

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE TELEFONÍA
USANDO SOFTSWITCH**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

FREDY CAMPOS AGUADO

**PROMOCIÓN
1995 - II**

**LIMA – PERÚ
2008**

**DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE
TELEFONÍA USANDO SOFTSWITCH**

DEDICATORIA

A mi madre por su apoyo incondicional a pesar de las adversidades, a mis hermanos por su constante aliento y a mi pequeña hija Asiri por el cariño que me brinda día a día y ser una fuente de inspiración constante.

SUMARIO

Actualmente nos encontramos en una fase constante de evolución de las redes de comunicaciones las cuales buscan proveer mejores servicios a un menor coste. Nuestro país no es ajeno a este desarrollo y constantemente se vienen aplicando nuevas tecnologías que permitan alcanzar tal fin, siendo el softswitch una de las más usadas por los operadores de telefonía.

En este trabajo se explican los aspectos a considerar para el diseño, desarrollo e implementación de un sistema basado en softswitch, así como sus posibilidades de usos futuros.

ÍNDICE

INTRODUCCION.....	1
CAPÍTULO I	
TECNOLOGÍA SOFTSWITCH	2
1.1 Origen y definición	2
1.2 Modelo, arquitectura y tipos	5
1.2.1 Niveles funcionales	7
1.2.1.1 Nivel de media.....	9
1.2.1.2 Nivel de señalización y control	9
1.2.1.3 Nivel de aplicación y servicios.....	11
1.2.2 Estructura de red.....	12
1.2.2.1 Red de acceso	13
1.2.2.2 Red de conmutación	15
1.2.2.3 Red de transporte.....	18
1.2.3 Principales tipos de softswitch	19
1.2.4 Softswitch de clase 4	19
1.2.5 Softswitch de clase 5	20
1.3 Protocolos más importantes y aplicaciones de un sistema softswitch.....	21
1.3.1 VoIP para proveedores de servicios	21
1.3.1.1 H.323	21
1.3.1.2 SIP (Session Initiation Protocol)	25
1.3.1.3 MGCP (Media Gateway Control Protocol).....	29
1.3.2 VoIP y SS7: Sigtran	31
1.3.3 Principales aplicaciones.....	35
CAPÍTULO II	
ANÁLISIS DEL MERCADO DE VOZ	39
2.1 Situación de las redes	39
2.2 Operadores de larga distancia.....	41
2.3 Trafico de red.....	42
CAPÍTULO III	
DISEÑO DE LA PLATAFORMA.....	44
3.1 Consideraciones generales.....	44
3.2 Situación inicial.....	45

3.2.1	Componentes de la red	46
3.2.2	Requerimientos solicitados por el nuevo operador.....	48
3.2.2.1	Red	48
3.2.2.2	Servicios	48
3.3	Análisis y diseño del sistema.....	50
3.3.1	Consideraciones de ingeniería de tráfico.....	51
3.3.2	Diseño de la arquitectura	53
3.3.2.1	Interconexión en IP	53
3.3.2.2	Interconexión a la PSTN	54
3.4	Descripción de la solución final propuesta.....	56
3.5	Topología general	59
CAPÍTULO IV		
DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN.....		61
4.1	Plan de trabajo.....	61
4.1.1	Reunión de inicio de proyecto y planeamiento	61
4.1.2	Implementación general	62
4.2	Actividades	63
4.2.1	Instalación física (común a todos los equipos).....	63
4.2.2	Configuración básica.....	64
4.2.3	Puesta en Servicio	64
4.3	Metodología y documentación.....	66
CAPÍTULO V		
IMPACTO ECONÓMICO Y USOS FUTUROS		68
5.1	Mejores costos: softswitch vs. Tandem clase 4.....	68
5.1.1	Ahorro del ancho de banda.....	69
5.1.2	Ahorro de espacio físico.....	71
5.1.3	Ahorro de energía	72
5.2	Usos futuros.....	73
5.2.1	Redes multiservicios y NGN.....	73
5.2.2	IP Multimedia Subsystem (IMS).....	75
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		78
ANEXO A: DESCRIPCIÓN DEL CISCO PGW2200.....		81
A.1.-	Componentes	82
A.2.-	Modos de operación.....	84
ANEXO B: CARACTERÍSTICAS DEL GATEWAY AS5400XM.....		87
BIBLIOGRAFIA.....		90

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como propósito principal mostrar la tecnología softswitch así como establecer los métodos, técnicas y procesos que nos permitan realizar una adecuada implementación del servicio de telefonía IP en el ámbito de los operadores de servicio telefónico.

Se toma el caso práctico de un proyecto desarrollado e implementado en nuestro medio para una compañía nacional. Por cuestiones restrictivas, la identificaremos en los capítulos requeridos como “nueva compañía operadora” para hacerla referencia.

En los primeros capítulos (I y II) se describen los principales aspectos de la tecnología softswitch y la tendencia del mercado de servicio de voz, principalmente de larga distancia.

En el capítulo III, se realiza el diseño del sistema softswitch para los requerimientos indicados por la nueva compañía operadora. Es aquí donde se realizan los cálculos de ingeniería necesarios para asegurar el funcionamiento correcto de la plataforma y se indica la solución final propuesta con equipamientos de diversos fabricantes.

En el capítulo IV, cubrimos los aspectos a ser considerados para el desarrollo e implementación del proyecto.

Finalmente en el capítulo V, revisamos los principales temas económicos asociados al sistema softswitch así como sus posibles usos a futuro.

CAPÍTULO I

TECNOLOGÍA SOFTSWITCH

En este capítulo revisaremos los principales aspectos relacionados a la tecnología softswitch, su arquitectura, protocolos y aplicaciones típicas.

1.1 Origen y definición

La aparición de nuevas tecnologías en el mercado de voz ha proveído una alternativa de bajo costo en comparación con las centrales telefónicas de clase 4 y 5, tanto en precio como en mantenimiento. Estas tecnologías son: Voz sobre IP (VoIP, Voice over IP) y softswitch, las cuales buscan aprovechar la red de paquetes para transportar la voz y brindar diversos servicios de valor añadido[1]. Es así, como inicialmente se define a “Softswitch”, como el nombre genérico para una nueva forma de conmutación de telefonía que tiene el potencial de reducir las principales deficiencias originadas por las centrales tradicionales, tales como el alto costo de inversión - mantenimiento, ó su difícil migración a la red de paquetes IP[4]. Es por ello que el “softswitching” es prácticamente usado en la actualidad por muchos de los portadores de servicio de VoIP. Según algunos tecnólogos este término fue acuñado por primera vez por Ike Elliot cuando trabajo para MCI en el desarrollo de una interfase para un IVR (Interactive Voice Response). Posteriormente se establecieron los términos **call agent** y **media gateway** para referirse a algunos componentes del sistema.

A la par, otros fabricantes de telecomunicaciones también ofrecieron esta tecnología como **Media Gateway Controller (MGC)** lo cual fue crucial para que se diera el plan de despliegue en los backbones IP de Level3 y comenzarán el desarrollo de su propia tecnología de softswitching. Seguidamente el equipo de trabajo de Level3 liderado por Christian Huitema de Bellcore y autor de **Signalling Gateway Control Protocol (SGCP)**, generó el primer borrador para la especificación del **Media Gateway Control Protocol (MGCP)** para la IETF (Internet Engineering Task Force). Esto dio como resultado que diversos fabricantes como Lucent Technologies, Nortel Networks, Sonus Networks entre otros, realizarán sus propios desarrollos generándose así toda una corriente tecnológica.

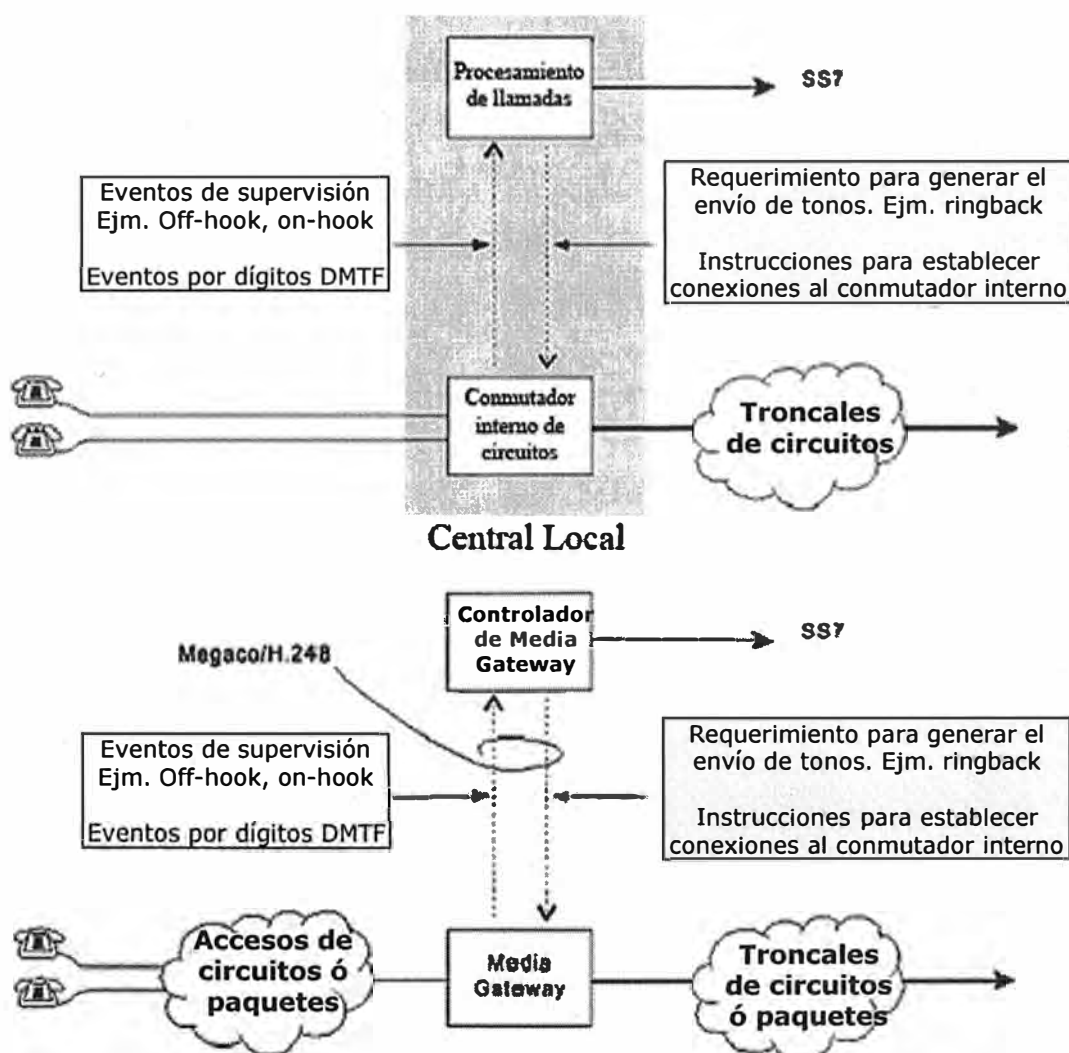


Fig. 1.1 Gráfico comparativo esquemático entre una central local y softswitch

Con la evolución de aplicaciones sobre la red IP, se amplía la definición inicial y se busca establecer una adopción formal por la industria creándose el International Softswitch Consortium (ISC) en 1999. Según el ISC, se establece la siguiente definición[5]:

“El softswitch (también conocido como call agent, call server o media gateway controller) es un dispositivo que provee:

1. La inteligencia que controla la conexión para media gateways o puntos finales IP nativos.
2. La factibilidad de seleccionar procesos que pueden ser aplicados a una llamada.
3. Enrutamiento de una llamada basado en la señalización e información del usuario.
4. Posibilidad de transferir el control de la llamada hacia otro elemento de red.
5. Interfaces para soportar las funciones de mantenimiento, tales como: aprovisionamiento, detección de fallas, facturación, etc.”

Sin embargo, es muy usual en la industria tratar el término softswitch como todo el conjunto de elementos que funcionalmente se comporten como una central (clase 4 ó 5) pero que se despliega sobre una red de datos; mientras que otros lo refieren como el elemento de una red basado en software que provee funciones de control de llamadas para comunicaciones en tiempo real basados en paquetes (Ejm.: RTP sobre UDP/IP dentro de un flujo basado en datos)[3].

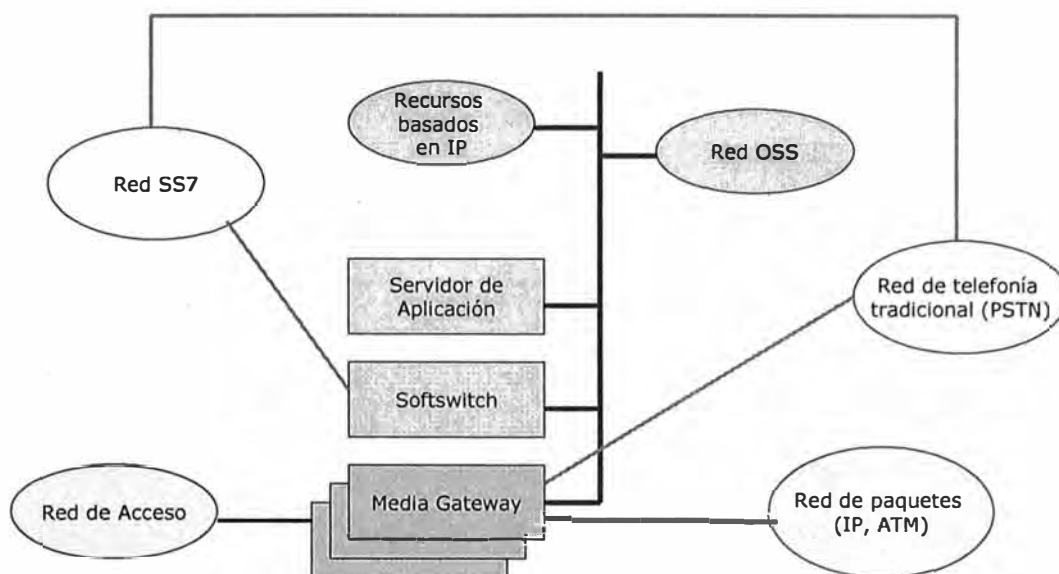


Fig. 1.2 Diagrama de la arquitectura de un sistema softswitch

Por tanto, en adelante y para este informe tomaremos al término **“Softswitch”** como el elemento de red que provee la inteligencia necesaria para realizar el control de las llamadas y nos referiremos como **“Sistema Softswitch”**, al conjunto de elementos que en interrelación con el softswitch permiten comportarse funcionalmente como una central telefónica (sea clase 4 ó 5).

1.2 Modelo, arquitectura y tipos

Una red basada en softswitch, tan igual como una red tradicional de telefonía pública conmutada (PSTN, del inglés Public Switched Telephony Network) puede ser descrita en términos de sus niveles funcionales ó en base a su estructura de red (acceso, conmutación y transporte). En definitiva podemos afirmar que una red PSTN posee una arquitectura centralizada mientras que una red basada en softswitch posee una arquitectura distribuída.[1][2][3]

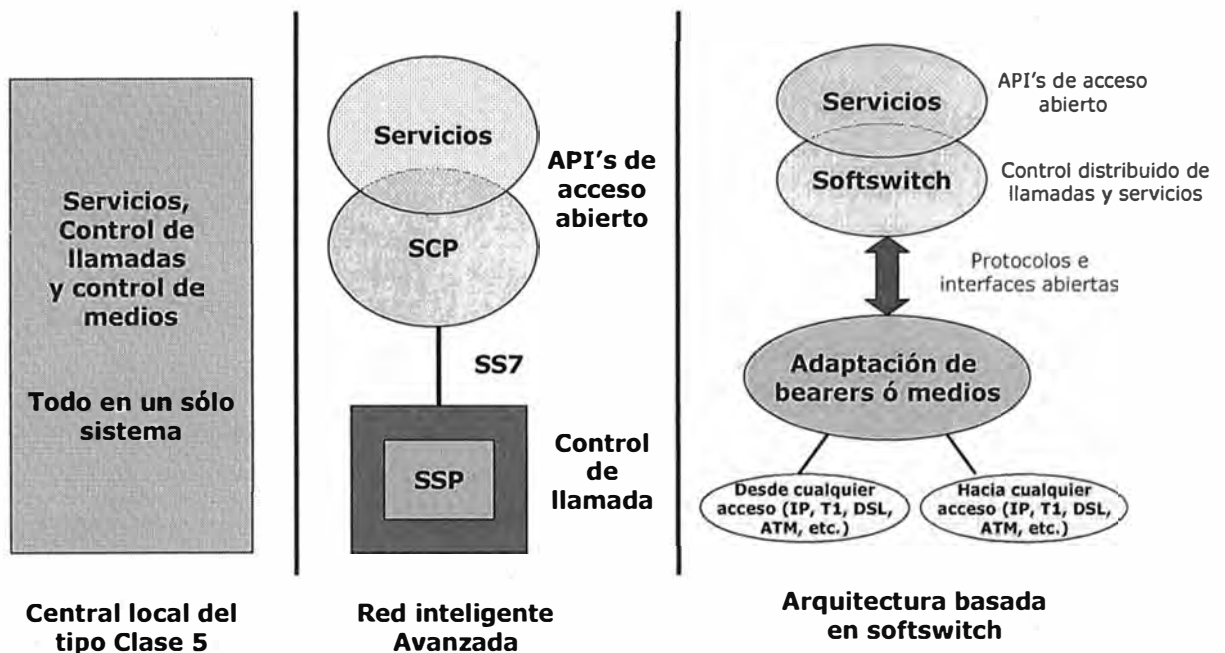


Fig. 1.3 Evolución de la PSTN hacia un modelo de red inteligente y finalmente hacia una arquitectura basada en softswitch

En la figura anterior se muestra esquemáticamente la evolución de la PSTN hasta llegar a la arquitectura basada en softswitch. También observamos la arquitectura generalmente acordada para redes de softswitches. Este modelo desacopla el nivel inferior de conmutación de paquetes (basado en hardware) del control de las llamadas, lógica del servicio y la creación de nuevos servicios. Esta arquitectura permite una flexibilidad nueva en cuanto al tema de seleccionar el hardware así como en la innovación de nuevos servicios sin necesidad de requerir a cambios en la estructura o nivel de conmutación. Así mismo, el modelo es abierto a las oportunidades de desarrollo de terceras partes que no necesariamente tengan que ver con el fabricante seleccionado para los otros componentes.

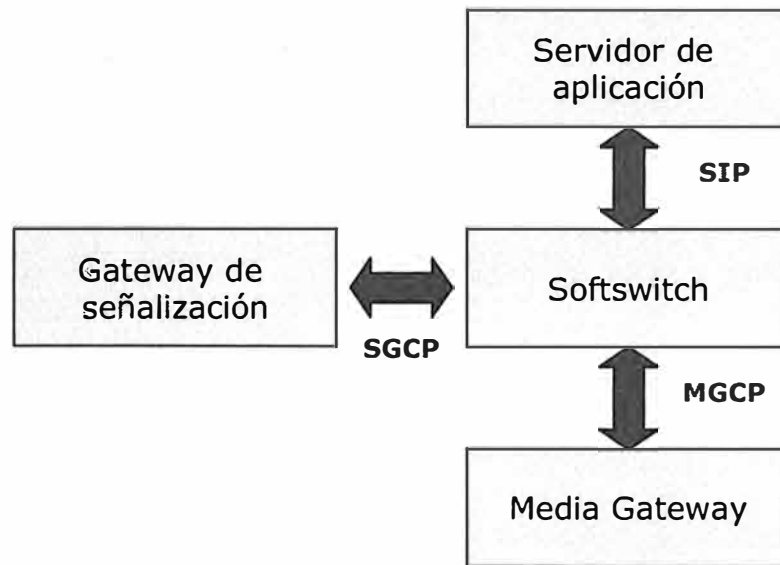


Fig. 1.4 Componentes genéricos de la arquitectura de un sistema softswitch

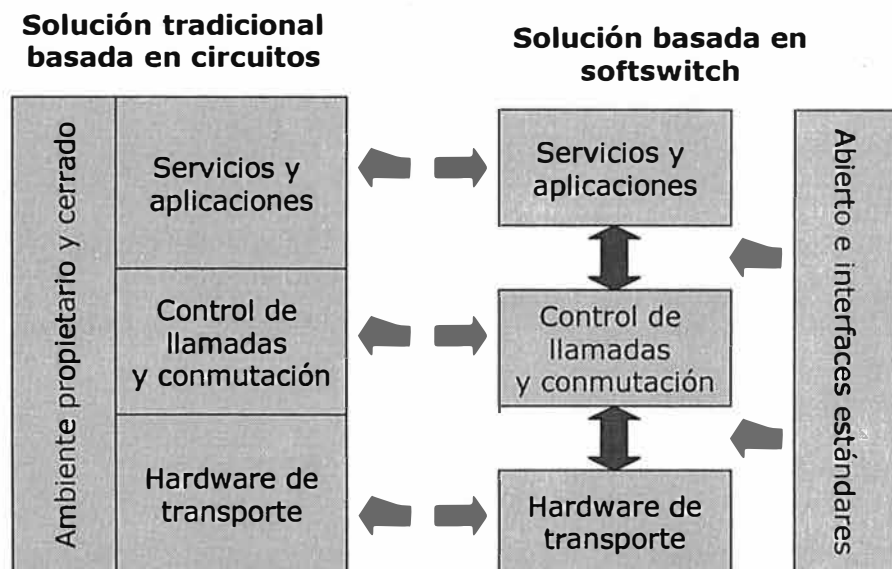


Fig. 1.5 Mainframe vs arquitectura cliente-servidor del sistema softswitch

1.2.1 Niveles funcionales

Considerando las nuevas terminologías definidas por la ITU-T para las nuevas redes de servicios, se define **IPT (telefonía IP, del inglés: IP Telephony)** como la transmisión de voz, fax y servicios relacionados sobre una red de conmutación basada en paquetes IP. En este caso los términos: telefonía sobre Internet (Internet Telephony) y Voz sobre IP (VoIP) son subconjuntos del IPT.

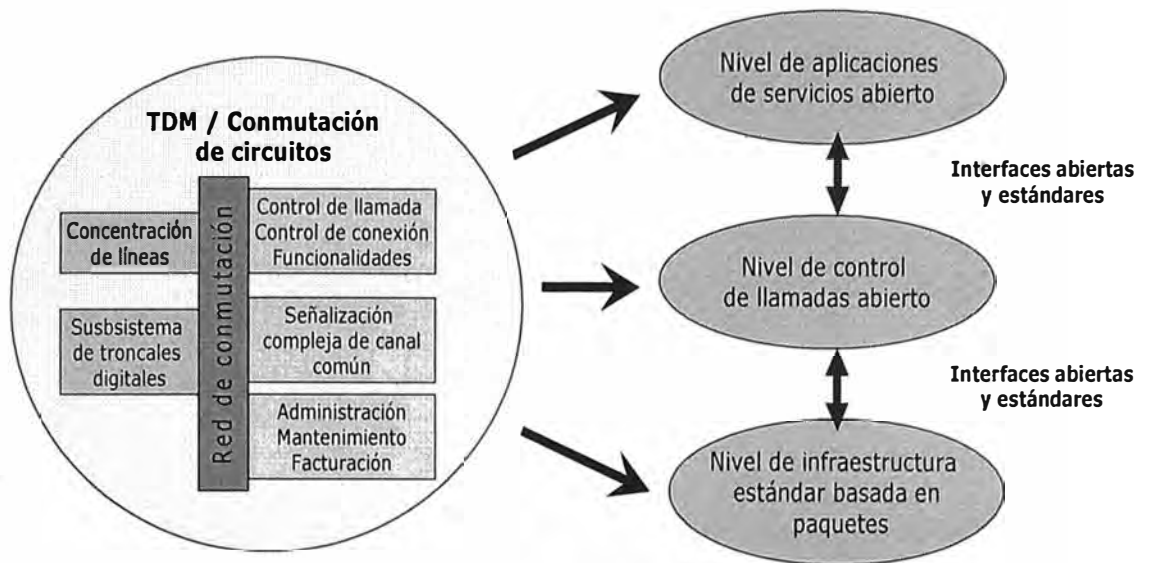


Fig. 1.6 Conmutación de circuitos vs. conmutación de paquetes

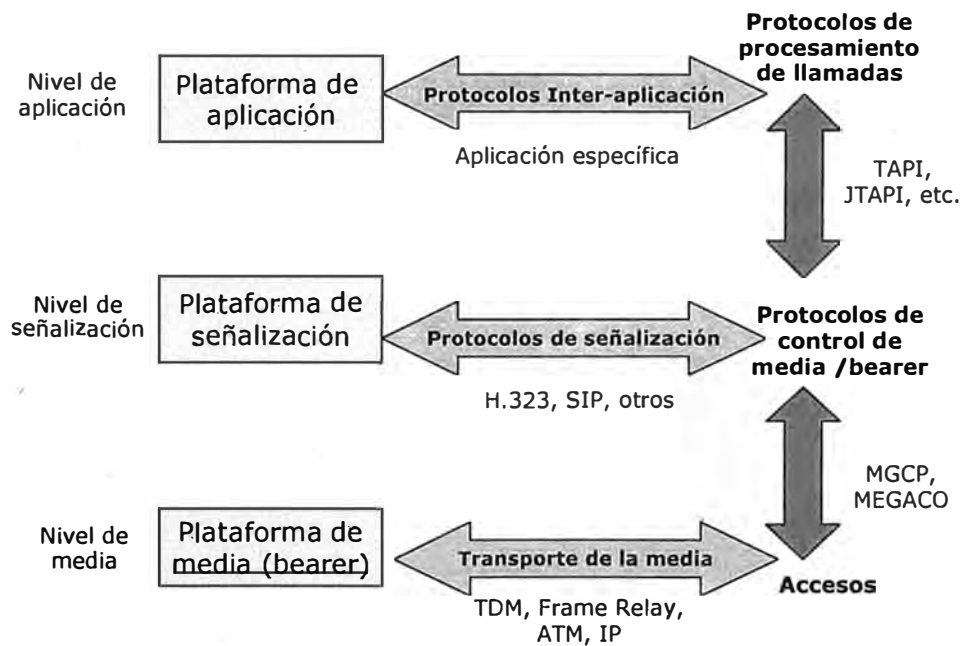


Fig. 1.7 Taxonomía de una red IPT

En las gráficas anteriores podemos ver como el sistema de conmutación de circuitos se abre (siguiendo la arquitectura de un sistema softswitch) hacia tres principales niveles de operación. Igualmente el concepto de IPT sigue los mismos lineamientos tal como se indica en la taxonomía de una red IPT. En resumen podemos afirmar hasta aquí que la tecnología basada en softswitch ha orientado los servicios de las redes de la siguiente generación basados en IPT como modelo general a ser aplicado para la **NGN (Next Generation Network)**. De esta forma los niveles funcionales se definen como sigue:

1.2.1.1 Nivel de media

Este es el nivel de la plataforma que soporta la portadora, procesa la media, incluyendo su forma de transporte, calidad de servicio (QoS, quality of service) y otros ítems complementarios tales como tonos o anuncios. Así dos plataformas que soportan portadoras pueden comunicarse entre ellas usando la red de transporte: TDM, frame relay, ATM, IP ó MPLS. Este nivel también es conocido como nivel de **Media Gateways (MGs)**, por el nombre con lo que se conoce a estos dispositivos. Los MGs soportan directamente el acceso de los abonados IP ó analógicos, sea esto directamente desde el local loop (vía **Integrated Access Device [IAD]**, ó routers con interfaces analógicas), o directamente desde los E1's ó troncales digitales (interconexión llamada **IMT, Inter-Machine Trunks**) ó red IP.

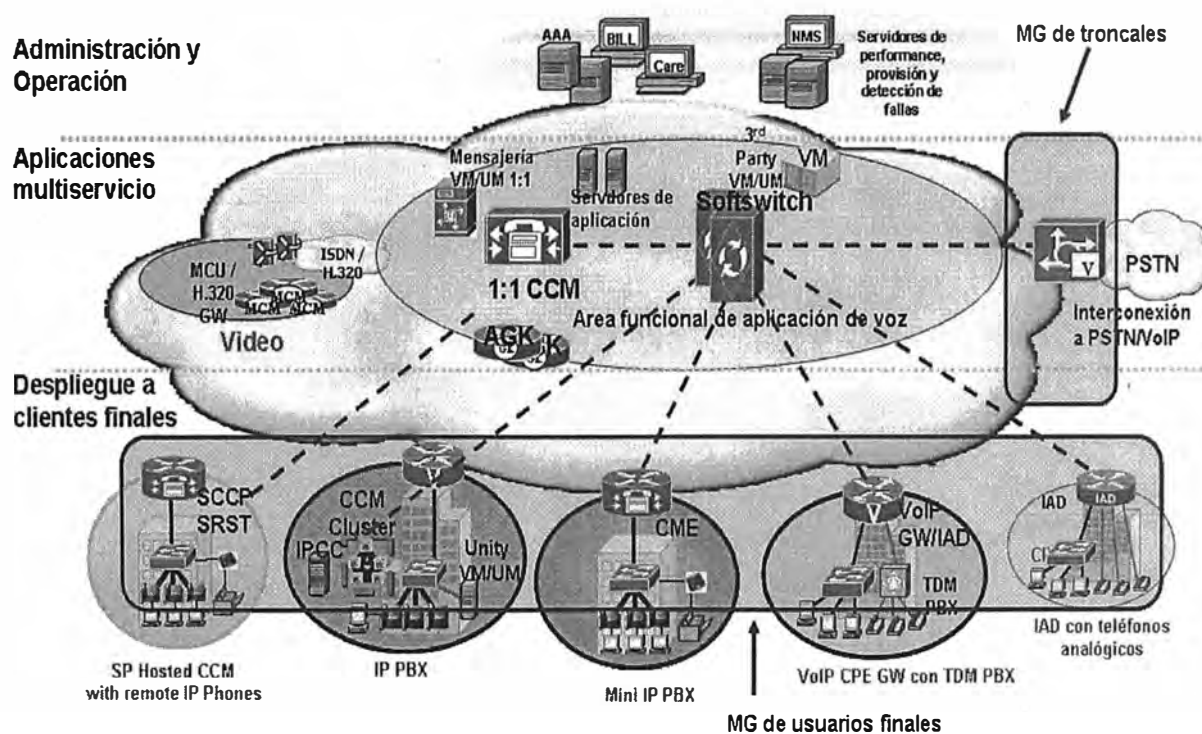


Fig. 1.8 Esquema mostrando los diversos media gateways para una red basada en softswitch

1.2.1.2 Nivel de señalización y control

Este nivel realiza el procesamiento de la señalización, su conversión, administración de los recursos y control de las llamadas. Por tanto para que pueda realizarse el control adecuado, este nivel cuenta con diversos dispositivos de señalización que le permiten interactuar con la PSTN (aquí se denominan gateways de

señalización ó **SG, Signalling Gateway**) ó con el mundo de la voz sobre paquetes (principalmente sobre IP). Es en este nivel que entran a tallar protocolos típicos de VoIP tales como H.323, SIP, MGCP ó MEGACO/H.248; así como protocolos típicos de telefonía tales como: ISDN ó SS7, y finalmente aquellos nuevos relacionados a optimizar el transporte de SS7 sobre IP tal como **SCTP** (Stream Control Transmission Protocol) que es un protocolo de comunicación de capa de transporte IP (diferente al UDP y TCP) que fue definido por el grupo SIGTRAN de la IETF con el fin de proveer confiabilidad, control de flujo y secuenciación como TCP y opcionalmente permitir el envío de mensajes fuera de orden como UDP. Estas dos características lo hacen importante para soportar directamente las funcionalidades de SS7 sobre la red IP[2].

