

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA LA EXTENSIÓN DE LA VIDA
ÚTIL DE REDES DE TELEFONÍA FIJA**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

JAVIER ANTONIO PRUDENCIO VIDAL

PROMOCIÓN

1995 - II

LIMA – PERÚ

2007

**CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA LA EXTENSIÓN DE LA VIDA ÚTIL
DE REDES DE TELEFONÍA FIJA**

A mi madre y esposa por su apoyo y comprensión.

A mis adoradas niñas: Pamela y Vanessa, que son el orgullo de mi vida

A mis profesores por su aporte en nuestra formación académica,

a quienes recuerdo con mucho aprecio.

Javier Antonio Prudencio Vidal

SUMARIO

El presente informe presenta y analiza las consideraciones técnicas que las empresas del sector Telecomunicaciones deben tomar en cuenta para prolongar la vida útil de las Redes de Telecomunicaciones, que son utilizadas para brindar servicios de Telefonía Fija. El informe se basó en la revisión de artículos y recomendaciones de los organismos de estandarización de las Telecomunicaciones, así como el análisis de los expertos de los principales proveedores de equipos que conforman la Red Telefónica Pública Conmutada o Red PSTN (Public Switching Telephone Network), con ello se describen cuáles son las tendencias en la arquitectura de las Redes de telefonía fija, asimismo cuáles son las razones por la que una empresa de Telecomunicaciones se interese en extender su vida útil, cuáles son los factores críticos de éxito para lograr la extensión de su vida útil, finalmente cuáles son los principales aspectos a considerar para una integración gradual a las Redes de Nueva Generación o Redes NGN (Next Generation Networks). Las conclusiones del informe indican que la consideración técnica más importante para garantizar la extensión de la vida útil de una Red de Telefonía Fija, es desarrollar un plan para optimizar la Red PSTN, teniendo en cuenta los siguientes principios: Maximizar el aprovechamiento de hardware instalado, preparar los elementos existentes en la Red para que también puedan integrarse a la NGN principalmente como elementos de acceso, cubrir la nueva demanda con equipos preparados para incorporarse a Redes NGN y considerar como objetivo final el establecimiento de una estructura de red multimedia en donde convergen los diferentes servicios de telecomunicaciones.

INDICE GENERAL

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN **1**

- 1.1. Objetivos del informe 2
- 1.2. Contribución y limitaciones del informe 2
- 1.3. Contenido del informe 3

CAPITULO II

MARCO CONCEPTUAL **5**

- 2.1. La Red Telefónica Pública Conmutada 5
 - 2.1.1. Arquitectura de la Red PSTN* 5
 - 2.1.2. Establecimiento de una llamada telefónica en la Red PSTN* 7
- 2.2. La Interfaz V5 9
 - 2.2.1. Arquitectura de la Red de Acceso con Interfaz V5* 10
 - 2.2.2. Establecimiento de una llamada telefónica en la Interfaz V5* 11
- 2.3. Redes de Nueva Generación 12
 - 2.3.1. Arquitectura de Nueva Generación* 13
 - 2.3.2. Establecimiento de una llamada telefónica en las Redes NGN* 15

CAPITULO III

FACTORES CLAVES PARA PROLONGAR LA VIDA ÚTIL DE LAS REDES PSTN **18**

- 3.1. Convergencia de Redes 18
- 3.2. Análisis de casos de optimización y migración de Redes PSTN 22
- 3.3. Optimización de las Redes de Telecomunicaciones en Países en Desarrollo 32
 - 3.3.1. Tendencia 1: Optimización de la Red Telefónica Pública Conmutada* 32

3.3.2. <i>Tendencia2: Evolución de la Red IP</i>	34
3.3.3. <i>Tendencia 3: Tráfico Voz Sobre IP internacional de larga distancia</i>	35
3.3.4. <i>Plan de evolución a NGN</i>	36
3.4. Conclusiones del capítulo	39

CAPITULO IV

CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA LA EXTENSIÓN

DE LA VIDA ÚTIL DE REDES DE TELEFONÍA FIJA **41**

4.1. Maximizar el aprovechamiento del hardware instalado en la Red PSTN	41
4.1.1. <i>Centrales de Conmutación Obsoletas</i>	41
4.1.2. <i>Transformación de las Centrales de Conmutación existentes para su integración futura a las Redes NGN</i>	43
4.1.3. <i>Optimización de las Centrales de Conmutación Cabeceras</i>	44
4.2. Soporte Técnico y Mantenimiento de la Red de Conmutación	47
4.3. Expansión de la Red con Elementos integrables a las Redes NGN	48
4.4. Evolución de la Red PSTN a NGN	50
4.4.1. <i>Escenarios de Evolución de la Red de Telefonía Fija</i>	50
4.4.2. <i>Evolución a NGN basado en IMS</i>	54
4.4.3. <i>Evolución de la Red de Acceso xDSL a NGN</i>	55
4.4.4. <i>Escenarios para la evolución del control y señalización de la Red</i>	56
4.4.5. <i>Escenario de Evolución de los Sistemas de Tarificación</i>	57

CAPITULO V

LINEAMIENTOS DE UNA PROPUESTA DE APLICACIÓN

PARA OPTIMIZAR LAS REDES DE TELEFONÍA FIJA **59**

5.1. Optimización de la Red PSTN	59
5.1.1. <i>Centrales de Conmutación Obsoletas</i>	60
5.1.2. <i>Transformación de las Centrales de Conmutación existentes para su integración futura a las Redes NGN</i>	60
5.1.3. <i>Optimización de las Centrales de Conmutación Cabeceras</i>	60
5.2. Evolución de la PSTN	61
5.2.1. <i>Topología de la Red Propuesta</i>	61

<i>5.2.2. Premisas Establecidas</i>	63
<i>5.2.3. Criterios Definidos</i>	65
CONCLUSIONES	68
ANEXO A	71
ANEXO B	75
ANEXO C	83
BIBLIOGRAFÍA	102

LISTA DE TABLAS

2.1. Infraestructura de la Red PSTN en Operadores de Telecomunicaciones	07
2.2. Responsabilidades de la Red de Acceso y Central Local	10
2.3. Funciones de los elementos más importantes de una Red NGN	14
3.1. Distribución de líneas en un Operador de Telecomunicaciones	26
4.1. Tecnologías de Centrales de Conmutación	42
4.2. Tiempos de respuesta para el Soporte del Proveedor	47

LISTA DE FIGURAS

1.1. Diagrama de desarrollo del presente informe	04
2.1. Arquitectura genérica de una Red PSTN	06
2.2. Señalización de una llamada entre líneas de una misma Central	08
2.3. Señalización de una llamada entre líneas de Centrales diferentes	08
2.4. Interconexión de la Red de Acceso a través de la interfaz V5	09
2.5. Arquitectura de una Red de Acceso que utiliza interfaz V5	10
2.6. Tipos de Canales y protocolos en la Interfaz V5	11
2.7. Señalización de una Llamada en la Interfaz V5	12
2.8. Arquitectura de una Red NGN	14
2.9. Establecimiento de una llamada en la Red NGN	16
3.1. Arquitectura Simplificada de una Red Convergente	19
3.2. Arquitectura de la Red PSTN de un Operador de Telecomunicaciones	23
3.3. Arquitectura de la Red NGN según Ericsson	24
3.4. Costos de la conectividad en la Red NGN de un Operador	25
3.5. Costos relevantes en la implementación de una Red NGN	26
3.6. Configuración SS7 entre la PSTN y NGN	28
3.7. Evolución de la Red PSTN Clase IV (1)	29
3.8. Evolución de la Red PSTN Clase IV (2)	30
3.9. Evolución de la Red PSTN Clase IV (3)	30
3.10. Evolución de la Red PSTN Clase V	31
3.11. Optimización de la Red Telefónica Pública Conmutada	33
3.12. Evolución de la red IP	34
3.13. Red de Voz sobre IP	36
3.14. Migración de nodos de acceso	38
3.15. Evolución de la Red	39
4.1. Centrales 'Obsoletas removidas en una red PSTN	43
4.2. Transformación de Centrales para integración a la Red NGN	44
4.3. Accesos V5.2 integrables a las Redes NGN	49
4.4. Utilización de Unidades Remotas compatibles en Redes NGN	49
4.5. Consolidación de una Red PSTN para su evolución a NGN	51
4.6. Escenario 1 para la evolución de una Red PSTN a una Red NGN	52
4.7. Escenario 2 para la evolución de una Red PSTN a una Red NGN	53

4.8. Escenario 3 para la evolución de una Red PSTN a una Red NGN	54
4.9. Evolución a NGN basado en IMS	55
4.10. Evolución de la Red de Acceso xDSL a NGN	56
4.11. Evolución del Control y la Señalización	57
4.12. Evolución de los Sistemas de Tarificación	58
5.1. Transformación de una Central en la Red PSTN (1)	61
5.2. Transformación de una Central en la Red PSTN (2)	62
5.3. Topología de la Red Propuesta	62
5.4. Premisas para la migración de Enlaces (1)	64
5.5. Premisas para la migración de Enlaces (2)	64
5.6. Criterios de Migración	65
5.7. Criterios de utilización de los Access Gateways	66
5.8. Consideraciones de tráfico en la Red a migrar	67

LISTA DE ANEXOS

A. Arquitectura de la red PSTN de Operadores de Telecomunicaciones	71
B. Tecnología de Redes de Acceso de Banda Ancha	75
C. Descripción del protocolo SIP	83

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

Los Operadores de Telecomunicaciones en los países en desarrollo (Latinoamérica) se están enfrentando a muchos desafíos. Uno de los mayores y más importante es prolongar la vida útil de las infraestructuras actuales y saber como migrar a las redes de nueva generación en el momento oportuno, todo ello en un escenario de pocas inversiones, incertidumbre de la demanda, tarifas telefónicas fijadas por el gobierno, en tiempos en los que el control de costos es sumamente importante, y en donde se busca ofrecer nuevos servicios a los clientes al tiempo que se intenta mantener los flujos de ingresos provenientes de los servicios existentes.

En esta situación actual del mercado es difícil para un operador justificar la inversión de un plan de migración de su Red PSTN hacia una Red de Nueva Generación. La inversión existente en la Red PSTN, en cable de fibra, en equipos de transmisión, cables submarinos, bucles de cobre, centrales telefónicas, etc. son un enorme activo que no parece probable poderse reemplazar completamente. Aunque financieramente fuera posible reemplazar toda la infraestructura de la PSTN, las tareas prácticas de instalar el nuevo equipamiento, probarlo, y emigrar los clientes y el tráfico actuales sería una tarea imposible de completar en un corto período de tiempo. Por último una gran cantidad de clientes residenciales, no necesitarán servicios avanzados de vídeo y datos o al menos no estarán dispuestos a pagar el costo adicional por conectar a “alta velocidad” sus hogares. Sólo un porcentaje de los clientes residenciales serían clientes potenciales de los servicios de las Redes de Nueva Generación. Por lo tanto será esencial, para las Operadoras, planificar las estrategias de migración a las Redes de Nueva Generación de forma que sus inversiones se vean protegidas, se reutilice toda la infraestructura de la PSTN que sea posible, como consecuencia se busque prolongar la vida útil de su Red PSTN.

Considerando lo expuesto, en este informe se analizará que es posible diseñar un plan de extensión de la vida útil de las Redes PSTN, con una actualización que maximice el aprovechamiento de hardware instalado, prolongando su vida útil, preservando de esta

manera la parte más significativa de las inversiones realizados en una Red PSTN, asimismo que minimice el coste operacional de la actualización, preservando el cableado físico, reduciendo las operaciones de remodelación de equipos y considere la renovación gradual de los equipos de tal modo que puedan integrarse a la red de nueva generación.

1.1. Objetivos del Informe

El objetivo general del informe es analizar y presentar las consideraciones técnicas que las empresas del sector Telecomunicaciones deben tomar en cuenta para prolongar la vida útil de las Redes de Telecomunicaciones que son utilizadas para brindar servicios de Telefonía Fija (PSTN) optimizándola para su integración a las redes de nueva generación. Asimismo se presentan los lineamientos de una propuesta de aplicación para optimizar la Red PSTN en un Operador de Telecomunicaciones.

Con la finalidad de alcanzar el objetivo general, se ha propuesto responder las siguientes preguntas específicas:

- ¿Cuáles son las tendencias en la Arquitectura de las Redes de Telecomunicaciones que brindan los servicios de telefonía fija?
- ¿Cuáles son las razones por la que una empresa de Telecomunicaciones se interese en extender la vida útil de las Redes PSTN?
- ¿Cuáles son los factores críticos de éxito para prolongar la vida útil de las Redes PSTN en una Empresa del Sector Telecomunicaciones?
- ¿Cuáles son las consideraciones técnicas que se deben tomar en cuenta para extender la vida útil de las Redes PSTN? ¿Cuáles son los principales aspectos a considerar para una integración gradual a las Redes de Nueva Generación?
- ¿Cuál es el enfoque a seguir para la aplicación de estas consideraciones en una empresa de telecomunicaciones?

1.2. Contribución y limitaciones del informe.

El presente trabajo tiene como aporte la presentación de un enfoque para optimizar las redes de telefonía fija existentes en las empresas de Telecomunicaciones, el cual es consecuencia de la necesidad de prolongar su vida útil e integrarlo a las redes de nueva generación y redes multimedia, con la finalidad de adaptarse a las nuevas tendencias en donde la convergencia de redes y servicios está marcando el desarrollo del sector Telecomunicaciones.

Así, el presente trabajo contribuirá a que las empresas de telecomunicaciones. tengan a su alcance la posibilidad de utilizar una propuesta que podrá ser considerada en el diseño y

planificación futura de su Red de Telefonía Fija, permitiendo optimizar los gastos de Operación y Mantenimiento de su red así como su inversión en nuevas Redes e incidiendo directamente en toda la gama de servicios que pueden ofrecer a sus clientes.

El informe está orientado a presentar las consideraciones técnicas para prolongar la vida útil de las redes de telefonía fija, sin embargo, existen algunos temas que no han podido ser detallados en el presente informe, y que mas bien podrán ser considerados en futuros informes a ser desarrollados. Entre los temas que no han podido ser detallados, están las estimaciones del volumen de inversión requerido para la implementación de la propuesta, el cual es difícil de ser calculado con precisión, en vista que depende en gran medida y está íntimamente relacionado con el tamaño de la Red. Además, se debe mencionar que al ser una propuesta a desarrollar en etapas, es una inversión que traerá beneficios a largo plazo, por lo que el cálculo de costo no puede ser estimado con facilidad.

1.3. Contenido del informe

En el capítulo II, se expone el marco conceptual base para el desarrollo del presente trabajo, en donde se incluye los conceptos relacionados a los nuevos estándares, tecnologías, y arquitectura de las redes de Telecomunicaciones que servirán de soporte para comprender la necesidad de aprovechar al máximo la infraestructura instalada en las redes de telefonía fija y optimizarla para su integración a las redes de nueva generación. Se describe la estructura lógica de la Red y Protocolos de la de las Redes de Nueva Generación que permitirán la identificación de las características que se tienen que satisfacer para permitir el inter-funcionamiento de las Redes PSTN con tales redes.

En el capítulo III se exponen y analizan las nuevas tendencias en las redes y servicios de Telecomunicaciones, la situación actual de las Redes PSTN de los Operadores de Telecomunicaciones, así como casos de implementación de proyectos para la optimización e integración con redes de nueva generación, que permitan identificar cuáles son los principales factores clave para prolongar la vida útil de sus redes de telefonía fija y aprovechar al máximo su infraestructura.

Sobre la base de la información presentada, en el Capítulo IV se desarrollan las consideraciones técnicas para la extensión de la vida útil de redes de telefonía fija, se presentan las recomendaciones técnicas, se analiza la compatibilidad de redes y servicios, y se describe la mejor estrategia para optimizar la red de telefonía fija.

En el Capítulo V, se formulan los lineamientos de una propuesta para prolongar la vida útil de la Red de Telefonía Fija e integrarse gradualmente a una Red de Nueva

Generación la cual podrá ser aplicada en una empresa del Sector Telecomunicaciones. Finalmente, en la siguiente sección, se especifican las conclusiones basadas en la información presentada.

Con la finalidad de mostrar el proceso de desarrollo que se sigue en el presente informe, se ha diseñado un diagrama en el cual se muestran los pasos seguidos por el autor del presente informe. La Figura 1.1 muestra el diagrama de desarrollo del presente informe.

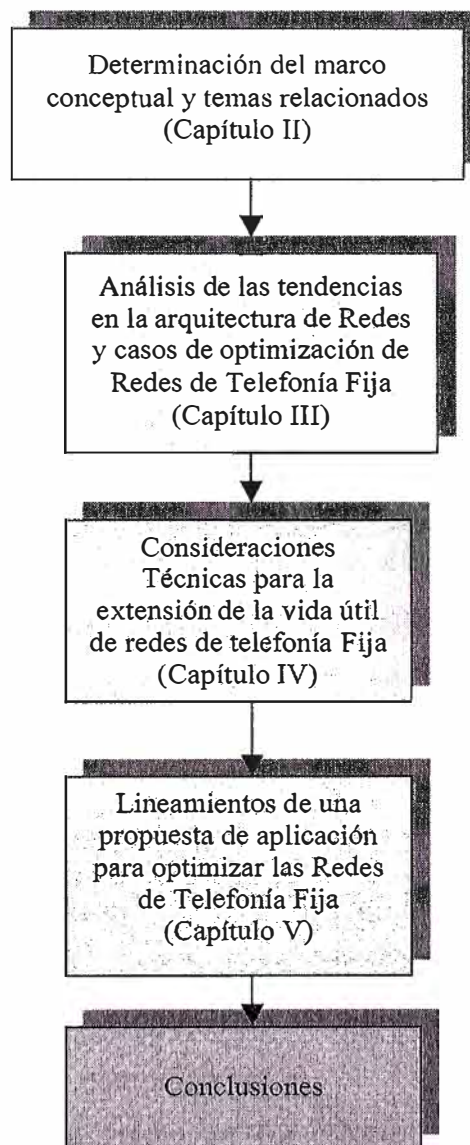


Figura 1.1. Diagrama de desarrollo del presente informe

CAPITULO II. MARCO CONCEPTUAL

El presente capítulo tiene por objetivo presentar los conceptos relacionados con la arquitectura de las redes y los protocolos de comunicación utilizados en una Red de Telefonía Fija, así como los requeridos para permitir el inter-funcionamiento de una Red PSTN con redes de nueva generación, los cuales son la base para identificar los lineamientos y consideraciones técnicas que permitan prolongar su vida útil. Con este fin, se describe la arquitectura de una red PSTN y NGN, se detallan los conceptos sobre la Interfaz V5 y se precisan los protocolos utilizados en el procesamiento de llamadas en la Red PSTN, y en las Redes de Nueva Generación.

2.1. La Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN)

La Red de Telefonía Fija, conocida formalmente como la Red Telefónica Pública Conmutada, o por sus siglas en inglés como PSTN (Public Switching Telephone Network) es aún la tecnología dominante para las telecomunicaciones en muchas partes del mundo. Los diseñadores de redes de nueva generación han aceptado la necesidad de la coexistencia de ambos tipos de redes, ello ha requerido el desarrollo de una arquitectura y una serie de protocolos para soportar la interconexión entre ambos tipos de redes.

2.1.1. Arquitectura de la Red PSTN

Una Red PSTN es una Red de Conmutación de Circuitos basados en multiplexación por división del tiempo (TDM), compuestos de Centrales Locales conocidas como Centrales Clase V, las cuales proporcionan la inteligencia del servicio de telefonía Fija y proporcionan la señalización al equipo terminal del cliente. Comúnmente estas Centrales Locales están interconectadas a través de las Centrales de Tránsito. Las Centrales de Tránsito tienen la función de concentrar el tráfico inter-centrales de un gran número de Centrales Locales, sobre un gran número de enlaces basados en TDM, conocidos como troncales. Estas Centrales de Tránsito son conocidas como Centrales Clase IV y típicamente soportan menos servicios pero son de mayor capacidad que las Centrales Locales. La figura 2.1 muestra la arquitectura típica de una Red PSTN, el diagrama

muestra como los teléfonos del cliente son conectados a una Central Local Digital Clase V (CL Central Local) a través de una Unidad Remota el cual depende de la Central Local (UR Unidad Remota). En esta Red con fines de redundancia y confiabilidad cada Central Local o Central Cabecera está conectada a dos Centrales de Tránsito (CT), estas centrales de tránsito están interconectadas utilizando una Red de Troncales de gran capacidad. Asimismo, las Centrales de Tránsito están conectadas a dos Centrales Internacionales (CI), conocidas también como Centrales Clase III, las cuales proporcionan la conexión hacia la red internacional permitiendo una comunicación mundial. En el Anexo A se presenta la arquitectura de la PSTN de distintos Operadores de Telecomunicaciones.

