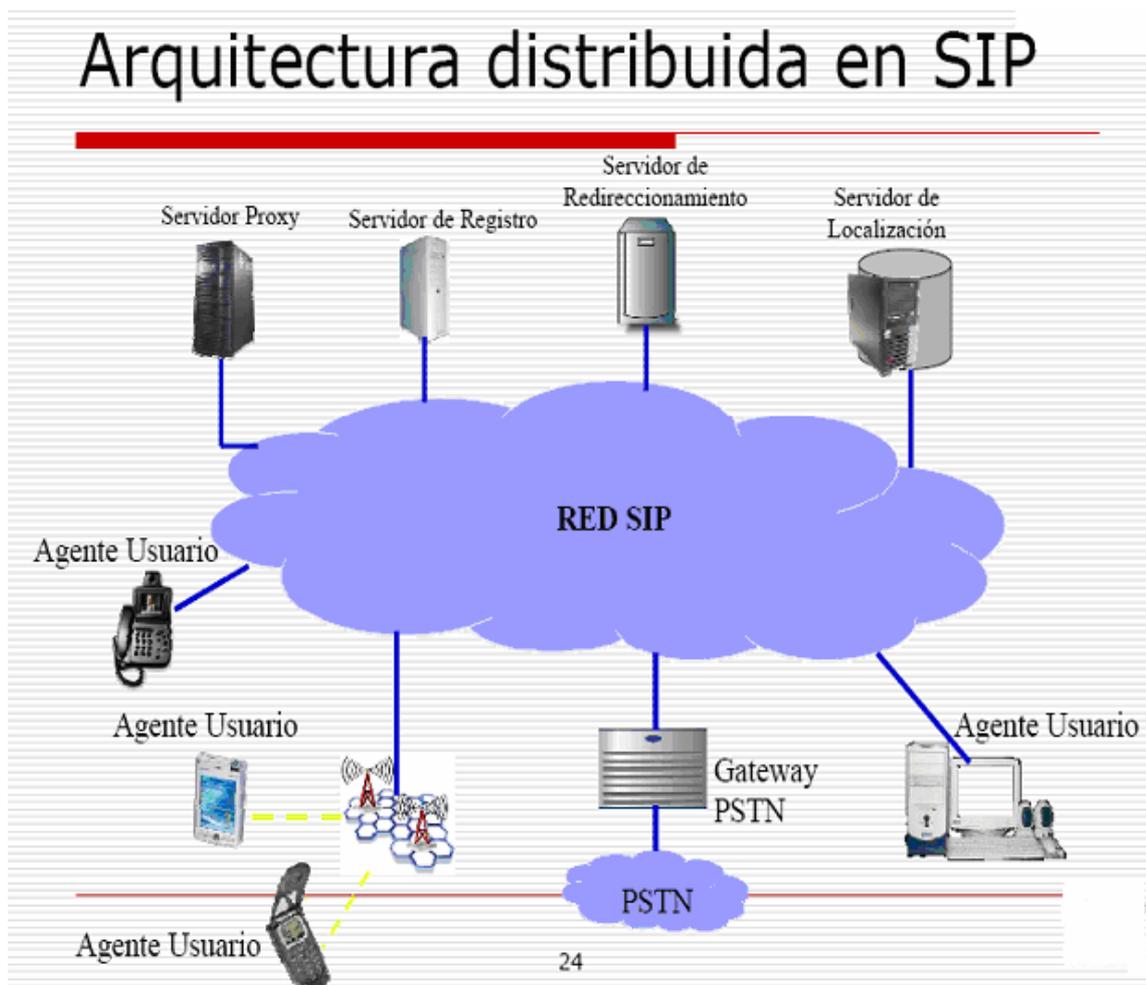


Figura N° 4-01. Arquitectura distribuida en SIP

En su esencia, SIP es únicamente un protocolo para introducir en el modelo Internet el nivel de sesión que le falta frente al modelo OSI. En dicho modelo (OSI), el nivel de sesión realiza básicamente cinco funciones:

- Gestión de diálogos.
- Gestión de la sincronización.
- Intercambio de datos.
- Gestión de actividades.
- Notificación de excepciones.

Y presenta las siguientes características:

- Establece la comunicación entre dos aplicaciones junto con unas reglas para el diálogo.
- Se trata de un nivel orientado a conexión: establecimiento, transferencia de datos y liberación de sesiones.
- Permite una liberación de las sesiones de forma ordenada, impidiendo la pérdida de datos.
- Suministra primitivas a los niveles superiores (en este caso al de aplicación) para establecer sesiones.

Menos disponer del concepto de 'actividad', SIP cumple perfectamente con los requerimientos de un protocolo de nivel de sesión, y como tal se puede utilizar. SIP puede usarse perfectamente para transmitir información en forma de ficheros, para el acceso a servicios Web y para todas las aplicaciones que además de transmitir datos requieran un nivel de abstracción superior: el diálogo ó la sesión.

Sin embargo, desde sus comienzos ha estado muy relacionado con la transmisión de información multimedia, y se ha enfocado hacia la señalización: SIP será el encargado de gestionar sesiones entre dos extremos SIP y de permitir la negociación de los flujos multimedia a crear, transportando un

protocolo de descripción de sesiones, para lo que tradicionalmente se ha usado SDP.

Dicha relación entre SIP y SDP es arbitraria. Sin embargo, forman una pareja perfecta para soportar aplicaciones tales como teleconferencias, videoconferencias simples y mejoradas (con posibilidad de incorporar buzones de audio y vídeo) y en general cualquier tipo de transmisión de información multimedia en tiempo real que requiera uno ó más flujos de transporte; la forma de 'asociar' ó de relacionar dichos flujos es mediante una sesión SIP.

Por extensión, se están desarrollando actualmente métodos capaces de soportar las funciones básicas de la mensajería instantánea, tales como:

- Localización de usuarios en base a direcciones globales independientes de la dirección de transporte.
- Detección de presencia ó ausencia de usuarios.
- Transmisión de información en forma de mensajes (que podrán estar codificados en texto plano, en HTML ó XML. Es más, será posible que contengan cualquier tipo MIME válido).
- Compatibilidad con CPIM, el estándar del IETF para la mensajería.

SIP es un protocolo en desarrollo: en Mayo del 2000 apareció la versión 2.0, pero hasta la fecha ha sido sometido a ocho revisiones (actualmente la versión más reciente es v2.0bis8) lo que da una idea la novedad del protocolo. Está siendo desarrollado por el IETF (Internet Engineering Task Force) y se enmarca perfectamente en el modelo Internet: es más, tanto a nivel de uso cómo de implementación guarda muchas relaciones con protocolos de gran éxito y mayor difusión (como HTTP ó el sistema de correo electrónico):

- Se basa en un modelo cliente/servidor.
- Los mensajes SIP están codificados como texto plano.

- La definición de dichos mensajes se expresa mediante "Augmented Backus Naus Form" (BNF [9] aumentado ó ABNF).
- La transmisión de los mensajes en un diálogo se agrupa en forma de transacciones formadas por peticiones y respuestas a esas peticiones (modelo request/response).
- El modelo de localización hace uso del sistema de DNS y se basa en la delegación de responsabilidades a los dominios.

SIP posee a grandes rasgos, tres características que lo hacen francamente interesante, y que está motivando un creciente interés en la industria y en la comunidad tecnológica:

- **Generalidad:** podemos acceder a servicios Web transmitiendo SOAP sobre SIP, lo que proporciona el concepto de 'estado', del que carece HTTP (que es el protocolo tradicional para servicios Web usando SOAP). También podemos realizar una llamada de audio contra otro usuario SIP ó podemos mandarle un mensaje de texto junto con una imagen. SIP no especifica la aplicación: toma las funcionalidades de nivel de transporte y proporciona primitivas a los niveles superiores, implementando una capa de sesión genérica.
- **Simplicidad:** SIP pertenece al modelo Internet, y como tal, busca realizar la mayor cantidad posible de operaciones de la forma más sencilla. Por ejemplo, codificando los mensajes en texto plano: aumentará el ancho de banda necesitado para la señalización, pero simplificará el protocolo tanto para su desarrollo como para su depuración.
- **Localización global de usuarios:** de todas las características de SIP, al autor de este proyecto la localización de usuarios ha sido la que más le ha sorprendido: comparándola con las implementadas por otros sistemas (H.323, ICQ y otros sistemas de señalización y mensajería) se trata de un diseño potente y escalable. Este sistema no resulta de una idea feliz en la cabeza de un privilegiado;

simplemente consiste en extender el mejor sistema de localización existente hasta la fecha: el del correo electrónico.

Hecha esta pequeña introducción sobre SIP, estudiemos la forma en la que se han venido implementando la mensajería instantánea y la teleconferencia/videoconferencia hasta ahora.

- ***La mensajería instantánea SIP.***

En julio de 1996, cuatro jóvenes israelíes (Yair Goldfinger, Arik Vardi, Sefi Vigiser y Amnon Amir) fundaron Mirabilis Ltd., y el 15 de noviembre de ese mismo año anunciaron el lanzamiento de ICQ ("I seek you", te busco), un protocolo y un software asociado que permitían localizar a personas individuales en la red, de forma independiente a su localización actual. El impacto de este nuevo servicio fue muy importante ya en su momento: en un periodo de 6 meses (hasta mayo de 1997) Mirabilis Ltd. consiguió 850.000 registros de usuarios, lo que convirtió a ICQ en la mayor red del mundo de comunicación on-line. En junio de 1997, superaron la cifra de 100.000 usuarios conectados simultáneamente, y hoy en día ese número supera ampliamente los 110 millones de usuarios al mismo tiempo.

Es lógico pensar que ICQ supuso un cambio radical en la concepción que se tenía hasta entonces de la red. La Internet pre-ICQ se basaba fundamentalmente en la transmisión de correo electrónico (ya fuera en formato de e-mail o de news), la transferencia de archivos (ftp y sus derivados, archie) o la publicación de información (http, gopher,...). Era una red mucho más estática, donde los usuarios finales no tenían participación, y básicamente se limitaba a hacer disponible una cantidad enorme de información. Era una red pensada por profesionales para profesionales. Esto cambió en torno a 1995, cuando comenzó a vislumbrarse una nueva concepción de Internet, enfocada hacia el ocio y hacia un público más general, que no busca ya tanta información, pero demanda más entretenimiento, y en muchos casos, comunicación. En este entorno, semilla de la red que conocemos hoy en día, surge ICQ, y con él un nuevo tipo de servicios, que de forma genérica se

denominan "servicios de mensajería instantánea", pero que en lo más profundo de su significado no son más que servicios de localización de personas. De entre todos ellos podemos mencionar los servicios ofrecidos por Jabber, AOL, Microsoft o Yahoo, que usan ya más de 5.5 millones de usuarios en todo el mundo y que se espera que para el 2010 sean utilizados por 200 millones de personas, lo que supone un crecimiento del 140% anual. En el año 2000, el conjunto de usuarios de la I.M. (mensajería instantánea) despachó más de 2 billones de mensajes.

Casi todos los sistemas de mensajería actuales comparten tres características importantes, que los limitan considerablemente:

- Son protocolos cerrados, por lo tanto, desconocemos su funcionamiento. Jabber es una excepción, pero para desarrollar software alternativo al suministrado por el propietario es necesario desentrañar los mecanismos del protocolo por un procedimiento de ingeniería inversa.
- Son protocolos patentados, por lo que es necesario pagar royalties para comercializar nuestros desarrollos.
- Ninguno de estos sistemas tiene carácter global. Por carácter global entendemos que para comunicar a dos personas, se debe usar la red del mismo proveedor, o de proveedores que sepamos de antemano que están interconectados. Este es un factor muy importante y muy limitante, que choca con la filosofía de otros servicios, como el correo electrónico: un usuario de una empresa puede mandar un e-mail a cualquier usuario de correo electrónico del mundo, sin importar su ubicación o la empresa que le presta los servicios. La naturaleza y las incompatibilidades de la I.M. actual prohíben estas facilidades.