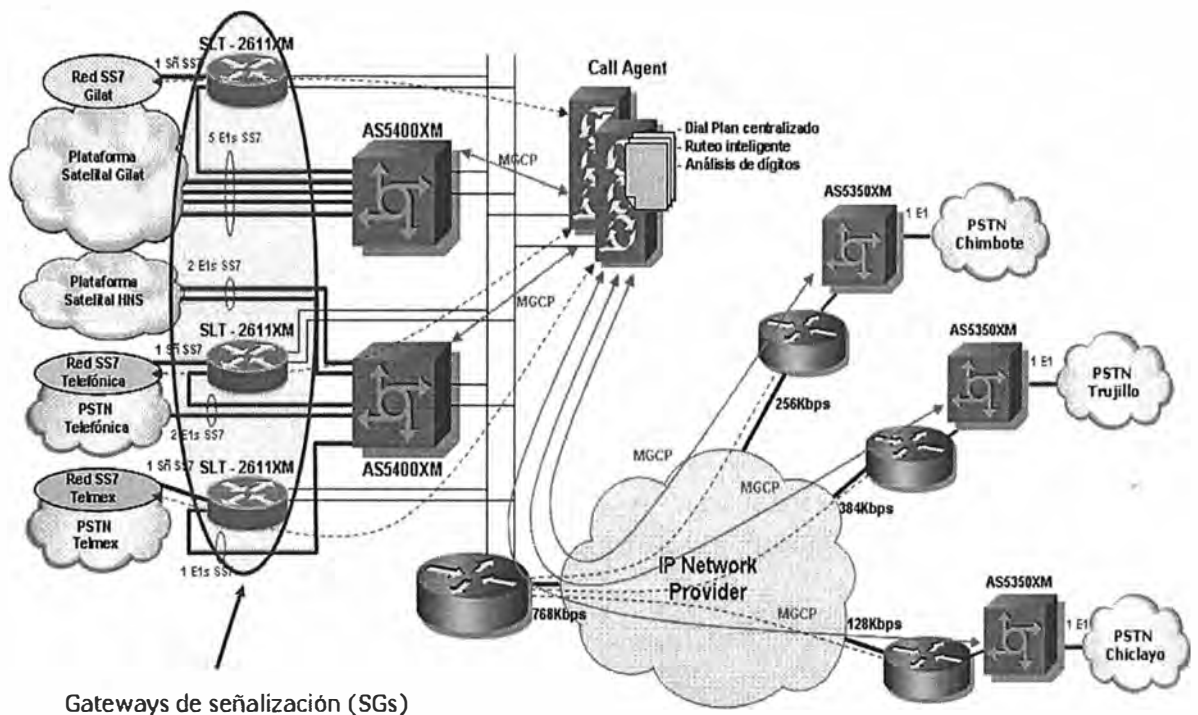


Fig. 1.9 Topología mostrando los gateways de señalización usados por un softswitch

Por otra parte, la administración y control de las llamadas es realizada por el **Media Gateway Controller (MGC)**, que es la unidad funcional del softswitch que maneja el procesamiento de llamadas, por medio de los **MGs (Media Gateways)** y de los **SGs (Signalling Gateways)**, los cuales ayudan a mejorar su operatividad. Todo esto permite al MGC (también denominado **Call Agent**) ejecutar el establecimiento y desconexión de la llamada. Algunas veces el Call Agent es referido como el centro operativo del Softswitch ya que mantiene una comunicación constante con las otras

partes del sistema Softswitch y componentes externos usando muchos de los protocolos indicados anteriormente.

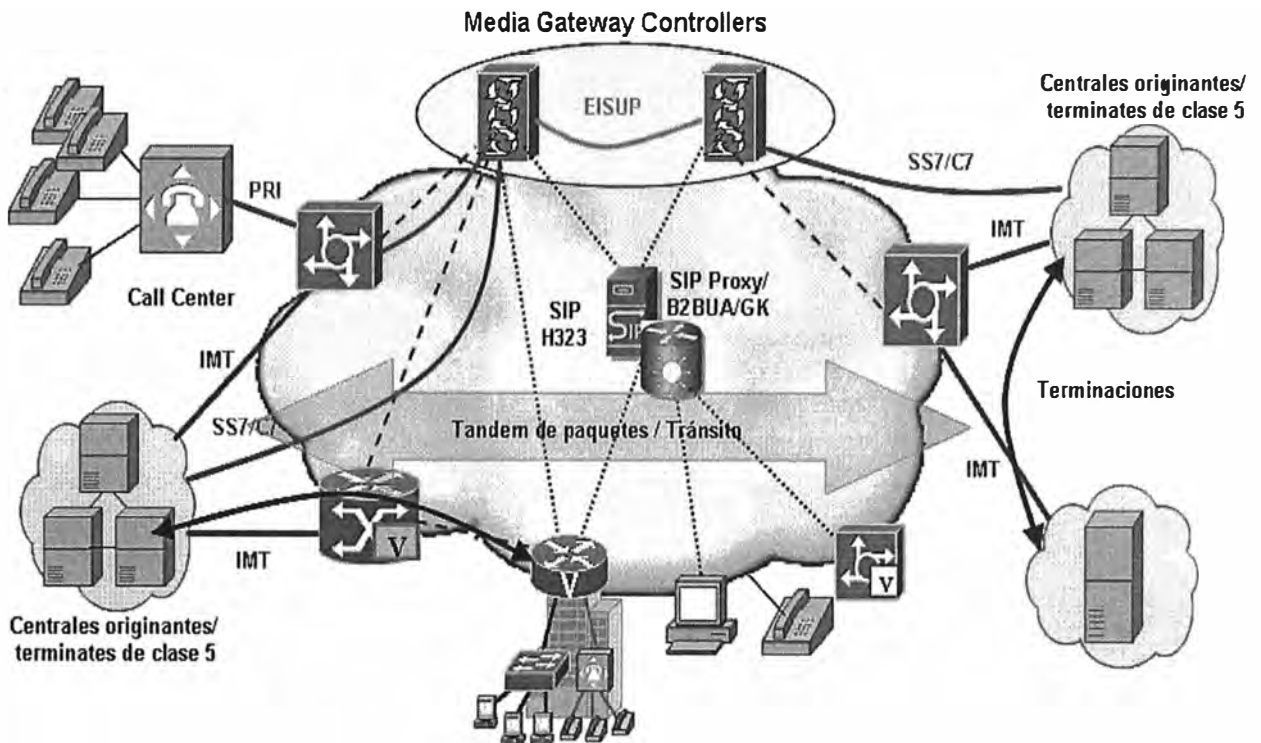


Fig. 1.10 Arquitectura basada en softswitch mostrando la interacción del MGC con los otros componentes.

1.2.1.3 Nivel de aplicación y servicios

Este nivel está conformado por las aplicaciones que interrelacionan con el softswitch para permitir su operación, aprovisionamiento, facturación, consultas en línea, nuevos servicios para los usuarios finales (ejm. Correo de voz, fax virtual, centrex) entre otros. Este nivel es el más importante para proveer a los usuarios de servicios diferenciados respecto a la telefonía tradicional así como de otros proveedores de nueva generación.

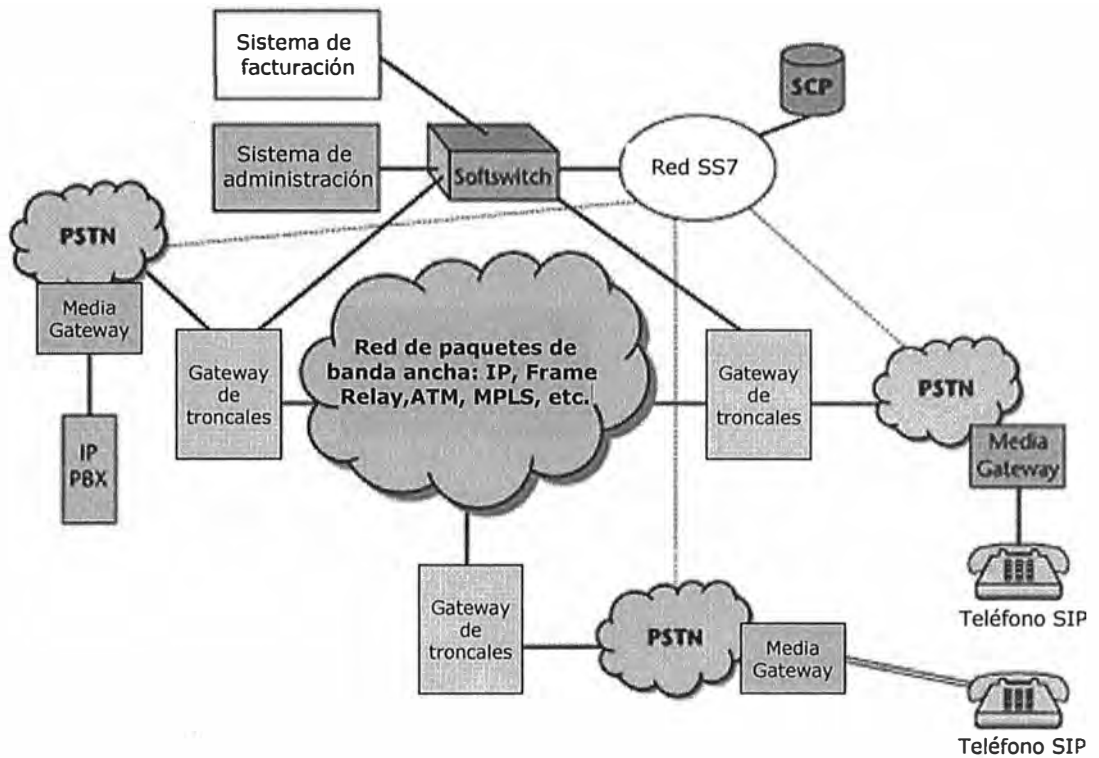


Fig. 1.11 Sistemas de administración y operación (O&M) y facturación como parte del nivel de aplicación

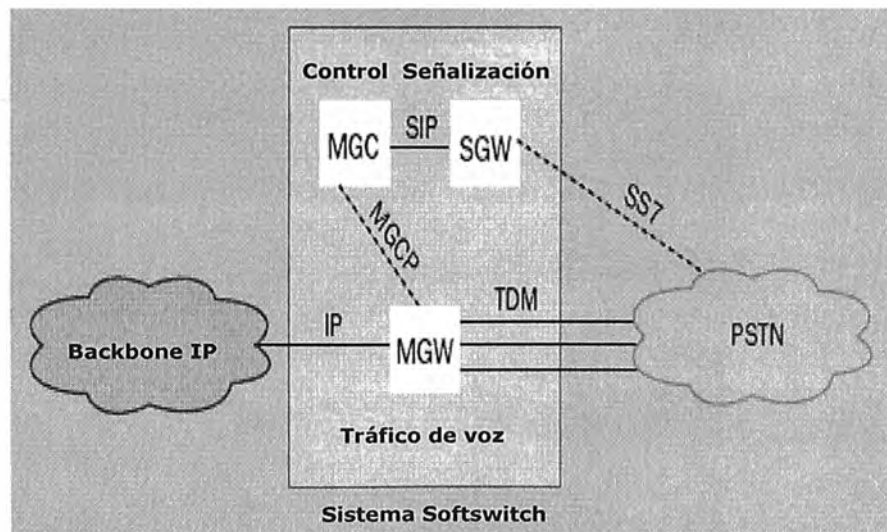


Fig. 1.12 Nomenclatura de los elementos de un sistema softswitch

1.2.2 Estructura de red

Tan igual como la PSTN, la estructura de red del softswitch puede ser descrita considerando tres elementos principales: la red acceso, red de conmutación y la red de transporte.

1.2.2.1 Red de acceso

El nivel de acceso para una red de VoIP puede ser realizado considerando fuentes directamente en IP (PC ó teléfono IP) ó tradicionales para lo cual se usa un media gateway (MG) el cual sirve como interfaz de transformación desde la red clásica (sea troncal o local loop) hacia la red de paquetes.

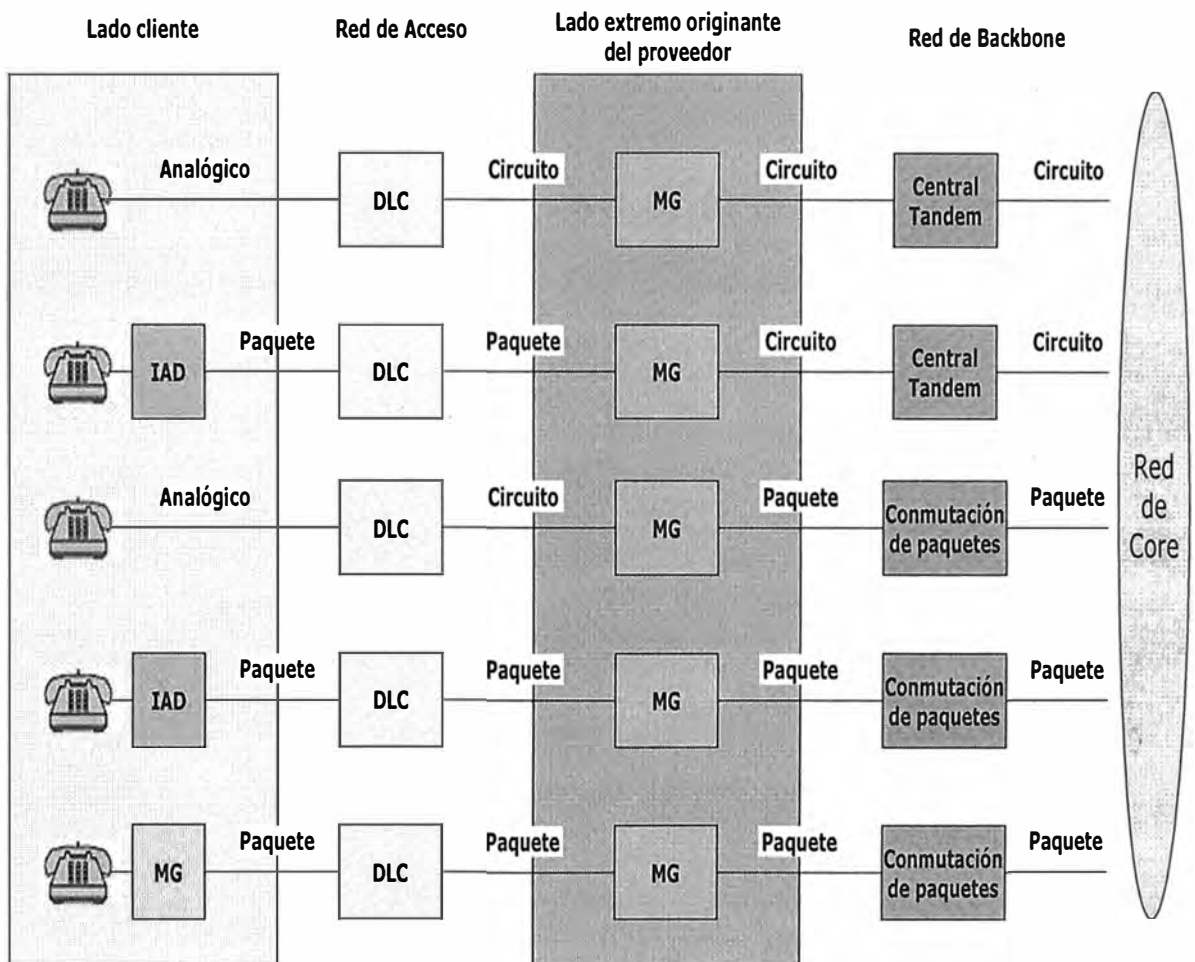


Fig. 1.13 Esquema mostrando diferentes tipos de acceso para un sistema softswitch

Quizás la parte más cuidadosa al momento de definir la arquitectura en los diversos escenarios esta referido a asegurar la inter-operación entre los dispositivos de acceso así como con el softswitch (Media Gateway Controller). Para ello debe verificarse los protocolos en las cuales puedan trabajar de manera óptima.

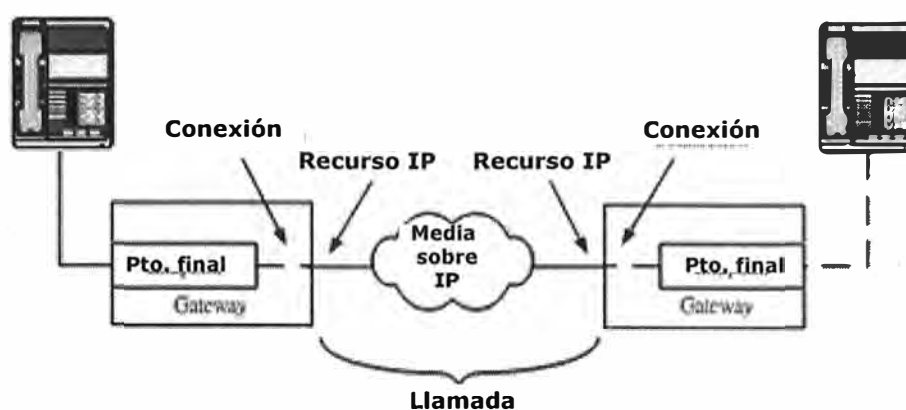


Fig. 1.14 Inter-relación de los medios de acceso en IP

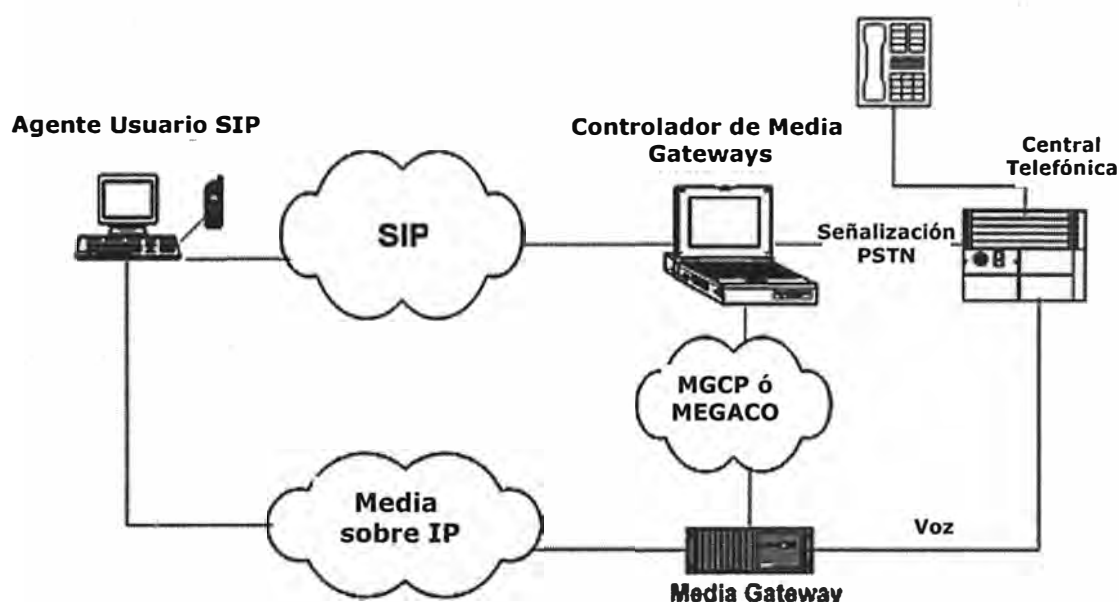


Fig. 1.15 Internetworking entre la PSTN y el softswitch

Otra característica importante es considerar que al tener un escenario en donde los accesos son básicamente en IP, nos permiten independizarnos del tipo de servicio origen, con lo cual es factible usarlo para brindar servicios de telefonía avanzada para otras redes diferentes a la PSTN. Tal es el caso en que el sistema softswitch es empleado por muchos operadores de cable, operadores móviles, entre otros haciendo frente a los tradicionales operadores de telefonía pública.

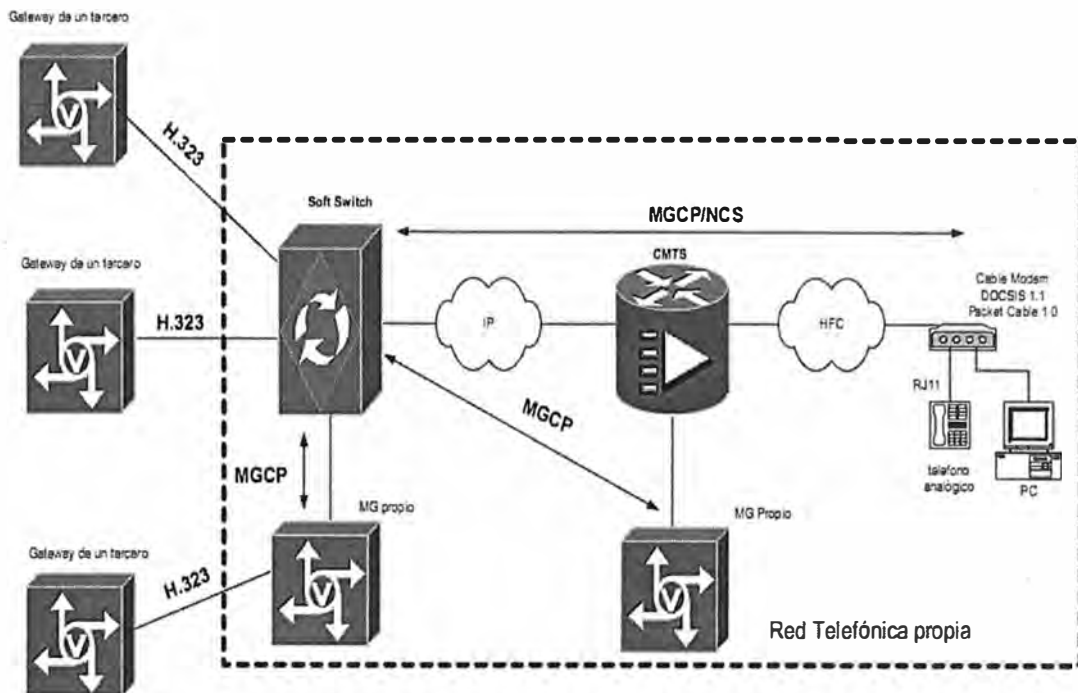


Fig. 1.16 Sistema de softswitch para operador de cable

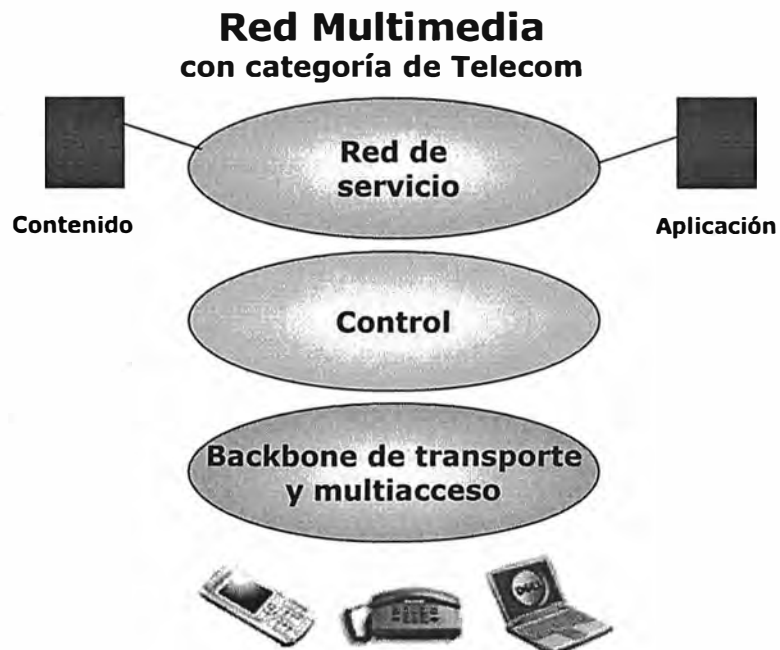


Fig. 1.17 Unificación de accesos para un sistema basado en softswitch

1.2.2.2 Red de conmutación

Este nivel está conformado por los elementos que proveen todas las decisiones de enrutamiento de las llamadas telefónicas y su tratamiento, así como también los

servicios diferenciados que pueden obtenerse. Esta red esta conformada por lo niveles de aplicación y señalización-control del modelo funcional del sistema softswitch.

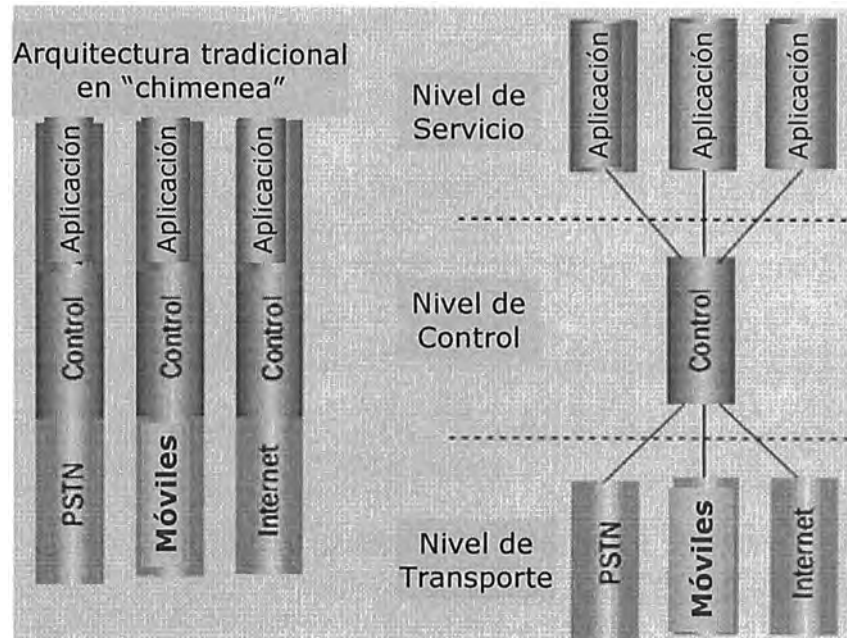


Fig. 1.18 Nivel de servicios mostrando unificación del control con aplicaciones diferenciadas

Los principales componentes de esta red son:

- **Softswitch:** Viene a ser el elemento inteligente de control propiamente dicho y es denominado en algunos casos Media Gateway Controller (MGC). En arquitecturas iniciales de VoIP, el elemento de inteligencia estaba conformado por el Gatekeeper el cual junto al MGC interactuaban transparentemente con las redes clásicas de VoIP basados en H323. Con el devenir del tiempo otros elementos complementarios fueron apareciendo sobre todo para interactuar con nuevos protocolos, este es el caso del SIP Proxy Server para las redes basadas en SIP.
- **Gateway de señalización (SG):** Es el elemento que permite terminar los enlaces de señalización de la PSTN. Usualmente para las implementaciones se busca poseer SG's que soporten SS7 y/o ISDN PRI's.
- **Servidores de aplicación (AP, application Server):** Esta constituido por las aplicaciones que realizan los servicios de aplicación para los usuarios

finales. Usualmente esta conformado por servidores de alta disponibilidad y alta confiabilidad sobre todo en los entornos de los proveedores de servicio. Ejemplos de servicios de aplicación son:

- Facturación en línea o postproceso
- Correo de voz y fax virtual
- Recargas en línea para tarjeta prepago y servicios de red inteligente (Calling card, etc.)
- Servicios gestionados de voz: centrex
- Sistema de operación, mantenimiento y provisión de red, etc.

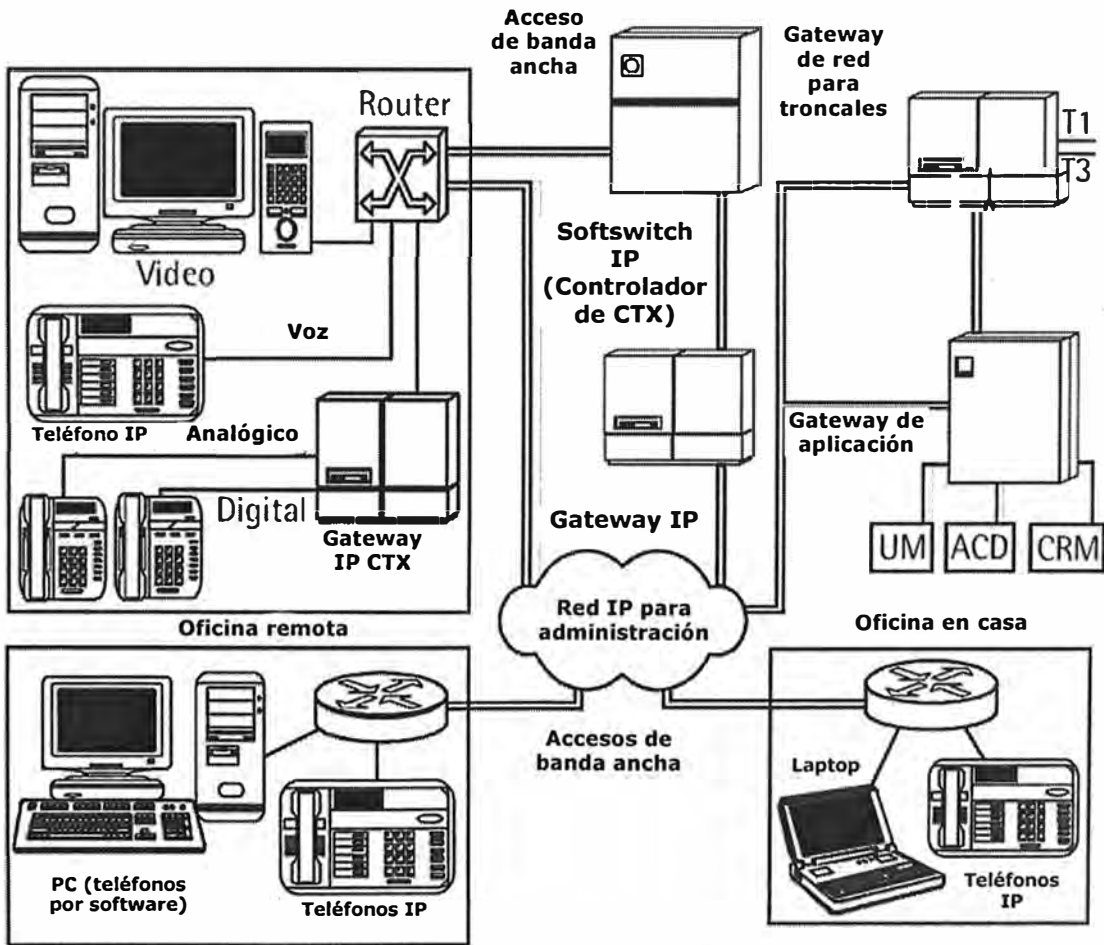


Fig. 1.19 Servicio centrex usando un sistema softswitch basado en IP

1.2.2.3 Red de transporte

Esta red esta conformado por aquella que permite el transporte de los servicios mediales de un punto al otro. En nuestro caso nos centraremos en servicios de voz, que es la denominación original del servicio con el que se desarrollo el sistema softswitch. En este caso las redes de transporte son las mejores disponibles en la red de datos, tal como: redes IP, redes ATM ó últimamente las redes MPLS.