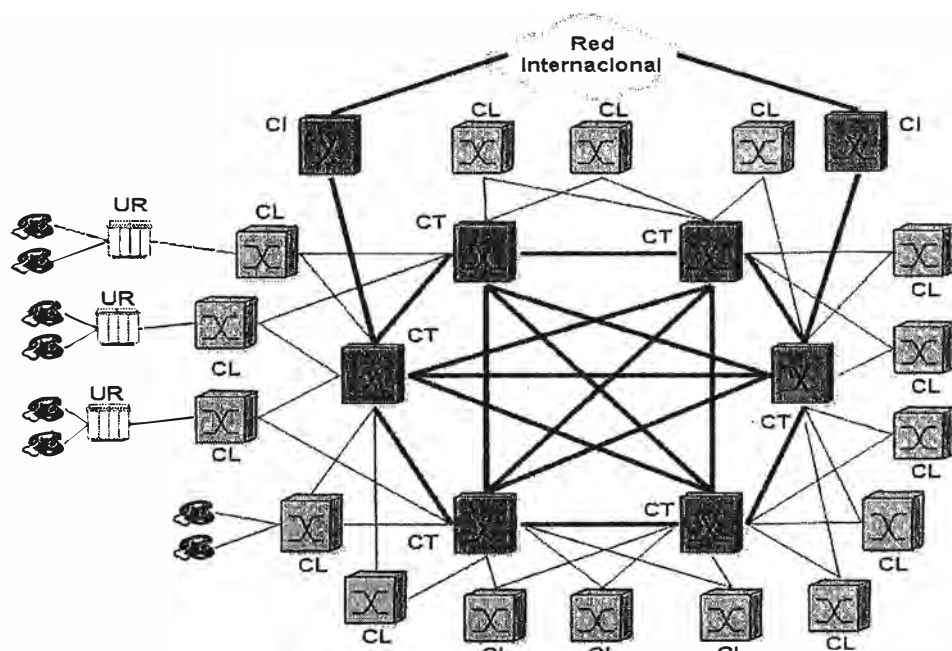


Figura 2.1. Arquitectura Genérica de una Red PSTN

Típicamente el Operador de telefonía fija dominante en un país tiene desplegada una gran infraestructura para su Red PSTN, la Tabla 2.1 muestra la infraestructura y el número de líneas con que cuentan dos Operadores Dominantes, uno en Europa y otro en Latinoamérica. Dado el tamaño de la Red y el volumen de inversión realizado es muy difícil para un Operador decidir por un cambio total de la infraestructura PSTN, mas bien deberá aprovechar al máximo el hardware instalado (Centrales mas Planta externa), y buscar una renovación gradual de acuerdo a los servicios que el mercado demande, logrando con ello la extensión de la vida útil de su Red PSTN. Una de las Tecnologías que permite esa renovación gradual es la Interfaz V5 que se describirá en la sección 2.2.

Tabla 2.1. Infraestructura de la Red PSTN en Operadores de Telecomunicaciones

Operador	Proveedor Central	Unidades Locales y Remotas de Abonado	Líneas atendidas (x1.000)
Operador A (Europa)	Nortel	334	6208
	Alcatel	326	6270
	Siemens	180	3135
	Ericsson	60	714
Operador B (Latinoamérica)	Ericsson	453	1495
	Lucent	118	739
	Neax	20	93
	Philips	7	29
	Alcatel	22	82

2.1.2. Establecimiento de una llamada telefónica en la Red PSTN

Con la finalidad de precisar los protocolos utilizados en la Red PSTN, se describe el control y procesamiento de las llamadas en dicha Red. La función de control de la llamada en una Central Telefónica es permitir la comunicación de voz punto a punto, típicamente entre dos usuarios, y proporcionar un marco para la adición de servicios de valor añadido. Las facilidades necesitadas para establecer, mantener y liberar una llamada típicamente son: Análisis de dígitos, Enrutamiento de la llamada, señalización de la llamada y facturación. La señalización de una llamada en la Red PSTN es el proceso por el cual la solicitud de servicio del usuario es transmitida a través de la Red. La señalización de una llamada es portada en numerosos protocolos, siendo la principal diferencia entre el usado en el circuito de acceso al cliente y los protocolos utilizados entre centrales. La señalización de una llamada sobre el circuito de acceso puede ser realizada a través de tonos o por cambios en el estado eléctrico de la línea (analógico), el protocolo utilizado es el DTMF (Dual Tone Multiple Frequency), para los accesos RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) la señalización es portada sobre un canal separado (Canal D) físicamente asociado con el canal del usuario (Canal B), el protocolo utilizado es el Q.931. Para la señalización entre centrales (digital) se utiliza el sistema de señalización número 7 (SS7) con mensajes transportados sobre una red de señalización separada lógicamente. El ejemplo más simple de señalización de una llamada es la realizada con una línea telefónica común. Los estados en el circuito de acceso consisten el colgado y descolgado del teléfono, indicado por las condiciones eléctricas (circuito abierto o cerrado respectivamente). Sin embargo la interpretación de las transiciones de estado depende del contexto de la llamada. Una transición inicial a descolgado en lado llamador indica la iniciación de la llamada. Un estado descolgado en el lado llamado, cuando se quiere cursar una llamada, indica línea ocupada. Sin embargo una transición a descolgado en el lado llamado durante el timbrado,

indica que la llamada ha sido respondida. La figura 2.2 resume las señales intercambiadas en los enlaces de acceso para una llamada entre líneas telefónicas de una misma central.

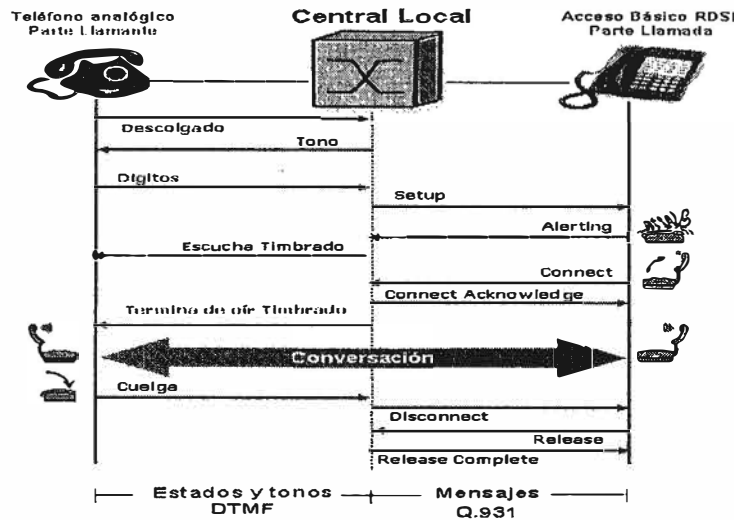


Figura 2.2. Señalización de una llamada entre líneas de una misma Central

A diferencia de la señalización en la red de acceso, la señalización entre centrales debe satisfacer una serie de requerimientos adicionales. En primer lugar debe portar información necesitada para la tarificación de la llamada. Debe portar la información que la red requiere para proporcionar los servicios a los cuales el cliente se ha suscrito. Inclusive la señalización entre centrales debe portar información, necesitada para satisfacer los requisitos regulatorios, por tal motivo es más compleja que la señalización en el enlace de acceso. La figura 2.3 muestra el flujo de mensajes para la misma llamada de la figura 2.2 asumiendo que los abonados (llamante y llamado) son atendidos por diferentes centrales.

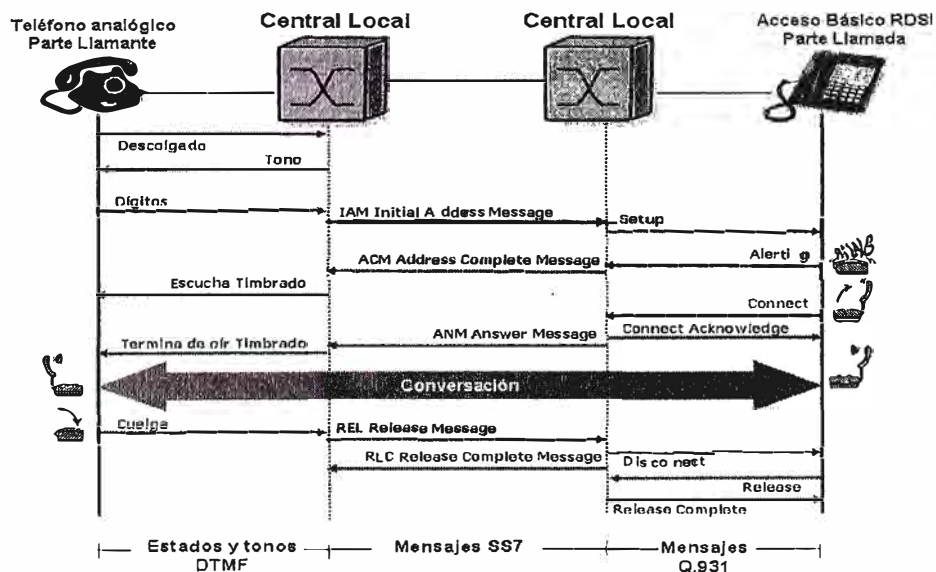


Figura 2.3. Señalización de una llamada entre líneas de Centrales Diferentes

2.2. La interfaz V5

La interfaz V5 conecta una red de acceso a la central local. La red de acceso es un sistema implementado entre la central local y el usuario, que sustituye una parte o toda la red de distribución de línea local. Las líneas de abonado ya no terminan en la central local o unidad remota de la Central Cabecera, sino en la red acceso. Es una interfaz “abierta”, esto significa que la red de acceso puede ser de distintos proveedores, independientemente del fabricante de la central local, siendo esta característica su principal fortaleza, debido a que un Operador de Telecomunicaciones podría atender la demanda de telefonía fija, implementando una red de acceso de diferente tecnología a la Central de Conmutación Local. Esta característica permite la implementación de tecnologías de acceso que son integrables a las redes de nueva generación, que en un período inicial estarían conectados a la Central de Conmutación Local, pero luego a la Red NGN, asimismo se evita el uso de los protocolos propietarios de cada fabricante de la Central, utilizados al conectar una Unidad Remota de la misma tecnología que la Central Local. (Figura 2.4). En el Anexo B se presentan diferentes tecnologías de redes de acceso, preparadas no sólo para brindar servicios de telefonía fija, sino servicios de Banda Ancha.

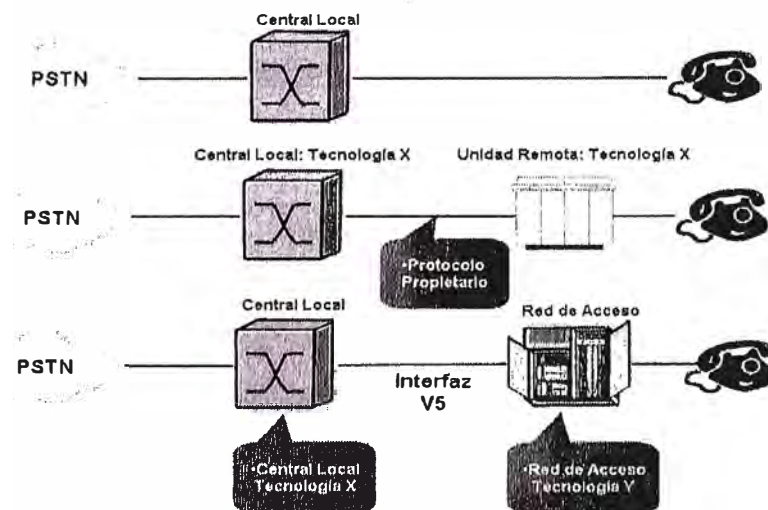


Figura 2.4. Interconexión de la Red de Acceso a través de la Interfaz V5

Existen dos estándares del interfaz V5 denominados: V5.1 (ITU G.964) y V5.2 (ITU G.965), físicamente es una interfaz de 2.048 kbit/s (un E1 para V5.1, y hasta 16 E1s para V5.2) y los principales servicios soportados son: Líneas de teléfono analógicos, accesos básicos RDSI y conexiones Semi-permanentes. La siguiente tabla muestra las principales responsabilidades de la Red de Acceso y la Central Local cuando se utiliza la interfaz V5 para interconectarlas:

Tabla 2.2. Responsabilidades de la Red de Acceso y Central Local

Red de Acceso	Central Local
<ul style="list-style-type: none"> • Termina el cable de pares • Proporciona corriente de llamada • Contiene puerto físico del abonado • Realiza pruebas de líneas y mantenimiento de la línea (alarmas) • Convierte señales del abonado en mensajes de señalización 	<ul style="list-style-type: none"> • Conmutación, procesamiento y enrutamiento de llamadas • Contiene el puerto lógico del abonado • Administra los servicios suplementarios • Proporciona los tonos y locuciones • Tarificación • Tráfico Inter/intra central

2.2.1. Arquitectura de la Red de Acceso con Interfaz V5

La Arquitectura de una Red de Telefonía basada en la interfaz V5 se muestra en la figura 2.5, mayormente se eligen redes de acceso multiservicio, que inicialmente brindarán servicios de Telefonía fija conectados a una Central de Conmutación Local, pero que en un futuro pueden conectarse a una Red basada en el protocolo IP (Internet Protocol) para brindar servicios de Banda Ancha.

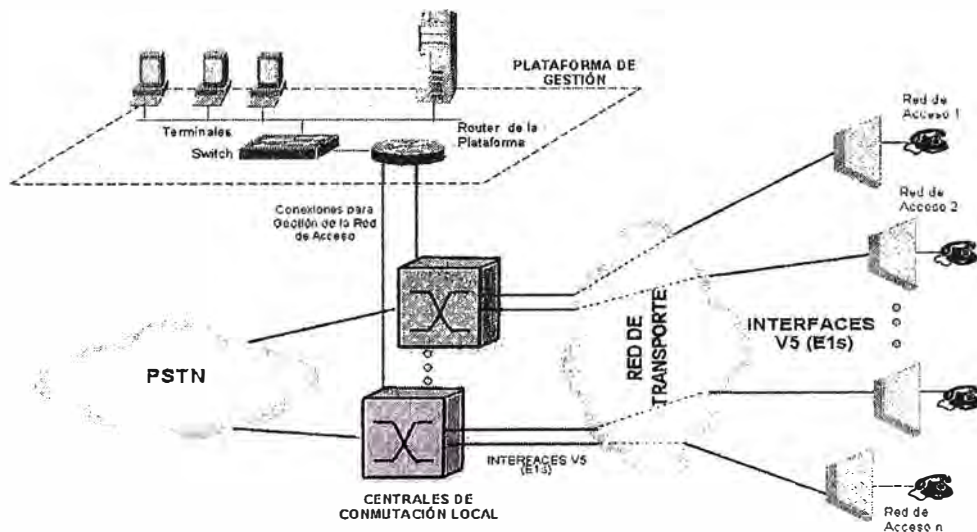


Figura 2.5. Arquitectura de una Red de Acceso que utiliza interfaz V5

Es importante recalcar que para el usuario final, la conexión de su servicio telefónico a una red de acceso que funciona con la interfaz V5 es transparente, es decir, la manera de utilizar el servicio no cambia, los estados en el circuito de acceso al usuario siguen siendo exactamente los mismos y los protocolos de línea se mantienen.

Los tipos de canales transportados en los enlaces (E1s) de 2.048 Mb/s que forman la Interfaz V5, y que interconectan la Central Local con la Red de Acceso, son los siguientes:

- Canal Portador (Bearer): Para transportar la información portadora de voz o datos de usuario a 64kbps.
- Canal de comunicación ó Logical Channel Communication (LCC): Usado para transportar la señalización de todos los abonados conectados a la red de acceso, así como los protocolos utilizados para el funcionamiento de la interfaz.
- Canal de sincronización: usado para el control y la sincronización de la trama.

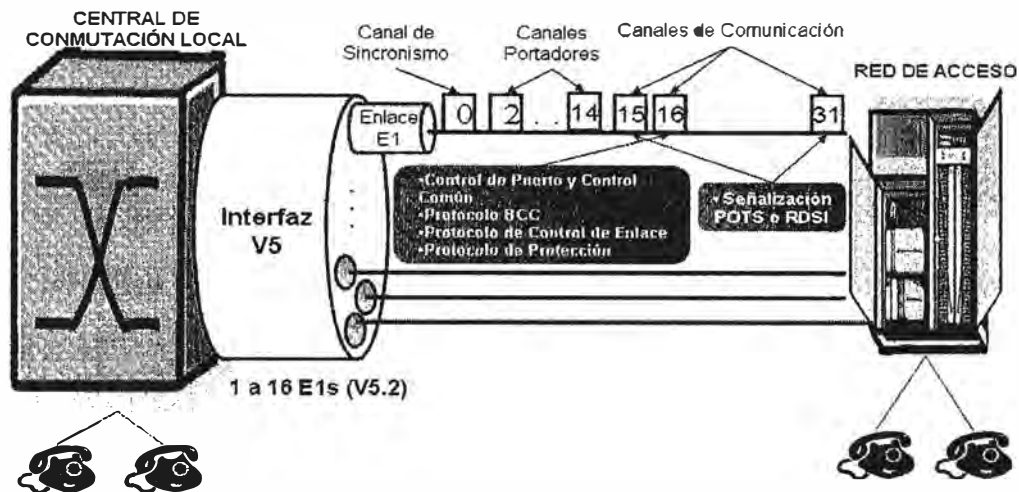


Figura 2.6. Tipos de Canales y protocolos en la Interfaz V5

2.2.2. Establecimiento de una llamada telefónica en la Interfaz V5

Para el establecimiento de una llamada telefónica, en una red de acceso a través de la interfaz V5, además del intercambio de señales desde la Red de Acceso hacia la línea del abonado, existe la señalización de abonado que se multiplexa en uno o más canales de comunicación en los Sistemas (E1s) que forman la interfaz V5. Los protocolos utilizados en la interfaz V5 están basados en mensajes, es decir, sucesos como un descolgado se traducen en el envío de un mensaje. Entre los principales protocolos utilizados por la interfaz V5 se pueden mencionar:

- El protocolo utilizado para la señalización de abonados analógicos o POTS (Plain Old Telephone Service) y RDSI. Se utiliza normalmente en el canal 15 o canal 31 del Primer E1 y como medida de protección el Segundo E1.
- Los Protocolos de Control, que normalmente utilizan el canal 16 del E1, son: *Control de puerto*, información intercambiada entre la red de acceso y la central local para gestionar un puerto de usuario. *Control común*, información intercambiada entre la red de acceso y la central local para asegurar el funcionamiento del interfaz V5 completo. *BCC (Bearer Channel Connection)*, Protocolo mediante el cual la red de

acceso y la central local dialogan para asignar dinámicamente un canal a un determinado puerto de usuario. *Protocolo de control de enlace*, información para controlar los múltiples enlaces a 2.048 Mb/s en V5.2. *Protocolo de protección*, información para proveer duplicidad de canales de comunicación y conmutación a canales de reserva.

La figura 2.7 representa el flujo de mensajes durante el establecimiento de una llamada telefónica con la interfaz V5, se presenta mensajes correspondientes a la señalización POTS en la interfaz V5:

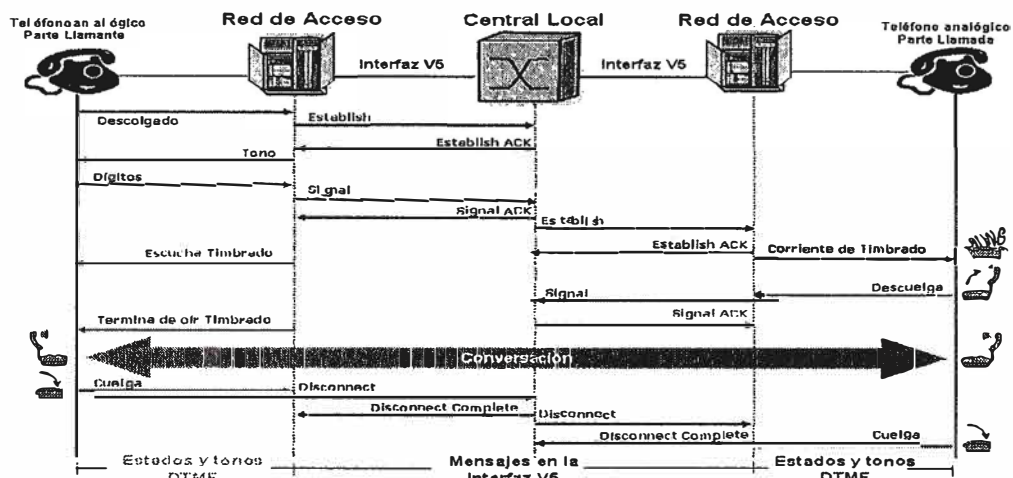


Figura 2.7. Señalización de una Llamada en la Interfaz V5

2.3. Redes de Nueva Generación (NGN)

Según la recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) Y.2001 (2004) las redes de Nueva generación se definen como: “**Red basada en paquetes** que permite prestar servicios de telecomunicación y en la que se pueden utilizar múltiples tecnologías de transporte de banda ancha propiciadas por la **QoS (calidad de Servicio)**, y en la que las **funciones relacionadas con los servicios** son **independientes** de las *tecnologías subyacentes relacionadas con el transporte*. Permite a los usuarios el acceso sin trabas a redes y a proveedores de servicios y/o servicios de su elección. Se soporta **movilidad generalizada** que permitirá la prestación coherente y ubicua de servicios a los usuarios. La NGN puede ser definida adicionalmente con las siguientes características:

- Red de transporte y conmutación de paquetes para brindar integralmente servicios de voz, datos y vídeo, con alta velocidad. Permite el tráfico simultáneo de distintos tipos de servicios: telefonía, multimedia, acceso a Internet y transporte de datos.