Posiblemente el tercer punto sea el que tenga mayores consecuencias. Los usuarios finales se agrupan en función del sistema de mensajería que utilizan, y el hecho de que los protocolos usados sean incompatibles y que las políticas particulares de cada

propietario no faciliten la interconexión fomentan la aparición de ciertas 'islas de mensajería' incompatibles.

Con este panorama de protocolos oscuro y mal comunicados, parece necesaria la aparición de un estándar más abierto, más general y sobre todo, global, que permita delegar las funciones de mensajería a los administradores de los dominios, y no a los proveedores del servicio.

- ***Llamadas de voz, videoconferencias y 'streaming' de contenidos multimedia***

“Streaming. En esta categoría se incluyen las aplicaciones que permiten a los usuarios la descarga de contenidos multimedia (audio y video clips) para su reproducción on line, con una sensación que, sin serlo, se aproxima a la de tiempo real. La transferencia de información es unidireccional, lo que permite retrasar el instante de inicio de la reproducción, posibilitando el empleo de buffers en el extremo receptor para absorber las variaciones de retardo. Esto permite relajar significativamente los requisitos de retardo con respecto a los servicios conversacionales”.

Los sistemas de mensajería anteriores proporcionan casi todos servicios de llamadas de voz sobre redes IP. Adolecen todos de los mismos problemas que la mensajería: falta de protocolos abiertos y transparentes, falta de interoperabilidad, y necesidad de someterse a los modos, tarifas y obstáculos de los proveedores del servicio.

Sin embargo, los sistemas de I.M. no entran de forma estricta en lo que consideramos como sistemas de voz sobre IP (VoIP, voice over IP) o sistemas de videoconferencia. Existen multitud de estos sistemas, entre los que destaca H.323 como estándar de la industria.

H.323 ha sido la referencia a la hora de hablar de teleconferencia ó videoconferencia sobre redes IP durante más o menos los últimos cinco años.

Sin embargo, desde la aparición de SIP, se comienza a poner en entredicho esta supremacía. Este hecho está fundamentado en la propia naturaleza de H.323 y por la motivación de su creación: se dieron y se siguen dando una serie de factores que lo limitan como un protocolo para las grandes masas.

H.323 nació a mediados de los años noventa como un conjunto de protocolos enfocados hacia soportar la telefonía sobre redes de paquetes, concretamente sobre IP. Nació con una cierta idea de extender SS7 hacia estas redes (se pueden llegar a intuir ciertas similitudes entre ambos), y siempre con la premisa de la total compatibilidad con los estándares anteriores, ya sean para conmutación de circuitos o de paquetes. En cierto modo, la idea era llevar la telefonía convencional hacia redes IP, lo que no quiere decir hacia una "red IP como es Internet". ¿En qué se basa esta afirmación? En que H.323 no usa ninguno de los estándares aprobados por el IETF para Internet: no proporciona servicios complementarios ni se aprovecha del trabajo que ya está hecho y que funciona correctamente. Se podría decir que la pila H.323 es una pieza que "no encaja" en el puzzle de Internet por los siguientes motivos:

- No establece ningún tipo de relación con protocolos de gran éxito en la red, como son la Web (HTTP) y el correo electrónico (SMTP, POP3, IMAP,... etc.).
- No se aprovecha de los recursos existentes, como DNS.
- Es un protocolo muy complejo (al estilo ITU-T), en comparación con la sencillez de los protocolos del IETF, que a la larga, han demostrado su validez y su gran aceptación.
- Es totalmente incompatible con conceptos tan habituales como filtrado de puertos, direcciones IP dinámicas ó cortafuegos (firewalls). Por lo tanto se aleja de cómo es hoy en día una red IP.
- Los mensajes transmitidos están codificados en formato binario, lo cual no tiene ningún sentido: el único argumento posible a favor de esta política es el ahorro de ancho de banda, pero no tiene sentido si los mensajes así codificados son los de señalización. Los flujos de

información multimedia constituyen el grueso de la información transmitida en una teleconferencia, y mucho más en una videoconferencia. Intentar reducir ancho de banda en la señalización sólo contribuye a dificultar las tareas de depurado del protocolo, porque representa una fracción mínima del ancho de banda total transmitido. A menos, claro está, que nos encontremos en una situación en la que la facturación se realice por tiempo de conversación. En ese escenario la información de señalización correría a cargo del operador del servicio, y no del usuario, porque no serían "minutos hablados".

Este último punto nos puede ayudar a comprender que detrás de H.323 estaba la gran industria de la telefonía intentando penetrar en el negocio de las redes de datos. Sin embargo SIP, como veremos más adelante, parte desde el otro extremo, estudiando los protocolos de mayor éxito en Internet, y generalizando el concepto de llamada hasta el de sesión.

En general, aunque H.323 ha sido (y continúa siéndolo) el centro de la telefonía sobre IP, podemos inferir varios motivos por los que su supremacía puede estar en entredicho:

- Es un protocolo muy específico para telefonía sobre IP: no se habla de mensajería y no se habla de servicios avanzados como video-mail o buzones de voz.
- Es un protocolo muy cerrado y estricto: sólo permite códecs estandarizados por el ITU-T. No hay cabida para el desarrollo de nuevos sistemas de compresión de audio o vídeo, porque incurrirían en una pérdida de compatibilidad de nuestro terminal.
- Los estándares que definen H.323 no son públicos: es necesario abonar una cantidad al ITU-T.

- Todos los flujos multimedia van sobre RTP ó RTCP. No se permiten más protocolos de transporte.
- Salta a la vista que es un protocolo bastante complejo. Parte con la idea de ser muy eficiente, y de permitir la compatibilidad de múltiples terminales, pero ello redundaba en mucha dificultad.
- En ningún momento se menciona nada sobre localización de usuarios. De hecho, el direccionamiento se basa en el formato de direcciones E.164, lo cual está muy bien si nos encontramos en una red privada y tenemos acceso a cierta infraestructura (como gatekeepers y gateways). Pero si no disponemos de esas facilidades, deberemos reconocer al extremo por su dirección de red y de transporte. En el caso de usar H.323 sobre Internet (o sobre una red IP genérica) ello implica conocer la dirección IP y el puerto TCP del terminal al que queremos llamar, lo cual es prácticamente imposible en un escenario común con direcciones IP dinámicas y redes protegidas con firewalls. Como veremos más adelante este es un punto flaco de H.323. Muy flaco.
- Los mensajes H.323 están en formato binario. Como ya hemos mencionado esto no tiene hoy en día ningún sentido, pero sí una gran dificultad: hace terriblemente difícil el proceso de depurado. De hecho, antes de ponerse a desarrollar una pila H.323 es necesario disponer de herramientas de descodificación de los mensajes, para poder estudiar cómo evoluciona el protocolo. Desgraciadamente, esas herramientas son caras y difíciles de conseguir.
- H.323 es totalmente incompatible con cualquier tipo de filtrado (no puede atravesar firewalls) o mapeo de direcciones (no puede acceder a una red privada enmascarada con NAT)

4.2 . COMPARACION ENTRE SIP Y H.323.

SIP se caracteriza porque sus promotores tienen sus raíces en la comunidad IP y no en la industria de las telecomunicaciones. SIP ha sido estandarizado y dirigido principalmente por el IETF mientras que el protocolo de VoIP H.323 ha sido tradicionalmente más asociado con la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Sin embargo, las dos organizaciones han promocionado ambos protocolos del mismo modo.

La principal diferencia es que H.323 codifica los mensajes en un formato binario compacto adecuado para conexiones de gran ancho de banda, mientras que SIP guarda similitud a HTTP codificando los mensajes en formato ASCII, por lo que es legible por humanos y sigue una estructura de petición respuesta. H.323 es utilizado en videoconferencias mientras que SIP está más extendido para la telefonía IP.

Para realizar la comparación entre H.323 y SIP usaremos el estudio de cuatro campos: complejidad, extensibilidad, escalabilidad y disponibilidad de servicios:

•Complejidad

Mientras que H.323 define cientos de elementos, SIP funciona con 37 cabeceras (32 en las especificaciones básicas y 5 más en las extensiones para control de llamada), cada una de las cuales con un pequeño número de parámetros. De hecho, un UA básico pero compatible puede llegar a implementarse con sólo 4 cabeceras (To, From, Call-ID y CSeq) y 3 peticiones (INVITE, ACK y BYE).

Por otra parte, H.323 usa una representación binaria para sus mensajes, basada en ASN.1 y las reglas de codificación de paquetes (PER), mientras que los mensajes SIP van en texto plano (como por ejemplo en HTTP), lo que facilita el análisis sintáctico y la generación de pársers. Además, facilita sobremanera la depuración manual del protocolo.

Por último, H.323 tiene graves inconvenientes en atravesar cortafuegos, fundamentalmente por no existir en muchas ocasiones una separación de funciones nítida entre cada protocolo: por ejemplo, el redireccionado de llamada (call forward) requiere métodos de H.450, H.225.0 y H.245.

Estas taras y otras muchas que podríamos mencionar aquí realzan el hecho de que efectivamente, H.323 es más complejo que SIP.

- **Extensibilidad**

En muchos aspectos, se puede considerar la extensibilidad como la piedra angular de la señalización telefónica. El servicio telefónico convencional es inmensamente popular y además es un servicio crítico. Si pretendemos que la telefonía sobre Internet sustituya en algún momento a las infraestructuras basadas en conmutación de circuitos existentes, deberemos tener mucho cuidado con el problema de la compatibilidad entre versiones, ya que pequeñas modificaciones realizadas por aplicaciones emergentes pueden propagarse rápidamente entre los usuarios. Para coordinar este proceso, es muy interesante disponer de un mecanismo flexible para adquirir esas nuevas funcionalidades que van apareciendo.

En este aspecto, SIP ha aprendido de HTTP y SMTP, ambos protocolos muy usados y bastante antiguos, que han sabido adoptar las extensiones pertinentes para mantener la funcionalidad avanzada y la compatibilidad. Para implementar esta extensibilidad, las cabeceras desconocidas son ignoradas y mediante la cabecera Require, los clientes pueden explicitar a los servidores funcionalidades particulares. Además, los códigos de error siguen una ordenación jerárquica, como ocurren en HTTP, existiendo seis clases básicas, y disponiendo hasta de cien posibles valores dentro de cada clase. Esta distribución simplifica la extensibilidad de las respuestas.

H.323 también dispone de mecanismos de extensión, pero tiene el inconveniente de la durabilidad: si una extensión incluida deja de usarse con el tiempo, SIP puede suprimirla más limpiamente (eliminando una cabecera ó un

código de respuesta), manteniendo el protocolo limpio y actualizado. Con H.323 el proceso es más complejo por la propia naturaleza binaria del mismo, ya que aparecerán problemas derivados del alineamiento de bits,... etc.

Un aspecto fundamental relacionado con la extensibilidad es la capacidad para soportar los cientos de códecs de audio y vídeo existentes y los que aparecerán en el futuro. SIP usa SDP ("Session Description Protocol", protocolo de descripción de sesiones) para referenciar los códecs usados, los cuales estarán descritos por cadenas de texto. Esto implica que SIP puede funcionar con cualquier códec, siempre que esté soportado por ambos extremos de la comunicación. En H.323, en cambio, cada códec debe estar registrado y estandarizado por la ITU-T. Actualmente, los terminales H.323 sólo pueden expresar que implementan los códigos desarrollados por dicho organismo (es decir, todos los códecs disponibles son los de la ITU-T y no hay ninguno creado por terceras personas que haya sido estandarizado). Este hecho supone una importante barrera para pequeñas empresas y universidades que pretendan desarrollar sistemas para H.323 porque los códecs disponibles cuentan con fuertes limitaciones a su distribución, debido a su carácter propietario y a sus licencias cerradas. Por ejemplo, no existe ningún códec de audio con una tasa de bits ('bitrate') inferior a 28.8 Kbps que pueda ser implementado libremente.