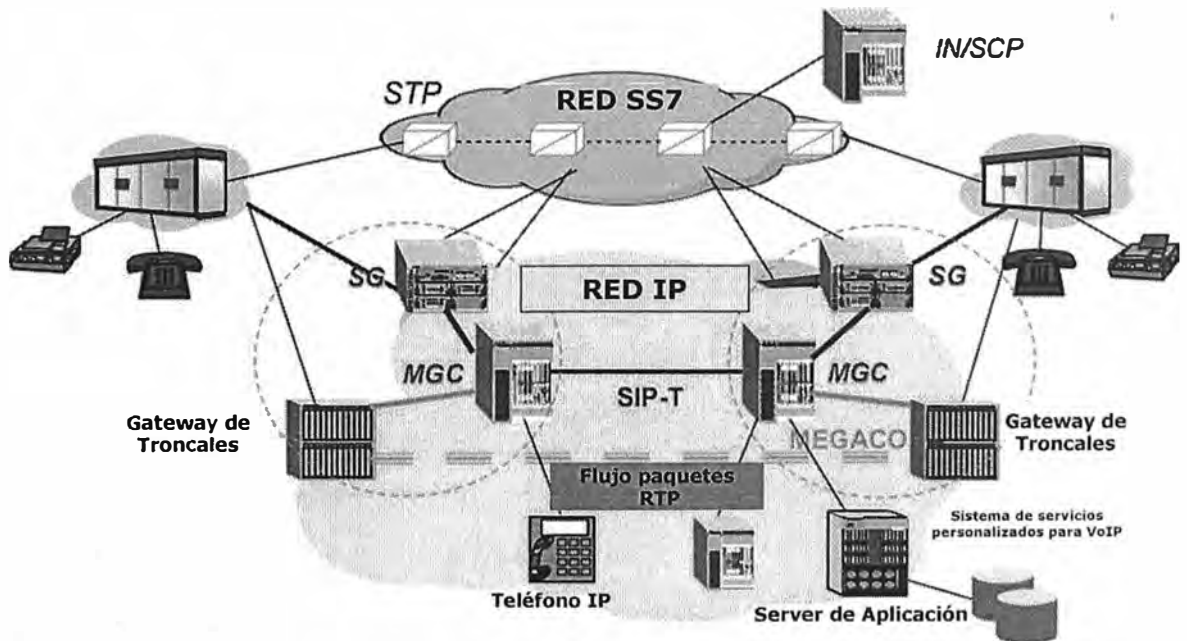
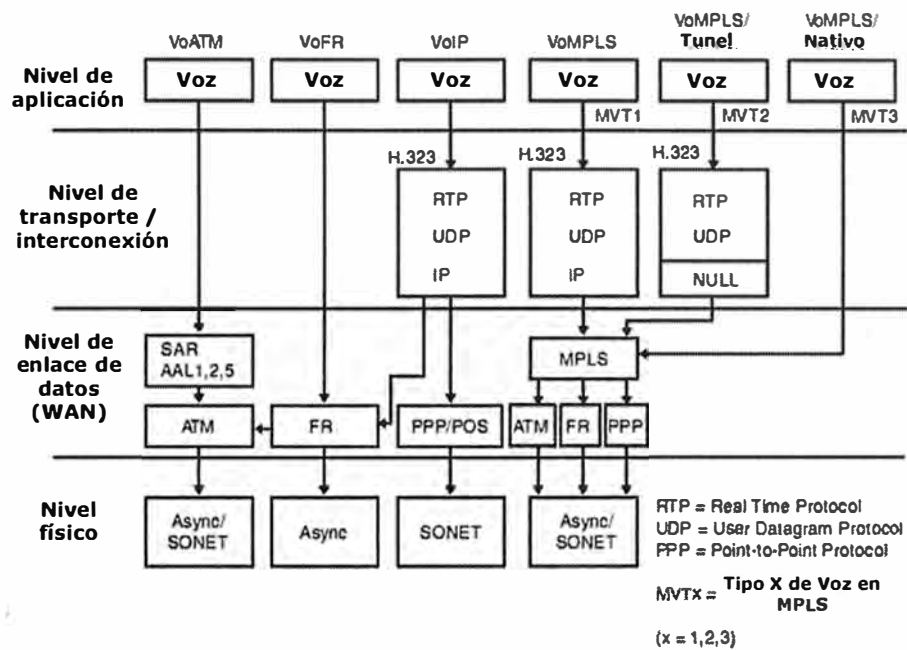


Fig. 1.20 (a) Stack de protocolos para VoP (voice over packet) (b) Red de transporte IP

1.2.3 Principales tipos de softswitch

Dependiendo de que tipo de central pública a la que reemplace, los softswitches se suelen clasificar en dos tipos principales: softswitch de clase 4 y de clase 5.

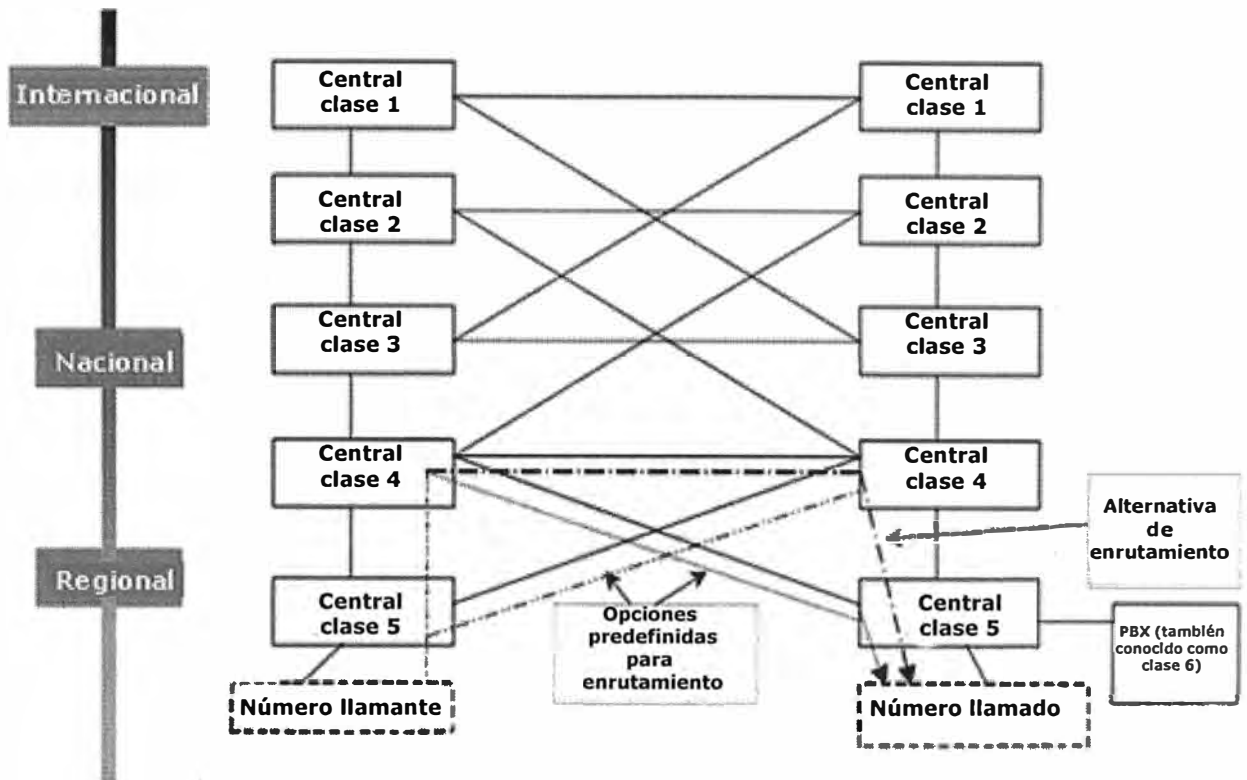


Fig. 1.21 Los cinco niveles de jerarquía de una PSTN

1.2.4 Softswitch de clase 4

Estos tienen como función principal reemplazar las funcionalidades de una central pública de clase 4, también llamada TANDEM.

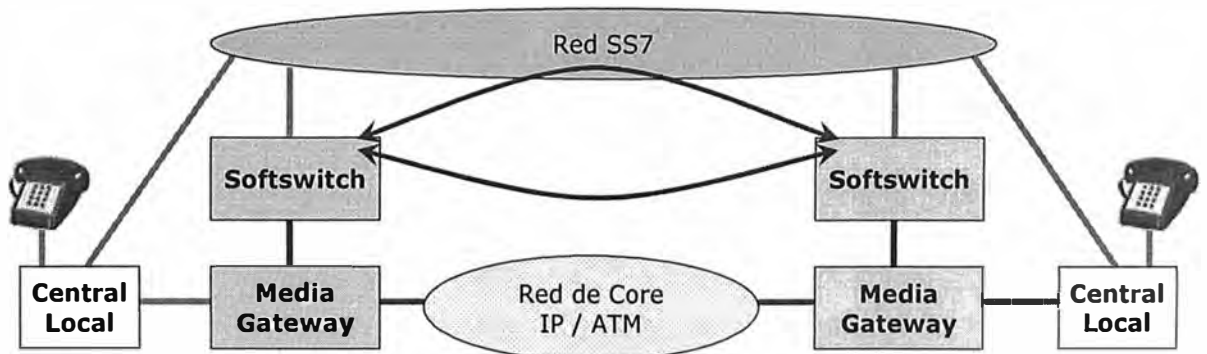


Fig. 1.22 Arquitectura de red de un softswitch para servicios Tandem

Mediante esto, el softswitch se posiciona como un elemento de conmutación de tráfico de voz, para lo cual recibe las terminaciones nacionales o internacionales (servicios de larga distancia) por un lado y las entrega hacia las otras tándems. Nótese que solamente se interconecta entre centrales por lo cual sus MGs deben poseer interfaces troncales E1's ó superiores según sea requerido.

1.2.5 Softswitch de clase 5

Un softswitch de clase 5, se comporta como una central pública que interactúa directamente con los abonados finales. Su principal característica a diferencia de la tándem, es que necesita proveer diversas funcionalidades de usuario final, por lo que los niveles de aplicaciones son extremadamente importantes en este escenario.

En muchas de las implementaciones de nuevos operadores se suele comenzar el despliegue con un softswitch de clase 4, evolucionando posteriormente hacia uno de clase 5, todo esto agregando componentes de hardware y software.

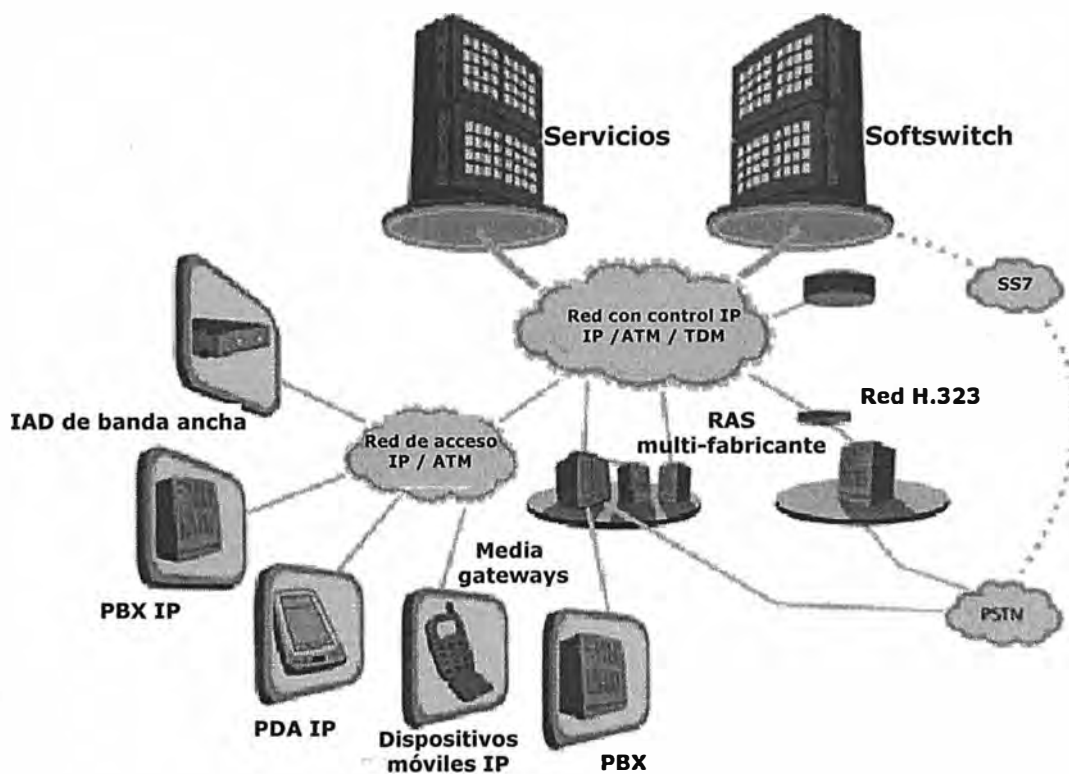


Fig. 1.23 Softswitch de clase 5 interactuando con los usuarios finales

1.3 Protocolos más importantes y aplicaciones de un sistema softswitch

Un sistema basado en softswitch tiene como eje central de desarrollo actual la VoIP y por tanto los protocolos que con ella se puedan manejar. Adicionalmente también se indican otros nuevos protocolos que permiten al MGC interactuar de la mejor forma con la red de señalización de la PSTN (SS7). Finalmente se tratarán algunas de las principales aplicaciones para las redes basadas en sistemas softswitch.

1.3.1 VoIP para proveedores de servicios

Considerando las necesidades de los proveedores de servicios, los protocolos usados deben ser proveídos por una arquitectura tal que permita asegurar la calidad, provisión e inter-operación de sus elementos. A continuación discutimos las más importantes.

1.3.1.1 H.323

El protocolo H.323 es una recomendación del ITU-T (International Telecommunication Union), que define la forma como proveer sesiones de comunicación audiovisual sobre paquetes de red. Además es una parte de la serie de protocolos H.32x, los cuales también dirigen las comunicaciones sobre RDSI, RTC o SS7. Usualmente H.323 es utilizado para redes Voz sobre IP (VoIP, Telefonía de internet o Telefonía IP) y para videoconferencia basada en IP. Sin embargo en la actualidad esta siendo desplazado para uso empresarial por SIP (Session Initiation Protocol) debido a que es menos complejo. De todas formas muchos operadores de larga distancia continúan usándolo para terminación de tráfico usando para ello la Internet, dado que al ser un estándar totalmente definido su interoperatividad esta asegurada.

- **Componentes principales**

El estándar H.323 define una gran cantidad de información acerca de las propiedades y componentes que interactúan en el ambiente H.323. Especifica las piezas que se combinan para proporcionar un servicio de comunicación completo, así tenemos:

- Terminales, ya sean equipos personales o dispositivos independientes, son los extremos de las líneas de comunicación.
- **Gatekeepers (GKs)**, es el agente de control de las llamadas y proporcionan servicios como direccionamiento, identificación, autorización y administración del ancho de banda.
- **Gateways (GWs)** o compuertas, que sirven como traductores cuando se interconectan redes distintas (por ejemplo hacia redes H.324)
- Unidad de Control Multipunto (**MCU. Multipoint Control Unit**), que permite las conferencias entre varios sitios, o el enlace entre más de dos sitios a la vez (algo muy similar a las conferencias telefónicas)

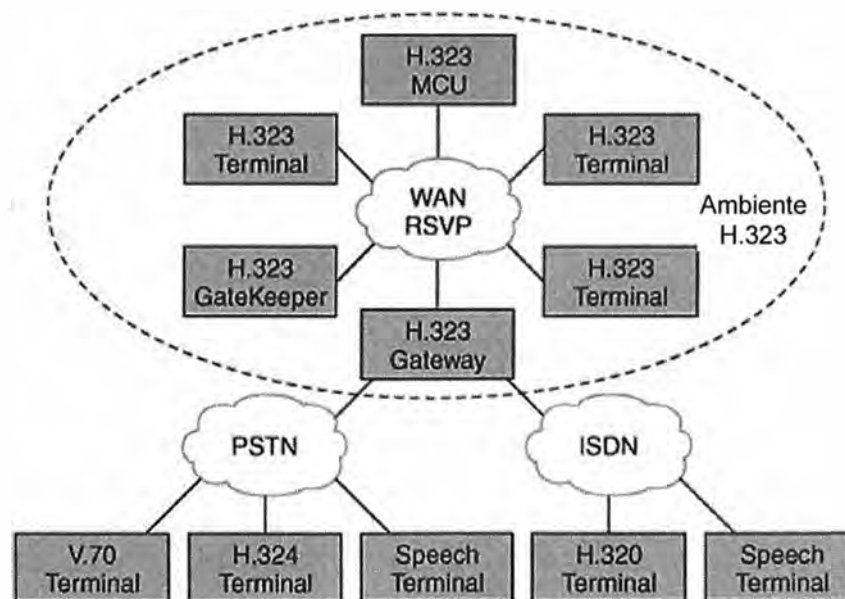


Fig. 1.24 Elementos de una red H.323

- **Stack H323**

Adicionalmente a los tipos de componentes, la recomendación H.323 describe: una serie de estándares y protocolos, codificadores permitidos para audio y video, RAS (registro, admisión y estado), señalización de llamadas y señalización de control.

H.323 define un nivel obligatorio de cumplimiento y soporte de las especificaciones antes mencionadas para todas las terminales en la red.

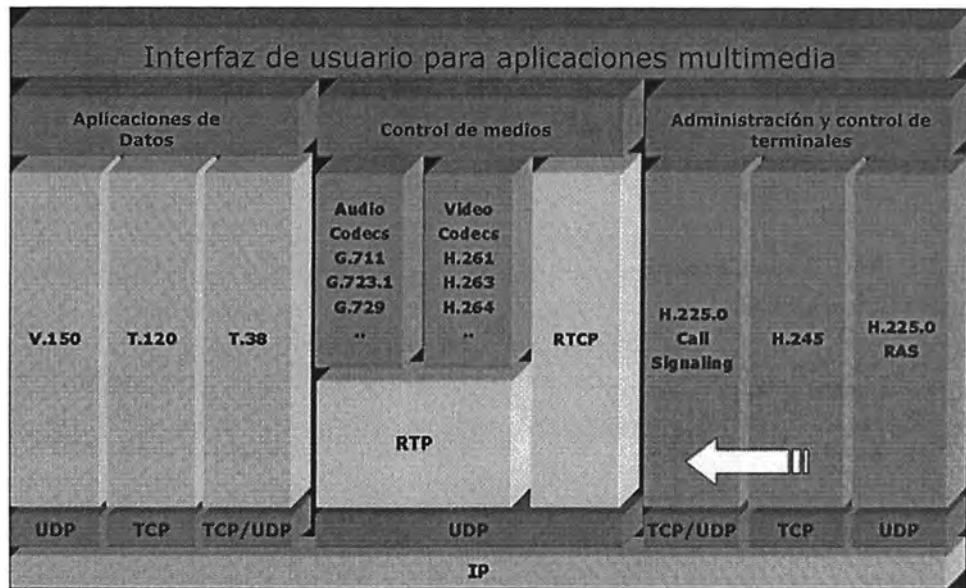
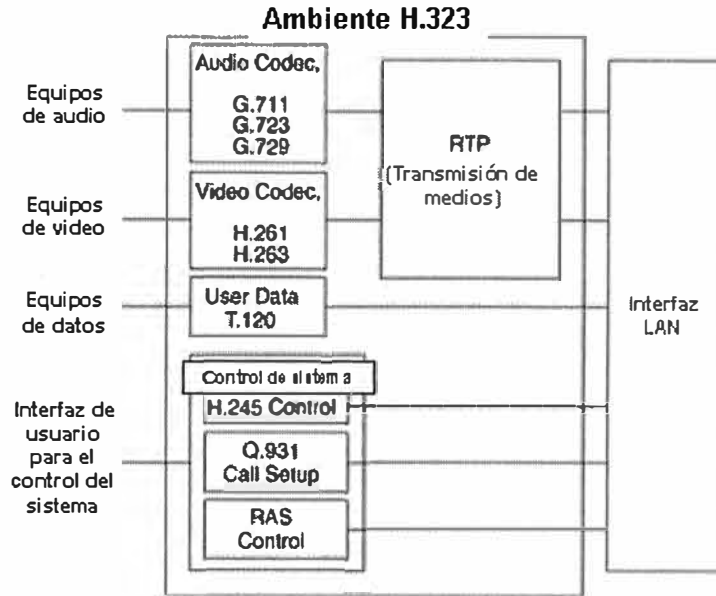


Fig. 1.25 Stack de protocolos para H323

A continuación se describe algunos de los componentes más importantes del stack H.323 del ITU-T:

- H.225.0 - Protocolo utilizado para describir la señal de llamada, el medio (audio y video), el empaquetamiento de las tramas, la sincronización de tramas de medio y los formatos de los mensajes de control.
- H.245 - Protocolo de control para comunicaciones multimedia. Describe los mensajes y procedimientos utilizados para abrir y cerrar canales lógicos para audio, video y datos, capacidad de intercambio, control e indicaciones.
- H.450 - Describe los Servicios Suplementarios.
- H.235 - Describe la seguridad de H.323, muy importante para consideraciones de disponibilidad del servicio y prevención de fraudes.
- H.239 - Describe el uso de la doble trama en videoconferencia, normalmente uno para video en tiempo real y la otro para presentación.

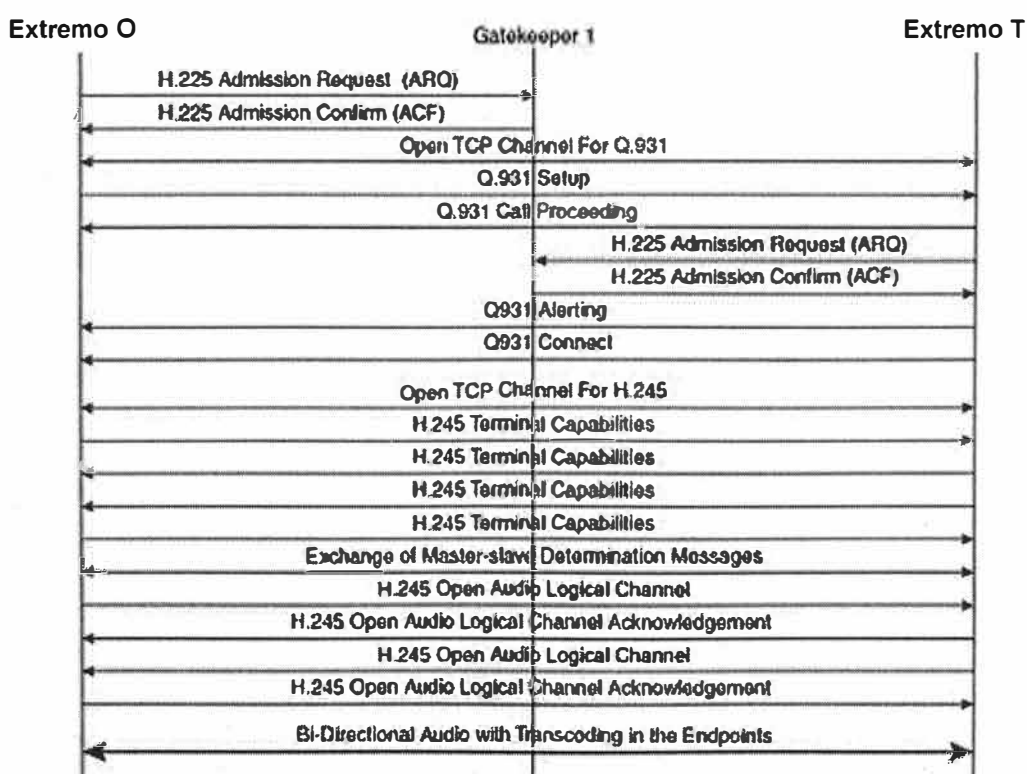


Fig. 1.26 Ejemplo de un flujo de mensajes para una llamada en H323

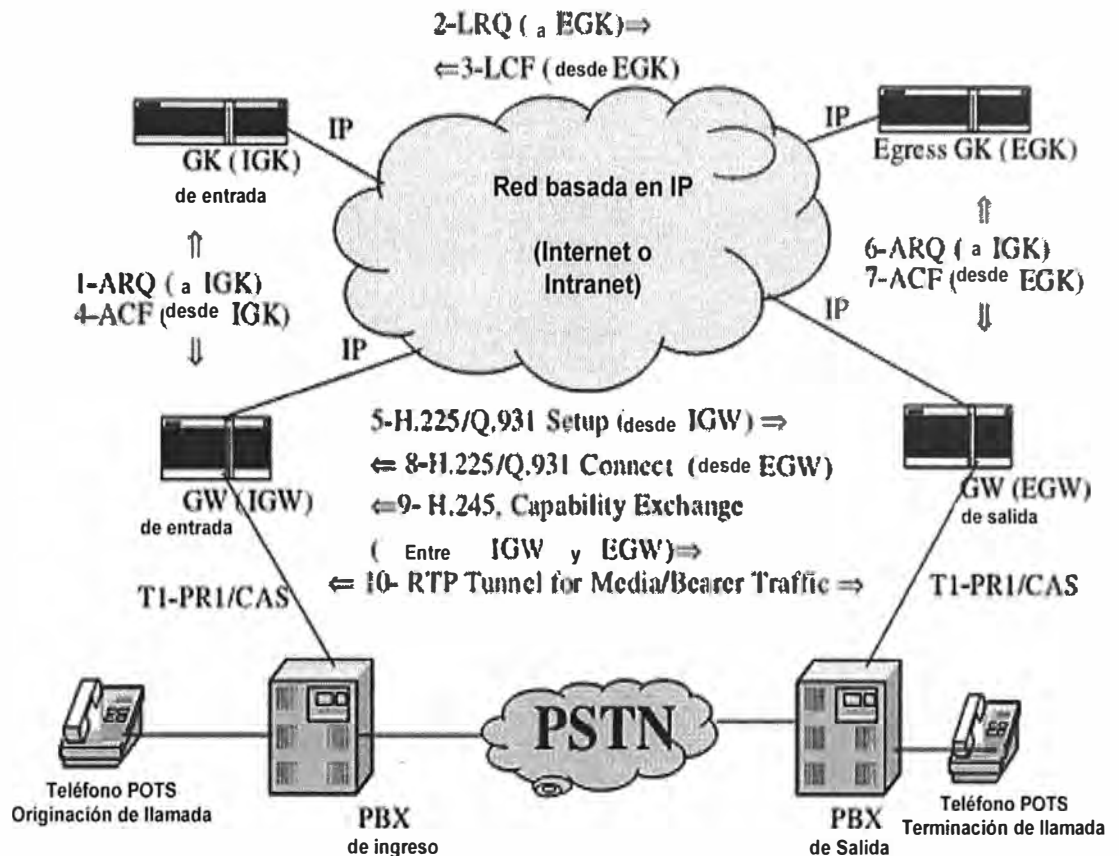


Fig. 1.27 VoIP con H.323 entre dos operadores de telefonía

1.3.1.2 SIP (Session Initiation Protocol)

SIP es un protocolo de señalización de telefonía IP utilizado para establecer, modificar y terminar llamadas de VoIP. SIP fue desarrollado por el IETF y publicado como RFC 3261. La sintaxis de sus operaciones se asemeja a las de HTTP y SMTP, que son los protocolos utilizados en los servicios de páginas Web y de distribución de e-mails respectivamente. Esta similitud es natural ya que SIP fue diseñado para que la telefonía se vuelva un servicio más en la Internet.

- **Características**

El protocolo SIP adopta el modelo cliente-servidor y es transaccional. El cliente realiza peticiones (requests) que el servidor atiende y genera una o más respuestas (dependiendo de la naturaleza, método de la petición). Por ejemplo para iniciar una sesión el cliente realiza una petición con el método INVITE en donde indica con qué

usuario (o recurso) quiere establecer la sesión. El servidor responde ya sea rechazando o aceptado esa petición en una serie de respuestas. Las respuestas llevan un código de estado que brindan información acerca de si las peticiones fueron resueltas con éxito o si se produjo un error. La petición inicial y todas sus respuestas constituyen una transacción. Los servidores, por defecto, utilizan el puerto 5060 en TCP (Transmission Control Protocol) y UDP (User Datagram Protocol) para recibir las peticiones de los clientes SIP.

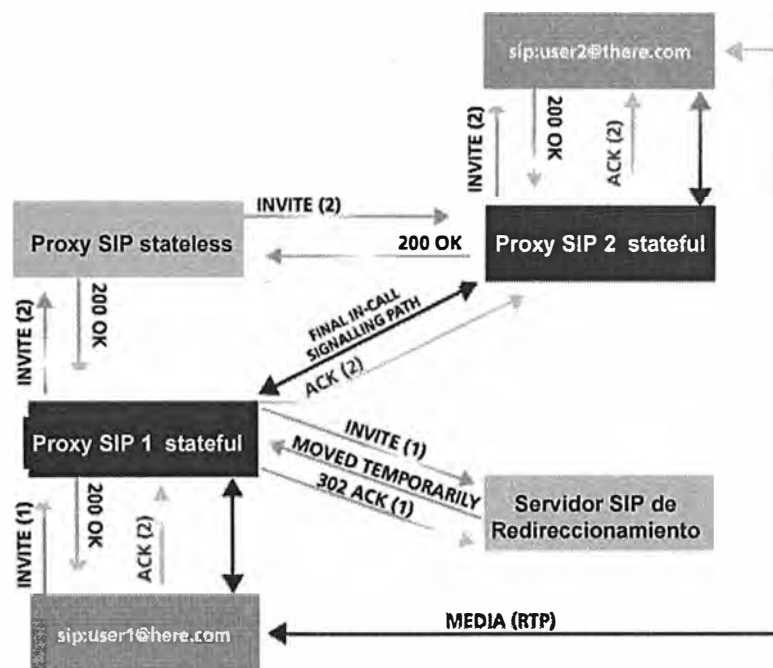


Fig. 1.28 Mensajería usada en SIP

Como una de las principales aplicaciones del protocolo SIP es la telefonía, uno de sus objetivos fue aportar un conjunto de funciones de procesamiento de llamadas y capacidades presentes en la red de telefonía pública conmutada. Así, implementó funciones típicas de dicha red, como son: llamar a un número, provocar que un teléfono suene al ser llamado, escuchar la señal de tono o de ocupado.