- Proporciona escalabilidad que facilita la inversión y evolución gradual según el desarrollo del negocio.
- Proporciona las capacidades (infraestructura, protocolos, etc.) para converger los servicios de voz, tradicionalmente proporcionados por una red de conmutación de circuitos, basados en multiplexación por división del tiempo (TDM) y los servicios de datos, tradicionalmente proporcionados por una red de conmutación de paquetes, sobre una única infraestructura de red de conmutación de paquetes basadas en el protocolo Internet (IP).
- Separación entre la implementación de los servicios, las funciones de control y el transporte de los servicios, permitiendo ser ofrecidos separadamente y evolucionar independientemente, con ello la Red NGN permite la provisión tanto de los servicios existentes como de los nuevos independientemente de la red y el tipo de acceso utilizado.
- Capacidades de banda ancha con Calidad de Servicio (QoS) extremo a extremo, interfuncionamiento con redes tradicionales a través de interfaces abiertas, soporte de múltiples tecnologías de la última milla, convergencia de servicios entre fijo y móvil.
- Conformidad con todos los requisitos regulatorios, por ejemplo las comunicaciones de emergencia, seguridad, privacidad, interceptación legal, etc.

2.3.1. Arquitectura de una Red de Nueva Generación

De acuerdo a lo descrito anteriormente existen muchas ventajas que la telefonía en Redes NGN, puede ofrecer sobre la telefonía tradicional por conmutación de circuitos (PSTN), entre los más importantes para un Operador están el bajo costo en la implementación y mantenimiento de la Red. Idealmente toda la telefonía puede ser transportada sobre una red IP así que estas ventajas podían estar disponibles globalmente. Sin embargo no es fácil reemplazar todas las Redes PSTN existentes, con soluciones NGN, además posiblemente aún no es deseable. Entre otras cosas los costos podrían ser exorbitantes. Esta es una gran razón por la que se puede esperar una gradual evolución de las Redes de Conmutación de Circuitos a Redes basadas en IP así que tales redes van a coexistir por largo tiempo, por ello deben interfuncionar tan transparente como sea posible. En otras palabras los usuarios de las Redes PSTN deberían ser capaces de efectuar llamadas a los usuarios NGN, y viceversa. En todo caso el usuario no debería tener que hacer ninguna cosa radicalmente diferente a una simple llamada. La figura 2.8 muestra la arquitectura típica de una Red NGN, la cual hace posible ello, además de permitir la

convergencia de todos los servicios de telecomunicaciones, entre ellos el servicio de telefonía fija.

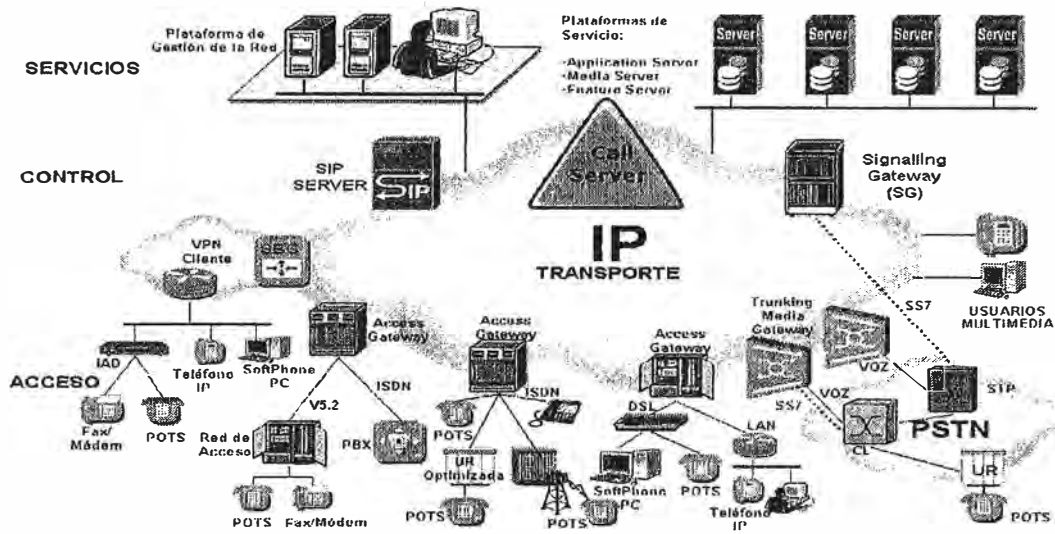


Figura 2.8. Arquitectura de una Red NGN

Los elementos más importantes que conforman esta red se describen en la tabla 2.3:

Tabla 2.3. Funciones de los elementos más importantes de una Red NGN

Elemento de Red	Función
Call Server/ Softswitch	Es el corazón de una Red NGN y es responsable del control de llamadas, del control de los recursos del medio, del encaminamiento de las llamadas, de la autenticación del usuario y el perfil del usuario y funciones de contabilidad. Es un dispositivo que provee el control de llamada y los servicios inteligentes para las redes de conmutación de paquetes, y sirve como plataforma de integración para aplicaciones e intercambio de servicios. Además, es capaz de transportar tráfico de voz, datos y vídeo de una manera más eficiente que los equipos existentes, y habilita al proveedor del servicio para que soporte nuevas aplicaciones con contenidos multimedia. En muchos aspectos, el softswitch busca imitar las funciones de una red de conmutación de circuitos para conectar abonados (clase 5), interconectar múltiples centrales telefónicas (clase 4 o tándem) y ofrecer servicios de larga distancia (clase 3), de la misma manera que lo hacen las centrales telefónicas actuales.
Application Server	El servidor de aplicaciones es el elemento de la red que controla, de forma coordinada con el softswitch, la ejecución de un servicio de telecomunicación en las NGN; para ello cuenta con los recursos de procesamiento que le proporciona el Media Server.
Media Server	Proporciona a los servicios de las Redes NGN las capacidades necesarias de procesamiento multimedia avanzado, tales como el procesamiento de la señal de voz, los servicios de tipo IVR (Interactive Voice Response), la mensajería unificada, la audioconferencia, la videoconferencia, la conversión texto a voz, el reconocimiento de voz, etc. El papel que desempeña un Media Server dentro de la red es el de dispositivo esclavo, es decir, siempre opera bajo el control de uno o más agentes de control, típicamente servidores de aplicaciones (Application Server) y softswitch. El Media Server realiza el procesamiento de los flujos multimedia de cada servicio. Es, por lo tanto, el componente primordial de las NGN para la prestación de servicios de valor añadido.
Feature Server	Es un componente funcional que ha venido desempeñando diferentes papeles en la concepción del softswitch, pero que generalmente se asocia con aplicaciones avanzadas de control a nivel de llamada. En este sentido, contempla desde el control de datos para tarificación o la gestión de las llamadas prepago, hasta el redireccionamiento de las llamadas, las multicongferencias o la devolución de llamada.
Sip Server	Registro de usuarios en actividad y tránsito de mensajería SIP (Session Initiation Protocol) entre el SBG y el Softswitch. Enruta las peticiones hacia la localización actual del usuario, autentica y autoriza usuarios para darles servicio, posibilita la implementación de políticas de enrutamiento de llamadas, y aporta capacidades añadidas al usuario. Aporta funciones de registro que permiten al usuario informar de su localización actual.
Media Gateway (MG)	Es un dispositivo que convierte las señales de voz o, en general, de cualquier otro tipo de fuente de información sobre circuitos TDM a flujos de datos IP. De esta manera, los elementos de la Red NGN pueden, indirectamente, manejar también otro tipo de terminales presentes actualmente en las redes de telecomunicaciones (teléfonos analógicos, Celulares etc.). También se utiliza el término Trunking media gateway (TMG) para referirse a una unidad que proporciona la interfaz (troncales) entre los nodos de paquetes de la Red NGN y los nodos de la Red de Conmutación de circuitos, por ejemplo: Centrales de tránsito, centrales locales o centrales internacionales.
Signalling Gateway (SG)	Desde el punto de vista de la señalización de llamadas y conexiones, es un dispositivo que realiza las adaptaciones necesarias para transportar los mensajes de señalización número 7 de la red de conmutación de circuitos tradicional, sobre la Red IP. Obviamente, este elemento también realiza la función inversa.
Access Gateway	Es un dispositivo que permite la conexión del usuario final a la red NGN, proporciona la conectividad con los teléfonos analógicos, teléfonos RDSI, interfaz V5, lo cual significa que comprende los protocolos y códigos de línea telefónicos. De hecho debe poder controlar un gran número de líneas, como lo hacen las centrales de conmutación tradicionales.
Session Border Gateway (SBG)	Equipo de borde de la red NGN, que separa la red del operador de las redes del cliente con fines de seguridad, pero que también permiten aplicar políticas de tráfico y controles de acceso como limitar velocidades, restringir flujos de vídeo, limitar el número de llamadas simultáneas, etc. Otra aplicación de vital importancia es la de permitir el cruce de fronteras donde se aplica conversión de direcciones IP y la interconexión de redes IPv4 a IPv6.

2.3.2. Establecimiento de una llamada Telefónica en las Redes NGN

La arquitectura mostrada en la figura 2.8 permite la operación de la Red NGN con la red de conmutación de circuitos. El Call Server (Servidor de Llamadas o Softswitch) es el corazón del sistema y su función es la de procesar los mensajes de señalización de ambas redes y hacer el inter-funcionamiento necesario. Este bloque que se esquematiza como una única caja en realidad es un conjunto de componentes tales como Media Gateway Controllers que son los encargados de interactuar al nivel de señalización con la PSTN y servidores de la Red NGN, como por ejemplo el SIP Server (Session Initiation Protocol), que encamina los mensajes de señalización y procesan las llamadas dentro de la red IP. La conversión de la voz de circuitos a paquetes y viceversa es realizada por los Media Gateways o Trunking Media Gateways controlados por los Media Gateway Controllers del Servidor de Llamadas. El Signalling Gateway (SG) realiza las adaptaciones necesarias para transportar los mensajes de señalización número 7 sobre la red IP. La red de voz sobre IP irá avanzando hacia el abonado a través de Access Gateways que son dispositivos que controlan un gran número de líneas de telefonía tradicional y las convierten a Voz sobre IP controlados por el Call Server. Más cerca del cliente, e incluso en sus domicilios se ubican los IAD (Integrated Access Devices) estos realizan la conversión de la voz y la señalización de abonado a los protocolos de Voz sobre IP. También puede haber usuarios que directamente se conecten a la red IP a través de teléfonos IP. Los servicios de voz y multimedia avanzados se dan a través de plataformas de servicio generalmente dedicadas a un determinado servicio que presentarán interfaces de programación estándar de manera que puedan utilizarse un entorno de creación de servicios también estándar que permita a terceras partes desarrollar servicios independientes de la plataforma Hardware y sus fabricantes.

Con la finalidad de precisar los protocolos utilizados en una Red NGN, la figura 2.9 será utilizada para explicar las etapas necesarias para el establecimiento de una llamada telefónica en una Red NGN. Se describe el escenario donde un abonado conectado a la Red PSTN realiza una llamada a un teléfono conectado a un Access Gateway de la Red NGN y un segundo escenario donde la llamada telefónica la inicia un Teléfono IP hacia un teléfono de la Red PSTN.

En el primer escenario la llamada es iniciada desde un teléfono analógico (Teléfono A) conectado a la Red PSTN, hacia un teléfono igualmente analógico (Teléfono B), pero conectado a un Access Gateway de la Red NGN.

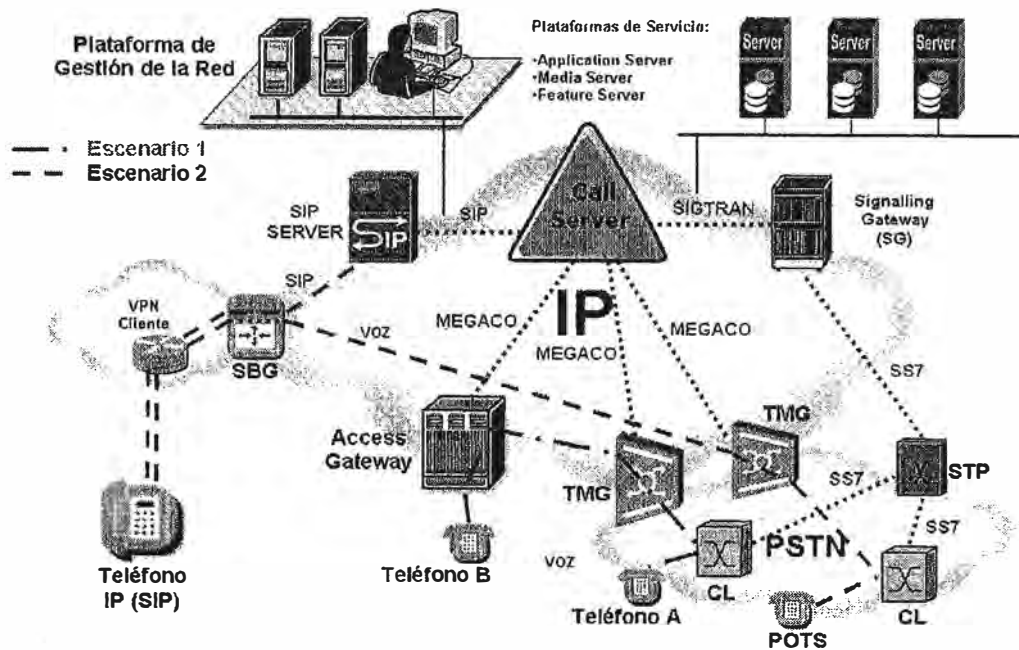


Figura 2.9. Establecimiento de una llamada en la Red NGN

Asimismo, para la señalización de la llamada, en la Red PSTN se utiliza el Protocolo SS7. En este caso, la Central de Conmutación Local, tiene separada físicamente la ruta de señalización SS7 con las rutas de voz y envía los mensajes SS7 sobre un enlace de señalización, hacia una Central conocida como STP (Signalling Transference Point) la cual está directamente interconectada con el SG. El STP es una Central que conmuta los mensajes de señalización hacia el destino apropiado. Los mensajes de señalización SS7 serán enviados al SG para informar del estado de la llamada a la Red NGN, estos mensajes enviados especifican la dirección de destino del SG en la Red NGN y también especifican el canal de voz que la Central Local ha reservado para la llamada. El SG de la Red NGN empaqueta el mensaje SS7 en una trama IP de acuerdo con los protocolos SIGTRAN y los envía al Call Server. El Call Server controla la llamada en la Red NGN, enviando la información del estado de la llamada al Access Gateway (AG) o Trunking Media Gateway (TMG) a través del protocolo denominado Megaco. El proceso es similar cuando el SG envía mensajes SS7 a la Red PSTN. Cuando la llamada es establecida, la información de voz en la Red NGN, es transportada entre el TMG y el AG. El tráfico de audio generado para el TMG proviene de una Central de Conmutación Tradicional sobre un canal de un E1 conectado al TMG. La codificación del audio en el TMG comúnmente está en el formato G.711 (64Kbps) o G.723.1 (5.3Kbps), esta información es procesada por el TMG y enviada al AG a través de la Red IP. Entre ambos Gateways, la información de voz es transportada utilizando el Protocolo RTP (Real Time Protocol) sobre el Protocolo UDP

(User Datagram Protocol) perteneciente a la pila de protocolos IP. El AG, procesa esta información y la envía al usuario final (Teléfono B), el cual puede ser analógico, digital, dependiendo de los servicios soportados por el AG.

Para el segundo escenario el proceso es similar, en este caso la señalización de la llamada con el teléfono IP es a través del Protocolo SIP, y el componente que controla la llamada es el Call Server conjuntamente con el SIP Server. Típicamente el Operador de Telecomunicaciones mantiene la base de datos de sus clientes con teléfonos IP en el SIP Server. En el inicio de la llamada existe un intercambio de mensajes SIP con el SIP Server para validar el registro del teléfono IP, ello con fines de seguridad, acceso a la Red y tarificación. El teléfono IP debe estar registrado en el SIP Server, si no es así la llamada no progresa. Asimismo el SBG cumple su función de separar la red pública de la red del Cliente y evitar ataques externos. Luego que el teléfono SIP ha sido validado, se inicia el flujo de mensajes SIP para cursar la llamada, estos mensajes son recibidos por el SIP Server, quien de acuerdo a los números marcados sabrá que se trata de una llamada hacia la Red PSTN, entonces a través de mensajes SIP comunica al Call Server que se va a establecer una llamada hacia la Red PSTN. El Call Server genera los mensajes SS7 encapsulados con los protocolos SIGTRAN, los cuales serán utilizados por el SG para comunicar a la Red PSTN el estado de la llamada. Asimismo el Call Server, a través del protocolo MEGACO comunica el estado de la llamada al Trunking Media Gateway respectivo, con la finalidad de encaminar el tráfico de voz. Una vez que la llamada está establecida, para transportar la información de voz entre el TMG y el teléfono IP se utiliza el protocolo RTP sobre UDP. En ambos escenarios la tarificación de la llamada reside en el Call Server. Asimismo el uso de servicios de valor añadido, como servicios de conferencia, tarjetas prepago, casillas de mensajes, para ambos escenarios residen en las plataformas de servicios (Servidores) conectados a la Red NGN quienes dialogan con el Call Server y el SIP Server. En el Anexo C se presenta una descripción detallada del protocolo SIP, protocolo que se convertirá en el estándar para el procesamiento de llamadas en las Redes NGN.

En el siguiente capítulo se exponen y analizan los factores clave que los Operadores de Telecomunicaciones deberán tomar en cuenta para la extensión de la vida útil de su Red PSTN, para luego presentar las consideraciones técnicas, objetivo central del presente informe.

CAPITULO III.

FACTORES CLAVE PARA PROLONGAR LA VIDA ÚTIL DE LAS REDES PSTN

El presente capítulo tiene como objetivo analizar las nuevas tendencias en la Arquitectura de Redes de Telecomunicaciones y la situación actual de las Redes PSTN de los Operadores de Telecomunicaciones en el mundo, con ello se identifican los factores claves que los Operadores deberán tomar en cuenta para prolongar la vida útil de sus infraestructuras PSTN. Se toman como referencia estudios realizados por consultores de los principales proveedores de Telecomunicaciones, se analizan proyectos de optimización y evolución de Redes PSTN, los cuales servirán como insumos para identificar las consideraciones técnicas que serán desarrolladas en los próximos capítulos.

3.1. Convergencia de Redes

La convergencia de Redes y Servicios es un tema clave en la industria de telecomunicaciones. El surgimiento de nuevas tecnologías que hacen posible ello, permiten a un Operador migrar de redes separadas para brindar servicios como telefonía fija, telefonía móvil, redes de datos y banda ancha y en vez de ello, desplegar una red convergente en el cual se pueda soportar todos estos servicios. Pero para ello se deberá “preparar” a cada una de estas redes separadas, buscando una integración gradual, a esa red convergente.

La convergencia de Redes permite que los nuevos servicios y los servicios legados sean proporcionados por una red única, minimizando el número de protocolos de red y combinando el transporte de todos los tipos de tráfico a través de una única Red multiservicio. Pronto, el abonado no podrá identificar claramente si los servicios están siendo portados sobre la PSTN, sobre la Red Móvil o una conexión de Banda Ancha para Internet. Los nuevos servicios asumirán gradualmente el acceso a Internet y la PSTN, y una sesión multimedia será capaz de conmutar entre diferentes tipos de redes de acceso sin ningún cambio, o interrupción, en los servicios que están siendo ofrecidos.

El rápido despliegue del Internet Banda Ancha es un factor clave para estos cambios, ya que facilita la entrega de aplicaciones multimedia en todos los tipos de redes. El

protocolo SIP (Session Initiation Protocol) es otro factor clave, debido a que a través de SIP se puede combinar diferentes tipos de información multimedia en una sesión única, y simplifica la gestión paralela de los servicios del usuario. Un tercer factor clave es el acuerdo de la industria sobre el establecimiento de una arquitectura estándar, el IMS (IP Multimedia Subsistema), el cual permite a diferentes redes de acceso inter-funcionar a través de una red convergente.