Por último, un aspecto fundamental de SIP frente a H.323 es la modularidad del primero. SIP sólo gestiona sesiones, y en su más íntimo significado no aspira a nada más, siendo su uso para VoIP una aplicación de sus posibilidades. Todo aquello que escape de este marco no es realizado por SIP, que lo deja en manos de otros protocolos ó sistemas, según proceda. Para ver claro este concepto, pongamos como ejemplo la reserva de recursos en una red para asegurar una calidad de servicio (QoS); H.323 está diseñado verticalmente e implementa todo aquello necesario para tener una comunicación verbal y/o visual óptima. Por lo tanto, los gatekeepers de una red H.323 se encargan de la reserva de recursos y la QoS. Esto presenta el grave problema de que las

tecnologías en este campo evolucionan muy rápidamente, y de que las soluciones tomadas hace un lustro hoy estarán posiblemente desfasadas. Además, ya hemos visto los problemas de H.323 para eliminar funcionalidades antiguas y añadir nuevas, por lo que siempre tendremos la rémora de un protocolo complejo, que trata de hacer demasiadas cosas y que implementa algunos procedimientos obsoletos.

Frente a esto, SIP toma quizás el camino más fácil, pero posiblemente el más inteligente: no hacer nada, posibilitando que si alguna implementación necesita esta funcionalidad, use por ejemplo RSVP ("Resource Reservation Setup Protocol") o cualquier otro.

- **Escalabilidad**

SIP soporta mejor que H.323 la posibilidad de manejar grupos grandes de usuarios. H.323 nació en el seno de una LAN, por lo que aspectos como el direccionamiento en una red grande y la localización de usuarios no se tuvieron en cuenta en su diseño. Posteriormente se trató de subsanar este problema introduciendo el concepto de "zona H.323", que sin embargo sigue teniendo problemas de escalabilidad, y otros como el direccionamiento entre zonas.

Relacionado con las escalabilidad también está la carga computacional generada en los elementos de la red al soportar múltiples conversaciones. H.323 requiere que los gatekeepers estén implementados con conocimiento del estado de cada llamada que manejan, durante toda su duración ('stateful'), además de usar TCP como nivel de transporte para la señalización, lo que bloquea dicha conexión durante largos periodos de tiempo. Este comportamiento constituye un grave problema en zonas H.323 grandes, porque sólo deberá existir un gatekeeper, y sólo uno. SIP asume este compromiso de forma más sencilla, ya que si la carga de la red en llamadas es

elevada, podemos usar servidores de redirección, que no mantienen ningún tipo de estado. Es más, aún manteniendo los servidores como proxies, podemos usarlos con ó sin estado ('stateful' ó 'stateless'), beneficiándose del hecho de que por defecto, SIP funciona sobre UDP.

- **Disponibilidad de servicios**

La siguiente tabla que presentamos resume los servicios prestados por SIP y H.323 en lo referente a señalización de llamadas:

CARACTERÍSTICA	SIP	H.323
Transferencia ciega	Sí	Sí
Transferencia asistida por operador	Sí	No
Llamada en espera	Sí, mediante SDP	Todavía no
Conferencias multicast	Sí	Sí
Conferencias multicast y unicast simultáneas	Sí	Sí
Posibilidad de uso de gateways	Sí	Sí
Redireccionamiento	Sí	Sí
Buzones de voz/vídeo	Sí	No
Localización automática	Sí	No

Tabla 3: Disponibilidad de servicios en SIP y H.323

En general, tanto SIP como H.323 soportan servicios de señalización similares, aparte del hecho de que ambos están continuamente enriqueciéndose con nuevos métodos. Sin embargo, SIP destaca en el soporte para servicios móviles de carácter personal. Cuando un extremo

llamante contacta con uno llamado, el llamado puede redireccionar al llamante a varias posiciones distintas, que se identificarán con los lugares habituales donde el llamado se suele encontrar, y donde tendrá habilitados agentes de usuario a la espera. Frente a esto, el soporte para la movilidad personal en H.323 es casi mínima.

4.3. ARQUITECTURA SIP

- **Mensajes SIP**

El protocolo SIP es parecido al protocolo HTTP. Esto hace que SIP tenga una estructura cliente-servidor donde el cliente es el encargado de iniciar la comunicación y el servidor se encargada de responder a la petición. Además, al igual que ocurre con los mensajes HTTP, los mensajes de respuesta SIP tienen un código numérico asociado:

- **1xx:** Respuesta informativa
- **2xx:** Mensaje afirmativo
- **3xx:** Redirección
- **4xx:** Error en la petición del usuario
- **5xx:** Error en el servidor
- **6xx:** Error global

Los mensajes SIP están codificados en ASCII, por lo que son legibles por el ser humano. Este hecho implica que resulte más fácil trabajar con ellos.

Los mensajes SIP están estructurados de la siguiente forma:

- **Request-Line:** Contiene la URL del destino de la solicitud.
- **To:** Indica el receptor de la petición.
- **From:** Indica quien ha iniciado la petición.
- **Via:** Indica la ruta tomada por la petición.
- **Call-ID:** Identifica a todos los registros de un cliente determinado.
- **CSeq:** Contiene la petición del mensaje de solicitud y el número de secuencia.
- **Contact:** URL de contacto para comunicaciones adicionales.

- **User Agent**

El User Agent (UA) es la entidad básica de la arquitectura SIP capaz de enviar y recibir mensajes. Los UA se definen según sean clientes (User Agent Client) o servidores (User Agent Server). Un cliente SIP (teléfono IP, softphones, etc.) es capaz de actuar como cliente o como servidor, dependiendo del caso.

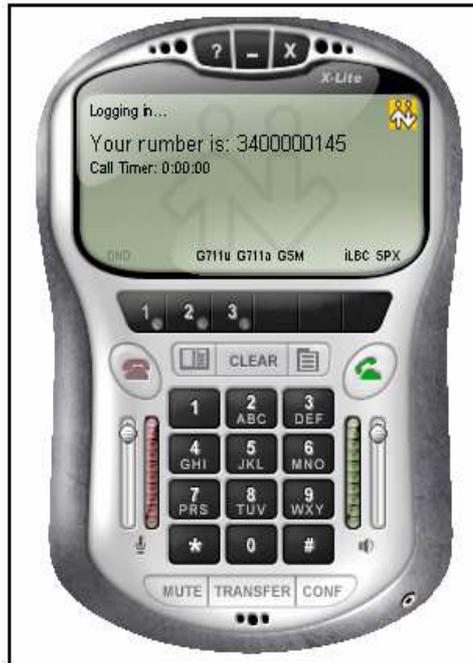


Figura N° 4-02 Cliente SIP X-Lite

El cliente SIP utilizado en este proyecto ha sido el softphone X-Lite debido a que es fácil de usar y es de libre distribución. X-Lite está desarrollado por la compañía Counter Path. Esta compañía también desarrolla softphones comerciales de mayor valor añadido que el X-Lite. *La figura N° 4-03 muestra un Ejemplo de comunicación entre Users Agents*

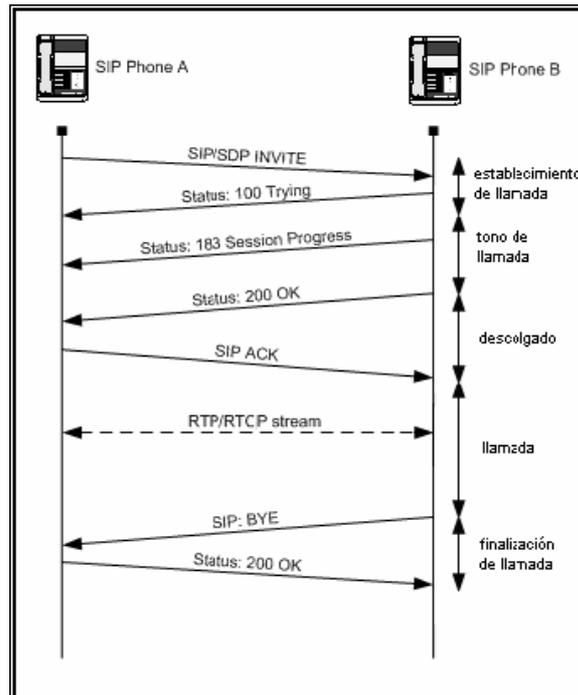


Figura N° 4-03 Mensajes SIP intercambiados en una comunicación

Figura N° 4-03 muestra el teléfono A actúa como cliente y el teléfono B como servidor. En una comunicación sin errores los mensajes intercambiados serían los siguientes:

- **SIP/SDP INVITE:** El cliente hace una petición de establecimiento de llamada al servidor.
- **100 Trying:** El servidor indica que ha recibido correctamente el INVITE y que va a intentar establecer la conexión.
- **183 Session Progress:** La conexión se ha establecido y ahora se espera la intervención del usuario final para que descuelgue el teléfono. Este mensaje se puede sustituir por el mensaje 180 Ringing. En el cliente se escucharían los tonos de llamada mientras que en el servidor el teléfono sonaría para llamar la atención del usuario final.

- **200 OK:** El usuario final ha descolgado el teléfono y el servidor indica al cliente este hecho.
- **SIP ACK:** El cliente confirma el descuelgue y a partir de aquí empieza la comunicación entre los usuarios a través de la sesión RTP.
- **SIP BYE:** Se envía este paquete cuando un usuario cuelga el teléfono, entonces el otro teléfono lo tiene que confirmar con un 200 OK. Cuando se recibe la confirmación del otro terminal se da por finalizada la llamada.

- **Proxy SIP**

En el ejemplo anterior el usuario que realiza la llamada tiene que conocer la situación del otro terminal para poder establecer la conexión, sino la conoce el mensaje SIP nunca podrá llegar al destino y no se podrá realizar la comunicación. En los escenarios reales este hecho no se da, los Users Agents no se conocen entre ellos, solo conocen la situación de un Proxy SIP y por tanto cuando quieran llamar a un usuario tendrán que comunicárselo a este Proxy.