SIP también implementa muchas de las más avanzadas características del procesamiento de llamadas de SS7, aunque los dos protocolos son muy diferentes ya SS7 es altamente centralizado, caracterizado por una compleja arquitectura central de red y unos terminales tontos (los tradicionales teléfonos de auricular), mientras que SIP requiere que el terminal tenga un cierto grado de inteligencia. Adicionalmente es un

protocolo peer to peer (también llamado p2p). Como tal requiere un núcleo de red sencillo (y altamente escalable) con inteligencia distribuida en los extremos de la red, incluida en los terminales (ya sea mediante hardware o software). La difusión de SIP se basa en que tiene 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.

Uno de los principios de diseño de SIP fue ser muy similar a http compartiendo por tanto sus fundamentos: Ser legible por humanos y siguiendo una estructura de petición-respuesta. Aunque originalmente SIP tenía como objetivo la simplicidad, en su estado actual se ha vuelto tan complejo como H.323 por el requerimiento de servicios. Finalmente SIP al igual que H.323 no se limitan a comunicaciones de voz y pueden mediar en cualquier tipo de sesión comunicativa desde voz hasta vídeo o futuras aplicaciones todavía sin realizar.

- **Componentes principales**

a) Agentes de Usuario: Los usuarios, que pueden ser seres humanos o aplicaciones de software, utilizan para establecer sesiones los denominados "Agentes de usuario". Estos no son más que los puntos extremos del protocolo, es decir son los que emiten y consumen los mensajes del protocolo SIP. Un videoteléfono, un teléfono, un cliente de software (softphone) y cualquier otro dispositivo similar es para el protocolo SIP un agente de usuario. El protocolo SIP no se ocupa de la interfaz de estos dispositivos con el usuario final, sólo se interesa en los mensajes que estos generan y cómo se comportan al recibir determinados mensajes.

Los agentes de usuario se comportan como clientes (UAC: User Agent Clients) y como servidores (UAS: User Agent Servers). Son UAC cuando realizan una petición y son UAS cuando la reciben. Por esto los agentes de usuario deben implementar un UAC y un UAS.

b) Servidores de Registro o Registrar: El protocolo SIP permite establecer la ubicación física de un usuario determinado, esto es, en qué punto de la red está conectado. Para ello se vale del mecanismo de registro que funciona como sigue:

Cada usuario tiene una dirección lógica que es invariable respecto de la ubicación física del usuario. Una dirección lógica del protocolo SIP es de la forma "usuario@dominio", es decir, tiene la misma forma que una dirección de correo electrónico. La dirección física (denominada "dirección de contacto") es dependiente del lugar en donde el usuario está conectado (su dirección IP). Cuando un usuario inicializa su terminal (por ejemplo, conectando su teléfono o abriendo su software de telefonía SIP) el agente de usuario SIP que reside en dicho terminal envía una petición con el método REGISTER a un Servidor de Registro (Registrar en inglés), informando a qué dirección física debe asociarse la dirección lógica del usuario. El servidor de registro realiza entonces dicha asociación (denominada binding). Esta asociación tiene un período de vigencia y si no es renovada, caduca. También puede terminarse mediante un desregistro. La forma en que dicha asociación es almacenada en la red no es determinada por el protocolo SIP, pero es vital que los elementos de la red SIP accedan a dicha información.

c) Servidores Proxy y de Redirección: Para encaminar un mensaje entre un agente de usuario cliente y uno del tipo servidor normalmente se recurre a estos servidores, los cuales pueden actuar de dos maneras:

1. Como Proxy, encaminando el mensaje hacia destino,
2. Como Redirector (Redirect) generando una respuesta que indica al origen la dirección del destino o de otro servidor que lo acerque al destino.

La principal diferencia es que el servidor proxy queda formando parte del camino entre el UAC y los otros UAS, mientras que el servidor de redirección una vez que indica al UAC cómo encaminar el mensaje ya no interactúa. Un mismo servidor puede actuar como Redirector o como Proxy dependiendo de la situación.

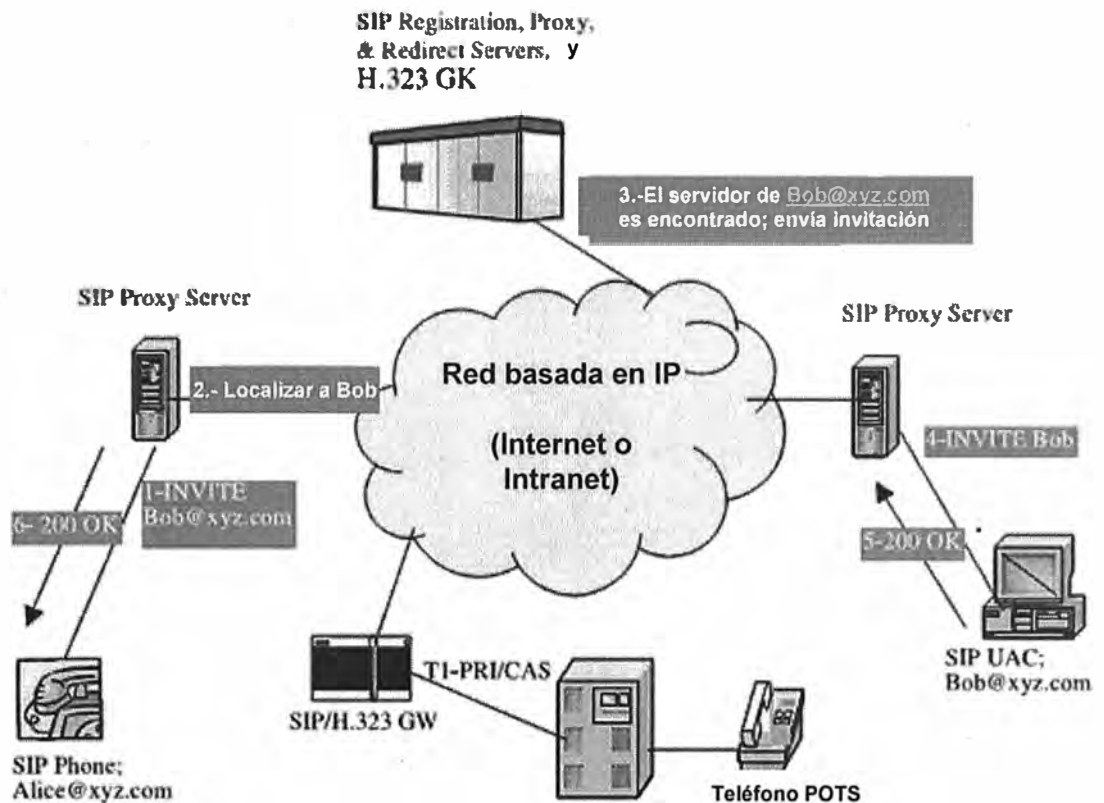


Fig. 1.29 VoIP con SIP en un operador de telefonía

1.3.1.3 MGCP (Media Gateway Control Protocol)

MGCP es un protocolo de control donde un gateway esclavo (MG, Media Gateway) es controlado por un maestro (MGC, Media Gateway Controller, también llamado Call Agent).

MGCP, Media Gateway Control Protocol, es un protocolo de VoIP cuya arquitectura se diferencia del resto por ser del tipo cliente – servidor. MGCP está definido informalmente en la RFC 3435, y aunque no ostenta el rango de estándar general, su sucesor, Megaco está aceptado y definido como una recomendación en la RFC 3015 y en la ITU-T H.248

Está compuesto por:

- Un MGC, Media Gateway Controller
- Uno o más MGs, Media Gateways

- Uno o más SGs, Signaling Gateway.

Un gateway tradicional, cumple con la función de ofrecer conectividad y traducción entre dos redes diferentes e incompatibles como son, las de Conmutación de Paquetes y las de Conmutación de Circuitos. En esta función, el gateway realiza la conversión del flujo de datos, y además realiza también la conversión de la señalización de forma bidireccional.

MGCP separa conceptualmente estas funciones en los tres elementos previamente señalados. Así, la conversión del contenido multimedia es realizada por el MG, el control de la señalización del lado IP es realizada por el MGC, y el control de la señalización del lado de la red de conmutación de circuitos es realizada por el SG.

MGCP introduce esta división en los roles con la intención de aliviar a la entidad encargada de transformar el audio para ambos lados, de las tareas de señalización, concentrando en el MGC su procesamiento.

El control de calidad de servicio QoS se integra en el gateway (GW) o en el controlador de llamadas (MGC). Este protocolo tiene su origen en el SGCP (de Cisco y Bellcore) e IPDC. Bellcore y Level3 plantearon el MGCP a varios organismos.

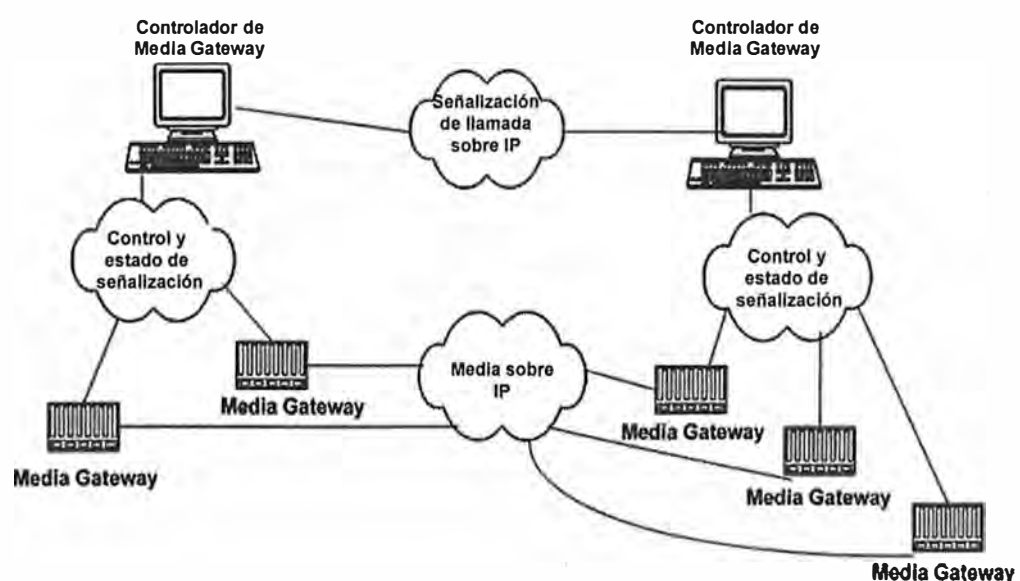


Fig. 1.30 Componentes de una red con MGCP

1.3.2 VoIP y SS7: Sigtran

Existe una amplia variedad de requisitos funcionales para poder soportar SS7 sobre una red IP y básicamente sobre una red de VoIP. Desde que SS7, asume que su nivel de transporte es óptimo, la confiabilidad sobre esta deber ser muy alta. Por tanto todos los fabricantes de sistemas basados en softswitch tuvieron que desarrollar una forma particular de tratar la información de la red SS7. Ante esto se decide tratar de estandarizar esta comunicación para lo cual se crea SIGTRAN.

SIGTRAN es el nombre del grupo de trabajo de la IETF (Internet Engineering Task Force) que ha desarrollado una serie de protocolos que permiten transportar señalización SS7 por redes IP. Por extensión se llama SIGTRAN a este grupo de protocolos. El protocolo más significativo es SCTP (Stream Control Transmission Protocol), que es el protocolo de nivel de transporte IP, alternativo a TCP y UDP. Para más información sobre SIGTRAN se puede consultar el RFC 2719: Architectural Framework for Signaling Transport.

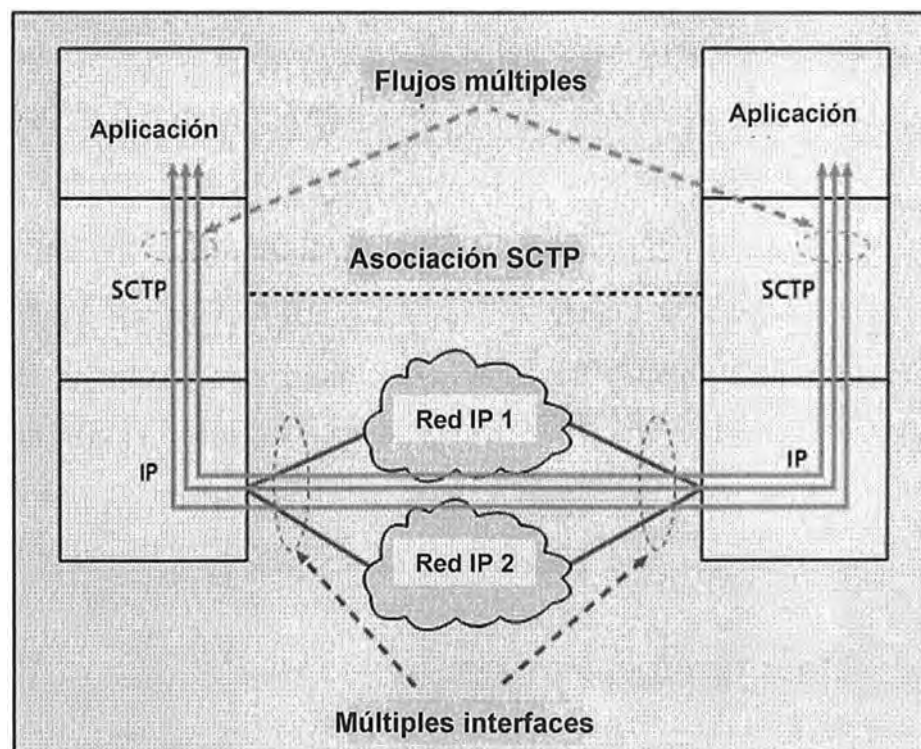


Fig. 1.31 Visión esquemática de una asociación SCTP

- **SCTP (Stream Control Transmission Protocol)**

Stream Control Transmission Protocol (SCTP) es un protocolo de comunicación de capa de transporte que fue definido por el grupo SIGTRAN de IETF en el año 2000. El protocolo está especificado en la RFC 2960, y la RFC 3286 brinda una introducción al anterior. SCTP es una alternativa a los protocolos de transporte TCP y UDP pues provee confiabilidad, control de flujo y secuenciación como TCP. Sin embargo, SCTP opcionalmente permite el envío de mensajes fuera de orden y a diferencia de TCP, **SCTP es un protocolo orientado al mensaje** (similar al envío de datagramas UDP).

Protocol	TCP	SCTP
Setup messages	Three-way handshake	Four-way handshake
Shutdown messages	Four-way handshake	Three-way handshake
Half-open support	Supported	Not supported
Ordered delivery	Strict ordered	Ordered within a stream
Unordered delivery	Not supported	Supported
Message boundary	No boundary Stream-oriented	Boundary preserved Message-oriented
Multihoming	Not supported	Supported
SACK support	Optional	Mandatory
Keep-alive heartbeat	Optional	Mandatory
Heartbeat interval	≥ Two hours	30 seconds by default

Tabla 1.1 Comparación entre TCP y SCTP (fuente: Revista IEEE Communication Magazine [14])

Las ventajas resumidas de SCTP son:

- -Capacidad de Multihoming, en la cual uno (o dos) de los extremos de una asociación (conexión) pueden tener más de una dirección IP. Esto permite reaccionar en forma transparente ante fallas en la red.

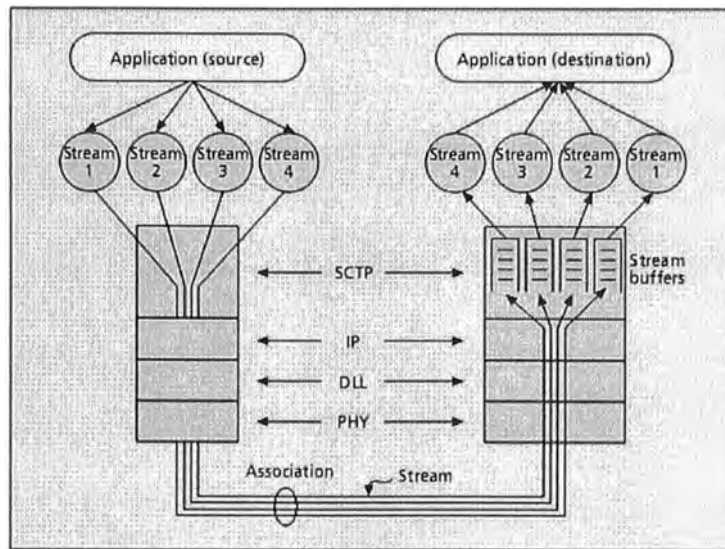


Fig. 1.32 Flujo de cuatro streams entre dos puntos destino (fuente: Revista IEEE Communication Magazine [14])

- o Entrega de los datos en trozos que forman parte de flujos independientes y paralelos, eliminando así el problema de head of the line blocking que sufre TCP.

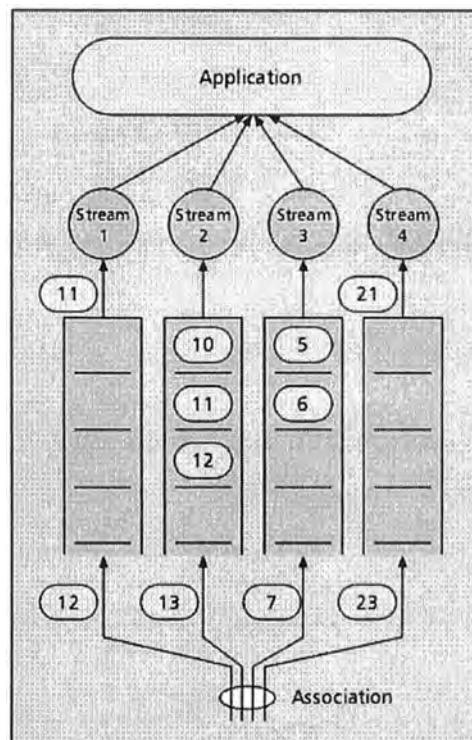


Fig. 1.33 Muestra del head of the line blocking que sufre TCP (fuente: Revista IEEE Communication Magazine [14])

- Es capaz de seleccionar y monitorizar caminos, seleccionando un camino "primario" y verificando constantemente la conectividad de cada uno de los caminos alternativos.
- Mecanismos de validación y asentimiento como protección ante ataques por inundación, proveyendo notificación de trozos de datos duplicados o perdidos.

Como SCTP fue diseñado inicialmente por el grupo Sigtran para transportar señalización telefónica SS7 sobre IP. La intención fue la de proveer sobre IP algunas de las características de confiabilidad de SS7. Por su versatilidad, se ha propuesto utilizarlo en otras áreas, como por ejemplo para transportar mensajes de los protocolos DIAMETER o SIP.

Supported SCTP features	Product Name					
	Adax APS-SCTP/T	Cisco ITP	HP IN7	HSS SIGTRAN Suite	Performance Technologies SEGway	Ulticom SignalWare
Multihoming	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Multistreaming	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Unordered delivery	Yes	Yes	Yes	Yes	Partial ^a	Yes
Cookie mechanism	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Keep-alive heartbeat	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Message fragmentation	Yes	Yes	Yes	Yes	Partial ^a	Yes
PMTU discovery	No	Yes	Yes	Yes	No	Yes
Socket API	No (STREAMs API used)	No information	Yes ^b	Yes	Proprietary C++ API	Partial
User adaption layers (M2PA, M3UA, SUA, M2UA)	M2PA, M3UA supported; SUA work in progress	Yes	M2PA: no; M3UA: partial ^c ; SUA: partial ^c ; M2UA: yes	Yes	M2PA: yes; M3UA: yes; SUA: partial	M2PA, M3UA, SUA: yes; M2UA will be available in mid-2004
SNMP support	Work in progress	No information	No	Yes	Yes	Yes

^a Cannot handle messages that are both unordered and fragmented
^b Support is at draft-ietf-tswg-sctpsocket-02 level
^c Only on the signaling gateway side

Tabla 1.2 Comparativo de implementación de SCTP en diferentes fabricantes (fuente: Revista IEEE Communication Magazine [14])

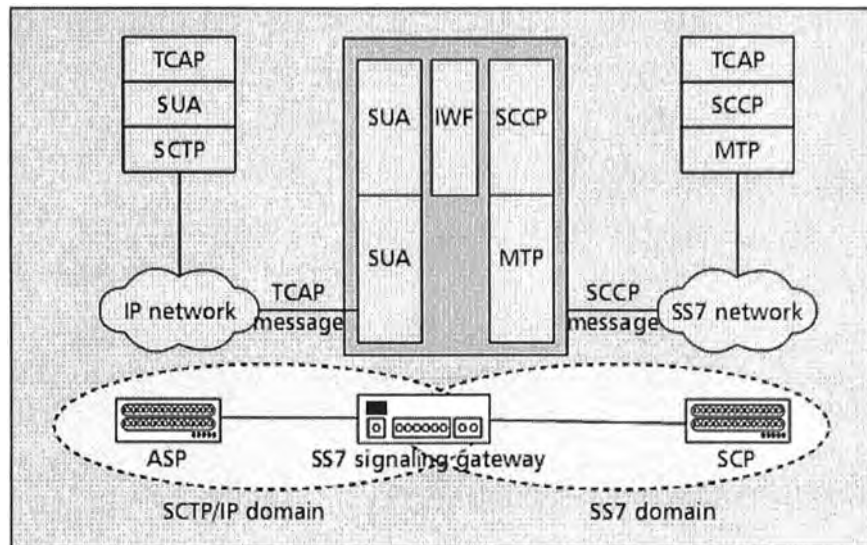


Fig. 1.34 Transporte de mensajes TCAP usando SCTP (fuente: Revista IEEE Communication Magazine [14])

1.3.3 Principales aplicaciones

Dentro de las principales aplicaciones para el sistema softswitch tenemos: el uso como central de clase 4 (tandem) ó central de clase 5 (central office).

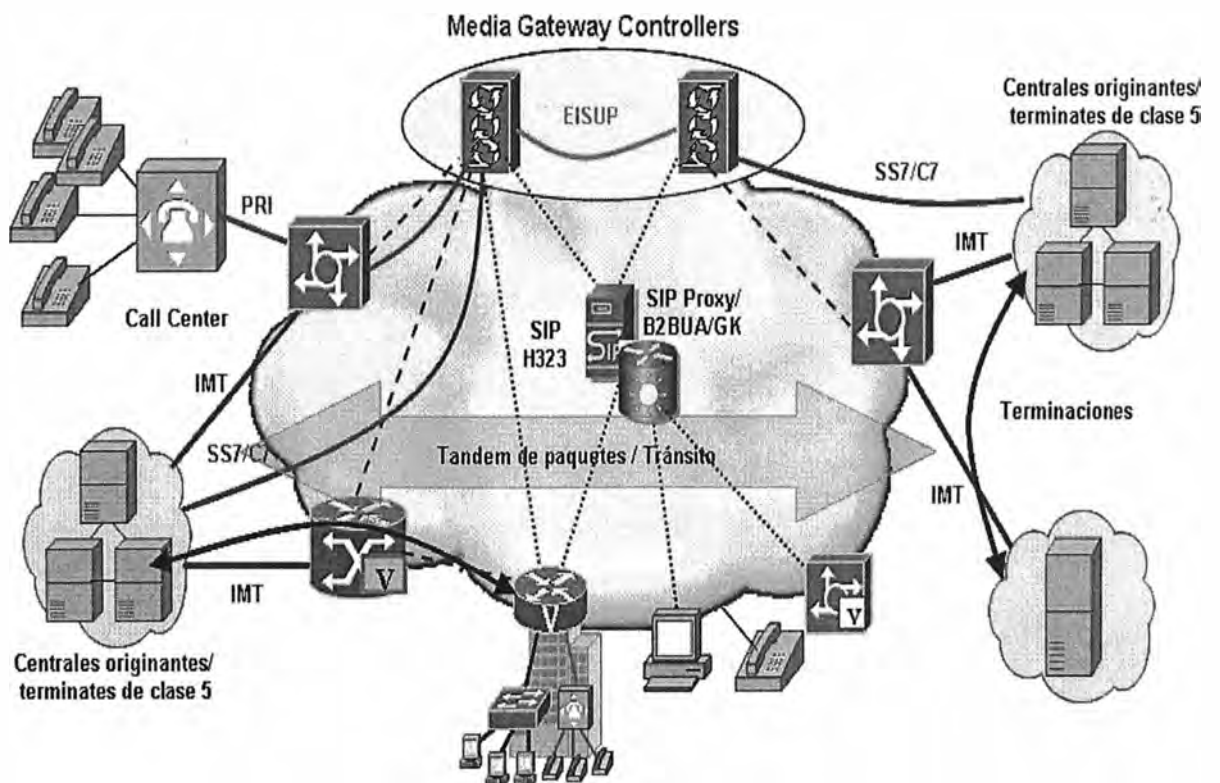


Fig. 1.35 Uso de softswitch en tipo tandem (central clase 4)

Las principales aplicaciones derivadas de esta son:

- **Internet Offload Signaling, señalización de descarga de Internet**

Muchos LEC (operadores de intercambio local) e ISPs (proveedores de servicios de Internet) están conduciendo el tráfico de Internet a través de la interfaz primaria (PRI) o de bucles de abonados básicos, para tener acceso a la PSTN y con ello a sus ISP abonados. Al conectar su servidor de acceso remoto (RAS) al softswitch subcontratado, los proveedores de servicios utilizan los IMT y de esta forma desvían el tráfico de las PRI y reducen significativamente sus costos de acceso. Además, los proveedores de servicios que proporcionan sesiones de Internet mediante acceso telefónico pueden experimentar congestiones en el equipamiento de la central, cuyo diseño está pensado para llamadas de voz de relativamente breves (tres minutos de media), frente a la larga duración de las sesiones de Internet (más de treinta minutos de media). Esta congestión puede provocar la necesidad de incrementar la capacidad de la central tradicional mediante la adición de puertos, lo que puede resultar muy costoso. Al desviar o descargar el tráfico de Internet de la central tradicional hacia el softswitch subcontratado, el proveedor de servicios libera la central tradicional para poder administrar un tráfico de voz más rentable.

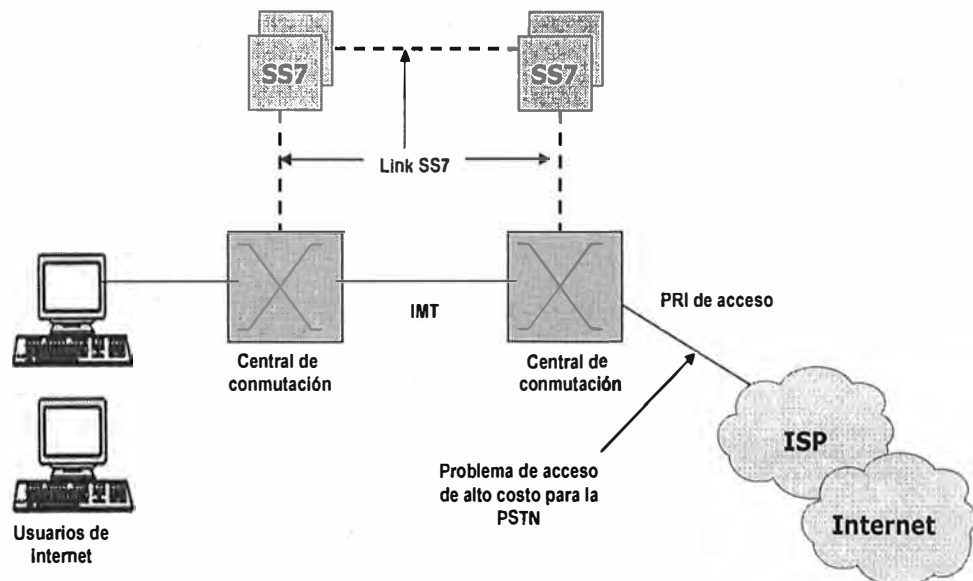


Fig. 1.36 Problemática del acceso a Internet por PSTN

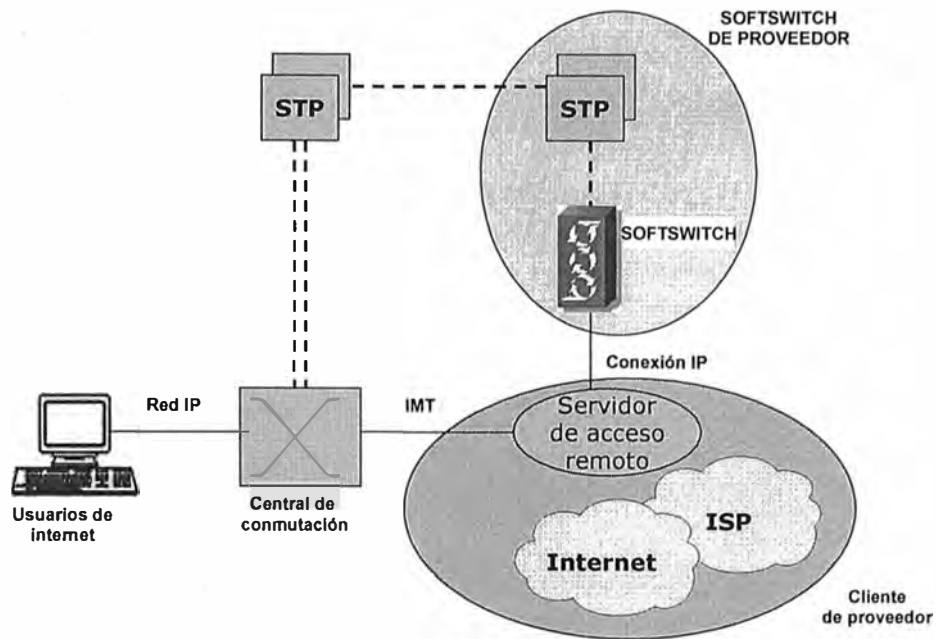


Fig. 1.37 Uso de softswitch para la descarga de Internet

- **Toll By-pass o desvío de llamadas**

Toll By-pass es un método que consiste en usar una red IP para terminar las llamadas nacionales e internacionales. Muchos operadores de intercambio (IXCs) se están convirtiendo en proveedores de servicios o distribuidores de minutos al por mayor con redes IP privadas para realizar la terminación de estas llamadas telefónicas mediante un eje central de red IP, mucho más rentable.