La figura 3.1 ilustra como los nuevos servicios “Triple Play” proporcionarán el Internet de banda ancha, combinado con Voz y Video Televisión, en un único paquete. El servicio llamado “Quad Play” añadirá servicios móviles. Imagínese comenzar una llamada de voz en el teléfono de casa y luego, en línea, transferir la llamada a su móvil mientras maneja para ir al trabajo. O mirar una película en una TV, deteniéndose brevemente en medio del show y luego transferirlo para verlo en un PDA (Personal Digital Assistant) inalámbrico. Imagínese tener una conversación por el teléfono celular con dos o tres amigos y simultáneamente compartir de un vídeo del partido de fútbol que está viendo. Entonces imagínese que todas estas cosas se pueden hacer con una sola cuenta, en una sola conexión, con múltiples dispositivos sobre diferentes redes de acceso. Éstos son solamente algunos ejemplos de los servicios multimedia que pueden ser alcanzados por los usuarios "dondequiera" y "en cualquier momento".

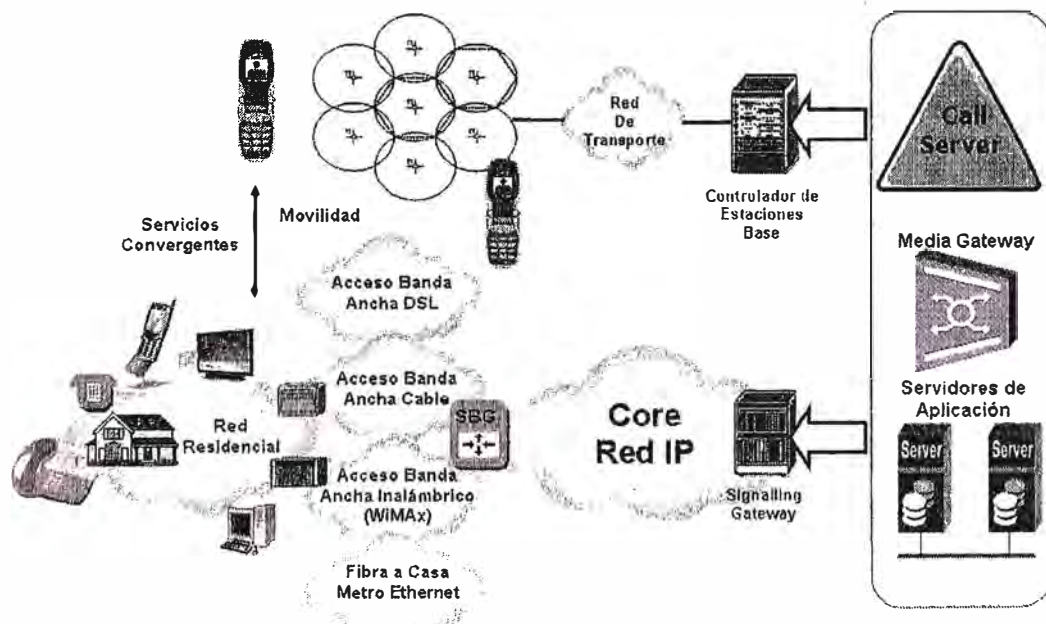


Figura 3.1. Arquitectura Simplificada de una Red Convergente

Para el “core” o “núcleo” de la red, la convergencia significa el uso de un protocolo común en la capa de red entre los bordes del núcleo de la red para llevar todos los

servicios. Este protocolo debe ser lo suficientemente flexible para encontrar todos los requerimientos de los actuales y futuros servicios. El uso de un protocolo común es un elemento importante en el desarrollo de una infraestructura de red de costos fijos, generando ingresos a través del despliegue de un amplio rango de tradicionales y nuevos servicios. Los proveedores de servicios deben alcanzar objetivos rentables mientras se exponen a menos riesgos. El despliegue de cualquier servicio tiene un riesgo asociado el cual se incrementa si el operador introduce nuevos protocolos de comunicación o despliega nuevos elementos de red en el núcleo de la red para entregar el servicio.

Adicionalmente para reducir el riesgo, una red convergente puede reducir el número de elementos de Red desplegados que necesitan ser gestionados o mantenidos así como el número y la complejidad de los sistemas de gestión y los sistemas de soporte para las operaciones. Esto es debido a que la red, los nodos y los sistemas de gestión históricamente se han especializado en el soporte de uno ó solamente algunos protocolos. Por ejemplo las líneas y servicios de Voz de una Red TDM, requiere de conmutadores TDM, mientras que los servicios Ethernet requieren el despliegue de Switches Ethernet, y los servicios IP requieren routers IP. Tales nodos típicamente serían interconectados por redes de transporte separadas, y gestionadas por diferentes áreas dentro de un Operador de Red. Un objetivo de la convergencia es, por lo tanto soportar todos estos protocolos y sus interfaces asociadas sobre una única plataforma, administrada por un único sistema de gestión de red

Reduciendo el número de elementos de red y sistemas de gestión asociados naturalmente se reducirá el número del personal experto para operar y mantener una red. Ello puede mejorar la gestión de la Red puesto que la consolidación de todos los servicios en una sola red, reduce las ineficiencias asociadas con tener similares equipos desplegados en múltiples redes que son específicas para un servicio. Los costos por lo tanto son reducidos tanto en términos de los gastos operativos como los gastos en inversión de capital.

Tradicionalmente cada servicio ha sido soportado por una red separada, la cual fue específicamente diseñada para encontrar los requerimientos de su servicio. Por ejemplo la PSTN fue originalmente sólo diseñada para soportar servicios de voz y así se requería una red que pudiera soportar una única calidad de servicio con estricto retardo y pérdida garantizada para todos los usuarios. Los servicios como Frame Relay requieren más flexibilidad en ancho de banda y retardo y son con frecuencia soportados usando redes ATM (Modo de Transferencia Asíncrona o Asynchronous Transfer Mode) que utilizan

esquemas flexibles de gestión de tráfico para brindar los servicios. Estas redes han empezado a soportar más y más tráfico de voz conforme las Redes PSTN están siendo reemplazadas. Los sistemas de conmutación de voz basados en redes TDM son muy efectivas y confiables pero están en el final de su ciclo económico. La solución futura será la voz paquetizada, pero habrá una larga comunidad de usuarios quienes desearan retener su servicio PSTN usando su aparato telefónico sin tener que comprar equipamiento adicional. A menos que un Operador desee enfrentarse a muchos años no rentables, tiene que encontrar una manera de migrar sutilmente esos clientes a la nueva red. Este aspecto es considerado fundamental en el desarrollo del presente informe ya que es necesario proteger las grandes inversiones realizadas para la implementación de las Redes PSTN. Mientras ello es una preocupación importante por un operador de red fijo, una preocupación más grande es el incremento de la movilidad de los trabajadores en el ambiente de los negocios. Esto significa que en la actualidad el aparato móvil es el más preferido y el más conveniente dispositivo de comunicación, representando un reto para el Operador de Telefonía Fija retener sus clientes. De hecho en los mercados de telecomunicaciones se observa que los ingresos por los servicios de telefonía fija tienen un crecimiento poco significativo, mientras que los servicios móviles continúan mostrando un crecimiento significativo.

Sin embargo mientras los clientes de telefonía móvil están usando mas servicios de sus teléfonos móviles y el tráfico en la red móvil se ha incrementado significativamente, la dura competencia de precios ha causado a los Operadores fijos y móviles una reducción en el ingreso promedio por usuario. Por lo que, tanto los proveedores de servicios de telefonía fija como móvil están siendo forzados a diferenciarse ofreciendo nuevos servicios multimedia para incrementar las ganancias y al mismo tiempo encontrar los mecanismos para reducir los costos de aprovisionamiento de todos los servicios sobre sus redes. Este es un aspecto importante para que un Operador implemente una Red Convergente Multimedia.

En resumen, la tendencia actual en la arquitectura de las Redes de Telecomunicaciones es el establecimiento de una Red Convergente Multimedia, que agrupe todos los servicios, por lo que debemos preparar la red PSTN para integrarse a esta nueva red convergente, en el presente informe se presenta un enfoque, el cual considera que esta integración debe ser gradual, maximizando la vida útil de la infraestructura de la Red PSTN.

3.2. Análisis de casos de optimización y migración de Redes PSTN a NGN

Un desarrollo clave de los sistemas de telecomunicaciones en la actualidad es la evolución de las redes basadas en conmutación de circuitos hacia las redes basadas en conmutación de paquetes. Muchos Operadores en el mundo están migrando sus Redes PSTN de conmutación de circuitos hacia redes de conmutación de paquetes multipropósito. Este nuevo enfoque es con frecuencia llamado redes de nueva generación. La NGN hace posible que todos los servicios (voz, datos y video) sean implementados en una sola Red. Sin embargo la viabilidad de la implementación de la Red NGN debe ser evaluada comparando los costos de la migración a NGN, con mantener la PSTN o mas bien evolucionarla gradualmente.

Desde los años 70 las redes de telecomunicaciones han evolucionado hacia redes de conmutación digitales donde cada conversación es transmitida a través de canal estáticamente reservado de 64 kbps. Hoy en día la PSTN, encara una nueva evolución o transformación a redes de nueva generación basadas en paquetes. Mientras muchas personas están de acuerdo con que el futuro de las redes de comunicaciones está basados en conceptos NGN, no está claro el impacto financiero de esta transformación. En el ambiente competitivo de hoy, la viabilidad financiera es una de las principales preocupaciones de las áreas de planificación y gestión de Red. El éxito de un proyecto es medido con un criterio financiero y las decisiones son tomadas basadas en pronósticos o impactos financieros. Habiendo ya invertido en diferentes redes que trabajan bien y cumplir de alguna manera con las necesidades actuales, los Operadores se preguntan porque cambiar, la respuesta tiene que ver con el costo de mantener las redes actuales. Los expertos así como los proveedores de servicio están convencidos que las soluciones NGN pueden reducir los costos operacionales y producir nuevas oportunidades para generar nuevos ingresos.

Caso 1: Optimización de Costos en la migración de la Red PSTN a NGN de un Operador de Telecomunicaciones

El siguiente caso describe la migración de la Red de un Operador en un país de alrededor de 290.000 habitantes y 103.000 km². El país es conectado por dos cables submarinos así como enlaces satelitales con Europa y los Estados Unidos. El Operador incumbente, ha desplegado un anillo de fibra óptica de 1500 kilómetros que conecta la mayoría de las ciudades y regiones con una conexión de fibra óptica de 2.5 Gb/s. Un sistema adicional de fibra óptica está siendo desplegando para conectarse con un nuevo

cable submarino. La PSTN de este país se ha desarrollado en las últimas décadas de acuerdo con estándares europeos. El último cambio drástico, ocurrió en los años 80 y comienzos de los '90s cuando la red fue actualizada con centrales digitales de tecnología AXE (Ericsson). La Arquitectura de la Red se muestra en la figura 3.2, hay 10 centrales locales todas conectadas a 2 Centrales de Tránsito.

Los usuarios están conectados con un par de cables de cobre a la unidad remota (UR) o Central Local más cercana. Para los abonados ubicados en la proximidad de una Central Local, la conexión es con un módulo de abonados ubicado en la misma Central Local. Si un grupo de abonados está ubicado lejos de la Central Local, se conectan a una unidad remota que se conecta a la Central Local a través de enlaces troncales. Hay 210 unidades remotas en 170 diferentes ubicaciones. Las unidades remotas son utilizadas en pequeñas ciudades donde se conectan a una de las 5 Centrales Regionales. Para transmisión, son utilizados numerosos enlaces dedicados de 2Mb/s, cada uno capaz de portar 30 canales digitales de voz. Los enlaces dedicados pueden ser clasificados en 2 categorías: Líneas Troncales Locales, que conectan las unidades remotas con las Centrales Locales, y las líneas troncales de tránsito que conectan las centrales locales con las centrales de tránsito.

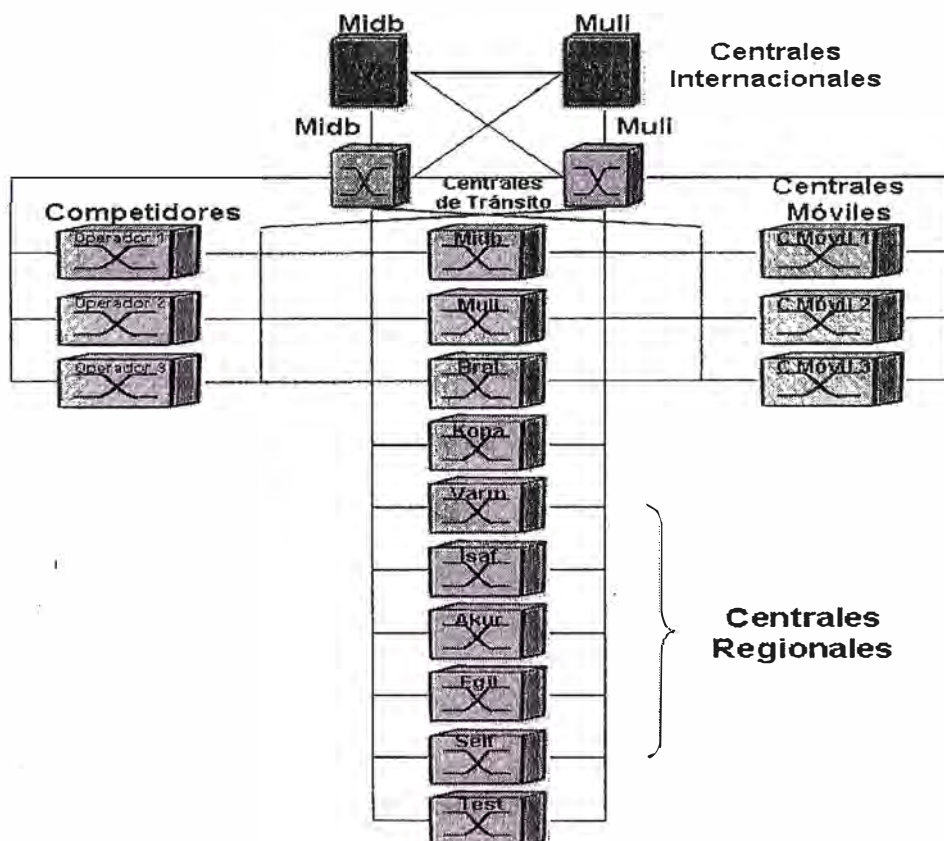


Figura 3.2. Arquitectura de la Red PSTN de un Operador de Telecomunicaciones

El operador indicado escogió a Ericsson, como el encargado de migrar su red PSTN, la visión de Ericsson del futuro de las telecomunicaciones es que estará basada en una red multiservicio basadas en paquetes. Para el Operador significa la migración de su actual red de conmutación de circuitos a una red NGN utilizando como backbone una red IP. Para Ericsson, la arquitectura de la red multiservicio tiene 4 partes principales como se muestra en la figura 3.3.

El Servidor de Telefonía controla las llamadas y los servicios en el nuevo sistema. Asume la responsabilidad de la capa de control en la actual red PSTN y controla los recursos de conmutación en los Media Gateways. En el plan de migración del Operador las dos Centrales de Tránsito serán actualizadas a Servidores de Telefonía.

El media gateway es el conmutador en la nueva Red con un backbone IP. Su función es conmutar señales de banda estrecha y banda ancha dentro de la red de transmisión. En el plan de migración, un número óptimo de Centrales Locales serán actualizadas a Media Gateways.

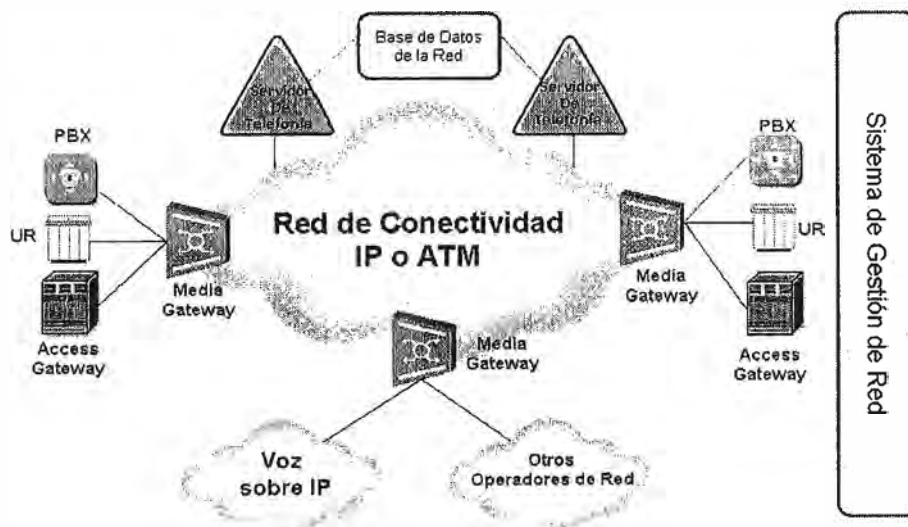


Figura 3.3. Arquitectura de la Red NGN según Ericsson

Los Access Gateways son los puntos de terminación del bucle de abonado, proporcionan la conectividad tanto a los clientes de banda ancha y banda estrecha. Cada Access Gateway está conectado al Media Gateway más cercano. En la primera etapa del plan de migración, las 210 unidades remotas no serán cambiadas porque son compatibles con la Red NGN y pueden ser conectados a los Media Gateways.

Para la conectividad de la Red se utiliza un backbone IP o una red ATM entre los Media Gateways. La conectividad de la Red será construida sobre intervalos de tiempos dedicados entre los nodos en la red de fibra óptica. En el plan de migración los Media

Gateways pueden ser localizados donde haya un nodo de la red de transporte y será conectado a los Servidores de Telefonía con intervalos de tiempo de acuerdo al ancho de banda requerido. La diferencia entre las troncales de tránsito en la actual Red de conmutación de circuitos y la futura NGN es el tamaño de los intervalos de tiempo utilizados. En la actual red todas las troncales de tránsito y línea están limitados a múltiplos de 2Mb/s. En NGN el tamaño puede ser técnicamente cualquiera.

En esencia la migración de la red PSTN a NGN es actualizar las centrales de tránsito existentes a Servidores de Telefonía y las Centrales Locales a Media Gateways y conectarlos mediante una Red IP o una Red ATM.

Para el caso del Operador indicado, el estudio realizado identificó que el costo más relevante para la implementación de la Red NGN era el costo de la línea dedicada. Este costo está relacionado con la distancia (en kilómetros de fibra) necesarios para conectar cada unidad remota en la Red con el Media Gateway más cercano. Si el número de Media Gateways se incrementa, la distancia al Media Gateway decrece y como consecuencia se reduce el costo total de las líneas dedicadas requeridas. Si la ubicación física de los Media Gateways para un determinado número de Media Gateways se optimiza, se puede encontrar una función que represente el mínimo coste relativo de la línea dedicada, tal como se representa en la figura 3.4.

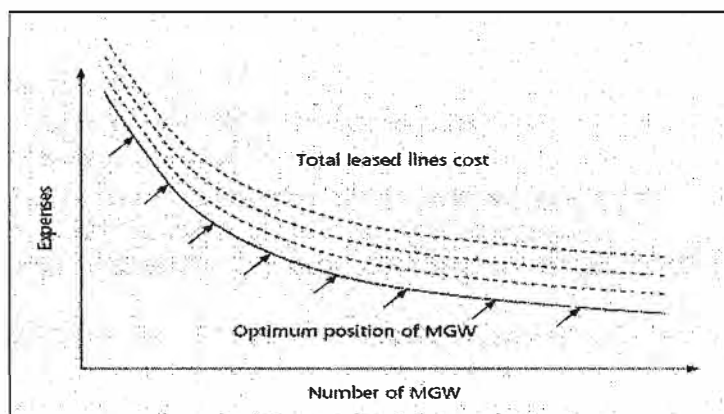


Figura 3.4. Costos de la conectividad en la Red NGN de un Operador

El estudio también determinó que el resto de los factores que inciden en los costos son o bien fijos o varían aproximadamente linealmente con respecto al número de Media Gateways. Si el número de Media Gateways crece estos costos empiezan a incrementarse rápidamente. Si consideramos el costo total como la suma de los costos descritos anteriormente se alcanzará un punto donde el costo será mínimo tal como se representa en la figura 3.5.

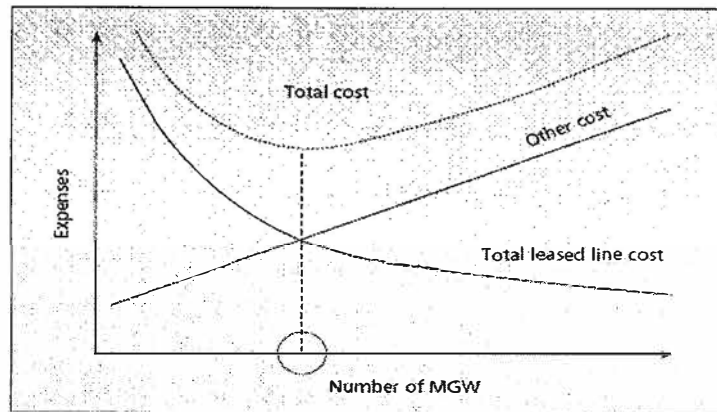


Figura 3.5. Costos relevantes en la implementación de una Red NGN

Para el caso descrito, se puede concluir que el Operador busca minimizar los costos de migrar su red PSTN a NGN, este es un factor clave para decidirse en la elaboración de un plan de extensión de la vida útil de una Red PSTN. Para los Operadores es difícil justificar la inversión de un plan de migración de su Red PSTN hacia una Red NGN. La inversión existente en la Red PSTN, en cable de fibra, en equipos de transmisión, cables submarinos, bucles de cobre, centrales telefónicas, etc. son un enorme activo que no parece probable poderse reemplazar completamente. Por lo tanto será esencial, para las Operadoras, planificar las estrategias de migración a las Redes NGN de forma que sus inversiones se vean protegidas, se reutilice toda la infraestructura de la PSTN que sea posible, como consecuencia se busque prolongar la vida útil de su Red PSTN.