Además de encaminar los mensajes hacia su destino, el proxy realiza las funciones de autenticación de usuarios. Para ello, los usuarios tienen que registrarse en el proxy SIP para poder realizar una llamada. La figura N° 4- 04 muestra un *Ejemplo de comunicación entre Users Agents con proxy*

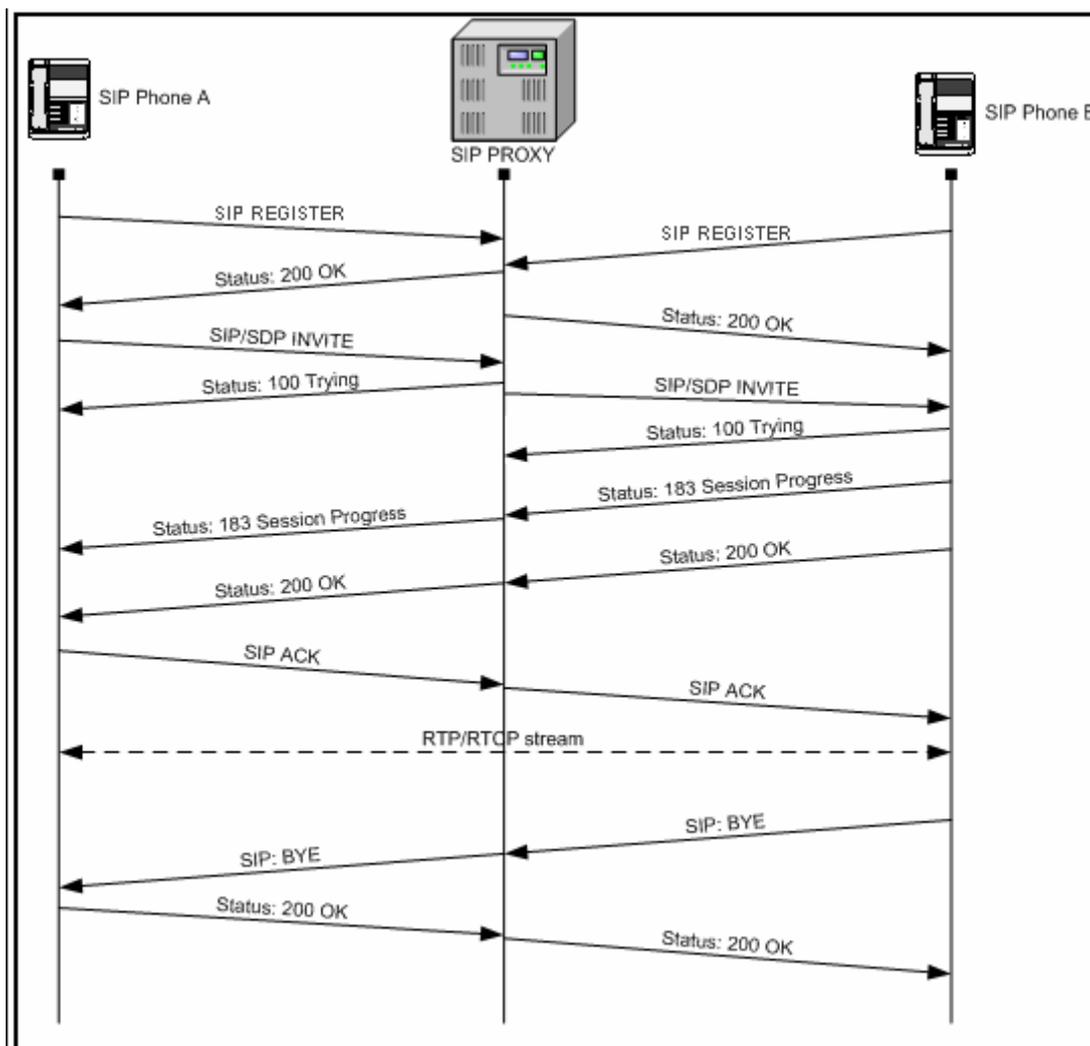


Figura N° 4- 04 Mensajes SIP intercambiados en una comunicación con proxy

El esquema que se muestra en la Figura N° 4-04 es el mismo mostrado en la Figura N° 4-03. La diferencia es que ahora el teléfono A no tiene que preocuparse en localizar el teléfono B, ya que de eso se encargará el proxy SIP.

También hay que destacar que para realizar la llamada con éxito los dos terminales se tienen que haber registrado previamente en el proxy como usuarios, para ello utiliza el mensaje "SIP REGISTER". Si el registro se finaliza con éxito por parte del proxy (es decir, el usuario tiene permiso para utilizar el

proxy), este le devolverá un 200 OK. A partir de entonces el usuario ya podrá realizar o recibir llamadas.

Cada mensaje SIP tendrá como destino el proxy, y este se encargará de localizar al usuario final y reenviarle dicho mensaje. Por contra, la sesión RTP/RTCP si que se realiza entre los usuarios finales, por lo que estos tipos de paquetes no pasarán por el proxy. Así se evita sobrecargar al proxy de trabajo ya que en una llamada normal este tipo de paquetes serán los de mayor número.

SIP necesita dos componentes básicos: un agente de usuario (**UA**, *User Agent*) y un servidor (**NS**, *Network Server*). El agente de usuario, comprende un elemento cliente

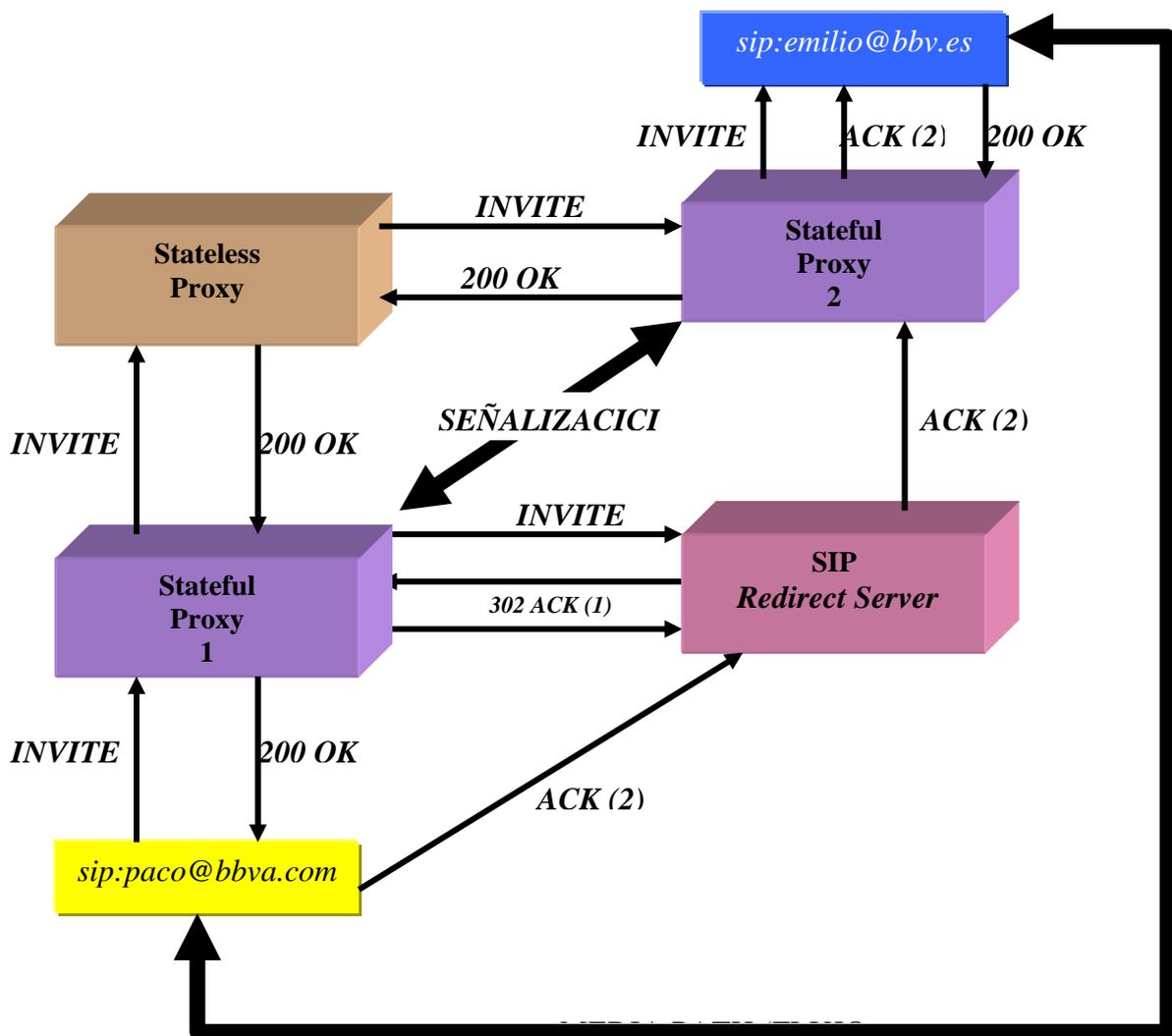


Figura N° 4-05. Esquema de una llamada con SIP

(**UAC**, *User Agent Client*) y un elemento servidor (**UAS**, *User Agent Server*). El cliente inicia las llamadas, y el servidor las responde: la idea es realizar llamadas (establecer sesiones *'peer-to-peer'*, P2P) con un protocolo Cliente/Servidor.

Las funciones principales de los servidores SIP son la resolución de nombres y la ubicación de usuarios. Se comunican con otros servidores pasándose mensajes en base a protocolos NHR¹⁶. Los servidores pueden guardar o no información de estado, dando lugar a dos modos de funcionamiento (*'statefull'* o *'stateless'* respectivamente para los anglosajones). Los servidores sin estado constituirían lo que se podría denominar el *'backbone'* de una infraestructura

¹⁶ Acrónimo anglosajón para Next Hop Routing

SIP, mientras que los servidores con estado serían los dispositivos más cercanos a los agentes de usuario, que se encargarían del control de los dominios de usuarios.

Otras funcionalidades importantes de los servidores son la redirección (de una petición) y la “distribución” (pueden pasar una llamada a un grupo de usuarios, apropiándose de la sesión el primero que conteste).

Con esos componentes, **UAC, UAS y NS**, se puede montar una infraestructura básica de SIP; sobre la cual se pueden montar servidores de aplicaciones que podrían alojar módulos de servicio: de mensajería instantánea, de presencia, de control de llamada, perfiles de usuario... Al mismo nivel se supone que interaccionarían con otros servidores de contenidos en una arquitectura distribuida que integraría el balanceo de carga y soportaría la interfaz de gestión.

En el Diagrama 1 se pretende ilustrar el establecimiento de una llamada para mostrar cómo interactúan los elementos básicos que hemos mencionado más arriba. En este ejemplo, el usuario paco@bbva.com quiere hablar con emilio@bbva.com es decir con un usuario que habitualmente está en su mismo dominio; pero por algún motivo, que desconocemos, hoy no está en bbva.com, sino en bbv.es aunque paco no lo sabe: tal es así que manda una invitación (invocará un método INVITE) para el usuario emilio@bbva.com al servidor responsable de su dominio (en este caso es un servidor proxy con estado, ‘*Stateful Proxy 1*’). El servidor enviará la invitación a un servidor para la redirección para tratar de averiguar la localización actual de emilio. Es este servidor de redirección el que determina que el usuario Emilio está en el dominio bbv.es y le contesta al proxy con un 302 MOVED TEMPORARILY que incluye la nueva dirección de Emilio (sip:emilio@bbv.es). El proxy responde con un 302 ACK, puesto que aquí termina la secuencia de la invitación inicial (INVITE(1) de la figura).

A partir de esta situación, el Proxy 1 [con estado] (Stateful Proxy 1) podría mandarle la dirección de Emilio a paco para que él tratara de comunicarse con directamente con sip:emilio@bbv.es. En el ejemplo, lo que hace el proxy 1 es modificar la invitación y tratar de encontrar a sip:emilio@bbv.es. Como no conoce a ningún otro servidor con estado que se responsabilice del dominio bbv.es, pasará la invitación a un servidor sin estado (*'Stateless proxy'*) que conocerá el siguiente salto que debe seguir para llegar hasta sip:emilio@bbv.es. Para simplificar el ejemplo hemos querido que ese primer proxy sin estado conozca a un servidor proxy que controla el dominio bbv.es (*'Stateful Proxy 2'*). Ese segundo proxy completa la entrega de la invitación para sip:emilio@bbv.es; momento en el cual Emilio acepta la llamada enviando un mensaje de respuesta (200 OK), que recorre el mismo camino de vuelta de la invitación hasta llegar a sip:paco@bbva.com. Ahora paco debería mandarle un ACK de esta respuesta a Emilio; y aunque en principio podría hacerlo directamente, en nuestro ejemplo hemos decidido que toda la señalización pase por los proxies de cada dominio (se supone que así lo habrán indicado en los mensajes de invitación que se han cruzado).

SIP sigue el modelo **Cliente/Servidor**: los proveedores de servicio [de acceso troncal] podrían ofrecer esa infraestructura SIP como un servicio IP más a otros proveedores de servicio, que a su vez podrían montar sobre ella sus propios servicios SIP que comercializarían en modo ISP/ASP.