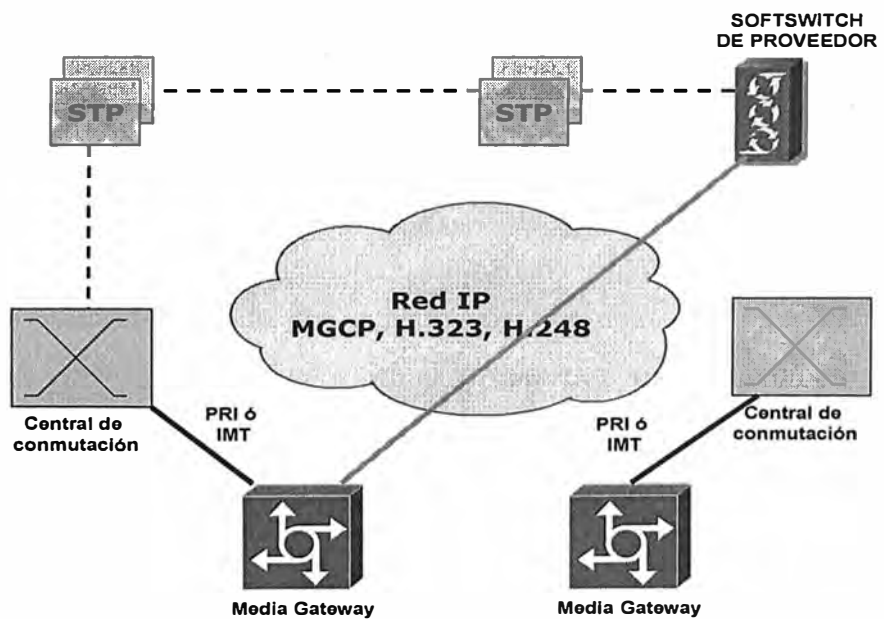


Fig. 1.38 Toll by pass o desvío de llamadas

De manera similar a la aplicación de señalización de descarga de Internet mencionada, el proveedor de servicios sólo necesita conectar su dispositivo RAS o MG al softswitch subcontratado para permitir que el tráfico de finalización omita la PSTN y de esta forma reducir los costos de terminación de llamadas.

- **Internetworking de Voz sobre IP (VoIP Internetworking)**

Las aplicaciones VoIP Internetworking proporcionan las interfaces basadas en estándares necesarias para mediar entre diversos protocolos basados en circuitos y paquetes para ofrecer servicios mejorados. A medida que continúa la migración de centrales cableadas a centrales IP distribuidas, se hace evidente la importancia de las funciones de mediación IP-IP e IP-SS7. En algunos casos la mediación de protocolo se realizará entre elementos de la misma red, pero en la mayoría de los casos será necesaria la mediación para permitir que elementos de la red IP se comuniquen con la PSTN. Al disponer de capacidad para enlazar sin problemas redes H.323 con redes MGCP/SS7, los proveedores de servicios SIP y H.248 podrán construir redes de gran escalabilidad a la vez que protegen las inversiones realizadas). Para los operadores que no dispongan de redes de protocolo IP, la solución Internetworking les permite realizar intercambios con otros operadores que dispongan de redes IP.

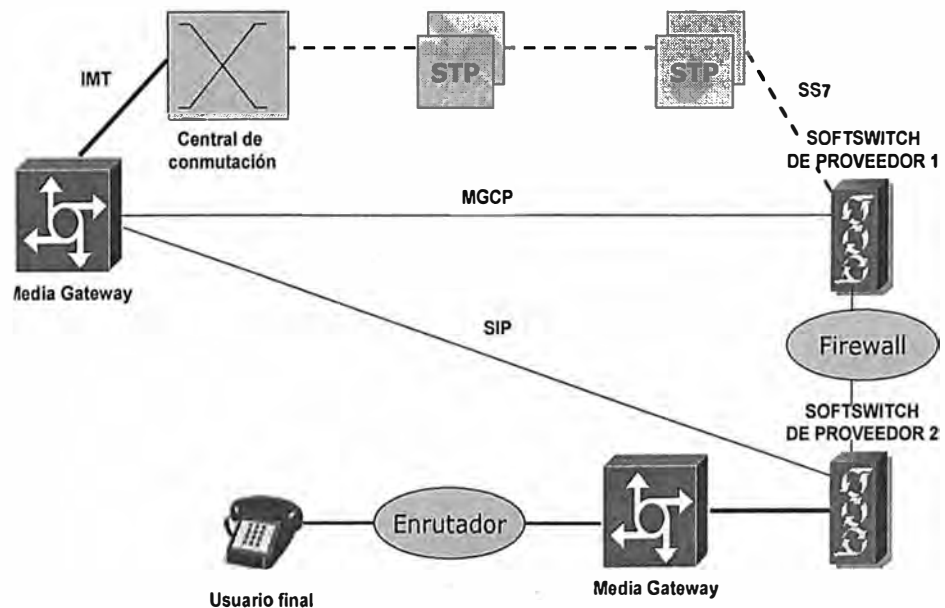


Fig. 1.39 Internetworking de VoIP usando softswitch

CAPÍTULO II

ANÁLISIS DEL MERCADO DE VOZ

La continua necesidad de buscar una alternativa de bajo costo para las soluciones de voz ha originado que se desarrollen nuevas aplicaciones que cumplan este requerimiento y al mismo tiempo la tendencia general de unificar las redes. En este marco los operadores de servicio han analizado las necesidades del mercado y su evolución presente y futura.

2.1 Situación de las redes

Hoy en día es evidente que las redes de comunicaciones esta evolucionando hacia una única red que provea la conectividad generalizada. Como se muestra en la gráfica siguiente la concepción radica en dejar las redes paralelas y unificarlas.

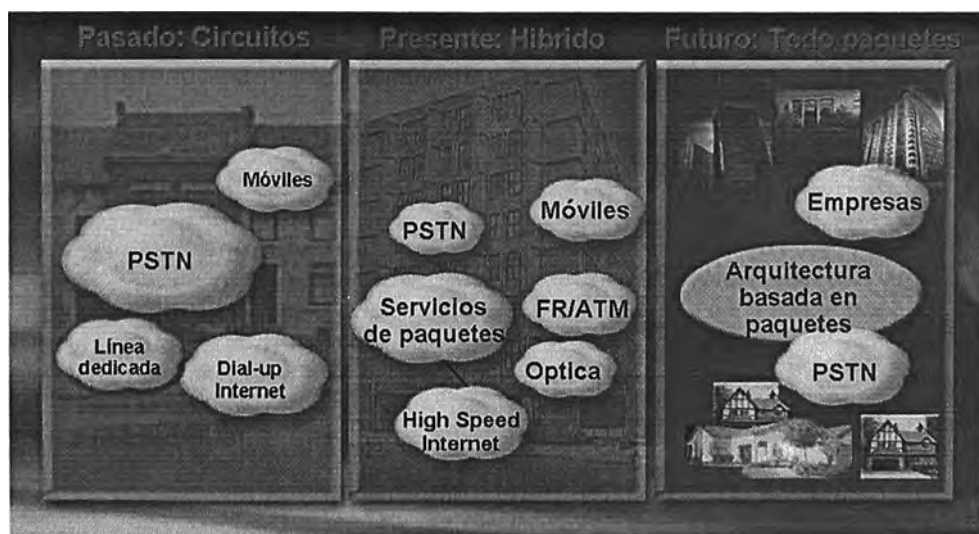


Fig. 2.1 Evolución de las redes de comunicaciones

Esto se debe principalmente a dos catalizadores importantes:

- El uso de la red IP
- El desarrollo acelerado de los dispositivos electrónicos

El caso de la red IP ha originado un desarrollo explosivo de la Internet y con ello la necesidad de estar comunicados. Hoy en día, contactarse con alguna persona del otro lado del planeta es prácticamente simple sumándose la necesidad de contar con una mayor interacción pero sin gastar más desde la perspectiva del usuario final (empresa o persona natural).

Por otra parte, el desarrollo de los dispositivos electrónicos ha generado que las capacidades de conmutación de los datos sea prácticamente ilimitada. Hoy en día, es prácticamente sencillo que cualquier usuario posea un terminal con capacidades computacionales importantes que permitan tomar fotos, hablar por teléfono y conectarse a Internet.

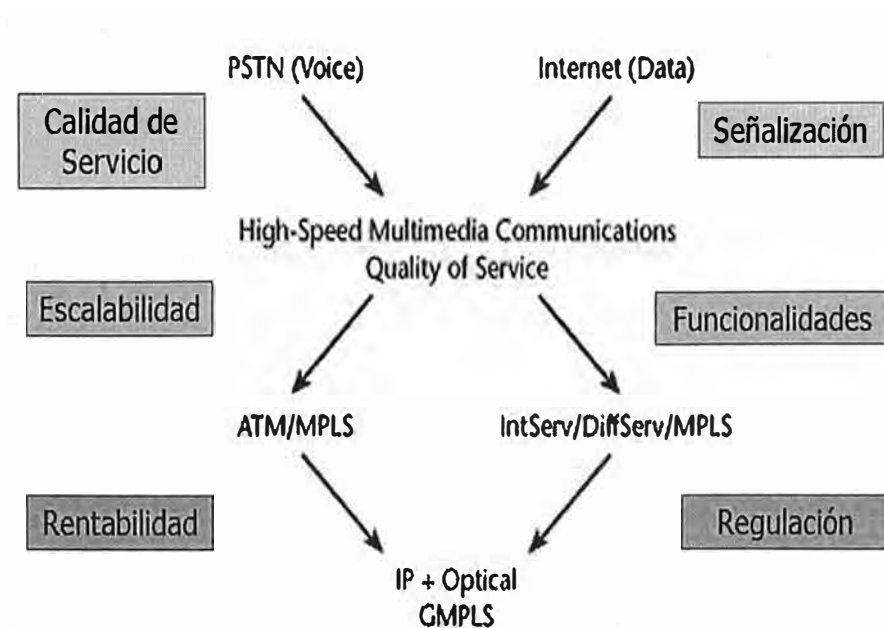


Fig. 2.2 Principales consideraciones para las redes de comunicaciones

2.2 Operadores de larga distancia

Dentro del mercado de voz y en especial el de los operadores de larga distancia, acogieron inmediatamente la necesidad de utilizar la red IP para abaratar los costos de una red tradicional en TDM.

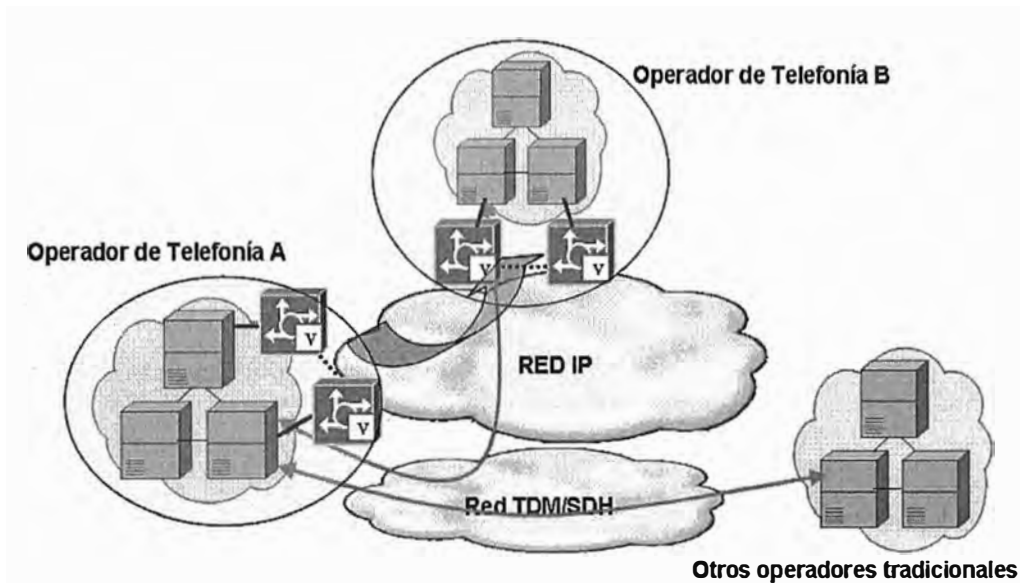


Fig. 2.3 Interconexión de operadores larga distancia tradicional usando IP

Posteriormente, surge la necesidad de competir de otras nuevas compañías operadoras con las ya existentes. Estas tomaron la iniciativa original y construyen una red totalmente en IP que les permita terminar el tráfico de voz, y a la vez competir en igualdad de condiciones con los operadores existentes.

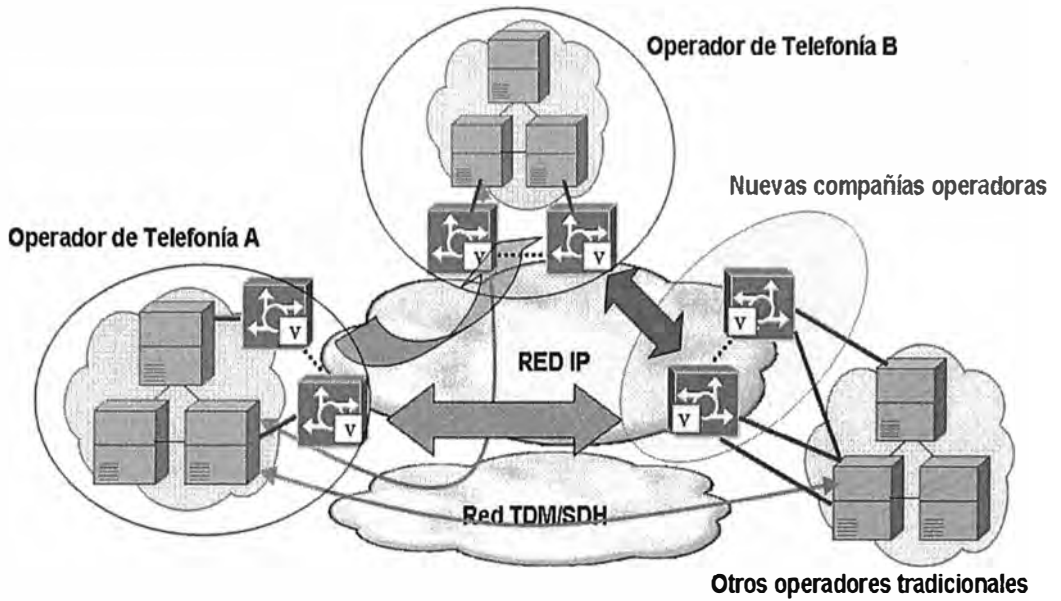


Fig. 2.4 Posición de un nuevo operador de larga distancia basado en IP

2.3 Trafico de red

De acuerdo a las tendencias mostradas, existe un crecimiento importante en los últimos años sobre el servicio de voz, pero acompañado de otros tales como Internet e IPTV. Esto genera al operador la necesidad de estar preparado de alguna forma ante la necesidad de satisfacer este mercado. A continuación se muestran las gráficas que indican la tendencia.

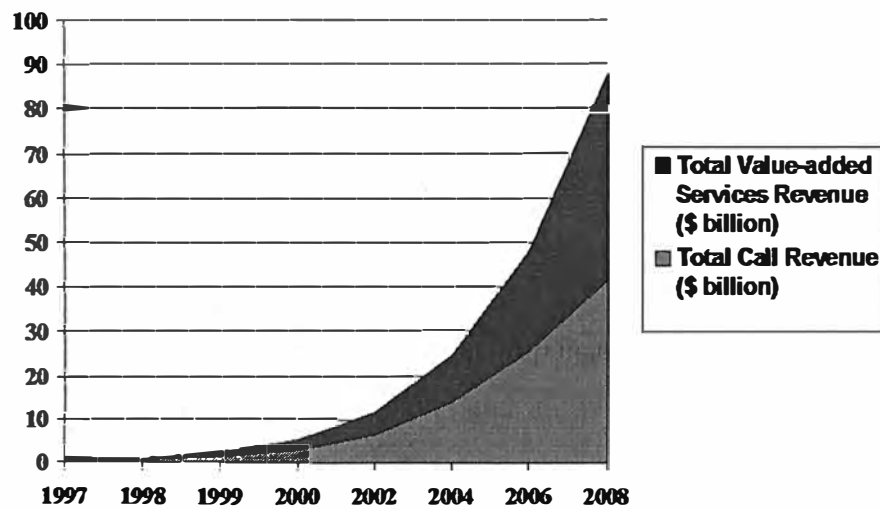


Fig. 2.5 Mercado del proveedor de servicios basado en VoIP (Fuente: Dataquest, Marzo 2006)

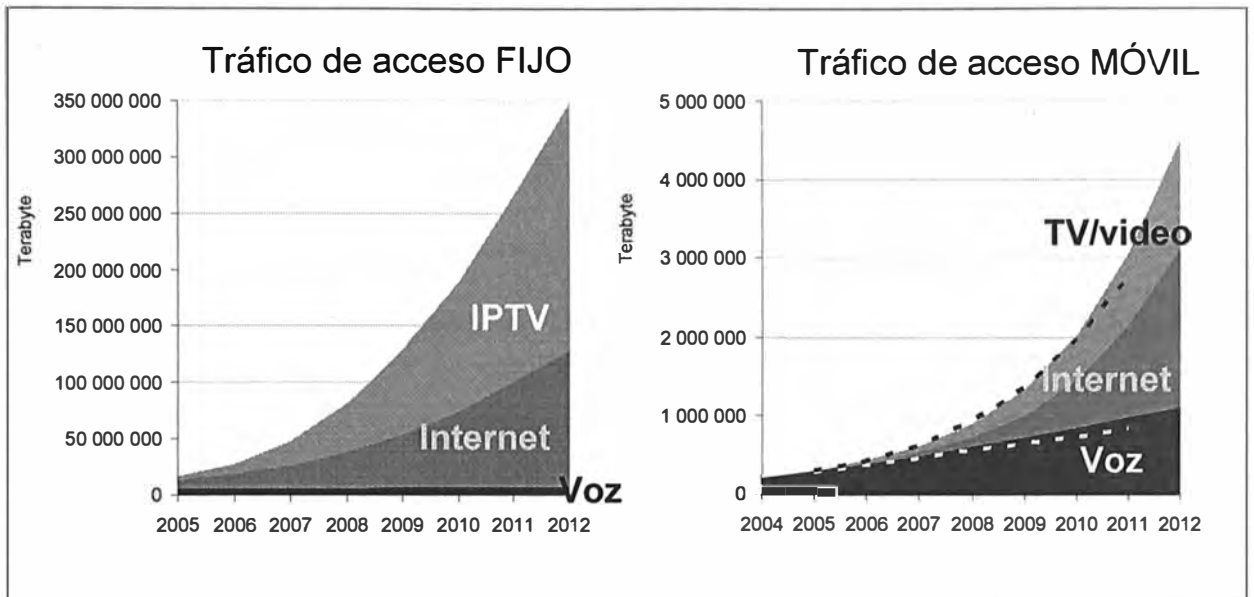


Fig. 2.6 Tendencia del consumo del tráfico de red y servicios

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LA PLATAFORMA

En esta parte realizaremos las principales consideraciones de diseño para implementar una plataforma basada en softswitch.

3.1 Consideraciones generales

Para efectos del diseño que realizaremos en este informe, **se considera un nuevo operador de telefonía** de nuestro medio con licencia de portadora local que desea implementar el servicio de terminación y generación de llamadas de larga distancia nacional o internacional.

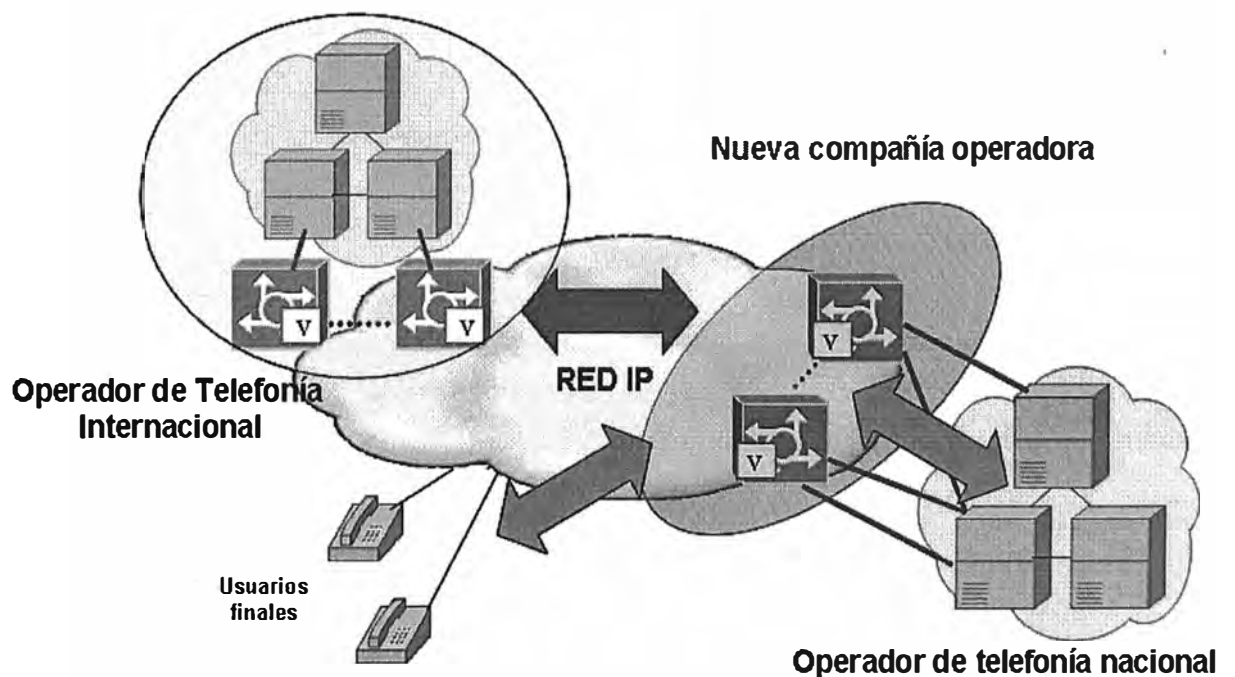


Fig. 3.1 Esquema genérico considerando las premisas del diseño

Con el fin de ampliar sus servicios y no depender de terceras empresas en terminación de minutos y contando con la autorización legal del estado Peruano el nuevo operador decide realizar la interconexión de su red actual con la red PSTN de TELEFONICA del PERU.

3.2.1 Componentes de la red

- El NOC (Centro de Operaciones de Red) principal, consta de equipos e infraestructura acorde para el buen funcionamiento de los equipos instalados, como pozo tierra, instalaciones eléctricas acordes a los estándares, gabinetes y ambientes adecuados para el funcionamiento de equipos.
- Servidor Radius y Billing: Encargado del sistema de gestión, control de la red, CDR (call retail recording), billing y autenticación de usuarios. El software que se utiliza es PORTABILLING, instalado en plataforma Linux.
- Servidor MVTS (Mera VoIP Transit Softswitch), encargada de la conmutación y señalización para VoIP, apoyado por módulos, como Gatekeeper para H323 y SIP/HIT para SIP. Los puertos en uso son: 1720 para H323 y 5060 para SIP.
- Servidor Sip/Hit H323, encargado de colaborar, en la señalización y conversión de protocolos SIP a H323 y viceversa para dar un mejor soporte a los usuarios de Softphone y Gateways de voz.
- Servidor ASTERISK, el servidor asterisk más una tarjeta digium conectado a un Primario (PRI) de 32 canales viene cumpliendo la función de un gateway para dar terminación loca fija hacia la red de Telefónica del Perú
- Switch Cisco Catalyst 3500 XL la misma que se encarga de interconectar los servidores, gateway y router en la LAN.
- Router Cisco 1700 Encargado de interconectar cada la LAN del NOC central con la Red WAN (Internet), inicialmente se tiene de 2MB de línea dedicada hacia infointernet.

- Adaptador telefónico. Los adaptadores telefónicos son los medios por el cual los usuarios residenciales y corporativos se conectan a los sistemas. Como medio de transporte se usa la red Internet ADSL. Los clientes se conectan usando protocolos de señalización SIP ó H323.
- Sofphone. Software para usuarios finales, a fin de que puedan establecer una conexión de llamada desde su computador personal, a través de la red ADSL. Siendo dicho software X-lite libre distribución y licencia GPL.
- Carrier Nacional. Operador Nacional con propios equipos interconectado a Telefónica que atiende las llamadas nacionales originadas por todos los usuarios conectados a la red.
- Carrier Internacional. Operador internacional con propios equipos, que atiende todas las llamadas internacionales originadas por todos los usuarios conectados a la red.

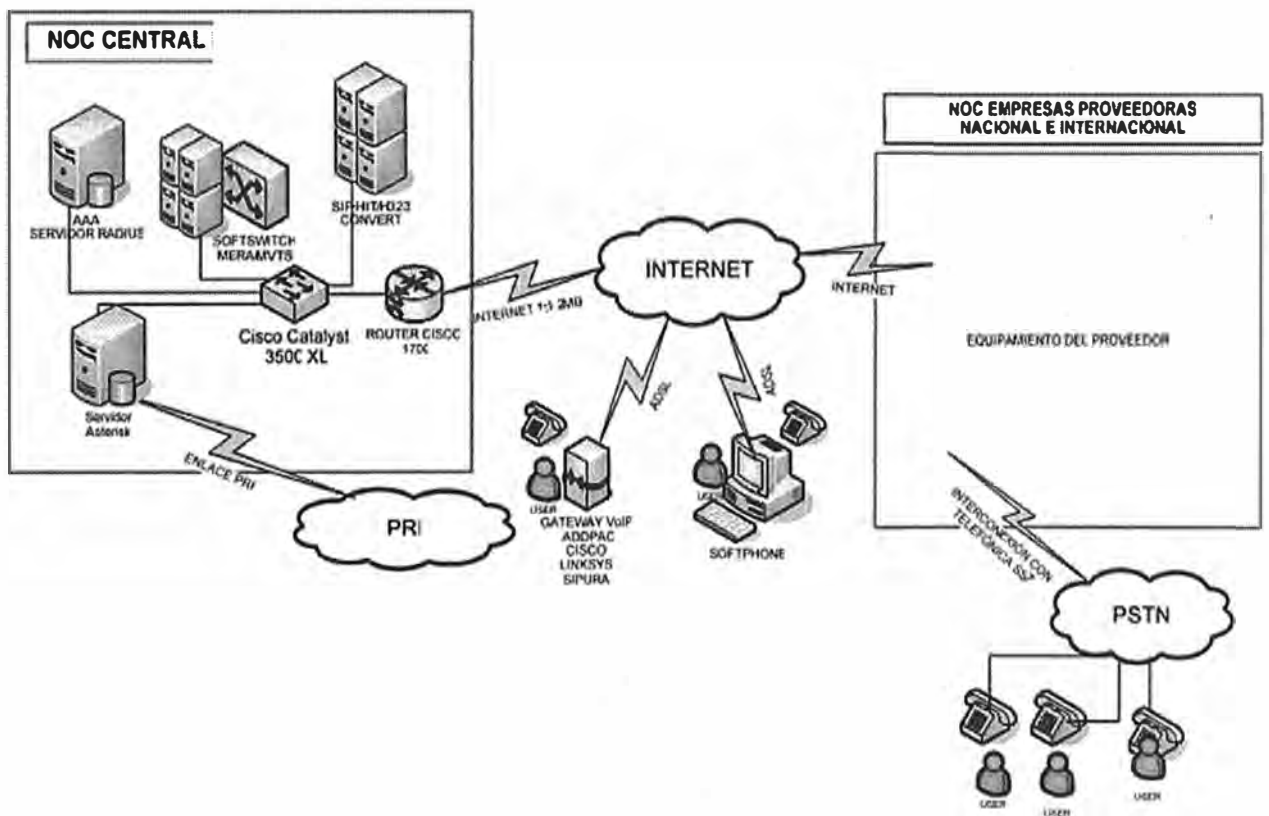


Fig. 3.3 Componentes de la red actual del nuevo operador

3.2.2 Requerimientos solicitados por el nuevo operador

El nuevo operador busca asegurar su crecimiento en infraestructura, así como una adecuada provisión del sistema. Por tanto realiza una serie de requerimientos los cuales podemos clasificar del siguiente modo:

3.2.2.1 Red

- Señalización

La conexión hacia el PDI (punto de interconexión) de Telefónica se realizará vía SS7 y servirán como medio de interconexión hacia la PSTN terminando las llamadas LDN y LDI. Las interconexiones hacia otros operadores serán vía SIP.

- Canales vocales

Se requiere 4 E1's vocales SS7, los cuales soportarán el tráfico de terminación local y nacional. No está contemplado mantener conexión de interfaces PRI

- Plataforma de red

Se requiere que la solución soporte un crecimiento para 5 nuevas provincias de dos E1's cada uno en el mediano plazo. Igualmente se requiere que la plataforma del **nuevo sistema de softswitch este basado en equipos de la marca Cisco**, considerando la confiabilidad de su operación, su grado de soporte local y su homologación con la red PSTN de Telefónica del Perú.

3.2.2.2 Servicios

- **Sistema de llamada por llamada**

El usuario residencial o corporativo usando la red PSTN de telefónica y el código de portador de larga distancia (19XX) se conecta al nodo central. El softswitch requerido redirecciona la llamada al carrier que corresponde terminar dicha llamada.

- **Tarjetas prepagadas**

El usuarios usando la red PSTN de telefónica y el código de de tarjetas prepago (0800xxxxx) se conecta al nodo central. El softswitch requerido redirecciona la llamada al carrier que corresponde terminar dicha llamada.

- **Terminación de minutos para clientes wholesale**

Un cliente Wholesale (mayorista) envía tráfico de su plataforma propia usando como medio INTERNET en protocolo H323 o SIP al NOC central. El softswitch requerido redirecciona la llamada al carrier (portador) que corresponde terminar dicha llamada.

3.3 Análisis y diseño del sistema

En base a los requerimientos proporcionados por el nuevo operador se procede a realizar el análisis y diseño del nuevo sistema softswitch basado en equipos Cisco.

Cisco maneja dos tipos de soluciones softswitch, tenemos el PGW2200 y el BTS 10200. El primero (PGW2200) se caracteriza por ser orientado a un softswitch de clase 4 con posibilidades de crecer mediante adición de componentes externos no necesariamente propietarios a uno de clase 5 de mediana envergadura. Mientras, que el BTS 10200 es un softswitch de clase 5 de alta performance orientado para un gran despliegue inicial.