Caso 2: Optimización/evolución de la Red de Conmutación a NGN de un Operador de Telecomunicaciones

A continuación se describen las recomendaciones para la optimización/evolución de la Red PSTN de un Operador con una arquitectura típica a la descrita en el capítulo II, cuya distribución de líneas de acceso (en millones) por tecnología de Central de Conmutación, es la siguiente:

Tabla 3.1. Distribución de líneas en un Operador de Telecomunicaciones

Proveedor	Líneas Urbanas	Líneas Rurales	Total	%
Alcatel	6,5	0,6	7,1	34,8
Nortel	5,9	2,7	8,6	42,1
Siemens	2,7	1,4	4,1	20,0
Ericsson	0,6	0	0,6	2,9
			20,4	

El Operador considera que debido al gradual crecimiento de las redes NGN, la convivencia de las redes de nueva generación con la red PSTN continuará existiendo por muchos años más.

De acuerdo a lo estudiado por las áreas de Planificación e Ingeniería de Red del Operador, la estrategia recomendada para la optimización/evolución de la Red de Conmutación actual hacia NGN consistiría en:

- Mayor utilización, optimización y potenciación de la planta instalada para cubrir las necesidades comerciales, utilizando / reutilizando los recursos operativos.
- En caso de un eventual aumento de demanda que implique invertir en crecimiento de planta, orientar las decisiones hacia nuevas tecnologías siempre y cuando se demuestre una mejor rentabilidad y una aceptable madurez tecnológica.

Los crecimientos posibles de planta podrían ser justificados por diversos motivos:

- El crecimiento de los servicios del tipo prepago, dado el interés de los consumidores en mejorar el control de gastos, y por los aumentos de los tráficos en los accesos a Internet.
- Necesidades de nuevos servicios orientados a la movilidad.
- Necesidades de nuevos servicios orientados a la convergencia.
- Una posible introducción de nuevos requerimientos por parte de los entes reguladores (por ejemplo, la portabilidad numérica).
- La posible introducción de nuevos servicios, sustentados por una plataforma unificada del tipo IP-NGN buscando rentabilidad del negocio y/o fidelización de clientes de interés.
- Ofrecer servicio de telefonía en áreas donde no se disponga de centrales de conmutación propia.

Para la implementación del proceso de optimización y evolución de la PSTN, se han considerado dos etapas:

1. Evolución hacia NGN Clase 4: Se denomina así al paso de una red de tránsito compuesta por Centrales de Tránsito Tradicionales, a una red compuesta por Media Gateways (MG), cuya tecnología es IP. En este caso la red está constituida por MG conectados entre sí para el tráfico paquetizado de voz y por lo menos un Media Gateway Controller (MGC) para el control de los MG, función que es tomada por el Call Server o Softswitch.

2. Evolución hacia NGN Clase 5: Se denomina así al paso de una red de acceso compuesta por Centrales de Conmutación Tradicionales a los cuales se conectan los terminales de usuario (también pueden evolucionar los terminales de usuario, por ejemplo un teléfono IP), a una red compuesta por Access Gateways (AG), que son equipos que permiten conectarse por IP con otros AG o MG. La diferencia entre un AG y un MG básicamente es que los primeros tienen la capacidad de conectarse directamente con las líneas de abonado.

Evolución PSTN Clase IV: Las redes actuales de tránsito en la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) convivirán con la red de tránsito NGN de clase IV, que irá creciendo y en la medida que los costos de mantenimiento de las centrales de conmutación tradicionales compliquen su operatividad, acelerará la migración de su tráfico hacia una red única basada en IP.

En la figura 3.6 se muestran dos alternativas en cuanto a la señalización, por un lado la señalización por canal común N° 7 (SN7) se entrega a un Gateway de señalización (GWS) colocalizado con el MGC a través de un Punto de Transferencia de Señalización (PTS) y la otra alternativa es que el Gateway de señalización se encuentre colocalizado con el MG y esta señalización llegue al MGC transportada por IP. En las Redes NGN el rol del MGC es asumida por el Call Server o Softswitch.

Dentro de este escenario de evolución a la NGN clase 4, es importante tener en cuenta que la interconexión con otras empresas prestadoras de servicio se va a poder establecer también sobre enlaces IP.

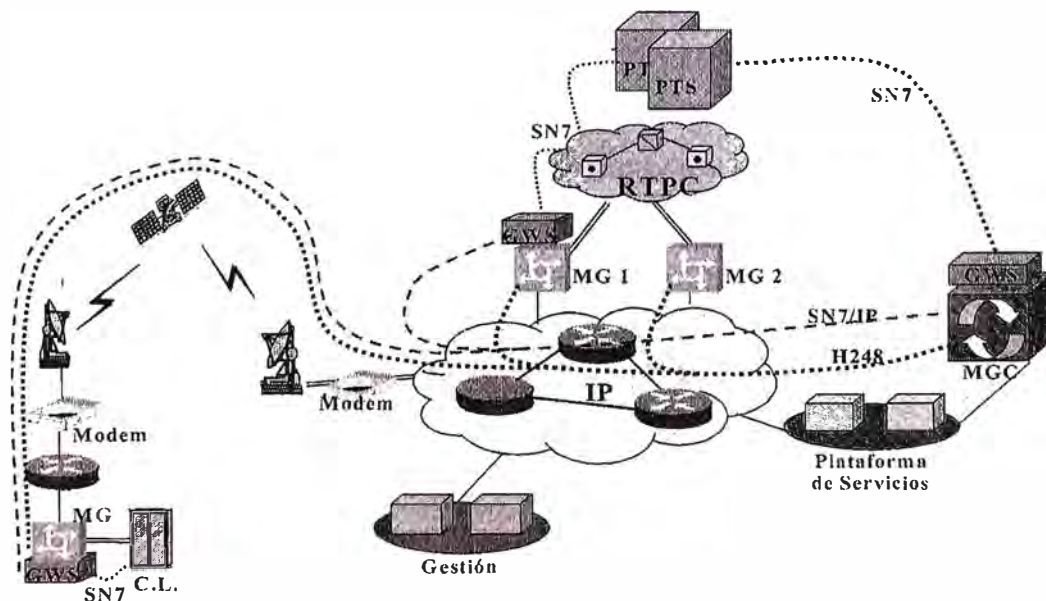


Figura 3.6. Configuración SS7 entre la PSTN y NGN

El proceso de evolución comprende lo siguiente:

- Como primer paso se podría derivar en los centros de tránsito nacional (CTN) algunos tráficos Larga Distancia hacia los MG (Media Gateway) para que estos tráficos sean por IP. En la figura 3.7 se muestra lo indicado, desde la Zona A hasta la Zona B.
- Migrar el tránsito / control de servicios pertenecientes a las Plataformas de servicios hacia la red NGN, liberando dicho tráfico de las interconexiones actuales.
- Se configuraría en los centros de tránsito nacional rutas según la numeración con destino hacia los MG, con desborde a las rutas actuales por seguridad. (figura 3.7).

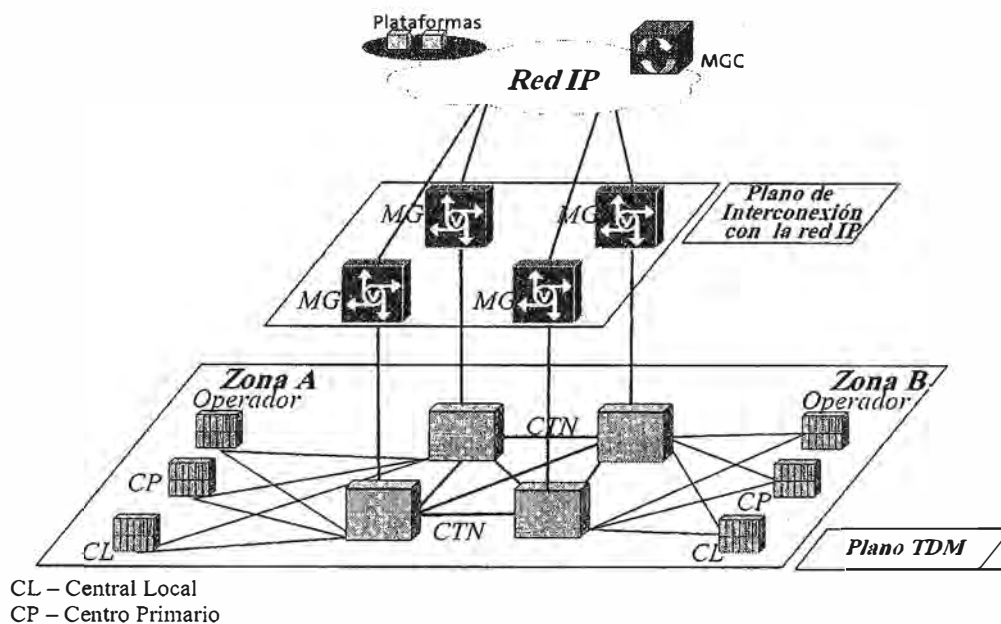


Figura 3.7. Evolución de la Red PSTN Clase IV (1)

- Como paso seguido, los tráficos de centrales que lo justifiquen, se volcarían directamente hacia los MGs, dejando como desborde la salida por el centro de tránsito nacional. Esto permitiría a los centros de tránsito nacional liberar una porción de tráfico, generando vacancia y/o reutilización de hardware para otras centrales.
- En los casos de centrales distantes que utilizan la red de tránsito para acceder a un MG centralizado, se podría colocar un MG en esos lugares para que el tránsito sea por IP, con la finalidad de reducir los costos de dicho tráfico.
- Se continúa migrando el tránsito / control de servicios pertenecientes a la Plataformas de servicios hacia el mundo NGN. La figura 3.8 describe lo mencionado anteriormente:

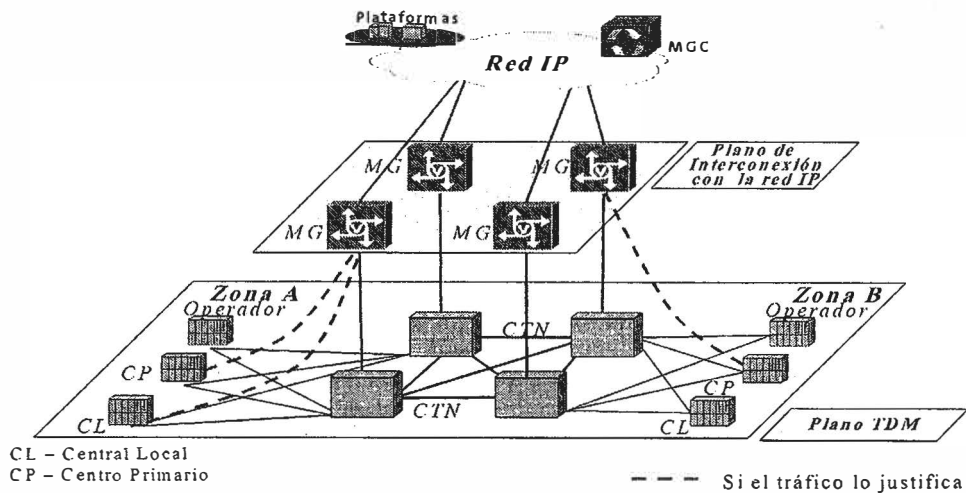


Figura 3.8. Evolución de la Red PSTN Clase IV (2)

- Como paso final se podría volcar completamente la Central de Tránsito a MGs ya que la discontinuidad de las centrales de conmutación por parte de los suministradores complicaría el mantenimiento para su operatividad.
- Para esto se tendrían que evaluar los costos agregados al colocar un Switch Carrier Class con la capacidad que se necesite para concentrar los MGs, para poder conectar las interfaces que hoy tienen los centros de tránsito nacional. En este caso se podrían utilizar los equipamientos que se reemplacen como repuesto de otras centrales. De no ser rentable esta última opción se utilizarían los centros de tránsito nacional como se indicó anteriormente. La figura 3.9 muestra lo indicado:

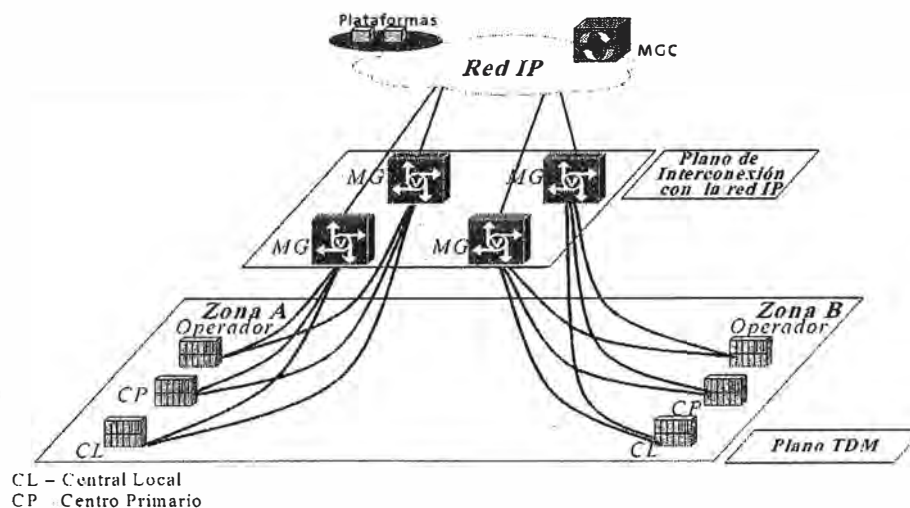


Figura 3.9. Evolución de la Red PSTN Clase IV (3)

Evolución PSTN Clase V: Es inminente que a corto plazo se disponga de estructuras basadas en SIP Server's para la atención de nuevas áreas y/o requerimientos particulares

que las justifiquen. Estas estructuras podrán convivir perfectamente con la estructura maestro - esclavo Call Server (MGC's)-MG's y la red de conmutación tradicional (PSTN).

El proceso de evolución comprende lo siguiente:

- En principio se podría brindar este servicio a grandes clientes que posean accesos xDSL, Ethernet, etc.
- Los clientes podrían tener terminales IP (Teléfonos IP, IAD) o Softphone en una PC (el Soft debería ser entregado por la operadora, y en este caso sin garantizar calidad de telefonía).
- Dependiendo del marco regulatorio, el plan de numeración que se utilice para asignarle la identificación al usuario podrá ser geográfica o no.
- De acuerdo a como se defina el servicio, mediante cuestiones regulatorias, el cliente podrá movilizarse y registrarse con su usuario dentro de una zona geográfica que se debe especificar (local, zonal, nacional).

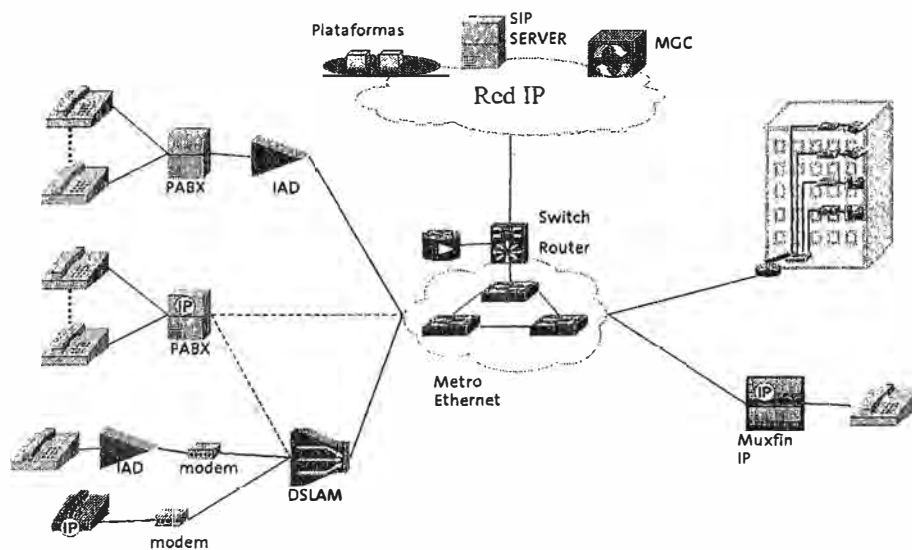


Figura 3.10. Evolución de la Red PSTN Clase V

- En una segunda etapa, se podría brindar el servicio de VoIP a medianas empresas. Podría brindarse el servicio: Con calidad asegurada a clientes residenciales que posean un Teléfono IP o un IAD más un Teléfono tradicional, ó mediante un SoftPhone en una PC, pero en este caso particular sin asegurar la calidad.
- Actualmente existen en el mercado empresas que ofrecen este servicio mediante un software en la PC, IAD o teléfono IP en el ambiente de cliente (con numeración, tarifa, etc.), pero a diferencia del servicio propuesto, en ninguno de estos escenarios se asegura la calidad.

- Podría masificarse el servicio de acuerdo al mercado, actualizando los elementos de Red que se requieran para garantizar el servicio.

Los escenarios planteados (NGN Clase 4 y NGN Clase 5) coexistirán con la PSTN Tradicional, debiéndose asegurar la interconexión de todos los usuarios sin importar su tipo de conexión. Luego de esta convivencia se tendría que evaluar la posibilidad de migrar alguna central TDM existente en planta a una evolución al mundo NGN.

3.3. Optimización de las Redes de Telecomunicaciones en Países en Desarrollo

Por las experiencias en diferentes países en desarrollo, los Proveedores de equipos para Telecomunicaciones indican que es posible ayudar a un operador de Telecomunicaciones a crear un plan de optimización de su Red que, basado en las necesidades actuales, define las etapas que se necesitan para lograr la evolución futura de la red. Para hacer esto, se necesita una comprensión completa del contexto del operador. En particular, se tiene que identificar las “tendencias” claves en las que se basaría el plan de optimización. Estas tendencias se suelen tratar por los operadores como simples necesidades o proyectos autónomos, y no se identifican como factores claves en una cadena de eventos que pueden originar a largo plazo cambios fundamentales en sus redes.

3.3.1. Tendencia 1: Optimización de la Red Telefónica Pública Conmutada

Se optimiza la base instalada utilizando tecnología preparada para las redes de nueva generación. Los operadores de telecomunicaciones de la mayoría de los países en desarrollo tienen una infraestructura PSTN consistente en equipos de diferentes fabricantes y una variedad de tecnologías de conmutación. Mientras las zonas más ricas y pobladas han sido el objetivo de centrales más modernas y de mayor capacidad, las zonas más pequeñas y más pobres se suelen dejar con vieja tecnología desfasada, con el resultado de enfrentarse a problemas con el soporte de los servicios y a excesivos costes de mantenimiento. Ciertamente, las principales causas son las grandes diferencias que existen entre diferentes regiones de muchos países en desarrollo. Por ejemplo, se suele hablar de los “dos Brasil”: uno compuesto de consumidores con un alto poder adquisitivo y un perfil similar al que se encuentra en los países más desarrollados, y otro en el que mucha gente lucha por sobrevivir sin los ingresos suficientes incluso para satisfacer sus necesidades básicas.

Motores: Hoy, casi todos los operadores de telecomunicaciones buscan formas de reducir sus costes de explotación de red. Al tiempo, se debe implementar un programa de soporte para manejar los equipos heredados más antiguos, los altos costes de

cambios/actualizaciones del software e incluso los problemas con la sustitución de placas o elementos en fallo. Finalmente, a veces las limitaciones regulatorias entran en juego (por ejemplo servicios como portabilidad de número, facturación al segundo), forzando la evolución de elementos obsoletos de la red.

Solución Propuesta: En zonas de penetración baja y media (telefonía fija), el despliegue de tecnología NGN de nodos de acceso multiservicio (NAM) que proporcionan servicios básicos de telefonía fija, DSL (línea de abonado digital) e incluso voz sobre IP, puede ser un buen paso inicial en la optimización de la Red PSTN. De esta forma, el operador puede sustituir pequeños conmutadores y antiguas unidades remotas que están causando problemas en la operación y mantenimiento de la Red. Además, el operador puede proporcionar a los usuarios una amplia variedad de servicios, como DSL y líneas alquiladas. Sin embargo, como la penetración inicial de la banda ancha en dichas zonas no será alta, inicialmente el nodo de acceso multiservicio deberá proporcionar sólo servicios de Telefonía fija, siendo la solución apropiada el uso de la Interfaz V5 para la interconexión de estos nodos.