SIP proporciona los mecanismos necesarios para ofrecer una serie de servicios:

Usuarios

Localización

Disponibilidad y capacidades (servicio de presencia y terminal asociado)

Perfil

Llamadas

Establecimiento

Mantenimiento

Desvíos

Traducción de direcciones

Entrega de los números llamado y llamante

Movilidad: direccionamiento único independiente de la ubicación del usuario

Negociación del tipo de terminal

Negociación de las capacidades del terminal

Autenticación de usuarios llamado y llamante

Trasferencias ciegas y supervisadas

Incorporación a conferencias multicast.

4.4 NGN MULTIMEDIA (IMS: IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM), PERMANENCIA SIP.

Por qué IMS SIP?

- La telefonía llega a ser una aplicación sobre Internet entre varias otras y todo proveedor de aplicaciones sobre Internet puede proponer un servicio de telefonía sobre IP a sus clientes, independientemente del tipo de acceso del cliente a Internet: ADSL, cable, UMTS.
- Microsoft MSN, Yahoo, AOL y Skype entre otros, son presentes sobre este mercado proponiendo soluciones propietarias.
- Los operadores quieren seguir ofreciendo servicios de telefonía aunque las redes IP habrán reemplazado las redes de telefonía actuales. En efecto, no quieren limitar sus campos de acción al de operador de redes y acceso porque el acceso es una comodidad sujeta a una presión muy elevada en cuanto a tarifas.

- Los operadores tendrán que desarrollar rápidamente una arquitectura IMS, única solución normalizada en el mundo de las telecomunicaciones y eso, antes de que las soluciones propietarias sean ampliamente adoptadas.

Provision de servicios multimedia tales como videotelefonía, conferencia multimedia, mensajería instantánea y presencia, etc. Conectividad del terminal del usuario debe ser IP como se muestra en la figura N° 4-06.

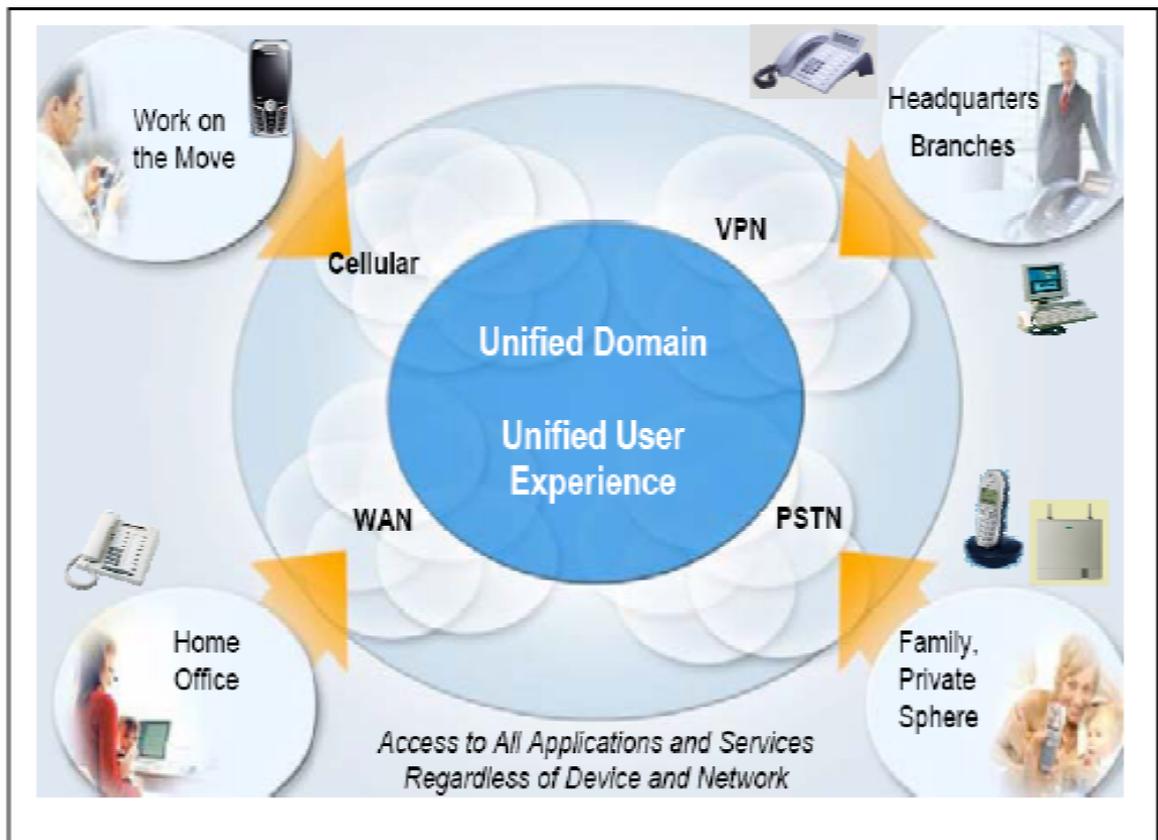


Figura N° 4-06. Integración de servicios

4.4.1 ¿Que provee IMS en su protocolo de inicio de sesión?

El IMS provee:

- Una red IP multi-servicio, multi-acceso, securizada y confiable.

- Multi-servicios: todo tipo de servicios ofrecidos por una red "corazón" soportando diferentes niveles de calidad de servicio podrán ser ofrecidos al usuario.
- Multi-acceso: toda red de acceso "banda ancha", fija y móvil, podrá Interfazarse al IMS.
- El IMS no es una única red sino diferentes redes que íter-operan gracias a distintos acuerdos de roaming IMS fijo-fijo, fijo-móvil, móvil-móvil.
- Un "enabler" o catalizador que hace posible a los proveedores de servicios ofrecer:
- La Figura N° 4-07 muestra los Servicios de comunicaciones no tiempo real, pseudo tiempo real y tiempo real según una configuración cliente-servidor o entre entidades pares la movilidad de servicios / movilidad del usuario (nomadismo), varias sesiones y servicios simultáneamente sobre la misma conexión de red

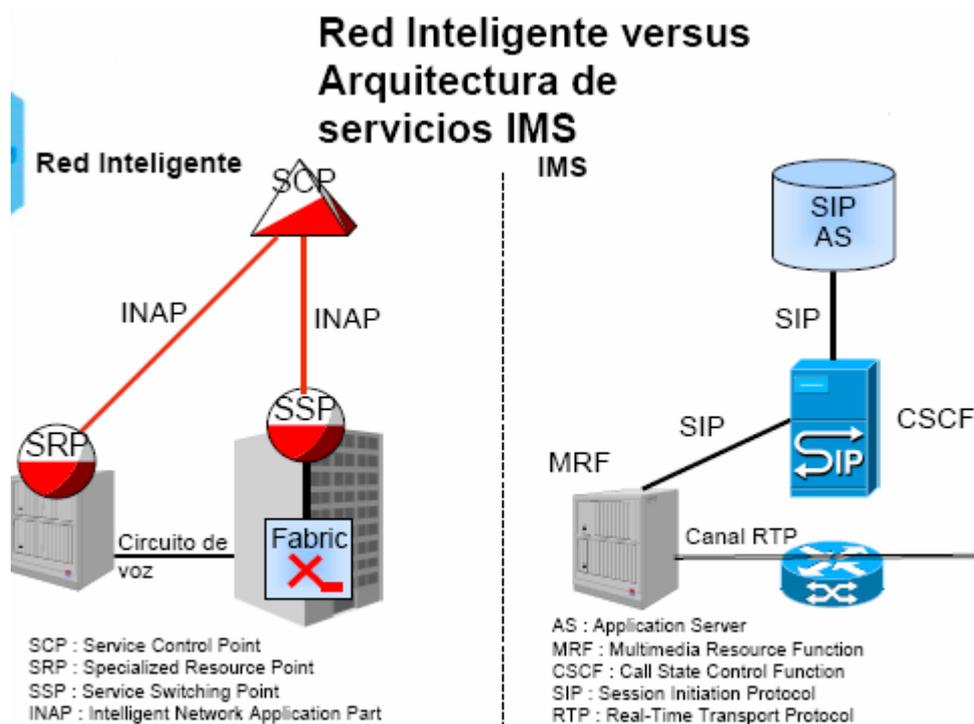


Figura N° 4-07. Comparación de redes de arquitectura de servicios.

4.4.2 Capacidades SIP en IMS.

Control de sesiones multimedia:

- Servicios suplementarios y servicios de la RI.
- Presencia y mensajería instantánea.
- Conferencia.
- Movilidad personal.
- Autenticación y contabilidad.

4.4.3 Generalidades IMS sesión de inicio.

De qué se trata realmente IMS

A medida que las redes y los clientes 3G siguen creciendo rápidamente en todo el mundo, algunas compañías y analistas de la industria comienzan a hablar sobre sistemas 4G. No hay una auténtica definición de 4G, aunque se planean muchas mejoras para las redes 3G, incluyendo mayor velocidad de datos, calidad de servicio y un cambio en la infraestructura de la red que maneja las comunicaciones inalámbricas antes y después que lleguen a las torres y a los dispositivos de los clientes.

Luego de instalar la interfase de aire 3G (sea esta WCDMA o CDMA), el siguiente gran paso será la implementación de una red de apoyo basada en protocolo de Internet (IP). Con una red IP, los operadores podrán convertir todo el tráfico de voz y datos a paquetes de datos, de manera que este contenido pueda ser intercalado y mezclado a lo largo de sus redes. También se podrán interconectar a otras redes, tanto alámbricas como inalámbricas, y podrán desarrollar un nuevo conjunto de aplicaciones y servicios. La red IP es clave para integrar el mundo inalámbrico con la Internet como se muestra en la figura.

La idea de reemplazar las redes de conmutación existentes con un sistema IP es simplificar la red haciéndola más fácil para manejar con un mayor nivel de seguridad y de control sobre el flujo de la red. También se busca facilitar la administración de los servicios de voz y de contenidos para entregarlos al

usuario final con una experiencia que sea consistente, uniforme e independiente de su ubicación. Figura N° 4-08 muestra Al mismo tiempo, los operadores de red podrán optimizar sus redes, comunicarse con otras redes y tener un camino accesible para entregar aplicaciones desarrolladas por ellos o por un desarrollador. La red IP y la transparencia de aplicaciones prometen una movilidad ilimitada para los usuarios finales entre distintas redes, operadores, aplicaciones, tanto sea a nivel regional como global.

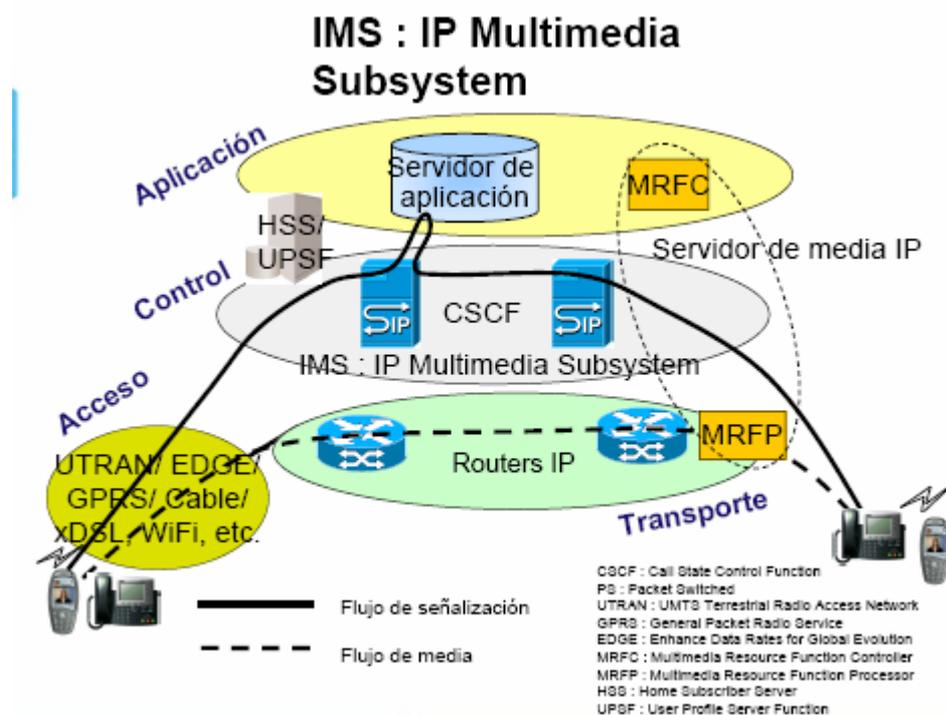


Figura N° 4-08. Esquema de transporte IMS.