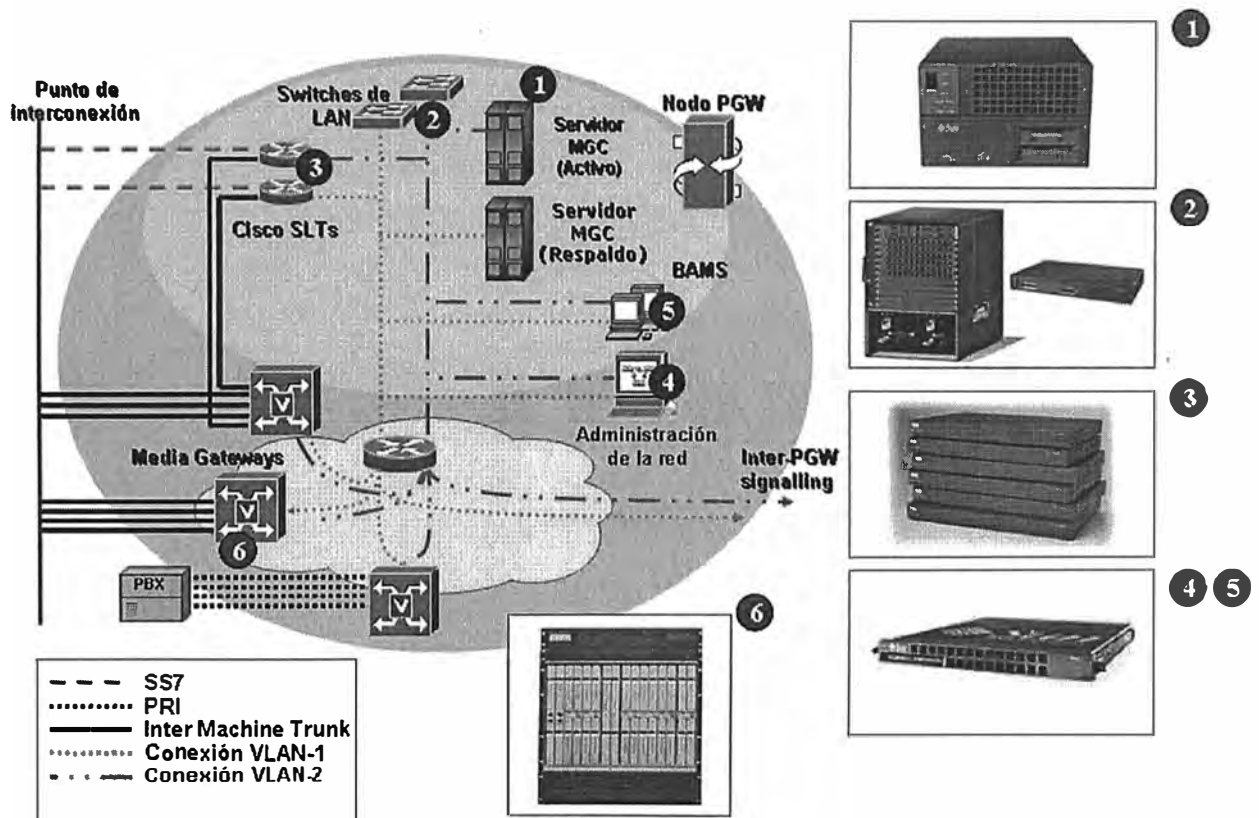


Fig. 3.4 Componentes de una solución basado en PGW2200 de Cisco

Entonces considerando la situación actual del nuevo operador y sus requerimientos de crecimiento seleccionamos el sistema PGW2200 dado que le permite crecer de

forma escalonada y tiene la capacidad de proveer servicios de clase 5 vía interacción con elementos terceros, tales como un SIP Proxy Server (ver figura).

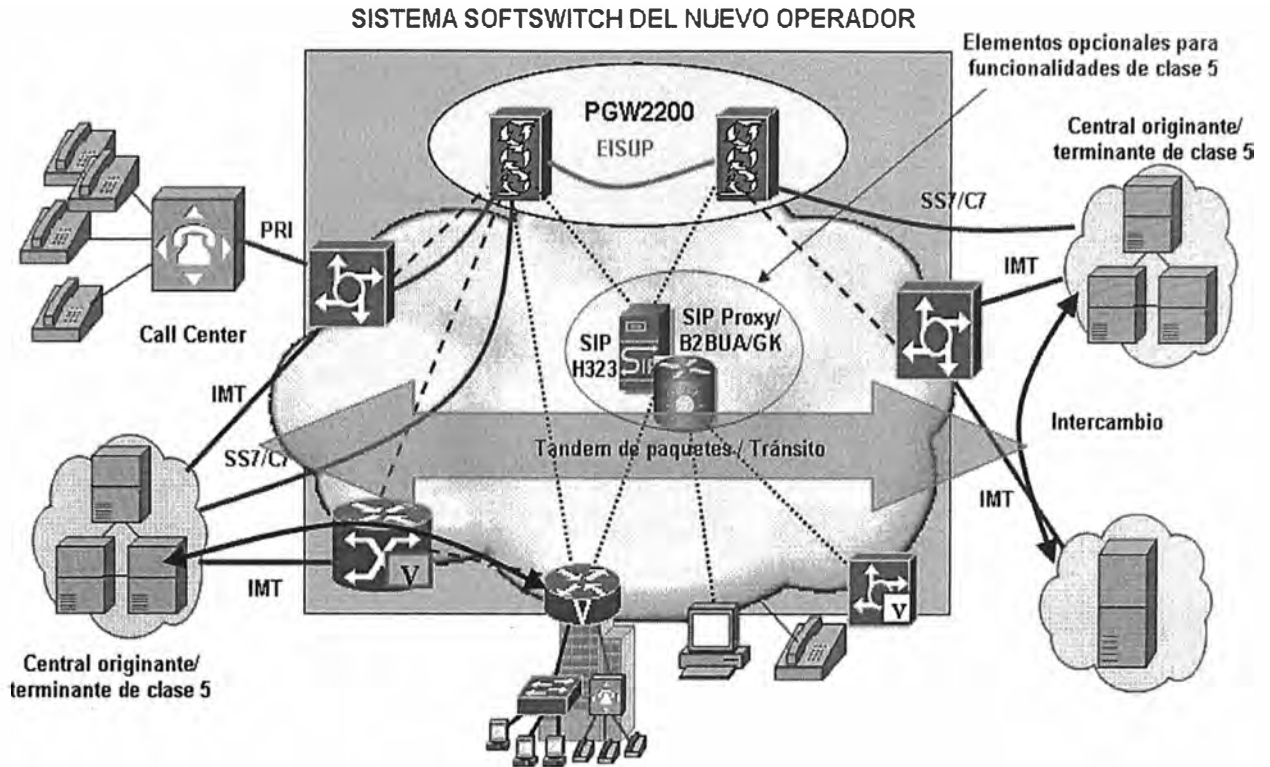


Fig. 3.5 Posicionamiento del sistema PGW2200 y factibilidad de uso con SIP Proxy/H323

3.3.1 Consideraciones de ingeniería de tráfico

En base al tráfico estimado a ser soportado por la plataforma se dimensionan los MGs (media gateways), los enlaces de señalización con sus SG's (signalling gateways) así como el tipo de servidor a ser seleccionado.

Procediendo a realizar los cálculos tenemos:

4E1's iniciales (120 canales de voz) más 10 E1's posteriores para las provincias (300 canales), total 420 canales para los GWs.

Grado de servicio (GoS) = 1% (llamadas blocking)

Entonces tenemos que el tráfico en Erlangs es de aproximadamente **378E**.

Luego considerando que el tiempo medio de duración de la llamada (AHT) es de 3 minutos (180 segundos) y usando la fórmula de CPS (call per second) tendremos:

$$CPS = \frac{\text{Tráfico (Erlangs)}}{\text{AHT (segundos)}}$$

$$CPS_{GW} = 2.1 \text{ cps}$$

Al resultado anterior habrá que sumarle el consumo producido por el tráfico originado por las llamadas desde la Internet. En este caso nos basamos en la tabulación realizada líneas abajo en función del ancho de banda disponible, el CODEC y la duración del paquete.

Compression algorithm	Packet duration	B.H.T.	Blocking	Bandwidth (kbps)	Voice paths
G.729A (CS-CELP) 8kbps compression	20 milliseconds (2 samples)	68.150	0.010	2000	83
G.729A (CS-CELP) 8kbps compression	40 milliseconds (4 samples)	107.700	0.010	2000	125
G.729A (CS-CELP) 8kbps compression	20 milliseconds (2 samples)	187.450	0.010	5000	208
G.729A (CS-CELP) 8kbps compression	40 milliseconds (4 samples)	288.850	0.010	5000	312
G.729A (CS-CELP) 8kbps compression	20 milliseconds (2 samples)	391.050	0.010	10000	416
G.729A (CS-CELP) 8kbps compression	40 milliseconds (4 samples)	597.850	0.010	10000	625

Tabla 3.1 Tabulación para el consumo de VoIP por Internet

Vemos que en el peor escenario y para un crecimiento del 500% en el uso del ancho de banda, se tiene un BHT=598 Erlangs, lo que nos da un call per second (cps) de:

$$CPS_{Internet} = 3 \text{ cps}$$

Dándole un margen del 400% para futuras expansiones, se tiene un total general de:

$$CPS_{Final} = 20.4 \text{ cps}$$

El servidor que actué como MGC (media gateway controller) deberá soportar el tráfico indicado y permitir que aún así se pueda proceder en crecimiento. Las soluciones PGW2200 de Cisco se basan en servidores Sun Netra, con lo que el modelo **Sun Netra 210** cubre ampliamente las expectativas indicadas llegando hasta un

aproximado de 40 cps, con un AHT de 3 minutos, un GOS del 1% y un promedio de 0.1 Erlang de tráfico por usuario.

3.3.2 Diseño de la arquitectura

3.3.2.1 Interconexión en IP

Considerando que el nuevo operador considerará la capacidad de interconectarse directamente en IP hacia otros operadores, se plantea usar un elemento de frontera que permita delimitar la red interna de la red pública.

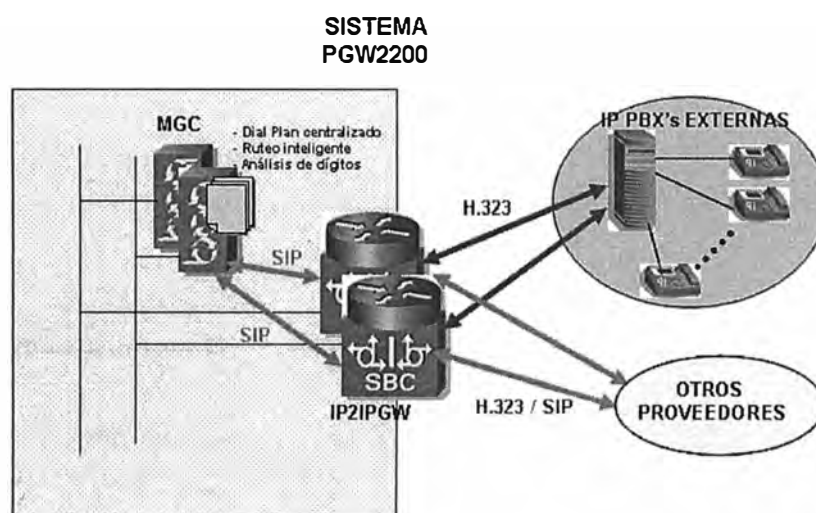


Fig. 3.6 Elemento de interconexión IP

Este elemento se denomina SBC (session border controller) y cumple principalmente dos funciones:

- Separa la red interna del softswitch de la red pública, con lo cual reducimos los ataques de red en IP
- Permite establecer un medio de conexión directa en IP hacia otros operadores para la terminación del tráfico.

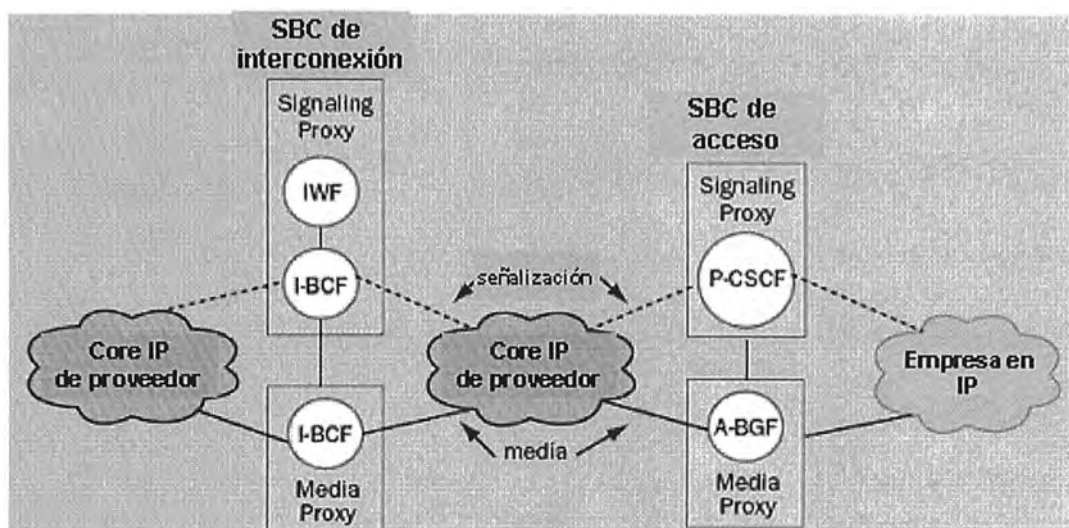


Fig. 3.7 Esquema mostrando la forma de interconexión a nivel IP

En este caso considerando el flujo de llamadas se considera un SBC denominado IP2IPGW 3845 (IP to IP Gateway):

3.3.2.2 Interconexión a la PSTN

Siguiendo los lineamientos de la arquitectura de un sistema softswitch debemos ahora diseñar el MG (media gateway) y el SG (Signalling gateway) para proceder a realizar la interconexión hacia la PSTN.

En base al crecimiento inicial, no se justifica usar un SG dedicado para la SS7. Por tanto usaremos la funcionalidad de SG integrado en el MG para reducir los costos del **CAPEX (Capital Expenditures)** ó inversión de capital.

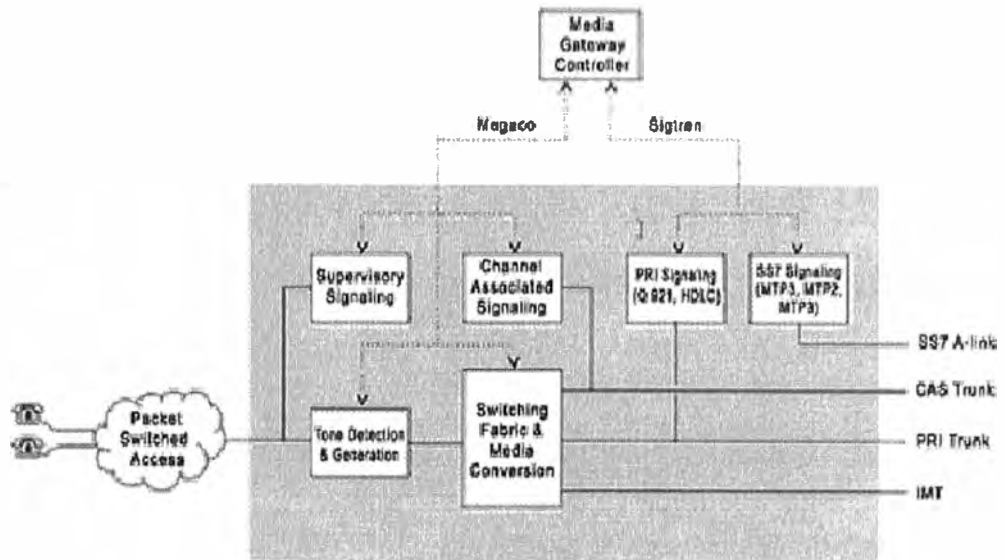


Fig. 3.8 Modelo genérico de integración SG y MG (fuente: Web Proforum Tutorial [4])

Igualmente por requerimientos posteriores del nuevo operador se propone un equipo AS5400XM que tiene la facilidad de crecer desde 4E1's hasta 16E1's, con el adicional de poseer fuente redundante y SG integrado al IOS (sistema operativo de los gateways).

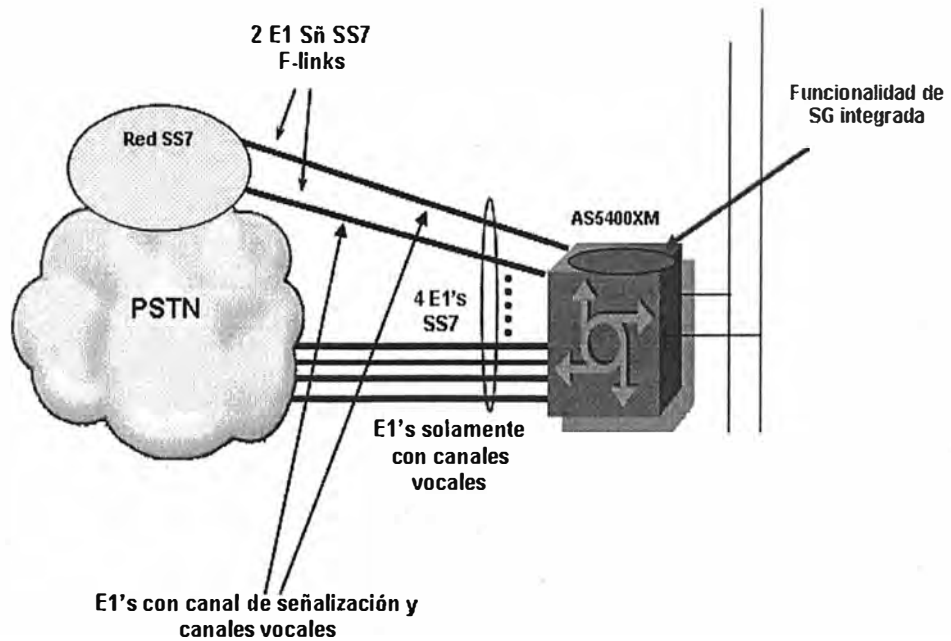


Fig. 3.9 Gateway AS5400XM con SG integrado por IOS

3.4 Descripción de la solución final propuesta

Basado en los requerimientos del nuevo proveedor de servicios y teniendo en cuenta que posee una red con las siguientes características:

- Servicio de telefonía basado en IP
- Centro de atención vía un NOC central
- Manejará un sistema de tarificación vía los CDR del softswitch
- Requiere un sistema de gestión centralizado para las llamadas
- Amplia manipulación de dígitos para las llamadas para ofrecer los servicios requeridos

El modo de funcionamiento indicado para la plataforma PGW2200 **es call control** ya que permite tener un sistema de centralizado de enrutamiento de llamadas, permitiendo un manejo extensivo de las diversas opciones de SS7.

Por otra parte debido a que esta plataforma debe trabajar en alta disponibilidad propias de un proveedor de servicio se configura el agente central de llamadas ó Media Gateway Controller (MGC) para trabajar sobre servidores SUN redundantes. En este caso basado en los requerimientos de ingeniería de tráfico el hardware propuesto son dos servidores SUN Netra 210, para trabajar en modo dúplex.

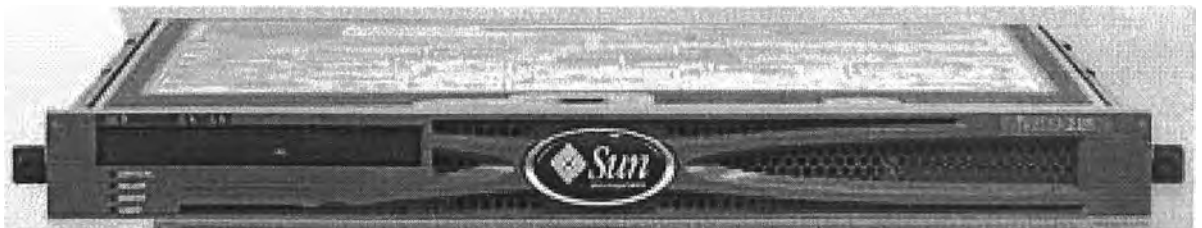


Fig. 3.10 Vista frontal para el servidor SUN Netra 210 (fuente: Sun Microsystems, www.sun.com)

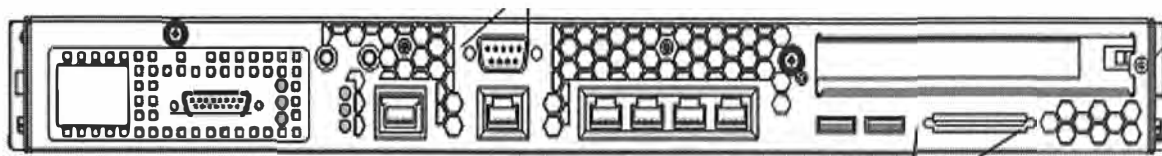


Fig. 3.11 Vista posterior del servidor SUN Netra 210 (fuente: Sun Microsystems, www.sun.com)

Adicionalmente el software central de control (MGC, media gateway controller) será el actualmente disponible por Cisco el cual corresponde a la versión 9.7(3) que opera bajo sistema operativo Solaris 10.

Por requerimiento explícito del nuevo proveedor de servicios no se considera ningún switch LAN para la interconexión de los diversos componentes de la plataforma, por lo tanto se asume que debe disponer de dos switches con las facilidades de establecer VLAN's y trabajar en stacking (o su equivalente en switches de alta gama) para establecer la red LAN interna y realizar los trabajos de configuración.

Para el caso de los enlaces de señalización SS7 vía los enlaces del tipo F-Link, los 2 señalizadores serán terminados por los gateways AS5400XM para lo cual hará uso de la funcionalidad SLT (signalling link terminal) embebida en el IOS.

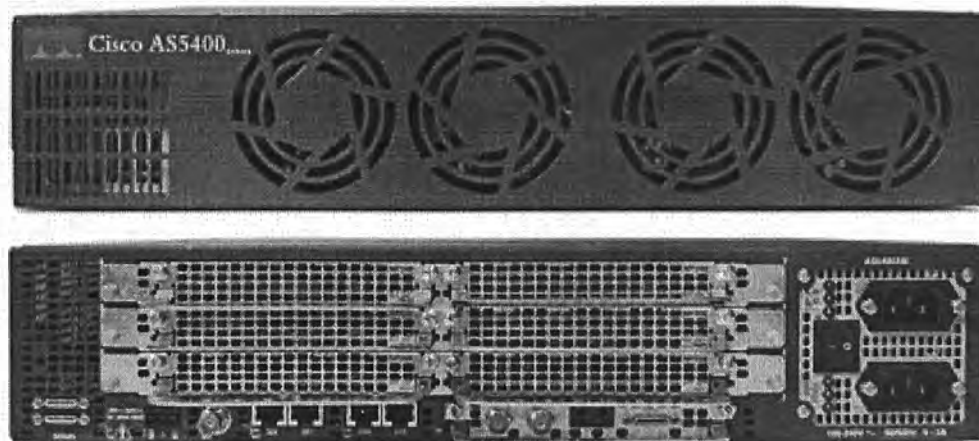


Fig. 3.12 Vista frontal y posterior del gateway AS5400XM (fuente: Cisco Systems, www.cisco.com)

Dado que los enlaces de señalización son del tipo F-Link, solamente el canal que contenga la señalización SS7 será terminada por los gateways, derivando los canales vocales como manejo típico de voz. En el caso de los otros E1's esto no es necesario ya que solamente contienen canales de típicos de voz.

En el caso de los GWs (gateways) se han considerado los equipos Cisco AS5400XM dado que permiten crecer de una forma escalable en el tiempo de hasta 16 E1's por dispositivo. En caso de un futuro cercano se requiera que la plataforma PGW2200 crezca en E1's solamente será necesario agregar los equipos adicionales según el planeamiento interno

Posteriormente para la interconexión en IP hacia otras redes y sistemas de VoIP (tales como H.323 y/o SIP) que no sean de confianza se propone un IP2IPGW ó Unified border element, el cual es un tipo de SBC (session border controller) que permite concentrar todas las conexiones externas de VoIP que requieran acceso a la plataforma PGW2200 mediante un único punto.



Fig. 3.13 Router 3845 como Unified border element para el sistema PGW2200 (fuente: Cisco Systems, www.cisco.com)

En la solución propuesta y basado en la cantidad de sesiones requerida y las conversaciones sostenidas se plantea usar dos routers 3845 para que cumplan esta función. Posteriormente y conforme lo requiera el negocio puede sumarse adicionales IP2IPGW's para que se aumente la disponibilidad general.

Finalmente es importante indicar que el sistema de mediación de billing será realizado por el mismo cliente, para ello deberá conectarse vía FTP hacia los MGCs y extraer los CDR's e formato binario. A fin de que estos puedan ser procesados, el sistema de mediación respectivo del cliente deberá convertirlos a formatos ASCII para

que puedan ser tratados normalmente por su sistema de facturación, según los campos que sean de su interés.

3.5 Topología general

Basado en la arquitectura descrita en el ítem anterior la topología general del sistema será como se muestra.

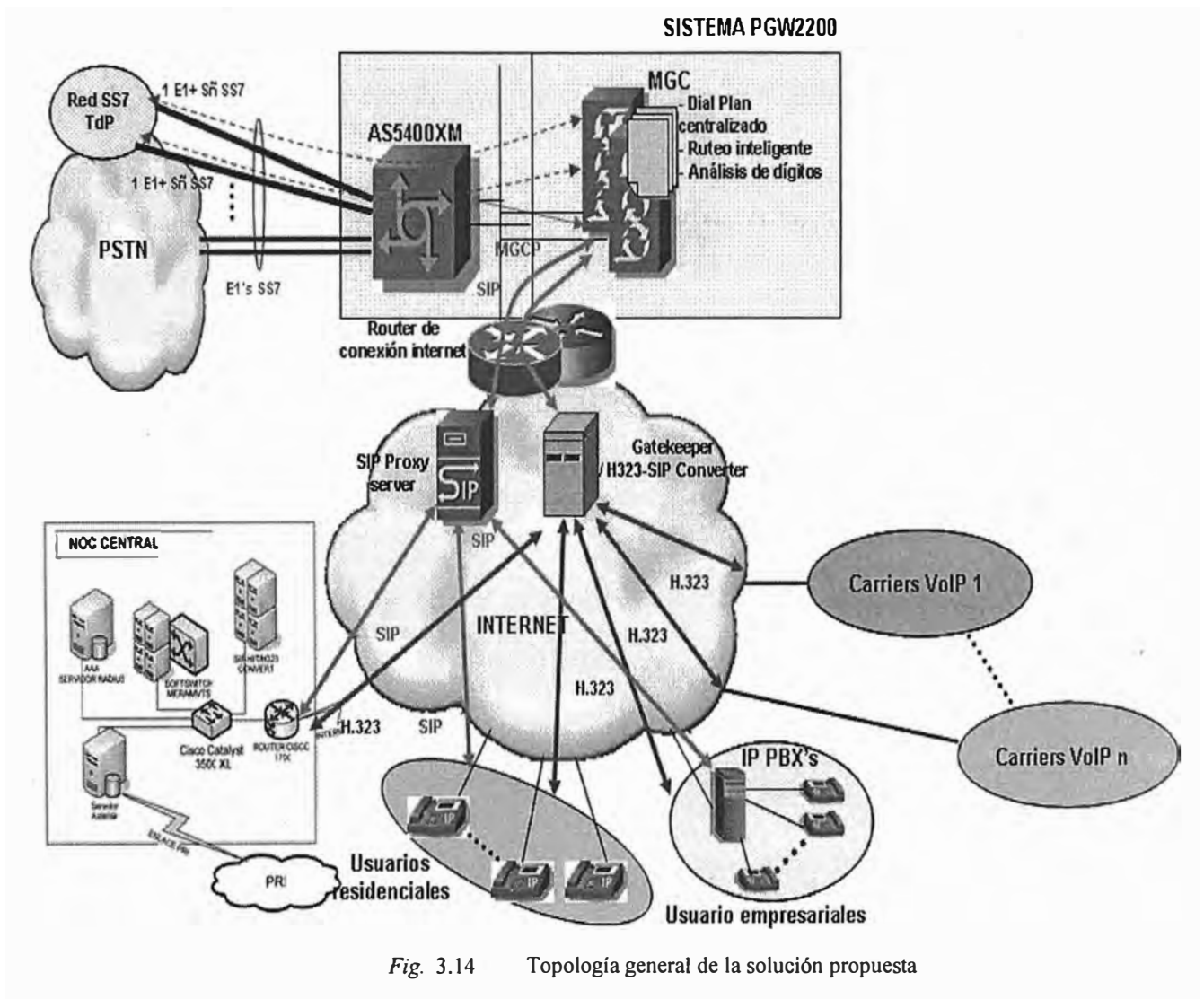


Fig. 3.14 Topología general de la solución propuesta

Adicionalmente se presenta la topología a un mediano plazo considerado el crecimiento en las otras provincias.

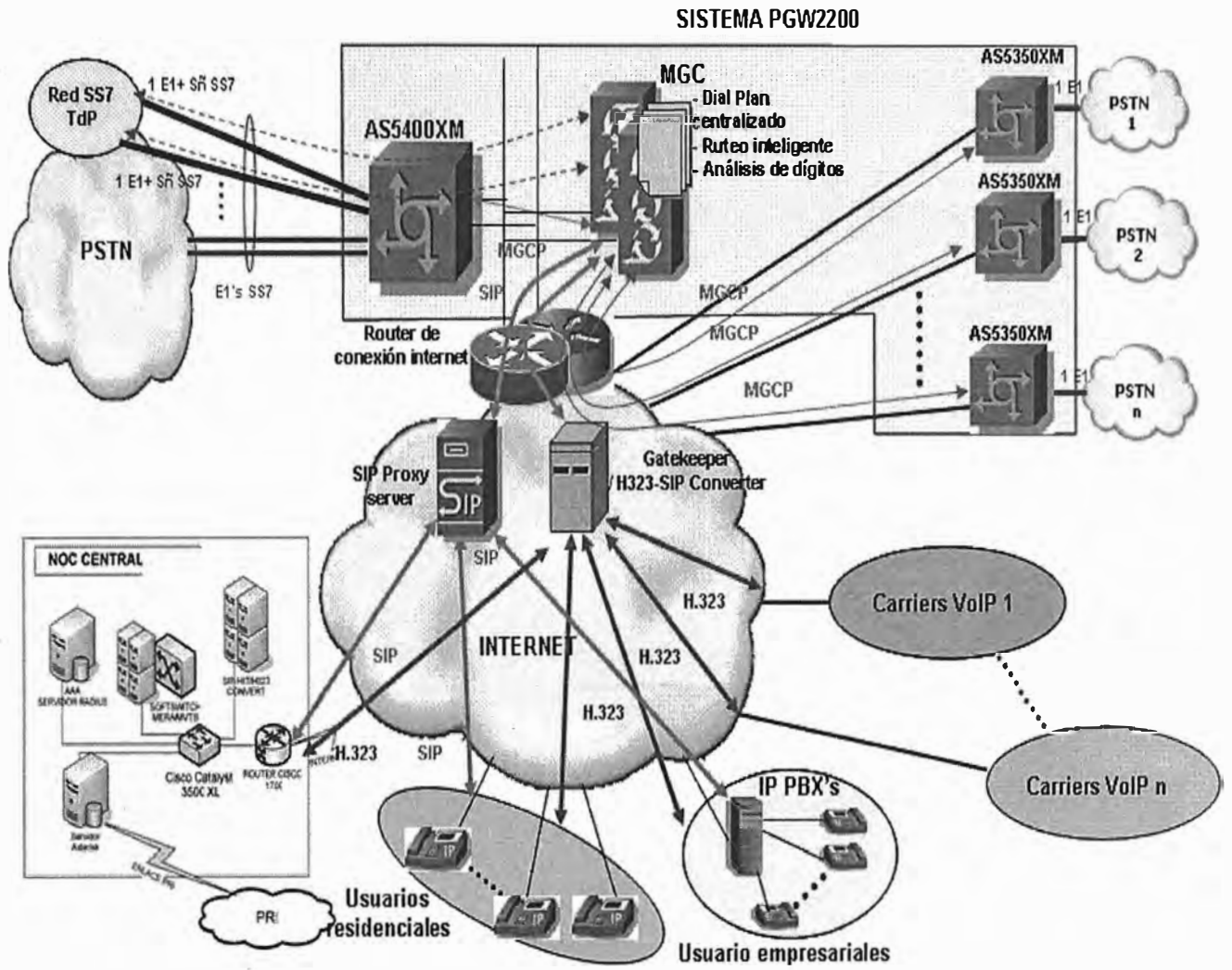


Fig. 3.15 Solución con crecimiento a provincias en el mediano plazo

CAPÍTULO IV

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN

Para el desarrollo e implementación de la plataforma descrita anteriormente haremos uso de la descripción de los alcances de las tareas a llevarse a cabo, así como el cronograma de trabajo indicado.