Detalles técnicos: El Nodo de Acceso Multiservicio se conectará inicialmente por una interfaz V5.2 a conmutadores mayores (y más nuevos) en zonas más pobladas, asegurando su introducción gradual en la red y resolviendo cualquier limitación técnica, regulatoria o relacionada con los servicios. La figura 3.11 muestra la arquitectura de red sugerida, en donde el nodo de acceso multiservicio escogido se conecta a una Central Local a través de la Interfaz V5, reemplazando una Unidad Remota o un pequeño conmutador. Normalmente (particularmente, en los países en desarrollo), cualquier conmutador o unidad remota antigua que se retira se puede usar como pieza de repuesto en otros sitios, ayudando a facilitar el problema de sustituir componentes en fallo.

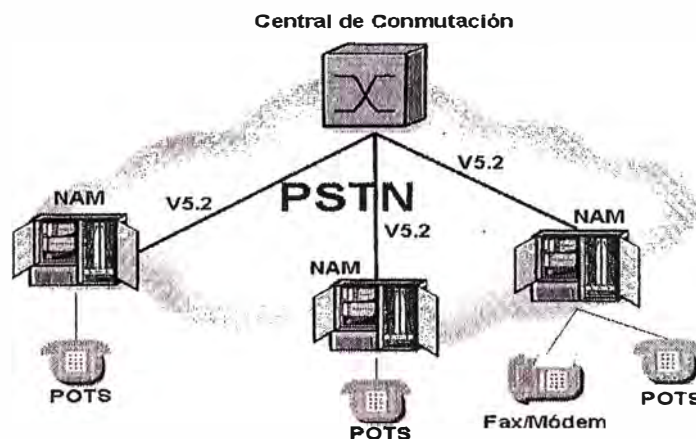


Figura 3.11. Optimización de la Red Telefónica Pública Conmutada

3.3.2. Tendencia 2: Evolución de la Red IP

Casi todos los operadores establecidos ya están desplegando servicios de banda ancha utilizando tecnología DSL. En la mayoría de los países en desarrollo existen zonas con una fuerte demanda que justifican casi cualquier caso de inversión en banda ancha. Sin embargo, la mayoría de los operadores sólo contemplan esto como un servicio “adicional”; pocos de ellos consideran que es un paso crucial en su evolución de red, y que debería por ello planificarse e implementarse cuidadosamente formando parte de su estrategia de evolución, no como un proyecto aislado. Es importante resaltar que, junto a este despliegue inicial en zonas de alta demanda, los operadores deben llevar a cabo una estrategia de introducción para zonas donde la demanda es menor.

Solución propuesta

La Figura 3.12 ilustra la arquitectura propuesta en la que DSLAMs (multiplexores de acceso de la línea de abonado digital) se suelen colocar junto a los conmutadores o Centrales de Conmutación en las zonas mayores y más importantes. En este caso, la penetración de la banda ancha será sustancialmente mayor que en zonas remotas o más pequeñas. En el caso de zonas remotas o más pequeñas, donde la penetración de la banda ancha sea baja, si el operador está siguiendo la tendencia de optimización de la PSTN, los nodos de acceso desplegados pueden proporcionar en un futuro fácilmente una solución DSL. En este caso, los nodos de acceso multiservicio necesitan conectarse a la red de datos, normalmente a través de n E1s o un enlace STM-1 (modo de transferencia síncrono).

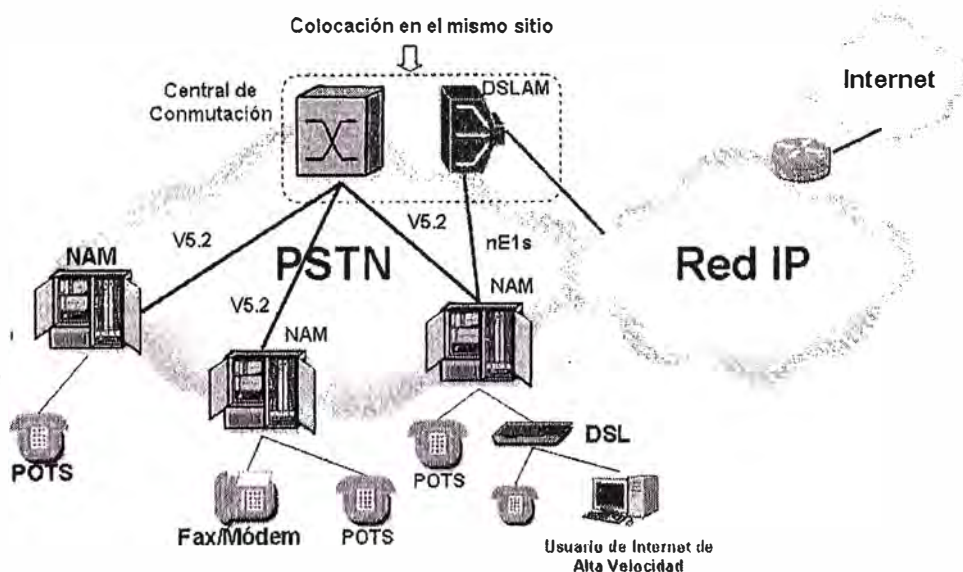


Figura 3.12. Evolución de la red IP

3.3.3. Tendencia 3: Tráfico Voz Sobre IP internacional de larga distancia

Los países en desarrollo tienen un esquema singular de llamadas internacionales entrantes/salientes ya que el número de llamadas entrantes superan en gran medida al número de las salientes. Aunque esto está originado por una combinación de factores, incluyendo las llamadas de numerosos emigrantes que trabajan en el extranjero en países más desarrollados, las estadísticas han mostrado que una gran parte de este tráfico entrante está usando VoIP (Protocolo de Transmisión de la Voz por Internet), y que normalmente no pasa por los operadores establecidos. Incluso en países, como Colombia y Brasil, donde la terminación VoIP a la PSTN sólo se permite a operadores con licencia y se prohíbe por ley a los otros, el nivel de tráfico VoIP es importante y creciente. Por ello, una acción lógica del operador es involucrarse en este mercado para recuperar el control de esta actividad en manos de otros Operadores e incrementar sus beneficios por el tráfico que actualmente no usa su red. Claramente, una forma para eliminar esta competencia, es reducir precios. Naturalmente, el operador es el mejor colocado para hacer esto, ya que es propietario de la interconexión local y puede tratar un escenario a gran escala.

Solución propuesta: El operador puede desplegar una infraestructura VoIP internacional, incluyendo un Softswitch central para tratar el control de llamadas, enrutamiento y diferentes escenarios de conectividad de protocolos, y pasarelas de medios (Media Gateways) en cada punto de presencia en cada uno de los países objetivo donde se necesita una interconexión con un operador PSTN. En el caso de la interconexión IP, se puede usar un nodo de Acceso IP y un nodo controlador de sesión VoIP, para satisfacer las necesidades de seguridad y QoS (calidad de servicio).

Reutilizar inversiones de Voz sobre IP de larga distancia para proporcionar telefonía IP: La telefonía IP para corporaciones, SOHO (Small Office/Home Office) y usuarios de alto poder adquisitivo es la siguiente fase natural que un operador debería tener en cuenta. Tras el despliegue con éxito de un DSL y de una infraestructura VoIP de larga distancia, la inversión adicional necesaria es mínima y casi todas las inversiones anteriores son reutilizables en la aplicación de telefonía IP.

También se pueden ofrecer servicios de valor añadido, como VPNs (redes privadas virtuales) de voz, Centrex IP y conferencia multimedia, mejorando la cartera de servicios del operador y generando nuevos beneficios.

Varias necesidades pueden llevar a la implementación de telefonía basada en IP:

- *Diferenciación*, para proporcionar un servicio que es diferente al de la competencia.

- *Empaquetado*, para ofrecer servicios de datos y voz (y multimedia) como una forma de mantener clientes.
- *Nuevos servicios*, VPN de voz, IP-Centrex y videotelefonía son ejemplos de servicios que se dirigen a necesidades de mercado particulares (especialmente en los mercados SOHO y de pequeñas empresas) y que requieren telefonía basada en IP.
- *Optimización*, una solución VoIP para varios terminales utilizando sólo un enlace de datos de banda ancha puede reducir los gastos de despliegue y mantenimiento tanto en zonas donde el cobre es escaso como en sitios nuevos.

Solución propuesta: La ventaja de tener una plataforma Softswitch multiaplicación, es clara. El Softswitch usado para tráfico internacional VoIP de larga distancia se puede ampliar fácilmente para retener los abonados IP nativos, normalmente mediante SIP (protocolo de iniciación de sesión). Según el tamaño de la red, todo lo que se necesita para ofrecer telefonía IP es un pequeño aumento del número de licencias y unos pocos puertos extras de pasarelas de medios (Media Gateways). La Figura 3.13 muestra la arquitectura de red propuesta. Se pueden proporcionar servicios avanzados, como IP-Centrex, conferencia multimedia y mensajería unificada, mediante servidores de aplicaciones que forman parte de la infraestructura de telefonía IP.

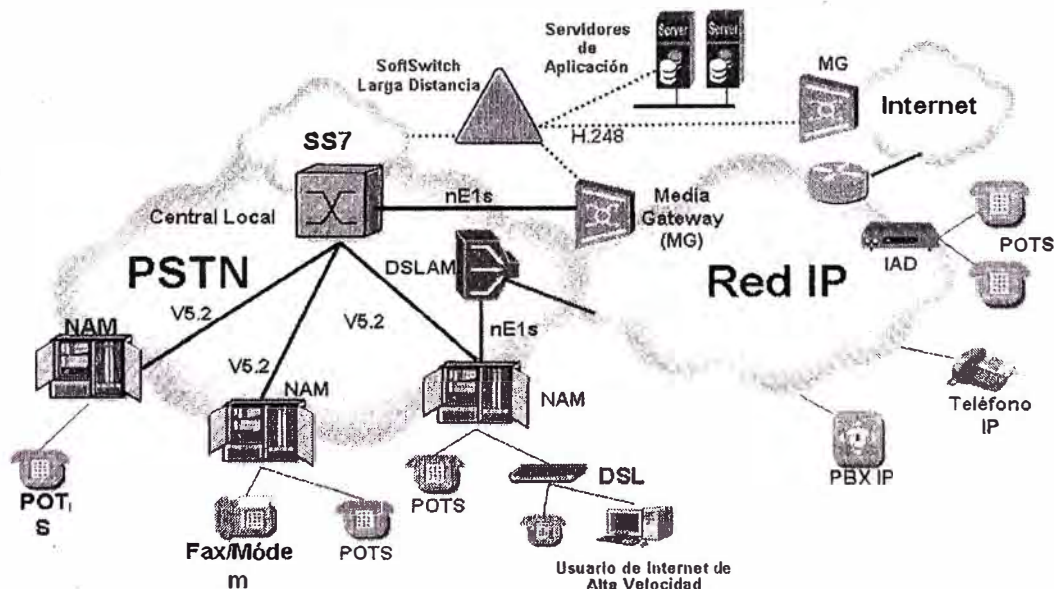


Figura 3.13. Red de Voz sobre IP

3.3.4. Plan de evolución a NGN

Los expertos están de acuerdo en que las PSTNs establecidas sólo evolucionarán lenta y gradualmente, arrancando en zonas donde hay una urgente necesidad o una base de

negocio real. Es útil resaltar que tendrá más éxito el operador que se haya adherido a las tres tendencias motoras antes mencionadas, ya que será más sencillo el plan de evolución de la NGN. A continuación se presentan dos etapas adicionales a las tendencias descritas anteriormente que completarían un plan de evolución a NGN.

Migrar los nodos de acceso multiservicio a Gateways de acceso VoIP

Una vez que el operador tiene una infraestructura de VoIP, el nuevo despliegue de los nodos de acceso multiservicio (figura 3.12), pueden basarse con certeza en VoIP. También debería lanzarse un plan para migrar los nodos existentes (aquellos ya conectados a la red de datos).

Motores: Aunque esta fase debería formar parte del plan de evolución de red de cualquier operador, varios motores podrían añadir fuerza:

- *Obsolescencia de los conmutadores:* En el mismo instante temporal, los conmutadores a los que se conectan los nodos de acceso comenzarán a experimentar los típicos problemas asociados con la obsolescencia, como la eliminación de una versión o un mantenimiento más caro.
- *Crecimiento de la red:* En ciertos países en desarrollo aún hay sitio para nuevos abonados. En algunos casos, existen nuevas zonas donde el operador puede empezar a ofrecer servicios tras la liberalización. En este caso tiene sentido reducir la carga en los grandes conmutadores eliminando los nodos de acceso V5.2 remanentes que consumen partes de su capacidad.
- *Interacción de servicios:* Según los servicios multimedia y de telefonía IP (y la integración móvil, en ciertos casos) sean más comunes, migrar los nodos de acceso existentes a VoIP tendrá claras ventajas en términos de integración de servicios (para VPN de voz, IP-Centrex, etc.).

Solución propuesta: Los nodos de acceso preparados para NGN pueden migrarse a pasarelas de acceso VoIP (Access Gateways) añadiendo hardware para tal fin. Los abonados migrados se pueden controlar desde el softswitch existente. La migración se puede hacer gradualmente en base a los abonados. La arquitectura de red se muestra en la Figura 3.14.

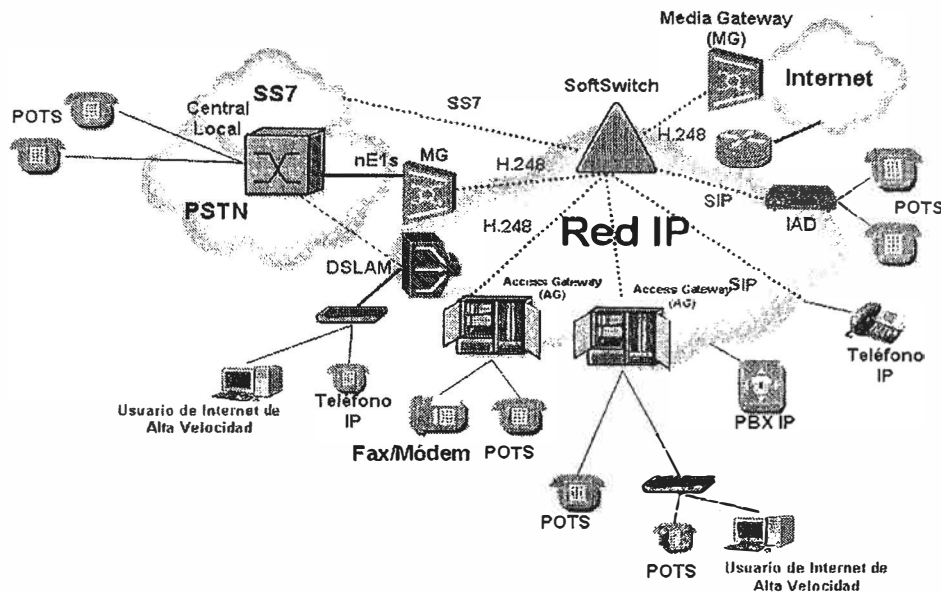


Figura 3.14. Migración de nodos de acceso

Migrar las Centrales de Conmutación remanentes

La fase final de la evolución es convertir la base de abonados remanente a NGN. Esto llevará varios años; el escenario típico será una NGN en expansión superpuesta con la PSTN cada vez menor, durante un largo período de transición.

Motores: Como la fase anterior, esta debería formar parte del plan de evolución de la red del operador. Varios motores pueden impulsar esta fase:

Obsolescencia de los conmutadores: Podría forzar potencialmente la migración de partes de la red a medida que el equipo existente no se soporta o envejece.

Crecimiento de la red: Particularmente en los casos donde no hay nada hecho (aún presentes en algunos países en desarrollo), una solución basada en nodos multiservicios de gran capacidad será el método preferido para ofrecer la combinación de servicios de banda ancha+voz.

Interacción de servicios: Es muy probable que, a medida que crezca la disponibilidad de los servicios de banda ancha (VoIP, vídeo sobre IP, servicios multimedia, servicios de contenidos, etc.), crecerá la demanda de una mayor integración con la PSTN. Es importante subrayar que migrar un usuario de clase V a NGN les permitirá utilizar la mayoría de los servidores de aplicaciones y servicios en la NGN sin la necesidad de cambios drásticos en la Red.

Solución propuesta: Los DSLAMs existentes pueden migrar a nodos de acceso de gran capacidad evitando el clásico “bucle” al conmutador PSTN y ofrecer directamente servicios básicos de línea telefónica a los abonados DSL, que ya serán controlados desde

pronósticos o impactos financieros. Este aspecto es fundamental y es la base del sustento para la implementación de un plan para prolongar la vida útil de la Red PSTN, aprovechando al máximo la infraestructura existente en la Red PSTN.

- A fin de minimizar las inversiones requeridas, es esencial definir una estrategia adecuada para pasar desde las redes actuales a una nueva estructura de red, que permita aprovechar lo más pronto posible las ventajas de la arquitectura NGN. Cualquiera que sea la estrategia adoptada, la red PSTN coexistirá con los elementos de la nueva tecnología de red, durante varios años.
- En la situación actual del mercado de telecomunicaciones en los países en desarrollo, es difícil para un operador justificar la inversión de un plan de migración de su Red PSTN hacia una Red de Nueva Generación. La inversión existente en la Red PSTN, en cable de fibra, en equipos de transmisión, cables submarinos, bucles de cobre, centrales telefónicas, etc. son un enorme activo que no parece probable poderse reemplazar completamente, por lo que un plan de evolución debe ser gradual, y basadas en reales necesidades de negocio.

CAPITULO IV. CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA LA EXTENSIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE REDES DE TELEFONÍA FIJA

Este capítulo tiene por objetivo describir cuales son los principales aspectos técnicos que se deben contemplar para la extensión de la vida útil de las redes de telefonía fija (PSTN). Para lograr este objetivo se ha tenido en cuenta el marco conceptual desarrollado en el Capítulo II, los tópicos presentados en el capítulo III y el análisis de los enfoques relacionados con el tema, desarrollados por los organismos de estandarización de las telecomunicaciones y por los proveedores de los equipos que conforman una red de Telefonía Fija.

4.1. Maximizar el aprovechamiento del hardware instalado en la Red PSTN

Es la primera consideración técnica para prolongar la vida útil de la Red de Telefonía Fija, los principios básicos en los que se fundamenta son:

- Preservar la parte más significativa de las inversiones realizadas en la Red PSTN.
- Minimizar el coste operacional de la actualización de la Red PSTN, preservando el cableado físico y las operaciones de remodelado físico de los equipos.
- Remodelación de los equipos de tal modo que se puedan integrarse a las redes de nueva generación.

A continuación se detallan cada uno de los aspectos relacionados con esta consideración técnica.

4.1.1. Centrales de Conmutación Obsoletas

Normalmente la Red PSTN de un Operador de Telecomunicaciones está conformada por Centrales de Conmutación de diferentes tecnologías y con distinto tiempo de vida. La tabla 4.1 muestra, las Tecnologías de las Centrales de Conmutación y su máximo tiempo de funcionamiento en la Red PSTN de un Operador de Telecomunicaciones.

Las Tecnologías más antiguas (NEC y Phillips), las cuales el proveedor de la Central ya no fabrica repuestos, pero que aún se mantiene en funcionamiento, esto por la fiabilidad y robustez con la que fueron diseñadas, cubren aproximadamente el 5% de la Red. Dado el tiempo de vida, estas Centrales son calificadas técnicamente como obsoletas o en “phase

out”, y prácticamente cubren los clientes que no demandan nuevas facilidades en sus servicios telefónicos o utilizan el servicio únicamente para llamadas de voz. Aunque los costos de Operación y Mantenimiento son altos, la inversión en estos equipos ha sido recuperada por los Operadores de Telecomunicaciones.

Tabla 4.1 Tecnologías de Centrales de Conmutación

Proveedor	Tiempo de Servicio	Líneas atendidas	Centrales Locales + unidades remotas
Ericsson	15 años	1'496,049	453
Lucent	10 años	717,053	118
Alcatel	10 años	82,101	22
NEC	25 años	94,742	20
Phillips	30 años	29,478	7
		2'419,423	620

Para estas tecnologías obsoletas los componentes de hardware son sensibles a fallar por lo tanto las averías de hardware son mas frecuentes, mientras que el software está congelado y ya no se desarrollan o implementan nuevos servicios.

En estas tecnologías, la consideración técnica es remover algunas de las Centrales de Conmutación, y el criterio principal es escoger las Centrales de Conmutación y unidades remotas que están causando mas problemas en la operación y mantenimiento de la Red y aprovechar sus elementos de hardware, los cuales servirán como repuestos para las Centrales que permanezcan, como consecuencia se logra prolongar su vida útil, ya que se contará con un apreciable stock de repuestos para atender las averías de hardware de las Centrales o unidades remotas “obsoletas” que permanezcan en funcionamiento.