La falta de aplicaciones y servicios UMTS atractivos para el gran público y las tendencias de convergencia con Internet, motiva que se introduzca en 3GPP el concepto All-IP.

All-IP es una visión sobre el futuro de las redes de comunicaciones que ofrece modos de acceso que se integran de forma transparente en una capa de red basada en el protocolo de Internet IP. Además proporciona beneficios a los operadores como ahorro de costes de infraestructura, mejor escalabilidad, mayor flexibilidad y simplificación de la operación y mantenimiento.

IMS (IP Multimedia Subsystem) representa la implantación de la arquitectura All-IP en 3G que permite al operador proporcionar a sus abonados una atractiva oferta de servicios multimedia como videoconferencia, voz sobre IP, “streaming”, mensajería instantánea, web, etc.

IMS es un sistema de control de sesión diseñado con tecnologías de Internet adaptadas al mundo móvil, que hace posible la provisión de servicios móviles multimedia sobre conmutación de paquetes (servicios IP multimedia).

La figura N° 4-09 que SIP se encargaría de las funciones para el registro, establecimiento, liberación y mantenimiento de las sesiones IMS. Incluyendo funciones de enrutado de sesiones e identificación de usuarios y nodos, y también habilitando todo tipo de servicios suplementarios.

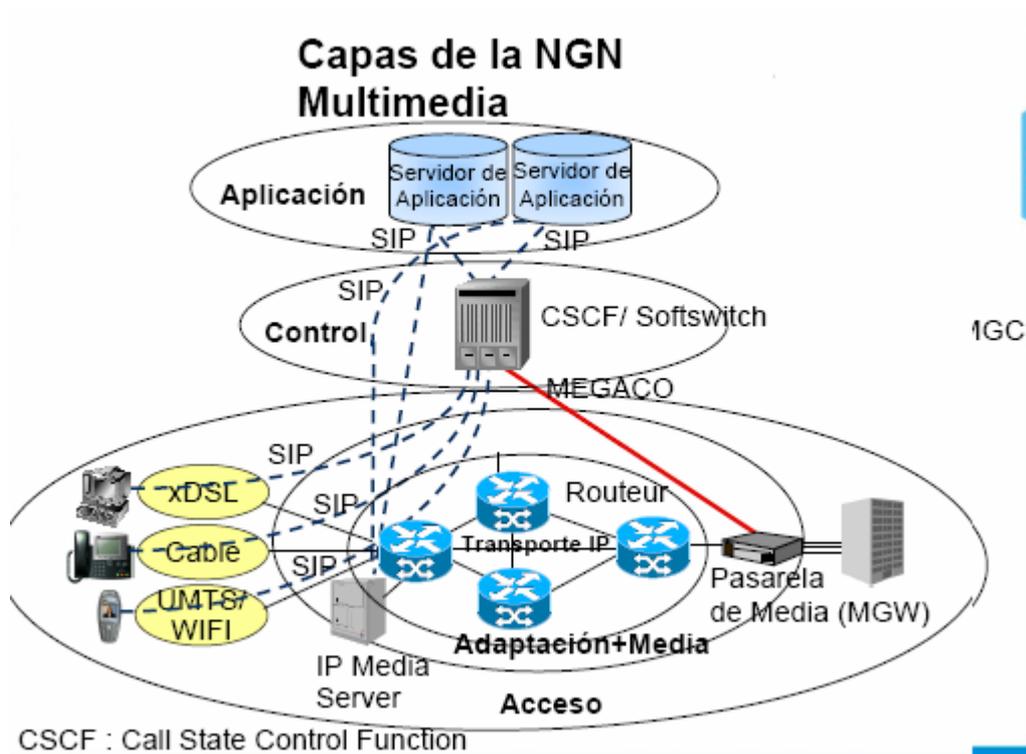


Figura N° 4-09 capas de la NGN multimedia

Características de IMS:

- La comunicación orientada a sesión de un usuario a otro(s) usuario(s), o de un usuario a un servicio.
- La comunicación en tiempo real o diferido.
- Las sesiones IP multimedia con un nivel adecuado de Calidad de

Servicio para vídeo, audio y sonido, texto, imagen, etc.

- La identificación de usuarios, servicios y nodos mediante URIs (Universal Resource Identifier. Éstos ya no tienen que manejar números de teléfono sino nombres como el correo electrónico.

IMS no define las aplicaciones o servicios que pueden ofertarse al usuario final, sino la infraestructura y capacidades del servicio que los operadores o proveedores de servicio pueden emplear para construir sus propias aplicaciones y producir su oferta de servicios. En este sentido, IMS no impone límites, son la capacidad de la red de acceso y las características de los terminales las que fijan las restricciones.

CAPITULO V

5.1 UTILIZACIÓN DE SIP PARA SEÑALIZACIÓN EN SISTEMAS UMTS

Introducción

- Gran éxito móviles 2G.
- Necesidad de ofertar nuevos servicios y mejor calidad. Surge 3G.
- Debemos modificar nuestra arquitectura y protocolos de la red de acceso. Aparece UMTS.

5.2 EL AUGE DE SIP EN SISTEMAS MULTIMEDIA NGN.

En el último año, SIP ha ido ganando fuerza en el mercado principalmente porque su fácil integración con HTTP, SMTP y mensajería instantánea lo convierten en candidato ideal para el desarrollo de los servicios convergentes. La adopción de SIP en 2001 por el 3GPP para la release 5 de UMTS y el soporte estándar del mismo en Windows XP, que hace de cada PC un terminal SIP, son síntomas de que es un momento propicio para el desarrollo de servicios convergentes de uso.

El sistema UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) pertenece a la familia de sistemas de comunicaciones móviles de tercera generación (3G). Estos sistemas tienen como principal motivación ofrecer a sus usuarios un mayor rango de velocidades (hasta 2.048 Kbps) que los sistemas de comunicaciones celulares actuales. De este modo se pretende ofrecer acceso móvil a una gama de servicios más amplia, cubriendo desde los más básicos (voz o mensajes cortos) hasta los más avanzados, para los cuales se requieren caudales mayores, como es el caso de los servicios multimedia (Por ejemplo, videoconferencia).

Uno de los objetivos generales de los sistemas 3G es ofrecer a los usuarios un ámbito global de comunicaciones móviles, tal como se representa en la Figura 1. Sin embargo, este objetivo ideal es probable que no llegue a cumplirse en la práctica, al menos en las primeras etapas, puesto que hay diferentes estándares para sistemas 3G. Todo ello, a pesar de los esfuerzos de armonización promovidos por la UIT-T dentro de la iniciativa IMT- 2000 (International Mobile Telecommunications-2000).

El sistema 3G elegido para su despliegue en Europa es UMTS, cuya concepción se plantea como una evolución de los actuales sistemas GSM (Global System for Mobile Communications).

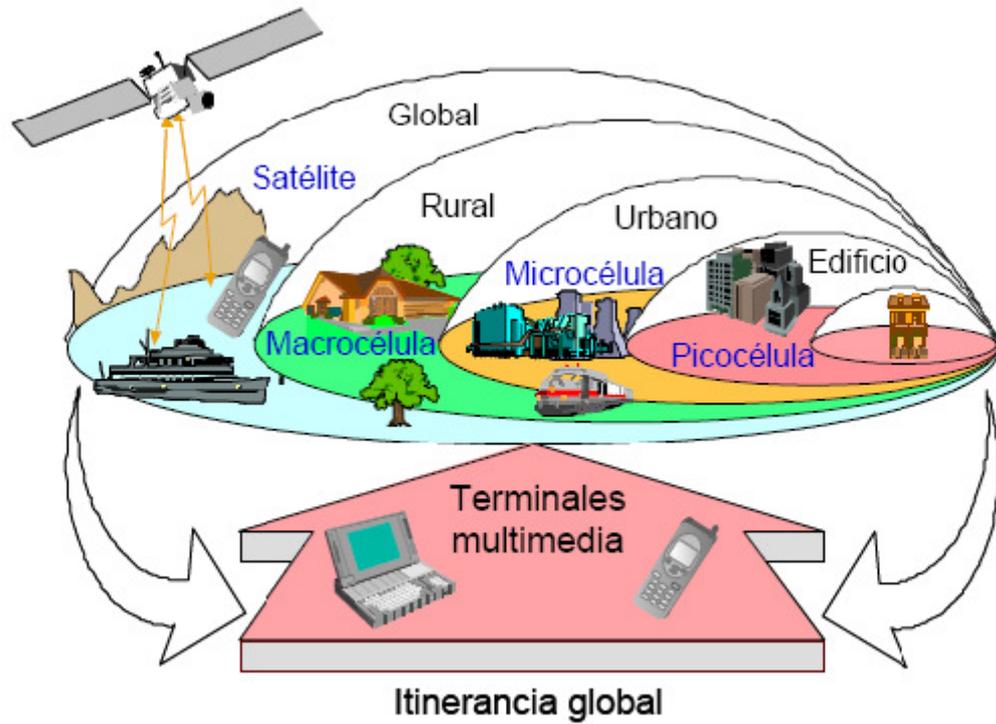


Figura N° 5-01. Sistemas de comunicaciones móviles 3G

Como se indica en la figura N° 5-01, la cobertura de los sistemas 3G considera distintos tipos de células (Picocélulas, microcélulas, macrocélulas y cobertura vía satélite). Los objetivos de servicio establecidos en cada caso son distintos, dependiendo de la densidad de tráfico y grado de movilidad previsible en cada entorno. En el caso de UMTS, dichos objetivos se resumen en la Tabla 4. Como se observa, la tasa máxima de bits de 2048 Kbps está concebida para entornos de movilidad reducida y suponiendo que la distancia entre móvil y estación base es pequeña (picocélulas). A medida que el tamaño de la célula crece, los objetivos de tasa de bits son menos ambiciosos, reduciéndose a 384 Kbps (microcélulas) y 144 Kbps (macrocélulas).