4.1 Plan de trabajo

Considerando los diversos trabajos en la red, se establece a continuación el plan de trabajo a ser seguido durante el desarrollo del proyecto. Para que una implementación de este tipo sea exitosa es necesario que se identifique plenamente el gerente del proyecto de parte del implementador, así como de parte del nuevo operador. Igualmente será necesario considerar un equipo de trabajo técnico de ambas partes durante el desarrollo de las tareas.

4.1.1 Reunión de inicio de proyecto y planeamiento

En esta reunión se dará inicio al proyecto identificando adecuadamente los gerentes o coordinadores encargados. Igualmente será necesario establecer el plan de comunicación entre los participantes, a fin de identificar las formas de escalamiento necesarias ante cualquier inconveniente.

Por experiencias de otros proyectos en la región es necesario y mandatorio que el nuevo proveedor defina al menos un equipo de dos ingenieros involucrados en el proyecto, para que posteriormente manejen el sistema PGW2200.

En la fase de planeamiento se concensuará con el nuevo proveedor la forma como debe realizarse la maqueta de pruebas para poderse interconectar con Telefónica del Perú. Igualmente se debe establecer el plan de enrutamiento de las llamadas para que puedan ser configurados durante la fase de implementación. Es sumamente importante que el ingeniero líder del nuevo proveedor de servicios establezca lo más exacto posible, las diversas opciones de enrutamiento para sus llamadas de voz, así como las rutas de desborde ante congestión

	Task Name	Duration
1	<input type="checkbox"/> Implementación PGW2200 Nuevo Proveedor	59 days
2	<input checked="" type="checkbox"/> Reunión kickoff inicial	1 day
3	<input type="checkbox"/> Planeamiento	40 days
4	<input checked="" type="checkbox"/> Análisis y estudio de informaciones en sitio	4 days
5	<input checked="" type="checkbox"/> Planeamiento del Dial Plan	2 days
6	<input checked="" type="checkbox"/> Presentación del Plan	0 days
7	<input checked="" type="checkbox"/> Revisión y observaciones del nuevo proveedor	2 days
8	<input checked="" type="checkbox"/> Análisis y estudio de informaciones: Plan Final Definitivo	3 days
9	<input checked="" type="checkbox"/> Planeamiento: Maqueta de pruebas y migración final	4 days
10	<input type="checkbox"/> Presentación y conformidad del Plan Final de Acción	0 days
11	<input checked="" type="checkbox"/> Informaciones complementarias	1 day
12	<input checked="" type="checkbox"/> Requerimiento de cambio de SS7	1 day
13	<input checked="" type="checkbox"/> Entrega del dial plan final por Nuevo Proveedor	1 day
14	<input checked="" type="checkbox"/> Revisión y planeamiento con el dial plan final	7 days
15	<input checked="" type="checkbox"/> Documentación de planeamiento	13 days
16	<input type="checkbox"/> Fin de planeamiento general	0 days

Tabla 4.1 Cronograma de inicio del proyecto y planeamiento

4.1.2 Implementación general

Durante esta etapa se desarrolla en campo toda la serie de configuraciones necesarias para que el sistema ínter opere con la red de Telefónica del Perú, lo cual será el primer objetivo.

Una vez establecido los vínculos de señalización SS7 y haber realizado satisfactoriamente las pruebas de interconexión, se procede a realizar la configuración del plan de enrutamiento de llamadas.

17	☐ Implementación	49 days
18	✓ Instalación física	3 days
19	✓ Configuración inicial básica	3 days
20	✓ Ejecución y desarrollo Plan Provisional	4 days
21	✓ Ventana de atención post implementación Plan Provisional	2 days
22	Fin de puesta en producción Plan Prov Extendido	0 days
23	✓ Reconfiguración SS7 para provincias	7 days
24	✓ Prueba SS7 con las provincias y dial plan prov extendido	5 days
25	☐ Ejecución y desarrollo del plan de acción	26 days
26	✓ Configuraciones de prueba: VoIP, terminación PSTN y CDRs	6 days
27	✓ Validaciones de registros CDR y observaciones de pruebas	4 days
28	✓ Migración del servicio de terminación de llamadas: Carriers	3 days
29	✓ Migración del servicio de preselección	3 days
30	✓ Migración del servicio Prepago y Postpago	4 days
31	✓ Revisión y absolución de observaciones y pruebas finales	2 days
32	✓ Fin de puesta en producción	0 days
33	✓ Ventana de atención post implementación	4 days
34	✓ Documentación de implementación	8 days
35	✓ Fin de implementación	0 days
36	Fin del proyecto	0 days

Tabla 4.2 Cronograma de implementación y cierre

4.2 Actividades

A continuación se describirán los servicios de instalación que son considerados como actividades de la implementación:

4.2.1 Instalación física (común a todos los equipos)

- Desembalaje, chequeo de inventario de los equipos embalados.
- Verificación de las tensiones de alimentación.
- Verificación de las condiciones de adecuación climática y ambiental del sitio de instalación.
- Raqueado de los equipos.
- Conexión de los cables de alimentación a la toma de alimentación provista en el rack.

- Conexión de los cables provistos con los equipamientos a los puertos cableados provistos en rack.
- Conexión de consola y cables accesorios.
- Ejecución de rutina de autotesteo en power-on.
- Validación de la operación del equipo.

4.2.2 Configuración básica

- Chequeo de la versión de sistema operativo de los equipos, y carga de la correcta versión, de ser necesario.
- Carga de las direcciones IP y demás parámetros de direccionamiento de la red.
- Resguardo de la configuración de los equipamientos.
- Verificación de la conectividad de la red (pings) desde los equipos instalados hacia distintos dispositivos destino (IP de los mismos provistas por el cliente).
- Introducción de las Passwords básicas para su funcionamiento.

4.2.3 Puesta en Servicio

Se contempla los siguientes ítems

- Ítem: Todos los AS5XXX
 - Configuración de Voice: VOIP, QoS, Troncales de voz
 - SNMP.
 - Configuración de protocolos de Routing.

- Para la configuración de las troncales E1 de voz se requerirá asistencia del personal técnico de la TELCO prestadora del link hacia la PSTN.
- Configuración de protocolo para el control de llamadas, conexión hacia el Softswitch controlador.
- Configuración del dial-plan, el cual deberá estar previamente definido al momento de iniciar la instalación.
- Ítem: ITP-L's y SLT's (embebidos y separados en cajas distintas)
 - Configuración de Voice : SS7, QoS.
 - SNMP.
 - Configuración de Redundancia.
 - Configuración de protocolos de Routing.
 - Configuración de hasta los enlaces de señalización SS7 hacia la PSTN por cada ITP-Ls, 2 (dos) en total.
 - Para la configuración del link SS7 se requerirá asistencia de personal técnico de la TELCO prestadora del link hacia la PSTN.
 - Configuración de protocolo para el control de la señalización.
- Ítem: PGW2200
 - Instalación de sistema operativo Sun Solaris 10 y parches adecuados para la aplicación PGW2200 (Call Control).
 - Instalación del software de aplicación, versión 9.7.3.
 - Instalación de parches de la aplicación en todos los equipos.
 - Configuración de seguridad para el acceso al management.

- Configuración de los enlaces SS7 hacia la PSTN a través de los ITP-L's separados y los embebidos en los AS5400XM.
- Para la configuración del link SS7 hacia la PSTN se requerirá asistencia de personal técnico de la TELCO prestadora del link hacia la PSTN.
- Ítem: IP2IPGW
 - Configuración de los dial peers requeridos
 - Configuración de políticas de Call Admisión Control (reserva de ancho de banda) entre las zonas.
 - Configuración de la traducción de señalización H323-SIP
 - Configuración de hasta dos (2) VLAN's por equipo.
 - SNMP.
 - Configuración de protocolos de Routing

4.3 Metodología y documentación

A fin de garantizar una adecuada implementación se seguirá la siguiente metodología:

- Levantamiento de información para la planificación e implementación en campo del documento generado en la etapa de reingeniería del diseño.
- Realización de la maqueta de pruebas en la red del cliente y verificación de resultados.
- Resolución de reparos y observaciones
- Planeamiento para la puesta en producción
- Implementación del dial plan y migración final

Se considera adicionalmente la documentación de toda la configuración realizada en la implementación. No están consideradas documentaciones adicionales sean manuales operativas o guías de cualquier tipo que no sean provistas por el fabricante.

CAPÍTULO V

IMPACTO ECONÓMICO Y USOS FUTUROS

En esta parte vamos a revisar temas económicos relacionados a la tecnología softswitch que nos ayuden a entender los factores que la justifiquen, así como usos futuros de la plataforma y tendencia relacionadas.

5.1 Mejores costos: softswitch vs. Tandem clase 4

La tecnología softswitch es simplemente más barata que una central tradicional de clase 4, esto se refleja en temas relacionados al grado de inversión y a los gastos de operación, mantenimiento y aprovisionamiento (OAMP).

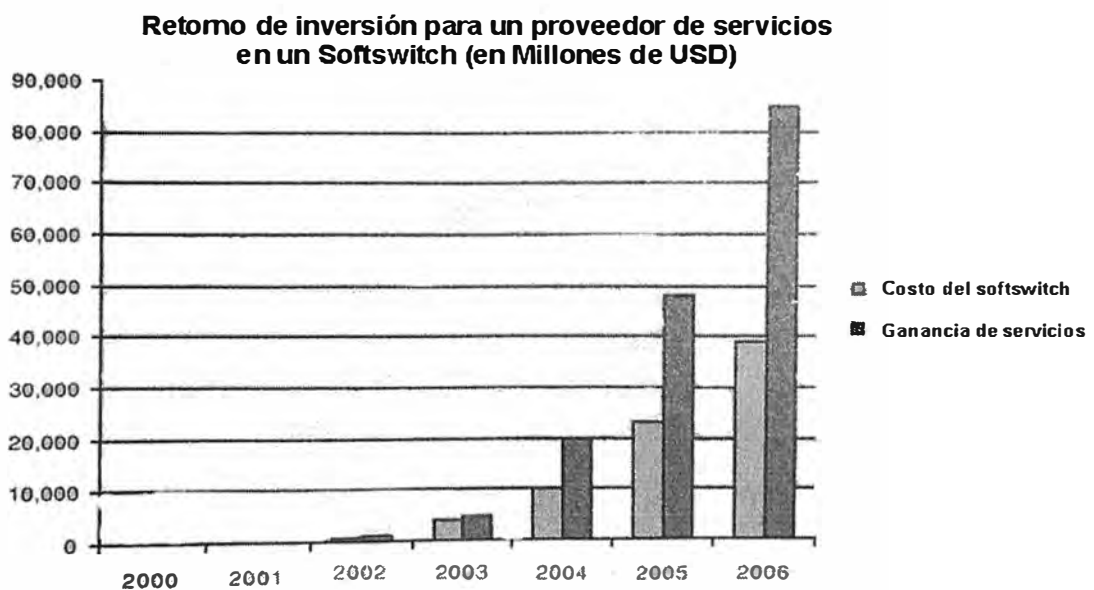


Fig. 5.1 Proyecciones del retorno sobre inversión para softswitch (Fuente: Frost & Sullivan)

Aberdeen Group ha encontrado que los proveedores de servicios competitivos desembolsan alrededor del 60 a 70 por ciento del total de sus gastos en OAMP. Por tanto manejar una red vía una solución basada en softswitch desde un centro de operaciones origina considerables ahorros en costos y tiempos.

5.1.1 Ahorro del ancho de banda

La PSTN transmite las llamadas de voz usando una tasa de 64 Kbps. Usando una variedad de codificadores de voz codificadote y decodificadores (codecs) una conversación típica puede ser comprimida para usar mucho menos ancho de banda.

Estándar	Tasa de transferencia (Kbps)
G.711	64
G.721	16, 24, 32, 40
G.728	16
G.729	8
G.723.1	5.3, 6.3

Tabla 5.1 Codecs de voz y sus tasas de compresión

En la tabla anterior se muestran los principales codecs definidos por la ITU-T. Al respecto debemos considerar que su selección esta principalmente definida por el compromiso de calidad respecto del ancho de banda a optimizar.

Al respecto debemos recordar que los codecs de audio se caracterizan por los siguientes parámetros:

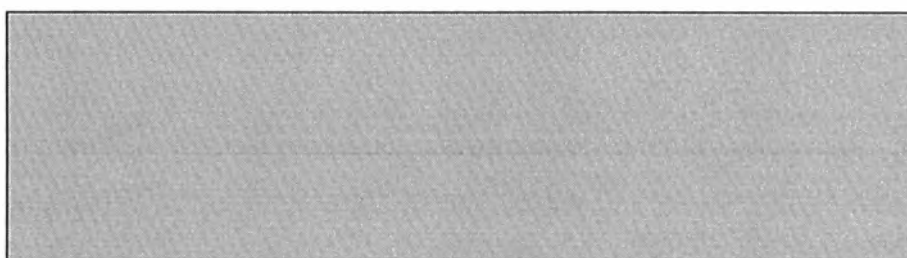
- Número de canales: un flujo de datos codificado puede contener una o más señales de audio simultáneamente. De manera que puede tratarse de audiciones "mono" (un canal), "estéreo" (dos canales, lo más habitual) o multicanal. Los codecs de audio multicanal se suelen utilizar en sistemas de entretenimiento "cine en casa" ofreciendo seis (5.1) u ocho (7.1) canales.

- Frecuencia de muestreo: de acuerdo con el teorema de Nyquist, determina la calidad percibida a través de la máxima frecuencia que es capaz de codificar, que es precisamente la mitad de la frecuencia de muestreo. Por tanto, cuanto mayor sea la frecuencia de muestreo, mayor será la fidelidad del sonido obtenido respecto a la señal de audio original. Por ejemplo, para codificar sonido con calidad CD nunca se usan frecuencias de muestreo superiores a 44,1 kHz, ya que el oído humano no es capaz de escuchar frecuencias superiores a 22 kHz.
- Número de bits por muestra. Determina la precisión con la que se reproduce la señal original y el rango dinámico de la misma. Se suelen utilizar 8 (para un rango dinámico de hasta 45 dB), 16 (para un rango dinámico de hasta 90 dB como el formato CD) o 24 bits por muestra (para 109 a 120 dB de rango dinámico). El más común es 16 bits.
- Pérdida. Algunos codecs pueden eliminar frecuencias de la señal original que, teóricamente, son inaudibles para el ser humano. De esta manera se puede reducir la frecuencia de muestreo. En este caso se dice que es un codec con pérdida o lossy codec (en inglés). En caso contrario se dice que es un codec sin pérdida o lossless codec (en inglés).
- El parámetro tasa de bits o bit-rate es el número de bits de información que se procesan por unidad de tiempo, teniendo en cuenta la frecuencia de muestreo resultante, la profundidad de la muestra en bits y el número de canales. A causa de la posibilidad de utilizar compresión (con o sin pérdidas), la tasa de bits no puede deducirse directamente de los parámetros anteriores

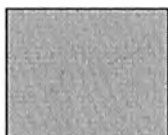
De los anterior y basado en las experiencias de campos de muchas de las implementaciones, se llega prácticamente a la conclusión que los codecs más usados son G.723.1, G.729 y su variante G.729a.

5.1.2 Ahorro de espacio físico

Un conjunto de dispositivos que conforman el sistema softswitch ocupan mucho menos espacio físico que una implementación basada en centrales tradicionales. Por tanto si traducimos esto en disponibilidad física para otras plataformas, veremos que no sólo se obtiene un ahorro si no que también una ganancia ya que puedo utilizar la misma locación para la provisión de otros servicios. Aquí el concepto, costo por metro cuadrado por plataforma de servicio es considerado al momento de valorizar los costos hundidos de la red y la factibilidad de obtener una mayor concentración de canales en menos espacio.



Espacio necesario para una central clase 4 de 36000DS0's (156 pies cuadrados)



Espacio necesario para un softswitch con 36000DS0's (12 pies cuadrados)

Fig. 5.2 Comparación del espacio físico requerido una central clase 4 y un softswitch con 36000 DS0's

Concepto	Central clase 4	Softswitch
Número de rack de 21 pulgadas por 36000 DS0's	13	1
Costo de renta por mes y rack	USD 1,100.00	USD 1,100.00
Total por mes	USD 14,300.00	USD 1,100.00
Total por año y por locación	USD 171,600.00	USD 13,200.00

Tabla 5.2 Una comparación del costo de renta requerido

5.1.3 Ahorro de energía

Considerando la cantidad de elementos desplegados en la arquitectura de la solución, un sistema softswitch emplea mucho menos energía por la misma cantidad de DS0's comparado a una central tradicional tandem. Esto lo podemos visualizar en la siguiente tabla.

Concepto	Central clase 4	Softswitch
Número de rack de 21 pulgadas por 36000 DS0's	13	1
Costo de renta por mes y rack para una energía de 20 amps a USD 20/amp	USD 400.00	USD 400.00
Total por mes	USD 5,200.00	USD 400.00
Total por año y por locación	USD 62,400.00	USD 4,800.00

Tabla 5.3 Comparativo de costo en consumo de energía

5.2 Usos futuros

5.2.1 Redes multiservicios y NGN

Las redes de la siguiente generación (NGN, Next Generation Network) tienden a unificar el gran backbone de la red y sus mecanismos de control para construir un único medio de comunicación. Dentro de este esquema el softswitch cumple un papel fundamental al momento de realizar la convergencia de los servicios de telefonía y datos.

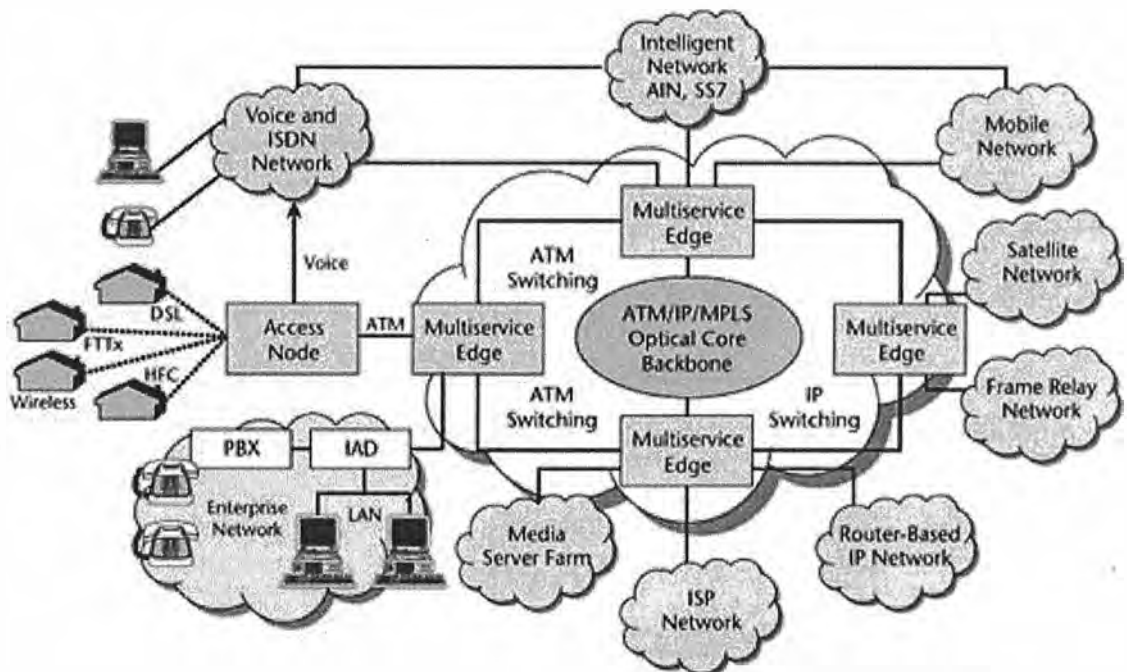


Fig. 5.3 Esquema de una red multiservicio futura (fuente: Telecommunications Essentials [9])

Como se discutió en los capítulos iniciales la tecnología softswitch provee la separación del plano de control respecto al plano propio de las media y de los servicios. Esto permite ser independiente de la red de acceso y por tanto contribuir a la convergencia de la red hacia un único punto inicial de control.

Con esto podemos por ejemplo en el caso de un operador que ya cuenta con Softswitch orientar sus futuros negocios a brindar telefonía inalámbrica, para lo cual despliega su red (directa o vía terceros) hacia los usuarios finales de cualquier

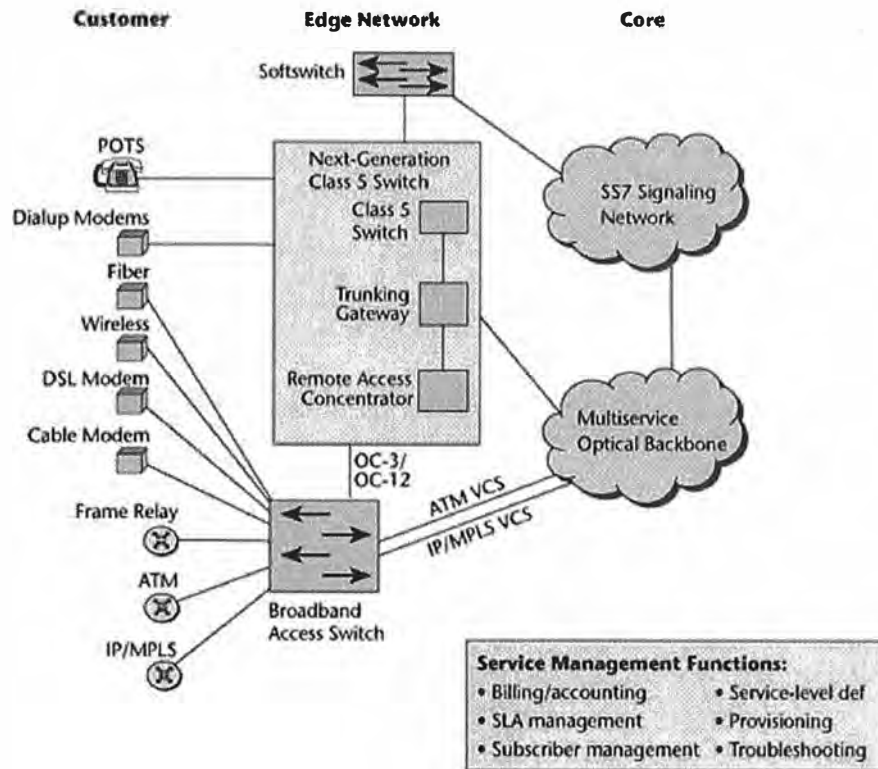


Fig. 5.4 Accesos considerado para una red NGN (fuente: Telecommunications Essentials [9])

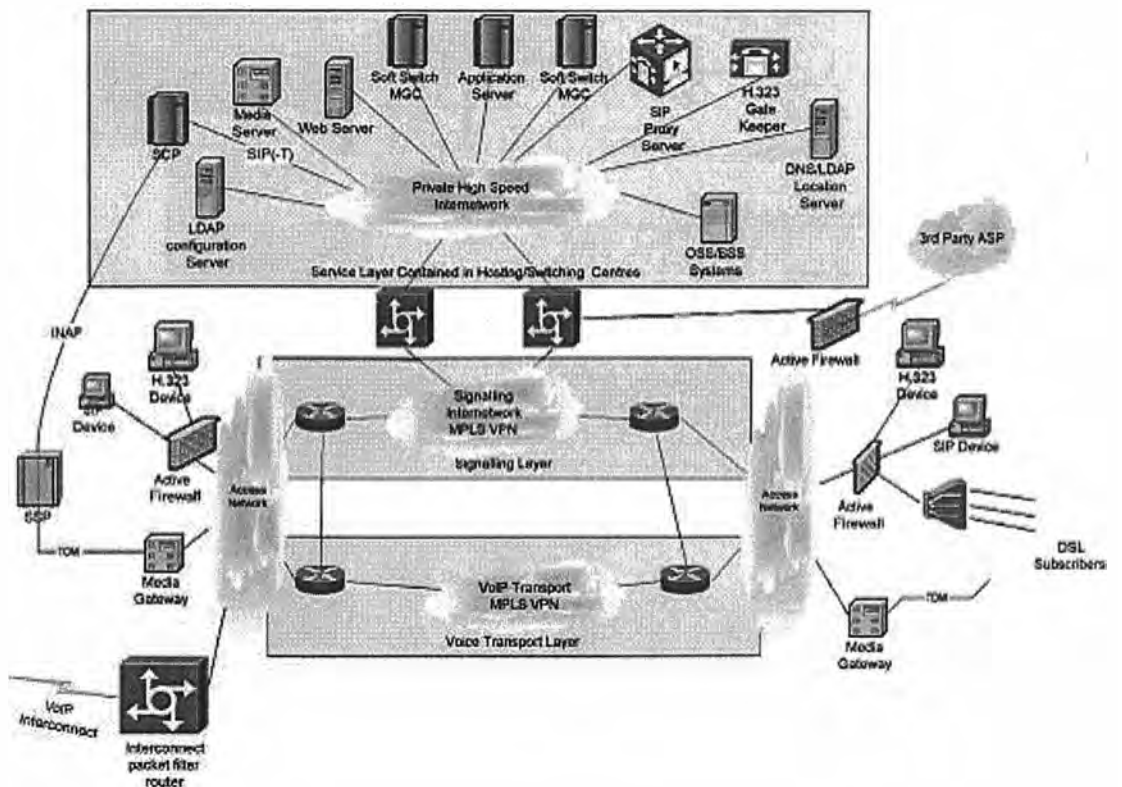


Fig. 5.5 Arquitectura genérica para una red NGN (fuente: The IMS [16])

5.2.2 IP Multimedia Subsystem (IMS)

La evolución de los servicios basados en IP ha generado una aceleración de la convergencia en los servicios. Dentro de esto y siguiendo el camino marcado por el softswitch, surge el Subsistema Multimedia en IP (IMS), el cual orienta la NGN a conseguir el tan ansiado control único.

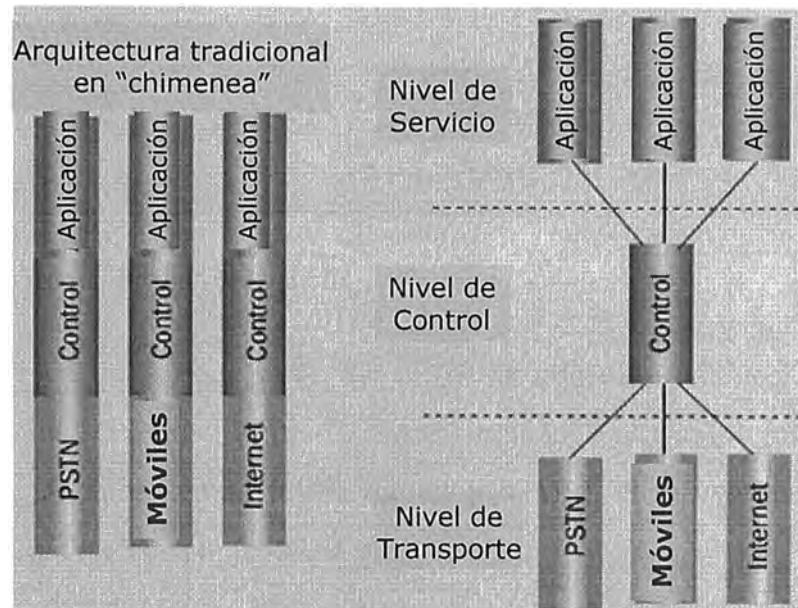


Fig. 5.6 Arquitectura genérica para IMS

Como el IP Multimedia Subsystem (IMS) forma parte del núcleo de la arquitectura de las nuevas redes Next Generation Networking (NGN), estas son capaces de proporcionar servicios multimedia fijos y móviles. En lo relativo a telefonía, para establecer la comunicación de voz emplean una variante de Voz sobre IP (VoIP) y softswitches, basada a su vez en una variante de SIP que fue normalizada por el 3GPP. Estas redes NGN pueden establecer llamadas con el Servicio Telefónico Disponible al Público (STDP) actual, tanto si es de conmutación de circuitos como de conmutación de paquetes.

IMS no solamente sirve para proporcionar nuevos servicios. Lo que realmente pretende es servir para **todo tipo de servicios**, tanto actuales como futuros, que se puedan prestar por Internet. IMS permitirá que los operadores e ISP puedan controlar y facturar cada uno de los servicios. Y que cuando los usuarios se desplacen puedan

utilizar todos los servicios que disponen cuando están en ubicaciones fijas. Para conseguirlo, IMS utiliza protocolos estándar, aprobados por IETF. De modo que una sesión multimedia entre dos usuarios IMS, entre un usuario IMS y otro que esté en Internet, o entre dos usuarios que estén en Internet se efectúa usando los mismos protocolos. Además, los que desarrollen aplicaciones o servicios también lo harán sobre el protocolo IP.