Aunque esta consideración logra prolongar el tiempo de vida útil de estas centrales, el objetivo final deberá ser la migración de todas las Centrales de Conmutación consideradas como obsoletas, no sólo porque generan altos costos en la operación y mantenimiento sino porque a veces las limitaciones regulatorias entran en juego (por ejemplo, servicios como portabilidad de número, facturación al segundo), forzando la evolución rápida de las Centrales de Conmutación obsoletas y no permitiendo la recuperación pronta de la inversión requerida para dar de baja cada Central “obsoleta”. Los abonados removidos serán migrados o conectados a las Centrales de Conmutación de Tecnologías más modernas o incluso se deberá considerar la posibilidad de conectarlos a Elementos de Red integrables a las Redes de Nueva Generación.

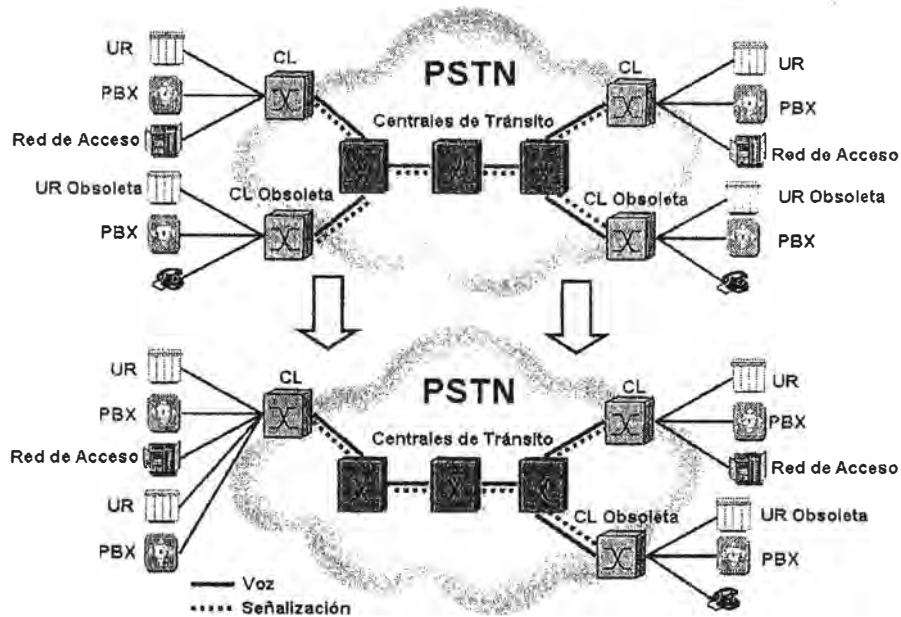


Figura 4.1. Centrales Obsoletas removidas en una red PSTN

4.1.2. Transformación de las Centrales de Conmutación existentes para su integración futura a las Redes NGN

Esta consideración está pensada para Centrales de Conmutación de pequeño porte (Centrales de Conmutación de menos de 3000 abonados) o unidades remotas, para las que se debe considerar su transformación en elementos de acceso con interfaz abierta V5.2, soportados en un primer momento por centrales cabeceras existentes; y en un plazo determinado por el Operador podrán ser soportados por los Access Gateways de las soluciones NGN de los Proveedores de estos equipos.

Se deberá solicitar al proveedor de la Central de Conmutación la transformación de estos equipos de tal forma que puedan ser configurados para operar como accesos V5.2. Al evolucionar la planta de centrales legadas de pequeño porte en accesos V5.2, el Operador de Telecomunicaciones no sólo está garantizando el prolongamiento de la vida útil de estos equipos, sino también tornará viable una integración simple y rápida a futuras redes NGN, a través de los Media Gateways de distintos fabricantes que soporten V5.2, además de permitir su inmediata conexión a las centrales locales o cabecera que actualmente están en operación. Además de esto, el uso de accesos V5.2 permitirá que el Operador de Telecomunicaciones concentre los esfuerzos, en el sentido de promover la homogeneización de los servicios y facilidades ofrecidos así como facilitar la implantación de nuevos servicios, exclusivamente en las capas superiores de la red de conmutación (es

decir, en las en las centrales cabecera y/o en el servidor de aplicación de la Red NGN), haciendo que estas actividades sean independientes de la etapa de abonados utilizado.

El proveedor de la Central que será transformada, deberá suministrar los equipos, materiales y servicios para adecuación del hardware y software de tales centrales, y la inversión deberá ser mucho menor a adquirir un nuevo equipo integrable a las redes de nueva generación que proporcione servicios de telefonía.

Dado que se están transformando centrales de conmutación existentes, los accesos V5.2 propuestos deben estar preparados para soportar la conexión con las plataformas de prueba de línea de abonados. Asimismo de ser factible, con el mismo hardware, deben estar preparadas tanto para operar como acceso V5.2 o como central autónoma, es decir, deberán estar configurados para ser capaces de continuar operando en caso de falla de transmisión con la central cabecera de Conmutación. Esta flexibilidad tiene como ventaja, permitir que, en un primer momento, el Operador utilice la Central actualizada como central autónoma, pasando solamente a utilizarla como acceso V5.2, a medida que sea posible conectarla a la red NGN o a una central cabecera, con el sentido de evitar, minimizar o postergar inversiones para adecuación de las centrales cabecera y del backbone de transmisión.

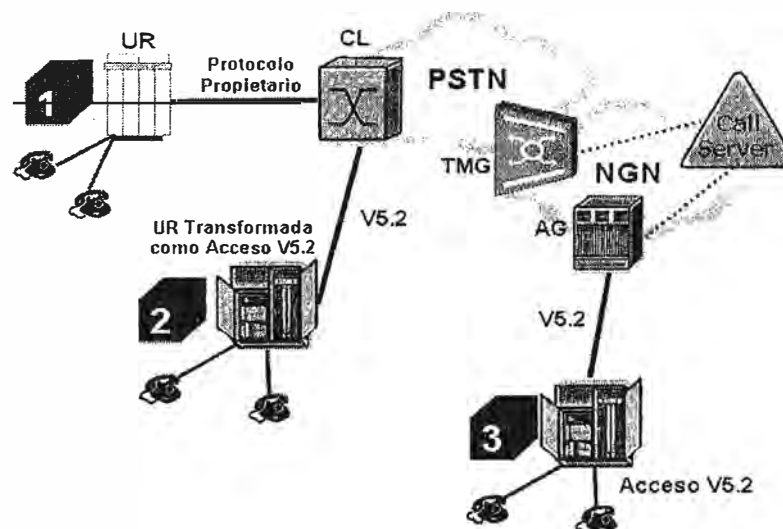


Figura 4.2. Transformación de Centrales para integración a la Red NGN

4.1.3. Optimización de las Centrales de Conmutación Cabeceras

Dentro de las Centrales de Conmutación que un Operador de Telecomunicaciones tiene en su red, están las Centrales en las que es viable aún, actualizar el hardware y software de las Centrales para la última versión de software y para hardware más compacto, dando como resultado una ganancia de espacio físico, energía y piezas de

repuestos. Además permita iniciar las acciones de remodelación para transformar sus componentes en elementos de acceso soportados por gateways y softswitches en la arquitectura NGN, las cuales son posibles mediante la agregación de elementos controladores compatibles con las redes de nueva generación. Sin embargo una de las premisas más importantes para hacerlo posible es que este upgrade debe costar mucho menos que la compra de equipos integrables a las redes de nueva generación, de no ser así debe postergarse estas inversiones y en su momento adquirir los equipos integrables a NGN para brindar el servicio a los clientes actualmente atendidos por estas centrales.

Esta actualización de la versión de software y hardware debe realizarse en toda la planta de conmutación con la finalidad de asegurar su vida útil y el soporte técnico del proveedor, y normalmente es el último release en la Centrales de Conmutación que el Proveedor está considerando. Esto sienta las bases para que el Proveedor presente al Operador soluciones NGN optimizadas para la evolución de la planta de conmutación, las cuales permiten en términos generales la continuidad de los servicios y la re-utilización de gran parte de la inversión en bastidores de línea y unidades remotas.

Tradicionalmente, el tiempo de ciclo de vida de una actualización de software en una Central de Conmutación acostumbraba ser cada dos o tres años. Sin embargo, para esta última actualización se deberá tener un tiempo de vida más largo, de por lo menos 6 años e incluso se deberá intentar extender este upgrade aún más, hasta 10 años, garantizando de esta forma la vida útil del software en las Centrales indicadas.

Asimismo en este proceso de upgrade podemos encontrar Centrales en la que no es factible una actualización, por lo que se podría recomendar su discontinuidad.

Además estas actualizaciones de software deberán soportar todos los ítems de hardware de la Central, incluso las que están discontinuos de fabricación. Un hardware discontinuo es aquel que alcanzó el Fin de Fabricación e inició el tiempo, típicamente de 5 años, en el cual se garantiza las reparaciones. Las centrales de conmutación involucradas en esta consideración no tiene ningún modelo como un todo que esté en el Fin de Fabricación, pero sí algunos de sus Módulos, Gavetas o placas entran periódicamente en Fin de Fabricación cuando por ejemplo no es más posible encontrar componentes para fabricación o existe una sustitución total de un Módulo por evolución Tecnológica. En todo caso con una actualización de software, el upgrade de hardware deberá ser mínimo. Además del asunto de la supervivencia de las centrales, una razón muy importante para realizarse el upgrade de las centrales, es debido a que muchos ítems que están

discontinuados son sustituidos por otros que sólo son soportados en la última versión de software. De esta forma, los crecimientos de las centrales pueden ser introducidos a tiempo para realizarse antes del upgrade.

En términos de reparación de tarjetas, los proveedores deben garantizar las reparaciones de las tarjetas tanto en ítems actualmente en fabricación como en ítems ya discontinuados. Aunque es difícil garantizar la reparación de ítems discontinuados y que estén fuera de la garantía de reparación del hardware, para que el Operador pueda garantizar la reparación de las placas de hardware, se deberá considerar la actualización de algunas de las centrales de la planta para que haya ítems de hardware disponibles para piezas de repuestos.

Se pueden considerar los siguientes criterios para la sustitución del Hardware en las centrales existentes:

- Se deberá evaluar los grandes módulos (Conmutadores Espaciales o Temporales) que estén discontinuados y en donde cualquier ampliación de troncales o abonados en la central necesita de crecimiento correspondiente en este módulo discontinuado. Asimismo esta sustitución deberá garantizar la ganancia de espacio físico y una reducción drástica de la cantidad de repuestos necesarios.
- Para garantizar que el Hardware de las Centrales puedan ser reparados para los próximos 5 o 10 años, se deberá considerar la actualización del hardware de algunos de los grandes módulos (Señalización, Conmutadores Temporales/Espaciales), utilizando como repuestos las tarjetas retiradas de estos módulos, para las que aún permanezcan en planta.
- En cuanto a los módulos de abonados y enlaces troncales también se deberá considerar la actualización de algunos de los módulos discontinuados, buscando con ello tener un stock de repuestos suficientes para el resto de Centrales que permanezcan con estos módulos discontinuados. Las nuevas tarjetas de abonado deberán tener funciones integradas, las cuales permitan reducir el espacio físico de los bastidores, por ejemplo deberán soportar las pruebas de línea integrada, abonado común y teléfono público. Un aspecto crítico para las actualizaciones de hardware de estos módulos es que el nuevo hardware sea compatible con los utilizados en los equipos integrables a las redes de nueva generación. Como existe la compatibilidad de tarjetas de Línea, los módulos de abonados pueden convertirse para nodos de accesos IP, reutilizando las tarjetas de abonado existentes.

4.2. Soporte Técnico y Mantenimiento de la Red de Conmutación

Dado el tiempo de instalación de las Centrales de Conmutación, y con la finalidad de contribuir a prolongar su vida útil es necesario asegurar con los Proveedores de los equipos un plan de asistencia técnica que cubra actividades de primer nivel destinadas a asegurar de manera pro-activa el correcto funcionamiento de los diferentes sistemas de la red de conmutación. Deberán adaptarse los contratos de soporte de acuerdo con los objetivos y requerimientos planteados para prolongar la vida útil de la planta de conmutación de tal forma que los Proveedores de los equipos de la Red de Conmutación acompañen al Operador en todo el proceso de transición tecnológica contribuyendo, durante los próximos años, a asegurar la continuidad de los servicios y ganancias provenientes de su red de conmutación. De este modo, el Proveedor deberá ofrecer al Operador la posibilidad de mejorar la fiabilidad de la red para sus abonados y, al mismo tiempo, concentrarse en el desarrollo de nuevas oportunidades de ingresos y de evolución de su red.

Se deberá solicitar servicios de Asistencia Técnica que garanticen la extensión de la vida útil de la Red PSTN las cuales comprendan el Mantenimiento correctivo, preventivo, servicio de consultas técnicas, reparación de tarjetas y reportes sobre la ejecución de los servicios.

Mantenimiento correctivo: destinado a asistir al Operador en la resolución de los problemas que aparecieran en la red en conformidad con los niveles de servicios solicitados (Tabla 4.2). El servicio de mantenimiento correctivo provee apoyo de segundo y tercer nivel a los recursos de primer nivel del Operador. Las principales tareas de éste incluyen el diagnóstico de segundo nivel, la investigación y la resolución de las fallas. La resolución de fallas podrá necesitar de dos etapas: la neutralización y la resolución final. La entrega de correcciones se considera como parte de la solución final, cuando el Operador lo requiera se podrán realizar intervenciones específicas de nivel uno para su instalación. También de ser necesario para la resolución de fallas, y a petición del Operador, el proveedor realizará intervenciones de primer nivel en sitio.

Tabla 4.2 Tiempos de respuesta para el Soporte del Proveedor

Tipo de Falla	Menor	Media	Graves
Disponibilidad del Servicio	24 Horas los 365 días del año		
Tiempo de intervención	1 día	8 horas	1 hora
Tiempo de neutralización	7 días	24 horas	3 horas

Mantenimiento preventivo: El mantenimiento preventivo deberá cubrir actividades de primer nivel destinadas a asegurar de manera pro-activa el correcto funcionamiento de los diferentes sistemas de la red de conmutación.

Soporte para consultas: El proveedor deberá ofrecer la posibilidad al Operador de realizar consultas y pedir información relativa a las tareas corrientes de operación y mantenimiento así como también a aspectos de funcionamiento de la red de conmutación.

Servicio de reparaciones: consiste en el envío y re-acondicionamiento de las piezas identificadas como defectuosas por los equipos de primer nivel del Operador (o el proveedor si es quien realiza la intervención), y su retorno al Operador dentro de un plazo de tiempo predefinido. El re-acondicionamiento se realiza por la reparación de la unidad defectuosa o por el reemplazo estándar con una unidad equivalente, si la reparación no es posible. Comúnmente los plazos ofrecidos pudieran ser 90 días para las reparaciones locales y 180 días para las reparaciones en el exterior del país correspondiente al Operador.

4.3. Expansión de la Red con Elementos integrables a las Redes NGN

Aunque la demanda de los servicios de voz en el mundo ha ido decreciendo, en países en desarrollo como en Latinoamérica, aún la penetración de los servicios de Telefonía Fija es baja, lo que se traduce en un crecimiento en el número de líneas de Telefonía Fija. Existen dos formas de atender esta demanda, en primer lugar se debe verificar la capacidad instalada de las Centrales y la otra es utilizar elementos de Red integrables a las redes de nueva generación. En cuanto a utilizar la capacidad instalada, se sugiere utilizar en zonas donde aún no se ha cubierto la demanda de telefonía fija y se sabe que la demanda de nuevos servicios es aún insipiente, equipos o unidades remotas cuya fabricación está discontinuada, extraídas de zonas en donde se sabe que la demanda de nuevos servicios (Banda Ancha) va a crecer y en las que se deben utilizar elementos que son factibles a ser transformados como elementos de acceso en una Red NGN (evaluada por los proveedores).

En cuanto a los elementos de Red integrables a las redes NGN, el criterio a considerar es la evolución suave hacia una plataforma NGN por lo que se utilizará en un primer momento accesos V5.2 conectados a las Centrales de Conmutación Locales o Cabeceras y en un segundo momento, serán transformados en accesos de Voz sobre IP (VoIP), a través de los Media/Access Gateways V5.2/VoIP. De esta forma la evolución de las facilidades ofrecidas a los abonados acompaña la evolución de las cabeceras o de los servidores de aplicación en NGN.

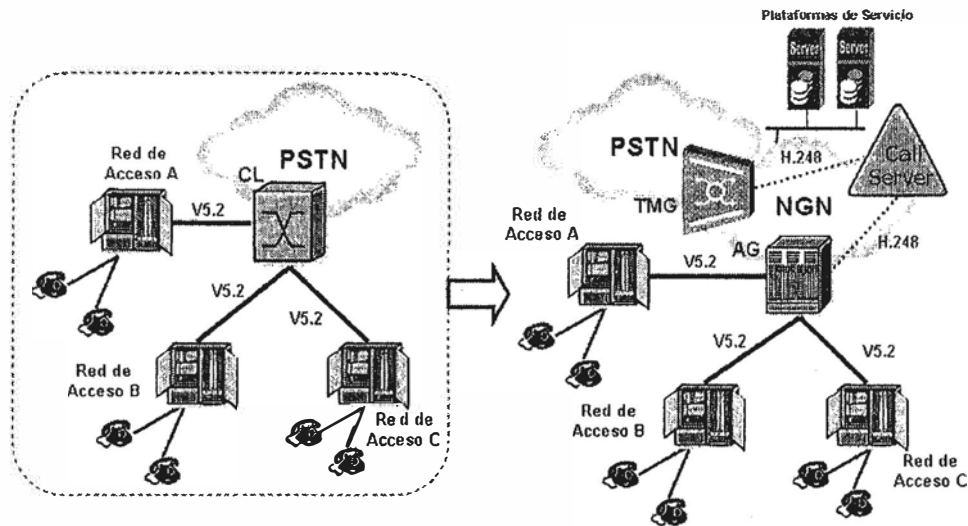


Figura 4.3 Accesos V5.2 integrables a las Redes NGN

Asimismo para atender esta demanda se debe considerar la posibilidad de utilizar los módulos de abonados de las unidades remotas conectados a las Centrales de Conmutación las cuales en el momento están conectadas a través de protocolos propietarios pero que en un futuro podrán ser conectados a los Media/Access Gateways, para formar parte de una Red de Nueva Generación. La idea es preservar toda la parte de abonados, aprovechando además del hardware, todo el cableado e instalación existente, permitiendo también en un futuro, una migración suave y de bajo costo.

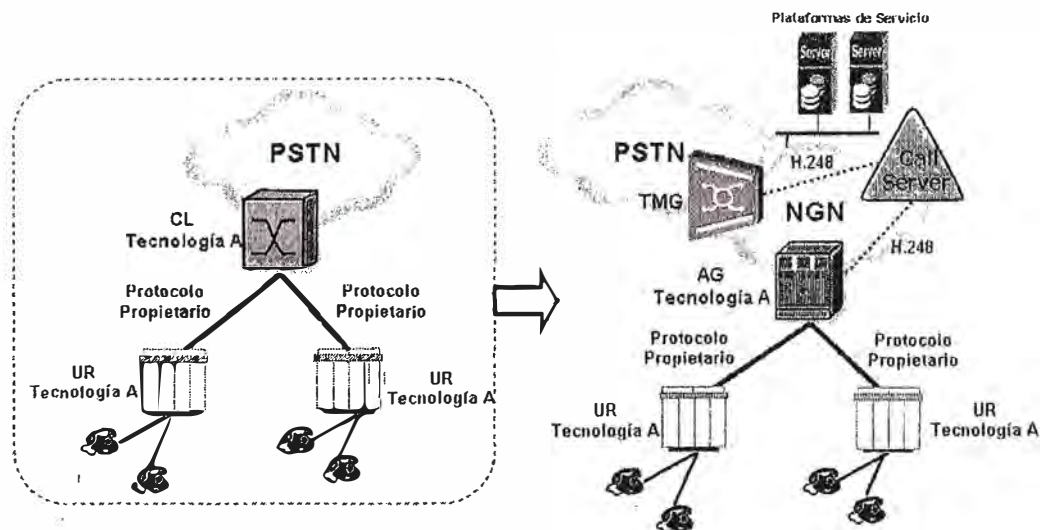


Figura 4.4 Utilización de Unidades Remotas compatibles en Redes NGN

Otra posibilidad es la utilización de los nodos de accesos multiservicios las cuales son equipos que además de soportar accesos de voz, soportan líneas dedicadas y xDSL en un mismo chasis, e incluso bajo la consideración de utilizar las mismas tarjetas de abonado de las Centrales, así como la misma infraestructura de cableado. Estos equipos poseen un

backplane de alta capacidad, permitiendo agregar diversas tecnologías de acceso y ofertar diferentes servicios en un mismo equipo. Los servicios POTS legados estarán presentes en la red aún por un largo período, mediante los nodos de acceso multiservicio, la migración de los accesos POTS actuales para una arquitectura NGN, son viables.

Estos nodos de acceso permiten la implementación de protocolos de control en las Redes de Nueva Generación como SIP y H.248. Como propuesta de valor de estos módulos podemos citar:

- No es necesario la modificación del cableado – se mantiene toda la base de abonados.
- No es necesario ninguna alteración en el gateway de acceso.
- Permite la migración centralizada para NGN. Flexibilidad en la estrategia de migración para NGN.