Tipo de célula	Ámbito de cobertura	Movilidad	Tasa de bit objetivo
Picocélula	Edificio, manzana (10-50m)	Baja (<10km/h)	2048 kbit/s
Microcélula	Urbano/Suburbano (100-500m/2-4km)	Media (<120km/h)	384 kbit/s
Macrocélula	Rural (5-6km)	Alta (<500km/h)	144 kbit/s

Tabla 4. Objetivos de servicio UMTS

El la figura N° 5-02. Sistemas UMTS que poseen una gran parte de su estructura inalámbrica y además integra el servicio de IMS

(Servicios y Aplicaciones Móviles de vídeo sobre UMTS y Redes Avanzadas IMS)

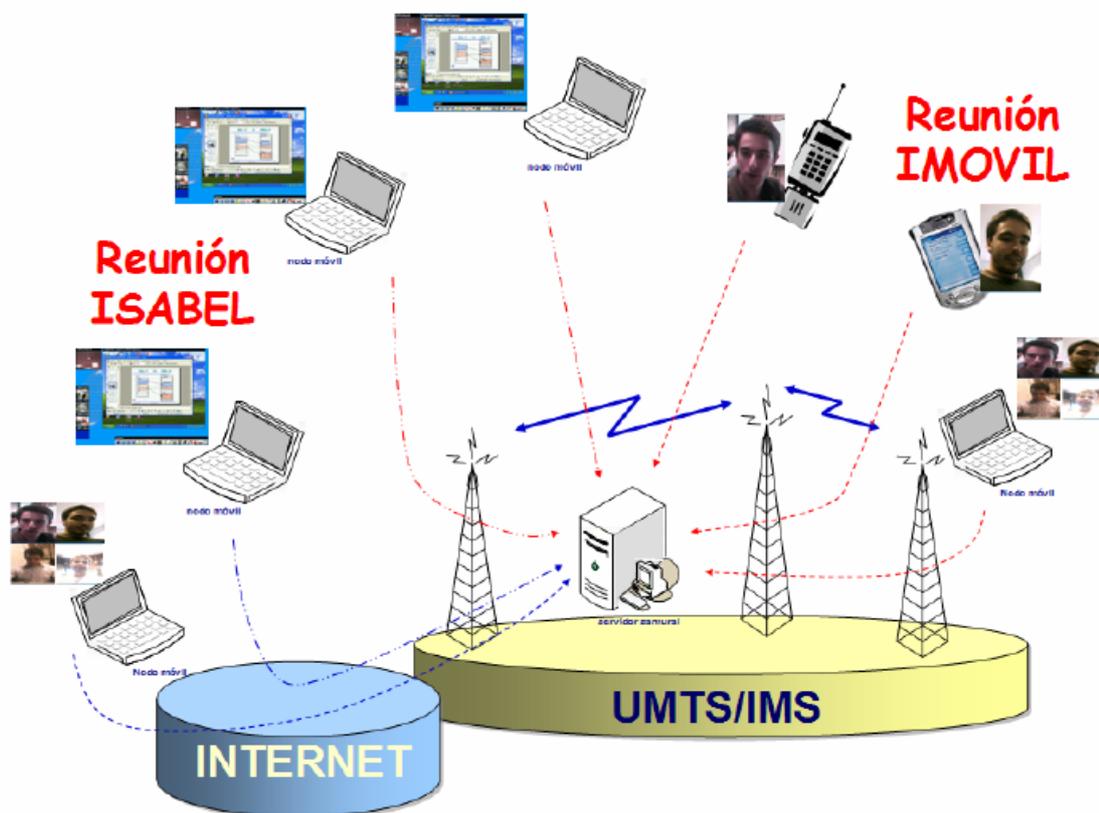


Figura N° 5-02. Aplicaciones móviles de UMTS

5.3 PROCESO EVOLUTIVO DE UMTS

UMTS relase 5 propone ofrecer servicios de voz y datos sobre una red de paquetes 3GPP escogió SIP como protocolo para esta versión según la figura N° 5-03.

Componentes

- UTRAN
- IMS (SIP)
- PSCN

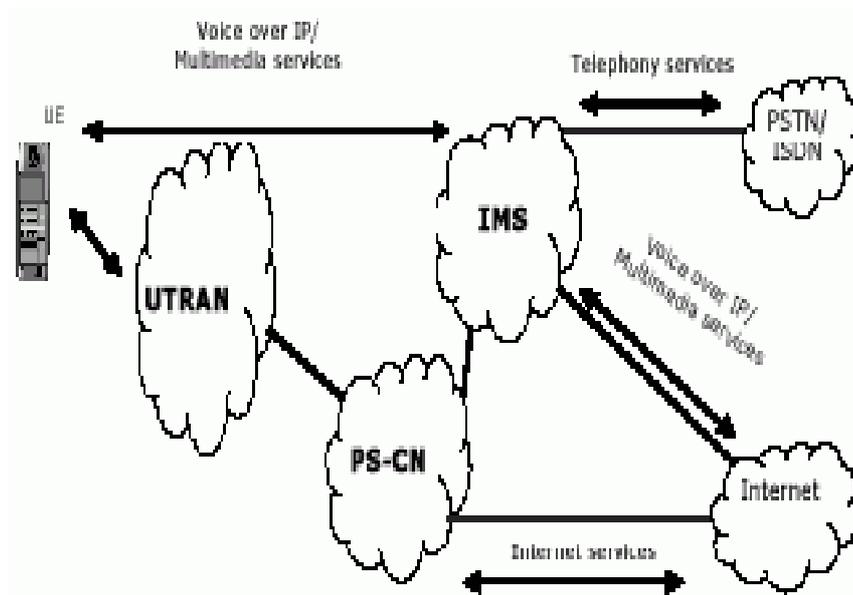


Figura N° 5-03. Configuración de red UMTS

La figura N° 5-04. Muestra la evolución que han tenido las redes UMTS en sus diferentes facetas, y como serán en un futuro.

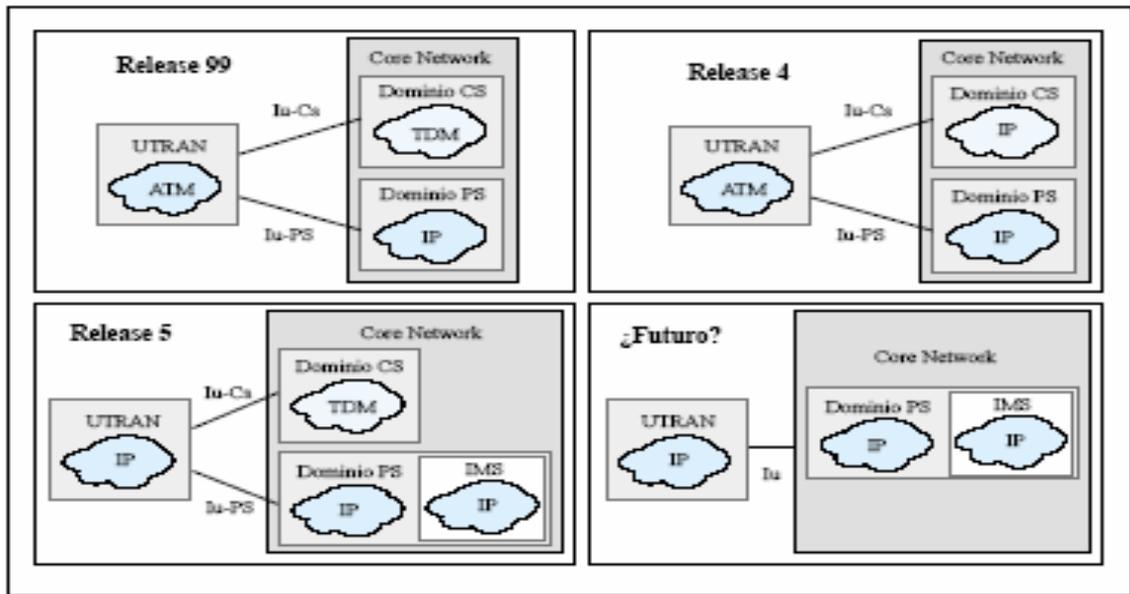


Figura N° 5-04. Evolución de las redes UMTS

En la figura N° 5-05 se muestra una red de nueva generación con todos los servicios y necesidades que demanda el mundo actual.

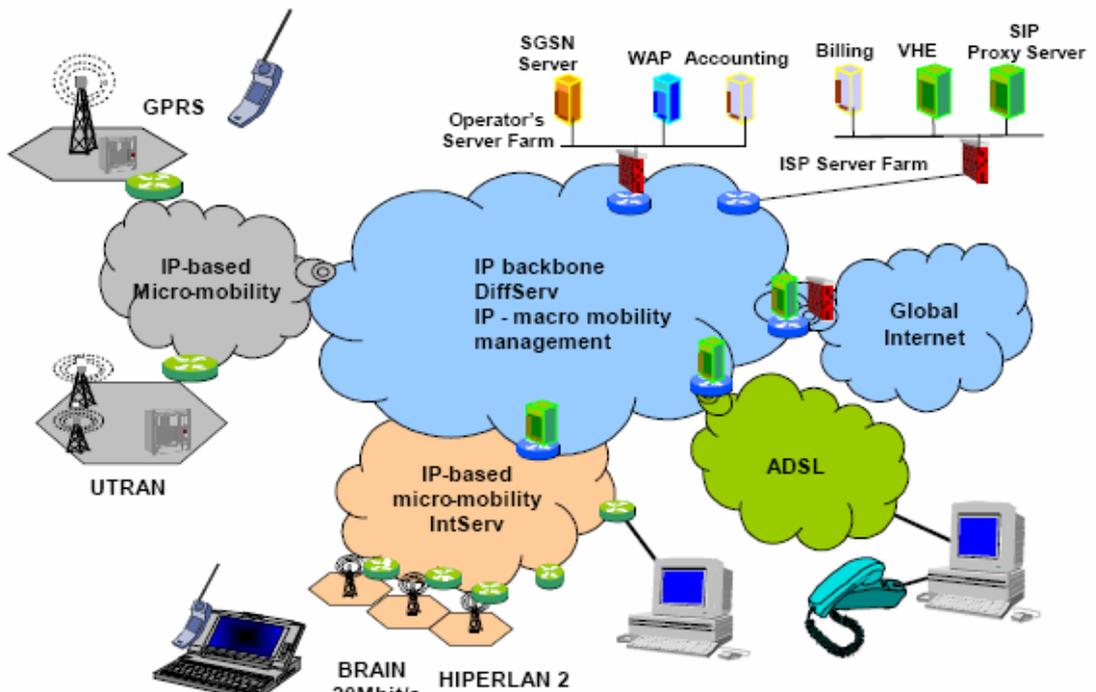


Figura N° 5-05 red de nueva generación.

SIP es un protocolo sencillo y extensible adecuado para establecer sesiones multimedia, otro aspecto importante es que SIP hace reservación de recursos (QoS) pero puede interoperar con otros protocolos, cabe aclarar que SIP no es un protocolo de transferencia como HTTP.

SIP ofrece:

- Gran flexibilidad para la creación de servicios
- Varios grupos de trabajo en el IETF
- 3GPP adopta SIP para UMTS (Gran apoyo)
- Demasiados protocolos. Conveniencia de armonizarlo todo en un único protocolo.

- Por tendencia evolutiva, valorar el uso de SIP para realizar funciones de señalización de la red radio de UTRAN

5.4. ALGUNAS INQUIETUDES DE USUARIOS ACERCA DE MICROSOFT SIP SERVICES

SIP, Session Initiated Protocol (Sesión iniciada por protocolo), es un protocolo de señalización estándar para conferencias, telefonía, presencia, eventos, notificación y Mensajería instantánea (IM; Instant Messaging) a través de Internet.

La arquitectura de los Servicios SIP de Microsoft está basada en el estándar IETF (bajo el número de RFC 2543). La idea clave que hay detrás de los servicios SIP es su habilidad para crear y gestionar cualquier tipo de sesión (audio, vídeo, mensajería instantánea, aplicaciones compartidas, etc..) y su capacidad para separar los dispositivos físicos (tal como teléfonos) de los usuarios y la lógica de servicio del control centralizado.

¿Estarán los Servicios SIP disponibles en todas las ediciones de la familia Windows Server 2003?

Los Servicios SIP sólo estarán disponibles en las ediciones Standard y Enterprise de Windows Server 2003.

¿Por qué incluye Microsoft los Servicios SIP en Windows Server 2003, Standard Edition y en Windows Server 2003, Enterprise Edition?

Los clientes nos han pedido que mejoremos la comunicación y la forma de compartir información dentro de sus empresas y con sus socios comerciales. La tecnología de servidor que estamos ofreciendo va dirigida a ayudar a las empresas a desarrollar soluciones que permiten a los clientes aprovechar de forma segura las comunicaciones en tiempo real como un conjunto de funcionalidad en el que pueden basarse para conseguir sus objetivos empresariales.