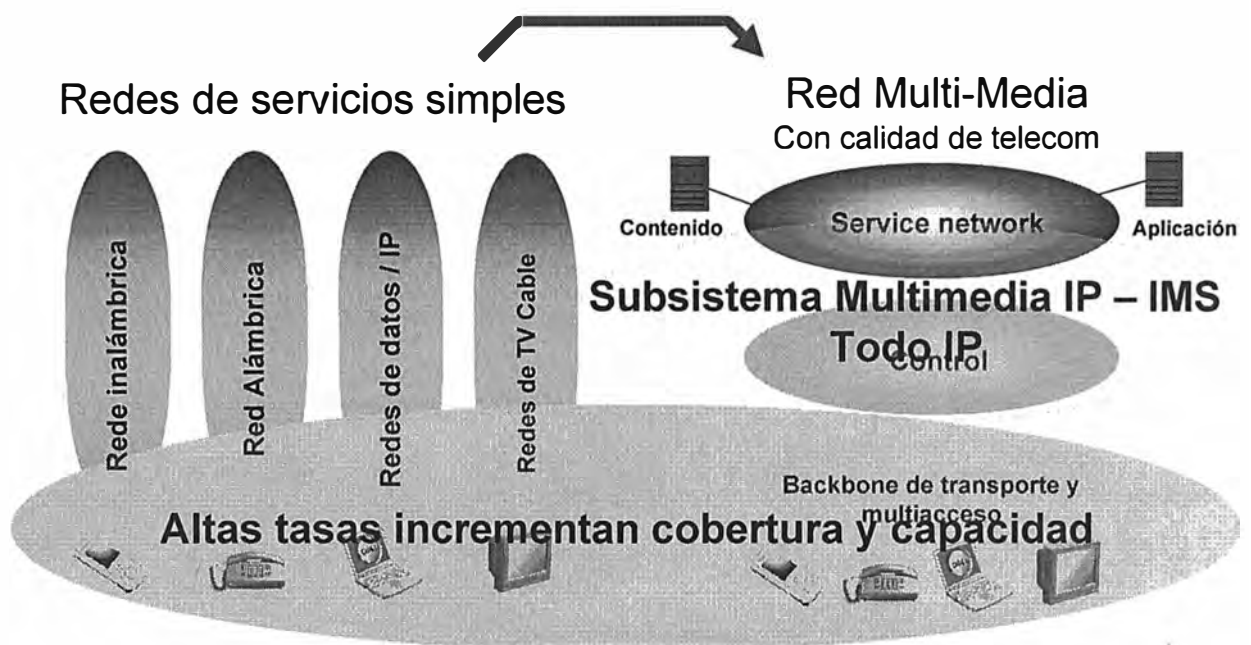


Fig. 5.7 Nuevo modelo de negocio con IMS

De este modo IMS realmente hace que el mundo IP de Internet converja con la telefonía móvil celular; porque emplea dos técnicas de acceso radio a) celular para dar el acceso en movilidad b) WiFi para proporcionar acceso fijo, (Capas inferiores del paradigma OSI y TCP/IP) y técnicas de Internet (TCP/IP) para prestar los servicios (Capa superior del paradigma OSI y TCP/IP).[16]

Un IMS es una colección de diferentes entidades que realizan diversas funciones y poseen variadas interfaces las que son agrupadas en una única red administrativa para

el IMS. Finalmente el concepto original de softswitch es asimilado por esta arquitectura pero amplifica sus alcances al control inteligente de cualquier servicio.

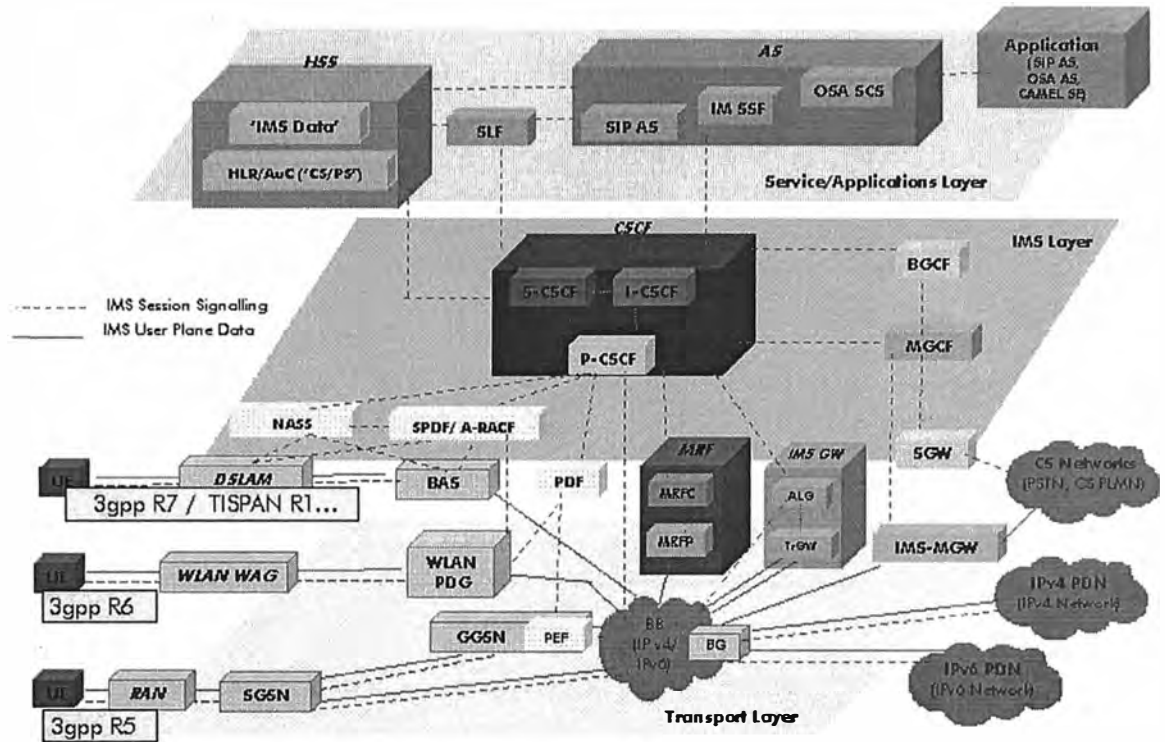


Fig. 5.8 Arquitectura IMS 3GPP/TISpan (fuente:datasheet Netcentrex, Comverse Inc., www.comverse.com)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Debido a la tendencia general de convergencia de las redes de comunicaciones y el desarrollo acelerado del hardware y software, condiciona que los nuevos operadores de servicios públicos de telefonía ofrecer mejores y nuevos servicios acompañado de un menor costo para sus usuarios finales. En el mundo actual en donde las economías de escala dominan el entorno, definitivamente criterios como ahorros de costos operativos, tiempo de retorno de la inversión, escalabilidad económica a demanda, son preponderantes al momento de elegir una tecnología de red.

A continuación detallamos las principales conclusiones y recomendaciones derivadas del presente informe.

1. Actualmente los proveedores de servicios de telecomunicaciones tratan de estar cerca de sus clientes, explorar sus necesidades y responder a ellas. Los operadores tienen grandes proyectos en mente, como Internet móvil y los servicios de tercera generación (3G), por tanto están enfocados a brindar accesibilidad y disponibilidad a los sistemas de comunicaciones de las empresas y usuarios residenciales.

2. La comunicación, disponibilidad y seguridad son las necesidades a cubrir, tanto para las empresas que desean garantizar la seguridad de sus comunicaciones, información corporativa y personal; en cambio los usuarios residenciales prefieren disponibilidad y comunicación a un menor coste.
3. Los servicios basados en IP (Internet Protocol) se convertirán en una de las fuentes de ingresos más importantes para los proveedores de servicios durante los próximos años. La tecnología IP permite un aumento de la velocidad en el desarrollo de aplicaciones, creando nuevas oportunidades para las operadoras, y ofrece un entorno abierto que facilita el despliegue de servicios individualizados para cada consumidor.
4. El Softswitch es la pieza central en la Red de Telefonía IP para proveedores de servicios, el puede manejar inteligentemente, procesar llamadas y proveer servicios diferenciados.
5. Como el servicio de voz se soporta sobre la red de paquetes IP, será necesario que los nuevos operadores puedan asegurar su disponibilidad de operación incluyendo elementos redundantes y mecanismos que aseguren la calidad del servicio en IP (Ejm.: LLC, CBWFQ, etc).
6. El sistema Softswitch se puede integrar a las redes actuales, habilitar los mismos servicios de larga distancia (números800, bloqueo de destinos, calling cards, VPN) y telefonía local (servicios de emergencia, correo de voz, llamadas en espera, etc.) que hoy en un día ofrece un switch tradicional. Sin embargo paulatinamente se agregarán nuevos servicios complementarios que permitirán en un futuro reemplazar casi por completo a los equipos tradicionales.
7. El nuevo operador puede utilizar, a los desarrolladores de terceras partes para crear nuevos servicios, por lo que pueden lanzar esas nuevas aplicaciones e innovaciones a su base de clientes rápidamente. Esto parte

de la ventaja funcional de contar con una arquitectura de protocolos abierta.

8. La seguridad es otro elemento importante a considerar dentro de la red IP del softswitch, ya que típicamente se usa la Internet para el tráfico de la voz, por tanto su buen diseño inicial prevendrá de estar expuestos ante posibles fraudes (conexiones no permitidas) y controlar las terminaciones de llamadas. Posteriormente se recomienda mantener una práctica de observación constante para evitar nuevas modalidades de ataque con un procedimiento claro hacia el personal encargado de la operación de red.
9. Se recomienda que en nuevas conexiones futuras hacia otros operadores vía IP, primero se realicen las pruebas de validación en un ambiente controlado (por ejemplo un Gateway independiente) y una vez asegurado la compatibilidad de las funcionalidades realizar su puesta en producción. Esto con el fin de prevenir realizar cambios abruptos en el Media Gateway Controller.
10. Considerando que el manejo de un sistema softswitch requiere sólidos conocimientos de redes PSTN, IP y VoIP, será necesario que los ingenieros que realicen el diseño, implementación y posterior mantenimiento estén adecuadamente capacitados.

ANEXO A:
DESCRIPCIÓN DEL CISCO PGW2200

Cisco dispone de una solución distribuida que permite la conectividad SS7 de una red de Gateways de Voz sobre IP utilizando Cisco PGW 2200 Softswitch.

La solución realiza entre otras las siguientes funciones:

- Conexión directa de los gateways de voz a la PSTN en una interconexión del tipo peer-to-peer.
- Permite ínter operar con gateways de voz H.323/SIP y gatekeepers /Proxy Server.
- Permite utilizar gateways de voz desplegados en forma centralizada o distribuida
- Permite manejar un esquema distribuido para terminar la señalización siempre y cuando se cumplan los requerimientos de QoS.
- Funcionalidades de Switching de terminación y originación
- En el modo call control se puede explotar al máximo el manejo de los campos de señalización SS7

A.1.- Componentes

La plataforma PGW 2200, en general, esta formada por seis componentes, de los cuales los cuatro (4) componentes siguientes son necesarios e imprescindibles:

- El software Cisco Media Gateway Controller (MGC), el cual es instalada en los servidores SUN Microsystems
- Cisco IP Transfer Point – LinkExtender (ITP-L) que fuera anteriormente conocido como Cisco Signaling Link Terminals (SLTs), es el componente que funciona propiamente como gateway señalización SS7 (hasta nivel MTP2). Ya que convierte en paquetes IP los mensajes de SS7 que son intercambiados entre la re de voz sobre IP y la Red de Telefonía Publica (PSTN) y viceversa.

- Equipamiento de LAN switching para la interconexión IP de los elementos que componen la solución Cisco PGW 2200. Es importante señalar que este componente debe ser totalmente redundante ya que conformará el camino por donde se intercambiarán los paquetes entre los diversos componentes de la plataforma.
- Gateways de Voz sobre IP para terminar los canales vocales y hacer la conversión de tecnología TDM a IP.

A continuación se especifican los componentes opcionales:

- El componente H.323 Signaling Interface (HSI) le permite a la plataforma PGW 2200 cuando se configure en modalidad Call Control la interacción con una red H323. En la solución propuesta no se contempla la inclusión de este componente ya que todo el tráfico H323 será convertido por el Unified Border Element, el cual es un tipo de SBC que permite interconectar la plataforma con el mundo IP externo.
- Productos de administración e intermediación de facturación, los cuales incluyen Cisco MGC Node Manager, Cisco Voice Services Provisioning Tool (VSPT), y el Cisco Billing and Measurement Server (BAMS). En el caso de la administración una alternativa adicional es realizarlo vía acceso de consola y en el caso del intermediador de facturación puede ser realizado directamente por otra aplicación desarrollada en un sistema tal que extraiga los CDR del MGC y los convierta a archivos ASCII.

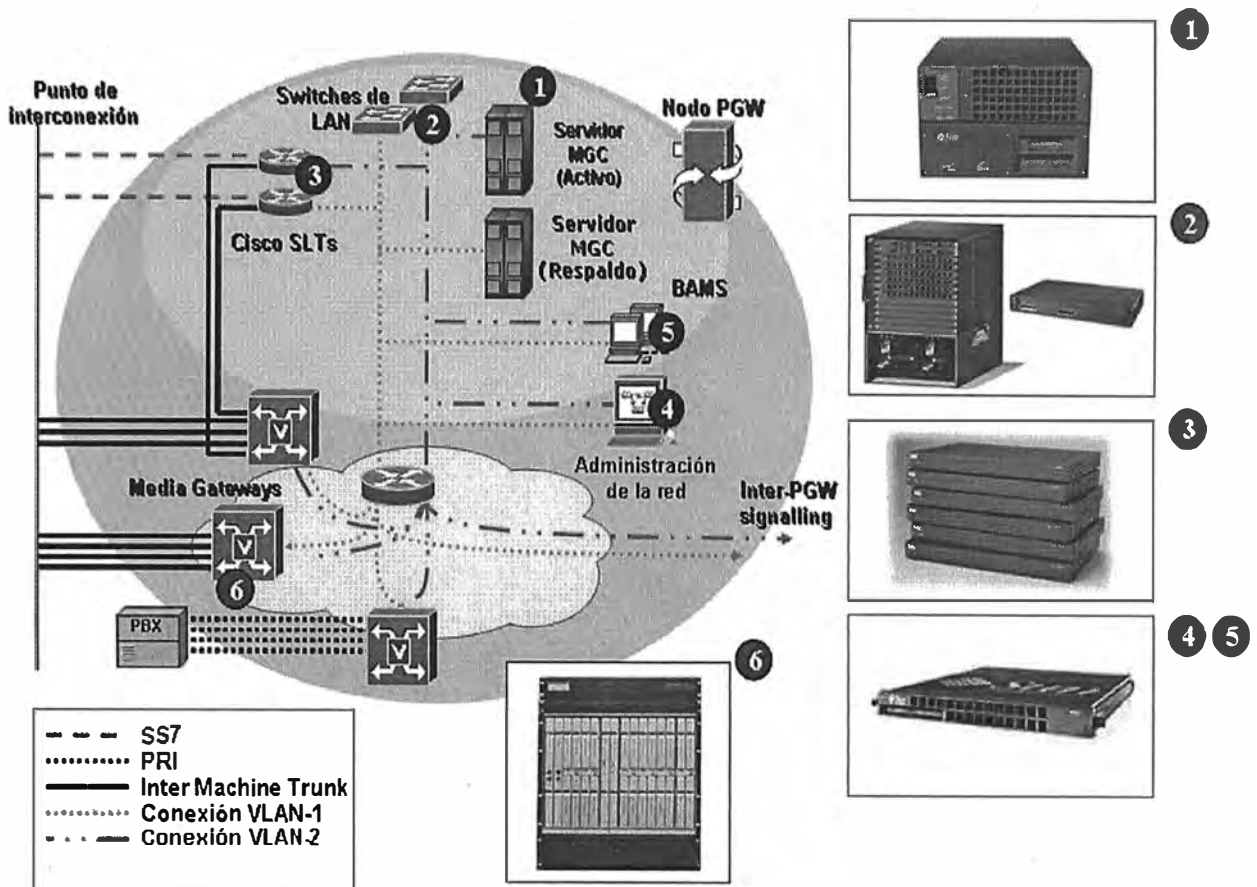


Fig. A.1 Componente de la plataforma PGW2200

A.2.- Modos de operación

La plataforma Cisco PGW 2200 puede ser configurada para operar en dos modos: Signaling y Call Control.

- **En el modo Signaling**, la plataforma realiza la extracción de la información del canal de señalización de los links SS7 y la envía en formato Q.931+ a través de la red IP a los Gateways Universales de Voz de la serie AS53XX y/o AS54XX. La información es analizada por los gateways y utilizando los protocolos H323 y SIP generan la mensajería necesaria para que las llamadas sean originadas o terminadas en la Red de Telefonía Pública (PSTN). En este modo los gateways de voz realizan funciones avanzadas de manipulación de dígitos, negociación de codecs y fundamentalmente pueden interactuar simultáneamente con redes SIP y H323.

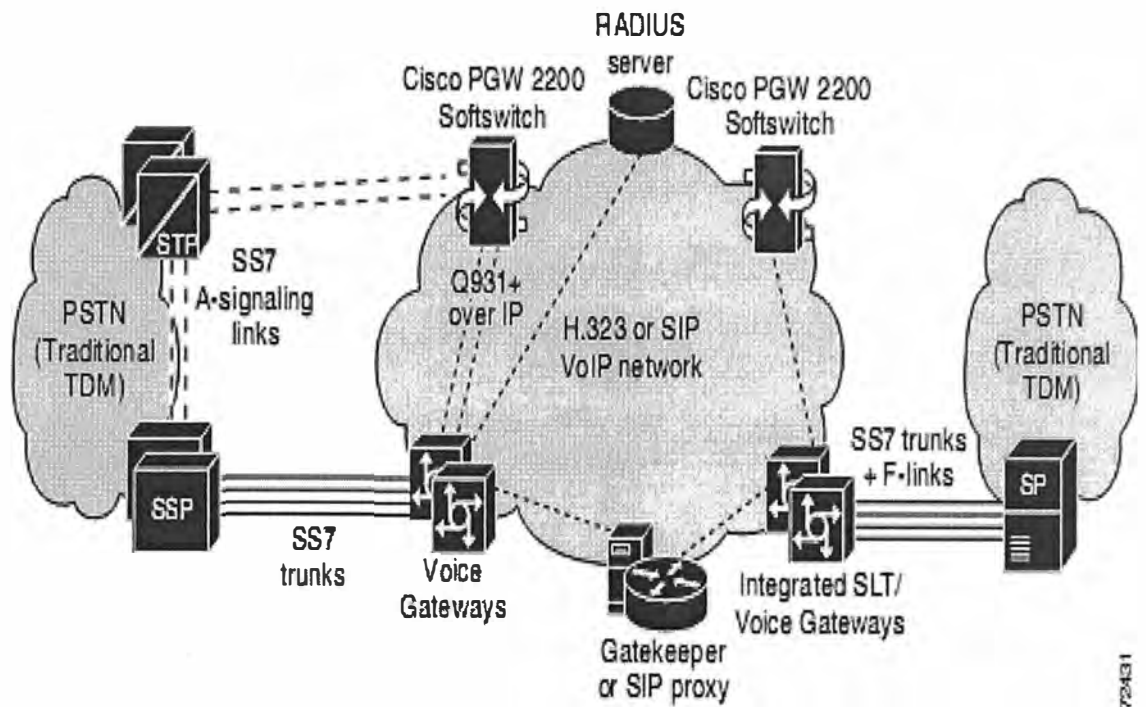


Fig. A.2 Topología genérica para un modo signaling (fuente: datasheet PGW2200, Cisco Systems, www.cisco.com)

- **En el modo Call Control**, la plataforma PGW 2200 actúa como un Media Gateway Controller, brindando servicios centralizados de análisis de numeración, ruteo y señalización de interworking para la PSTN dejando a los Gateways de Voz sólo funciones de conversión de media. En este modo la plataforma soporta gateways de alta densidad tales como Cisco MGX 8850 y permite un manejo más rico de los diversos campos de SS7 para la toma de decisión de enrutamiento de la llamada.

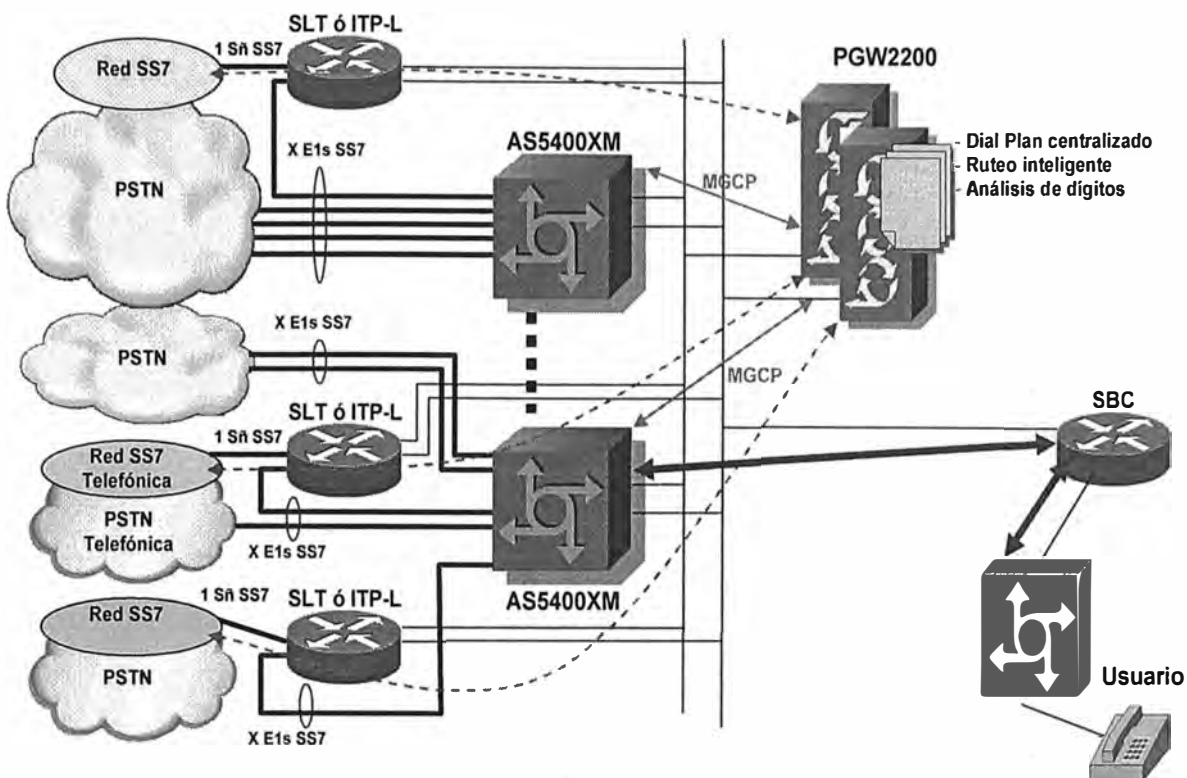


Fig. A.3 Topología genérica para un modo call control

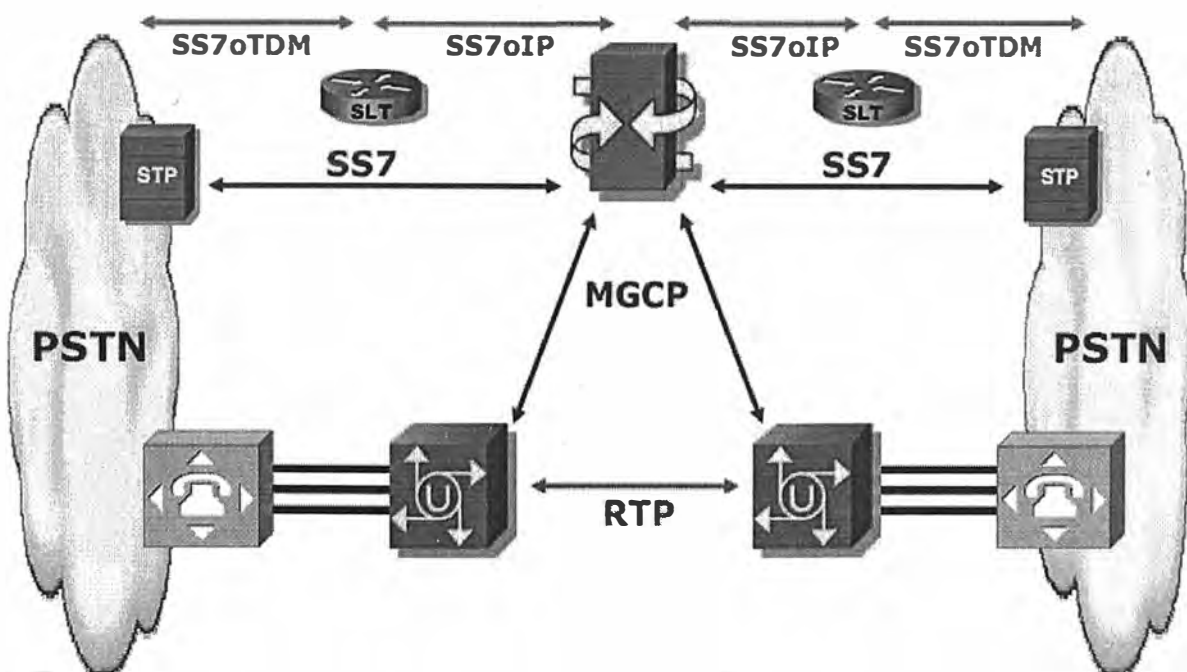


Fig. A.4 Aplicación genérica de transporte de voz en modo call control

ANEXO B:
CARACTERÍSTICAS DEL GATEWAY AS5400XM

DSP Feature Card	Low Complexity Codecs	Medium Complexity Codecs	High Complexity Codecs
Cisco AS5400XM High-Density Packet Voice/Fax Feature Card with Six AS5X-PVDM2-64 DSP Module Slots (AS5X-FC)	<ul style="list-style-type: none"> • G.711 mu-law • G.711 a-law • Fax pass-through • Modem pass-through • Clear channel codec 	<ul style="list-style-type: none"> • G.729 a • G.729 ab • G.726 16K, 24K, 32K • T.38 Fax Relay • Cisco Fax Relay 	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptive Multi-Rate AMR-NB 4.75K, 5.15K, 5.9K, 6.7K, 7.4K, 7.95K, 10.2K, 12.2K, SID • G.723.1 5.3K, 6.3K • G.723.1A 5.3K, 6.3K • G.728 • Modem Relay
Maximum Channel Capacity per Feature Card (AS5X-FC)	384	192	144

Tabla B.1 Codecs soportados por el AS5400XM con placas High-Density Packet Voice/Fax Feature Card (fuente: Cisco Systems, www.cisco.com)

DSP Feature Card	Codecs
Cisco AS5400XM Voice/Universal Port Feature Card (AS5XM-VUFC-108NP, AS5XM-VUFC-60NP)	<ul style="list-style-type: none"> • G.711 mu-law • G.711 a-law • Fax pass-through • Modem pass-through • Clear channel codec • G.723.1 5.3K, 6.3K • G.726 16K, 24K, 32K • G.729ab, G729a • GSM-FR • T.38 Fax Relay
Maximum Channel Capacity per Universal Port Feature Card for All Codec Types	<ul style="list-style-type: none"> • 60 per AS5XM-VUFC-60NP • 108 per AS5XM-VUFC-108NP

Tabla B.2 Codecs soportados por el AS5400XM con placas Universal Port Feature Card (fuente: Cisco Systems, www.cisco.com)

Feature	Benefit
Up to 24 T1, 20 E1, or CT3 (672) Voice Sessions Up to 16 T1/E1 or CT3 (648) Remote Access Sessions Multiple Egress Interface Types	<ul style="list-style-type: none"> • Offers superior density in a compact form factor that is easy to deploy
High-Density Packet Voice/Fax Feature Card and DSP Module	<ul style="list-style-type: none"> • Provides two 10/100/1000BASE-T Ethernet LAN connections • Provides two 8-MB serial connections • Provides trunk feature cards • Offers stackable design—low initial cost • Offers a universal port solution in one product
Universal Port DSPs	<ul style="list-style-type: none"> • Offers expanded codec and feature support for new, innovative services • Enables higher density configurations • Improves price/performance for intelligent packet voice services
Built-In Resiliency	<ul style="list-style-type: none"> • Provides flexibility in deploying services—voice, fax, dialup, and ISDN termination • Service providers can deliver universal services on any port at any time • Provides hot-swappable cards and spare DSPs • Offers redundant power supply option • Offers three redundant backhaul methods • Provides thermal management and environmental monitoring • Provides four fans in a tray • Improves network and service availability, reducing time and money lost because of outages

Tabla B.3 Características de hardware del AS5400XM (fuente: Cisco Systems, www.cisco.com)

Feature	Description
Processor	<ul style="list-style-type: none"> • 750-MHz RISC processor
Memory	<ul style="list-style-type: none"> • 512-MB synchronous dynamic RAM (SDRAM) (default) • 128-MB compact flash memory (system and boot flash memory) • 256-KB secondary cache
Feature Card Slots	<ul style="list-style-type: none"> • Seven slots • PCI slot for future expansion
Egress Ports	<ul style="list-style-type: none"> • Two 10/100/1000BASE-T Gigabit Ethernet ports • Two 8-Mbps serial ports • T1/E1 DS-1 trunk feature cards • CT3 trunk feature cards

Tabla B.4 Datos del sistema para un AS5400XM (fuente: Cisco Systems, www.cisco.com)

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Franklin D. Ohrtman. SOFTSWITCH, ARCHITECTURE FOR VOIP. McGraw-Hill Networking. Segunda Edición. 2006
- [2] Daniel Collins. CARRIER GRADE VOICE OVER IP. McGraw-Hill Networking. Segunda Edición. 2004.
- [3] Bhumip Khasnabish. IMPLEMENTING VOICE OVER IP. Wiley Interscience, a Jhon Wiley & Sons Inc. Publication. 2004
- [4] Web Proforum Tutorial. LOCAL EXCHANGE SOFTSWITCH SYSTEM: SOFTSWITCH AND PACKET VOICE. Artículo del Internacional Engineering Consortium. <http://www.iec.org>
- [5] James Yu. SOFTSWITCH FOR VOICE TANDEM SERVICE: BROADBAND AND NARROWBAND INTERWORKING. Artículo de Sea Light Inc. – IEEE. 2004.
- [6] Hughes Software Systems. *CHALLENGES FOR BUILDING SOFTSWITCHES*. Artículo de Hughes Software Systems Inc. Marzo 2001. <http://www.hssworld.com>
- [7] Yuan Chao. SOFTSWITCH: PROMOTE PSTN EVOLVING FROM CIRCUIT-BASED TO PACKED-BASED NETWORK. Academia China de Telecomunicaciones. Artículo de la 33va Conferencia del Consejo de Comunicaciones de Asia. Noviembre 2005.

- [8] Bob Mellman. FROM SOFTSWITCHING TO IMS: ARE WE THERE YET?. Revista Business Communications Review. Abril 2006.
- [9] Lillian Goleniewski, Kitty Wilson Jarrett. TELECOMMUNICATIONS ESSENTIALS. Addison Wesley Professional – Pearson Education Inc. Segunda Edición. 2007
- [10] John R. Abrahams and Mauro Lollo. CENTREX OR PBX: THE IMPACT OF IP. Artech House. 2004
- [11] Michael Bayer. COMPUTER TELEPHONY DEMYSTIFIED. McGraw-Hill Professional. 2001
- [12] Henry Sinnreich, Alan B. Johnston. INTERNET COMMUNICATIONS USING SIP. Wiley Publishing, Inc. 2006.
- [13] Boletín. SOLUCIONES DE REDES IP: SUBCONTRATACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD SOFTSWITCH. Verisign Inc. 2004
- [14] Shaojian Fu and Mohammed Atiquzzaman, University of Oklahoma. SCTP: STATE OF THE ART IN RESEARCH, PRODUCTS AND TECHNICAL CHALLENGES. IEEE Communications Magazine – Pag. 64-76. Abril 2004. Vol. 42. Nro. 4.
- [15] Daniel Minoli. VOICE OVER MPLS. McGraw-Hill Networking. 2003
- [16] Miikka Poikselka, Georg Mayer, Hisham Khartabil y Aki Niemi. THE IMS: IP MULTIMEDIA CONCEPT AND SERVICES. Wiley Publishing, Inc. Segunda Edición. 2006