¿Qué papel jugarán las comunicaciones en tiempo real en los servidores Windows?

Un área clave de enfoque de Windows Server 2003 es la entrega de un conjunto de tecnologías de infraestructura que hagan que los trabajadores del conocimiento sean más productivos. Los Servicios SIP para Windows Server 2003 son una tecnología clave en este escenario. Utilizando el conjunto de API de Servicios SIP, Windows Server 2003 permite a los diseñadores basarse en un estándar SIP abierto. La funcionalidad de los Servicios SIP de Windows Server 2003 ofrece un nuevo conjunto de funcionalidad que los diseñadores pueden aprovechar para crear la siguiente generación de aplicaciones, tales como nuevas soluciones de centro de llamadas, CRM y conferencia..

¿Cómo mejorarán los Servicios SIP la productividad del trabajador del conocimiento?

Los Servicios SIP de Windows Server 2003 contienen un conjunto considerablemente potente de tecnología de comunicaciones, ofreciendo una productividad personal y empresarial mejorada. A un nivel básico, tener información de presencia de los usuarios le permite tener un medio de comunicaciones más fluido. Por ejemplo, los usuarios pueden conectarse entre sí de forma muy eficiente - es más fácil conectar con alguien (usted simplemente hace clic en su icono de presencia). Además, es fácil para el

destinatario de una llamada o de un Chat indicar que está fuera o que no puede ser interrumpido - la presencia hace que sea fácil avisar a alguien de que en primer lugar no debería llamar o intentar conversar.

Sin embargo, lo más importante es la posibilidad de disponer de varios modos de comunicación. Con la capacidad para integrar Mensajería instantánea (IM; Instant Messaging), voz, vídeo y aplicaciones compartidas, la comunicación puede ser mucho más rica - en vez de simplemente conversar a través de IM, los trabajadores del conocimiento podrán compartir aplicaciones y trabajar en un documento o en una presentación de PowerPoint en tiempo real.

¿Cuáles son los beneficios de TI de los API de comunicaciones en tiempo real y de la arquitectura en la que está trabajando Microsoft?

La extensibilidad por medio de un conjunto de API enriquecidos dará a los clientes un valor empresarial adicional para imbuir sus aplicaciones de línea de negocio críticas con funcionalidad de comunicaciones en tiempo real. Las aplicaciones del centro de llamadas de siguiente generación, la colaboración enriquecida y un mejor soporte del producto son todas ellas posibles con una plataforma de comunicaciones en tiempo real basada en estándares extensibles. Además las administraciones y la seguridad empresarial están en el núcleo de estas tecnologías.

¿Qué papel jugará la seguridad en este conjunto de tecnología de servidor?

Microsoft está empeñada en liderar el área de la seguridad por túnel de extremo a extremo asociada con las comunicaciones en tiempo real, dentro de una organización y controlada mediante controladores de seguridad (firewall) entre organizaciones. El soporte de estándares tales como cifrado SSL, así como los protocolos de autenticación Digest y NTLM/Kerberos, soportan la implementación a nivel de cliente de Microsoft Passport para ofrecer un entorno de comunicaciones seguras en tiempo real.

Las aplicaciones creadas en base a la plataforma de Servicios SIP con Windows Server 2003, podrán beneficiarse de estos protocolos de seguridad.

¿Será el conjunto de Servicios SIP interoperable con otras soluciones de IM?

Microsoft está empeñada en impulsar la interoperabilidad y los estándares en las comunicaciones en tiempo real, puesto que los clientes desean por abrumadora mayoría tener comunicaciones abiertas en IM y en otra tecnología de comunicaciones, en tiempo real con una red de otras personas lo más amplia posible. La tecnología de comunicaciones en tiempo real segura de Windows Server 2003 está basada en el Protocolo de iniciación de sesión (SIP; Session Initiation Protocol) que es un estándar abierto. Esta tecnología permitirá a una organización asegurar su infraestructura de comunicaciones en tiempo real e interoperará con .NET Messaging, que cualquier usuario de Internet que tenga una cuenta de Passport puede usar. Continuaremos promocionando el estándar abierto de SIP y esperamos que habrá un momento en que la infraestructura de Windows Server 2003 interoperará con tantas comunidades de usuarios de mensajería instantánea como sea posible.

¿Proporcionará Microsoft una solución propietaria para VoIP?

Los Servicios SIP y los API de Microsoft cumplen en su totalidad la norma SIP RFC 2543 y estamos haciendo un seguimiento muy estrecho de las versiones BIS. Estamos probando una amplia gama de teléfonos VoIP y puertas de enlace (gateway) IP/PSTN. Además utilizamos el protocolo RTP para transportar voz sobre IP.

¿Es SIP lo mismo que Voz sobre IP (Voice over IP)?

No, Voz sobre IP (Voice over IP) se refiere a una llamada telefónica realizada a través de Internet o de otra red conmutada por paquetes. SIP es un mecanismo para establecer llamadas telefónicas u otras comunicaciones, independientemente de la red a través de la que se realice la llamada.

¿Qué es la Presencia y cómo está relacionada con SIP?

La Presencia (Presence) es una técnica mediante la cual se supervisa la disponibilidad de una persona para un determinado tipo de comunicación y se muestra esta presencia a otras personas. Un usuario puede estar disponible sólo para mensajes basados en texto y sólo para llamadas de trabajo durante las horas comprendidas entre las 9 y las 5 y en un teléfono particular en vez del teléfono de la oficina mientras está fuera de ella. SIMPLE (SIP and Instant Messaging Presence Leveraging Extensions) permite incorporar la información de presencia en las comunicaciones basadas en SIP de una forma estándar.

¿Quién está creando aplicaciones basadas en los Servicios SIP?

Soportando al estándar de la industria y un conjunto abierto de API, hay un potente grupo de diseñadores independientes que están creando aplicaciones basadas en los Servicios SIP.

Ante el desarrollo de las redes de datos durante la década de los 90, se ha planteado la posibilidad de utilizarlas para el envío de información multimedia, como imágenes, voz o incluso música. Estas redes, basadas en el protocolo IP, han conseguido introducirse tanto en el mundo de los negocios como en el entorno residencial, siendo hoy habitual que un gran número de personas y empresas hagan uso de un acceso a Internet rápido y asequible.

El desarrollo de las redes de nueva generación no oculta el hecho de que se encuentran aún en sus albores, comenzando ahora el siguiente paso en su evolución y haciendo que se conviertan en vías de comunicación unificadas al servicio de millones de usuarios. Así surgen nuevas oportunidades de negocio para operadores y proveedores de servicios de red.

Una red convergente no es únicamente una red capaz de transmitir datos y voz sino un entorno en el que además existen servicios avanzados que integran estas capacidades, reforzando la utilidad de los mismos.

Estos nuevos servicios estarán centrados en cuatro aspectos clave:

- Independencia del terminal.

- Unificación de la comunicación: cada usuario dispondrá de un identificador único para recibir información de diversos tipos.
- Personalización.
- Localización de usuarios o presencia: como hoy sucede con las aplicaciones de mensajería instantánea, será posible conocer si un usuario está localizable y su tipo de terminal.

CONCLUSIONES

- En el último año, SIP ha ido ganando fuerza en el mercado principalmente porque su fácil integración con HTTP, SMTP y mensajería instantánea lo convierten en candidato ideal para el desarrollo de los servicios convergentes. La adopción de SIP en 2001 por el 3GPP para la release 5 de UMTS y el soporte estándar del mismo en Windows XP, que hace de cada PC un terminal SIP, son síntomas de que es un momento propicio para el desarrollo de servicios convergentes de uso masivo.
- La juventud de las redes convergentes hace que sea difícil aún alcanzar los niveles de disponibilidad y escalabilidad de otras redes pero se trata de campos en los que dichas redes convergentes están experimentando sustanciales mejoras, como anticipan los backbones de voz sobre IP de los grandes operadores.
La unión de los nuevos servicios y los avances mencionados están haciendo que estas redes de nueva generación se presenten hoy como la base para el desarrollo de nuevos modelos de negocio tanto en entornos fijos como en móviles.
- Hemos dado una breve introducción al protocolo SIP explicando su funcionamiento y sus diferentes partes.
- Otro punto de vista medio ambiental interesante son los softphones (software que permite realizar las funciones de un teléfono SIP). Con estos softphones no es necesario tener teléfonos físicos, con el consiguiente ahorro de material y energético debido a su fabricación
- Es importante ofrecer un sistema de redes de nueva generación que garantice movilidad entre diferentes redes de acceso, entregar todo el

contenido a los usuarios finales, traducción entre redes Ipv6 e IPv4, calidad de servicios, ya que en estas redes tenemos datos, voz, señalización y vídeo compartiendo la misma banda, entonces es importante priorizar las aplicaciones con calidad de servicio. Una red NGN implica tener acceso independiente, la inteligencia está dentro de la red y bajo el control de un potente protocolo de señalización como lo es SIP, estas redes deben soportar todos los tipos de acceso, la arquitectura es única, ya sea para tráfico de voz en una red 2G, datos en una red 2.5G o voz sobre IP en una red 3G.

- Es importante abordar estos temas ya que son el futuro cercano del mercado de las telecomunicaciones
- ¿IMS? Se esperan 80 operadores en Europa para 2007/2008.
- Algunas cosas por solucionar que aún son tema de Investigación.
- Estas tecnologías son el futuro del Mercado Latinoamericano.
- Es previsible que los sistemas de videoconferencia sean una tecnología emergente en los próximos años.
- Los aspectos de desempeño son de algún modo fáciles de controlar en un ambiente local.
- Por último, un Administrador de Movilidad mejorado que realmente ofrece una movilidad sin restricciones para todos los servicios, independientemente de la red, del operador de la red y de la ubicación geográfica de la aplicación y del usuario.

BIBLIOGRAFIA

ROSENBERG, J., SCHULZRINNE, H. y CAMARILLO, SIP: Session Initiation Protocol, RFC 3261, junio 2002.

JOHNSTON, A.B., *SIP, understanding the Session Initiation Protocol, second edition, 2004*, Artech House Publishers, Boston.

Manuel Moreno Martín, Manuel Álvarez-Campana Fernández-Corredor, Joan Vinyes Sanz, Una primera aproximación al protocolo SIP, Revista AHCET,

<http://www.cs.columbia.edu/sip>

VoIP [en línea]: *Recursos VoIP- Voz sobre IP: Telefonía IP*.
<http://www.recursosvoip.com/>

Especificaciones para H.323 [en línea]: *H.323 Standards*
<http://www.packetizer.com/voip/h323/standards.html>

Especificaciones para SIP, RFC 3261 [en línea]: *Session Initiation*
<http://www.faqs.org/rfcs/rfc3261.html>

Especificaciones para SDP, RFC 2327 [en línea]: *SDP: Session Description Protocol*. Disponible en:
<http://www.ietf.org/rfc/rfc2327.txt?number=2327>

Especificaciones para RTP, RFC 3550 [en línea]: *RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications*
<http://www.faqs.org/rfcs/rfc3550.html>

Especificaciones para RTCP, RFC 3550 [en línea]: *RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control*. [Última
<http://www.faqs.org/rfcs/rfc3550.html>

Información sobre IMS [en línea]: *Evolución al dominio IMS*.
<http://www.telefonica.es/sociedaddelainformacion/pdf/publicaciones/movilidad/capitulo_12.pdf>

Información sobre SER [en línea]: *SIP Express Router – Developers Guide*
<http://www.iptel.org/ser/doc/serdev/serdev.pdf>

información sobre OPENSER [en línea]: *Open SER Project*.
<http://www.openser.org/>

Información sobre WeSIP <http://ssl.voztele.com:28080/wesip.htm>

Información sobre AKA [en línea]: *Security Analysis and Enhancements of 3GPP Authentication and Key Agreement*