4.4. Evolución de la Red PSTN a NGN

Un aspecto técnico importante para prolongar la vida útil de una Red PSTN es considerar su evolución a una Red de Nueva Generación. La Red PSTN es considerada el primer candidato para evolucionar a una Red de Nueva Generación, sin embargo debido al amplio despliegue y uso de la misma, su evolución a Redes de Nueva Generación debería ser considerada dentro de un enfoque basado en etapas o fases, contribuyendo de esta manera a extender la vida útil de una Red de Telefonía Fija.

De acuerdo a la recomendación Y.2261 de la ITU, se describen las posibles formas de evolucionar la PSTN a NGN, las cuales están basados en el estándar IMS o basados en la implementación de un Call Server, también conocido como Softswitch.

4.4.1. Escenarios de Evolución de la Red de Telefonía Fija

Consolidación de las Centrales de Conmutación para la evolución a NGN

Con la finalidad de preparar la PSTN para la evolución a una red de conmutación de paquetes (NGN), y como un paso inicial, algunas de las Centrales de conmutación pueden ser removidas y todas sus funcionalidades tales como tarificación, control, etc. deben ser transferidas a las Centrales de Conmutación que permanecen. Los módulos de acceso al usuario, las PBX, las redes de acceso afectadas, son conectadas a las Centrales de Conmutación que permanecen. Asimismo una consolidación adicional se produce, cuando los módulos de abonados ubicados en la Central Cabecera removida, se convierten en unidades remotas, las cuales son conectadas a las Centrales Cabeceras que permanecen. La figura 4.5 muestra este paso preparatorio.

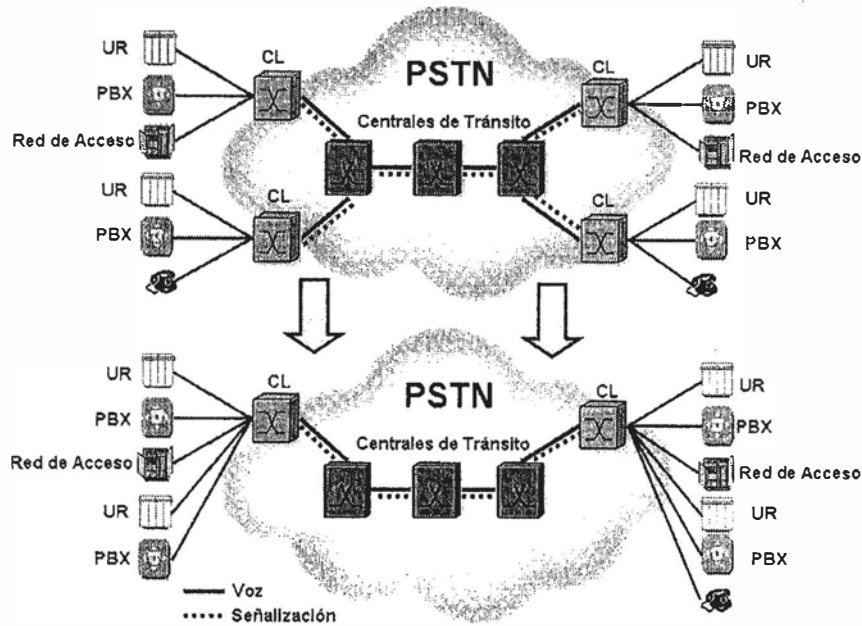


Figura 4.5. Consolidación de una Red PSTN para su evolución a NGN

Escenario 1: La PSTN y la Red de Conmutación de Paquetes (NGN) Co-existen

El enfoque inicial más probable para la evolución de la PSTN a NGN es que estas redes co-existirán durante un período de transición. Como se muestra en la figura 4.6, son consideradas dos etapas adicionales para la evolución en este escenario, además de la consolidación de la Red PSTN explicada anteriormente.

Paso 1: En esta etapa algunas de las Centrales de Conmutación son reemplazadas por Access Gateways. Las funciones originalmente proporcionadas por las Centrales removidas son ahora proporcionadas por los Access Gateways y el Call Server (Softswitch). Adicionalmente algunos de los elementos de acceso tales como las unidades remotas, los teléfonos y redes de acceso, las cuales eran originalmente conectadas a las Centrales removidas, ahora estarán conectados directamente a los access gateways. Adicionalmente los Access Gateways pueden ser desplegados para soportar nuevos clientes que estarán conectados directamente. Los TMGs (Trunking Media Gateways) y SGs (Sginalling Gateways) son desplegados para la interconexión entre la Red de conmutación de paquetes (NGN) y las Centrales de Tránsito de la Red PSTN, así como otros Operadores de Telefonía Fija. Los Access Gateways y los Trunking Media Gateways son controlados por el Call Server

Paso 2: En este paso las centrales de conmutación que quedaron luego de la consolidación de la PSTN, son sustituidas por los Access Gateways, las centrales de tránsito son removidas y sus funciones de control son efectuadas por el Call Server

(Softswitch). Los TMGs (Trunking Media Gateways) y SGs (Sginalling Gateways) son desplegados para la interconexión entre la Red de conmutación de paquetes (NGN) y la Red PSTN de otros Operadores. Los Access Gateways y los Trunking Media Gateways son controlados por el Call Server.

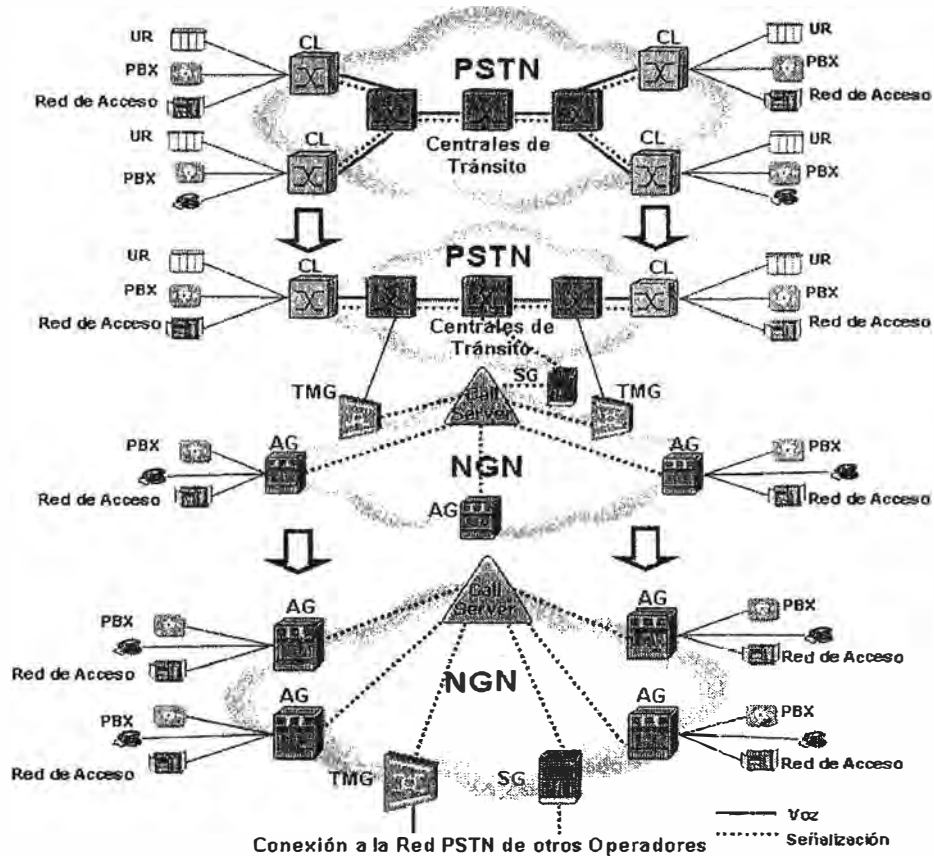


Figura 4.6. Escenario 1 para la evolución de una Red PSTN a una Red NGN

Escenario 2: Uso inmediato de la Red NGN inicialmente vía los Gateways de Señalización y los Trunking Media Gateways

En este escenario la Red PSTN es inmediatamente reemplazada por la NGN. Como un primer paso las Centrales de Conmutación son conectadas a los Gateways de señalización y los Trunking Media Gateways, para posteriormente ser retirados. La figura 4.7 describe los dos pasos explicados a continuación:

Paso 1: En este paso la Red PSTN es reemplazada por la NGN y las funciones de las centrales de tránsito son efectuadas por los Trunking Media Gateways y el Gateway de Señalización bajo el control del Call Server. Las Centrales de conmutación son conectadas a la red de NGN vía los Trunking Media Gateways y los Gateways de señalización. Los Trunking Media Gateways y los Gateways de señalización son desplegados para la interconexión de las Red NGN y la Red PSTN de otros Operadores.

Paso 2: En esta etapa las Centrales de Conmutación y algunos de los elementos de acceso tales como las unidades remotas, teléfonos, redes de acceso, son removidos y sus funciones son proporcionadas por los Access Gateways y el Call Server. Las PBX son conectadas directamente a los Access Gateways. Las redes de acceso son o bien reemplazadas por los Access Gateways o conectadas a ellas. Los TMGs (Trunking Media Gateway) y SGs (Sginalling Gateways) son desplegados para la interconexión entre la Red de conmutación de paquetes (NGN) y la Red PSTN de otros Operadores. Los Access Gateways y los Trunking Media Gateways son controlados por el Call Server.

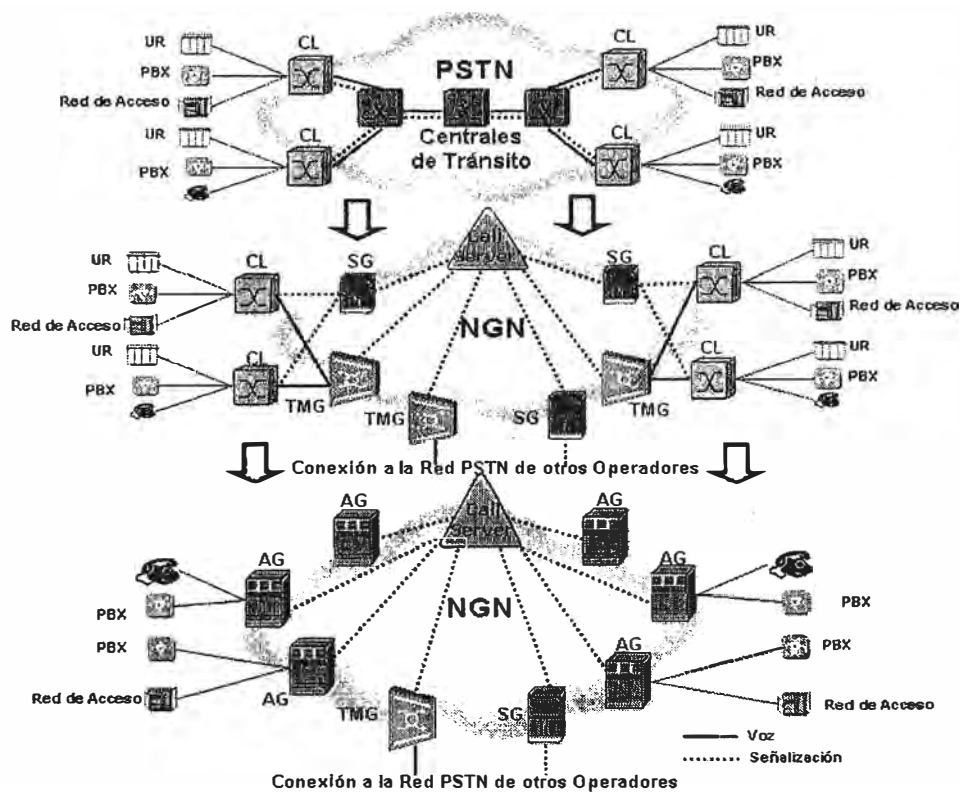


Figura 4.7. Escenario 2 para la evolución de una Red PSTN a una Red NGN

Escenario 3: El enfoque de un solo paso

En este escenario la Red PSTN es reemplazada con la Red de conmutación de Paquetes (NGN) en un solo paso, como se muestra en la figura 4.8. Las Centrales de Conmutación Cabeceras son reemplazadas por los Access Gateways y sus funciones son divididas entre los AGs y el Call Server (CS). Específicamente el control de la llamada y las funciones de facturación son transferidas al Call Server. Todos los elementos de acceso tales como la planta de cobre al usuario, las unidades remotas, las PBX, son conectadas a los Access Gateways. Las Redes de Acceso son o bien reemplazadas por los Access Gateways o son conectadas a la Red de Conmutación de Paquetes a través de los Access

Gateways. Los Trunking Media Gateways están bajo el control del Call Server y los Gateways de Señalización son desplegados para reemplazar las funciones de las Centrales de Tránsito y proporcionar la interconexión entre la Red de Conmutación de Paquetes y las Red PSTN de otros Operadores.

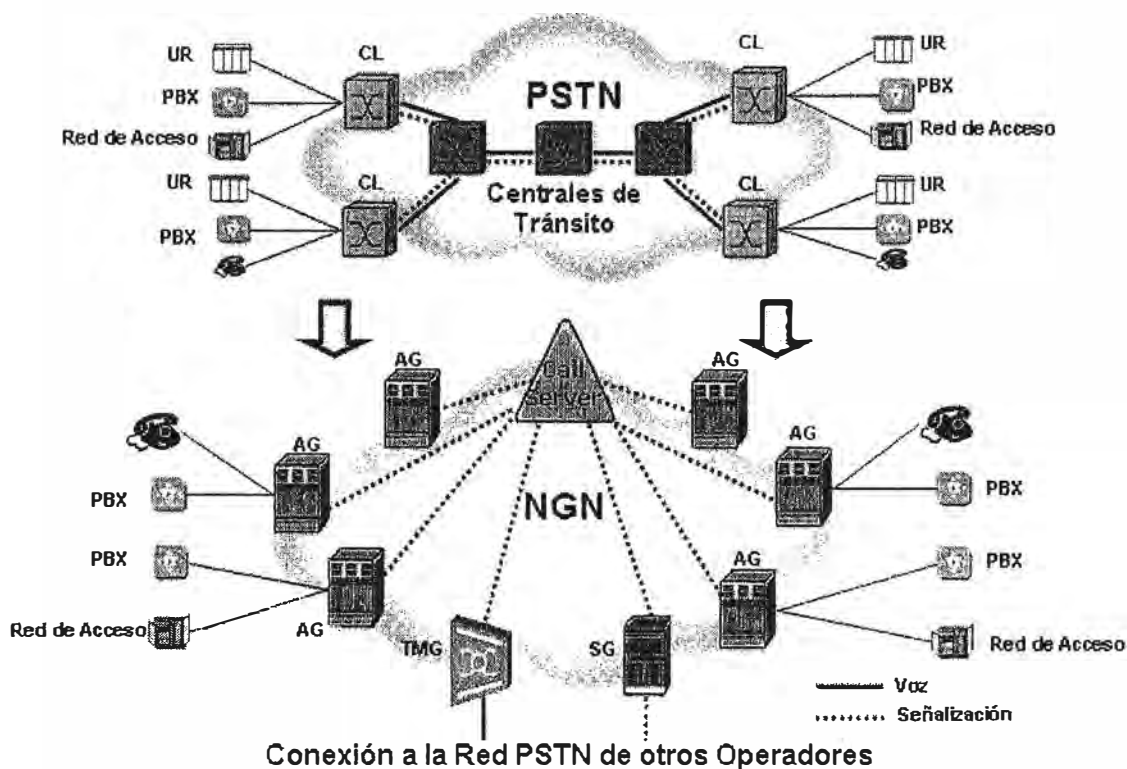


Figura 4.8. Escenario 3 para la evolución de una Red PSTN a una Red NGN

4.4.2. Evolución a NGN basado en IMS.

La figura 4.9 muestra un escenario donde la Red PSTN evoluciona directamente a una Red de Conmutación de paquetes basado en el estándar IMS. Los usuarios finales accedan a la Red utilizando equipos de usuario NGN o equipos de usuario legados (red PSTN) conectados vía un Access Gateway. Los Trunking Media Gateways y los Gateways de Señalización son desplegados para la interconexión entre la NGN y la Red PSTN de otros Operadores.

La concurrencia de implementaciones basadas en Call Server y en el estándar IMS puede ocurrir cuando un proveedor de servicios existente, despliega en forma separada una red basada en IMS para nuevos servicios y soporta los servicios ya existentes usando un enfoque basado en Call Server (Softswitch).

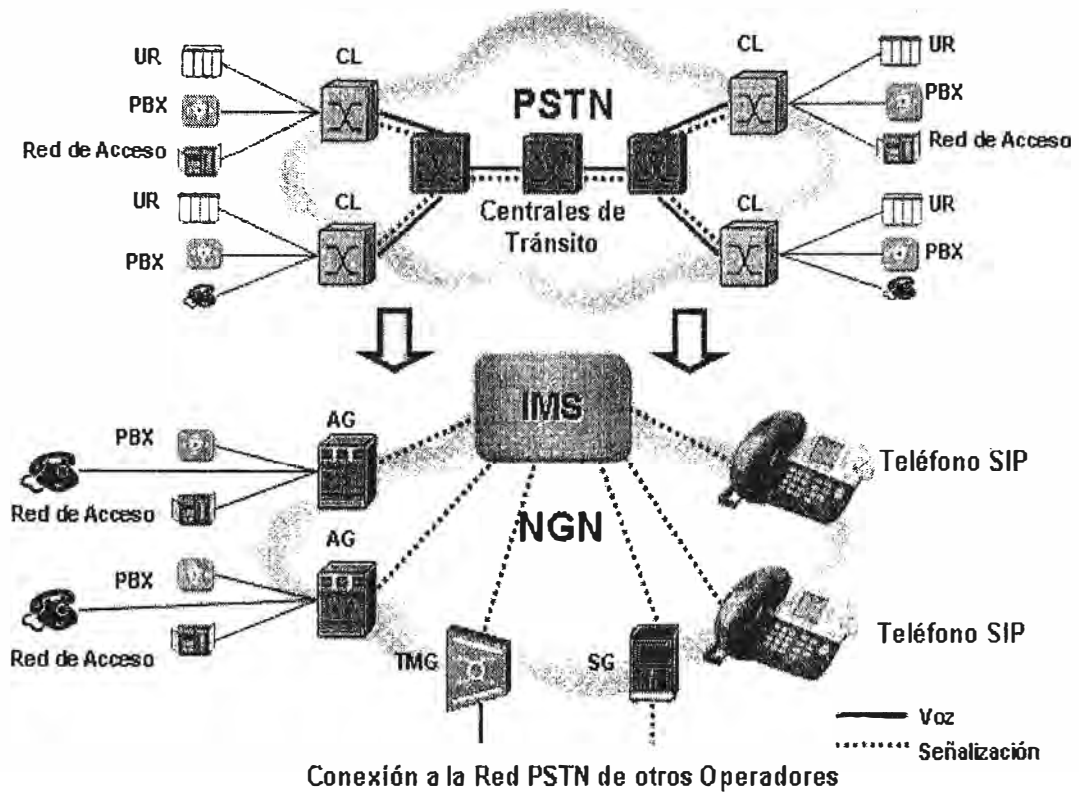


Figura 4.9. Evolución a NGN basado en IMS.

4.4.3. Evolución de la Red de Acceso xDSL a NGN.

La Evolución de la Red de Acceso es mostrada en tres posibles pasos (figura 4.10):

Paso 1: Las interfaces tradicionales de una red de acceso incluyen: POTS, ISDN y la interfaz V5.1/2. Tales interfaces conectan los usuarios a la Red PSTN vía la Central de Conmutación.

Los usuarios legados de Voz pueden también tener acceso a los servicios de Banda Ancha, por ejemplo vía xDSL. En este caso el equipo localizado en el cliente es un módem xDSL y el equipo del proveedor del servicio es un DSLAM. Ya que las interfaces xDSL permiten a los usuarios conectarse a Internet, estas interfaces pueden ser utilizadas para conectar tales usuarios a la NGN.

Las Redes de acceso con la interfaz V5.2 pueden ser mantenidas o pueden ser completamente reemplazados por los Access Gateways conectados a la NGN directamente.

Paso 2: El módem xDSL soporta usuarios legados y pueden habilitar el acceso de banda ancha a la NGN. El usuario IP puede también usar la interfaz xDSL como medio de transporte a la NGN. El protocolo para la interfaz xDSL puede ser ethernet el cual permite el flujo de datos de banda ancha y los servicios por ejemplo: VoD, IPTV, VoIP e Internet.

Paso 3: En este paso los sistemas legados en el lado usuario son reemplazados por los sistemas lado usuario de la NGN y las líneas de cobre son reemplazadas por fibra óptica, o bien fibra a cobre, o fibra a la casa para incrementar la velocidad de transmisión. El protocolo para este medio de transmisión puede ser Ethernet.

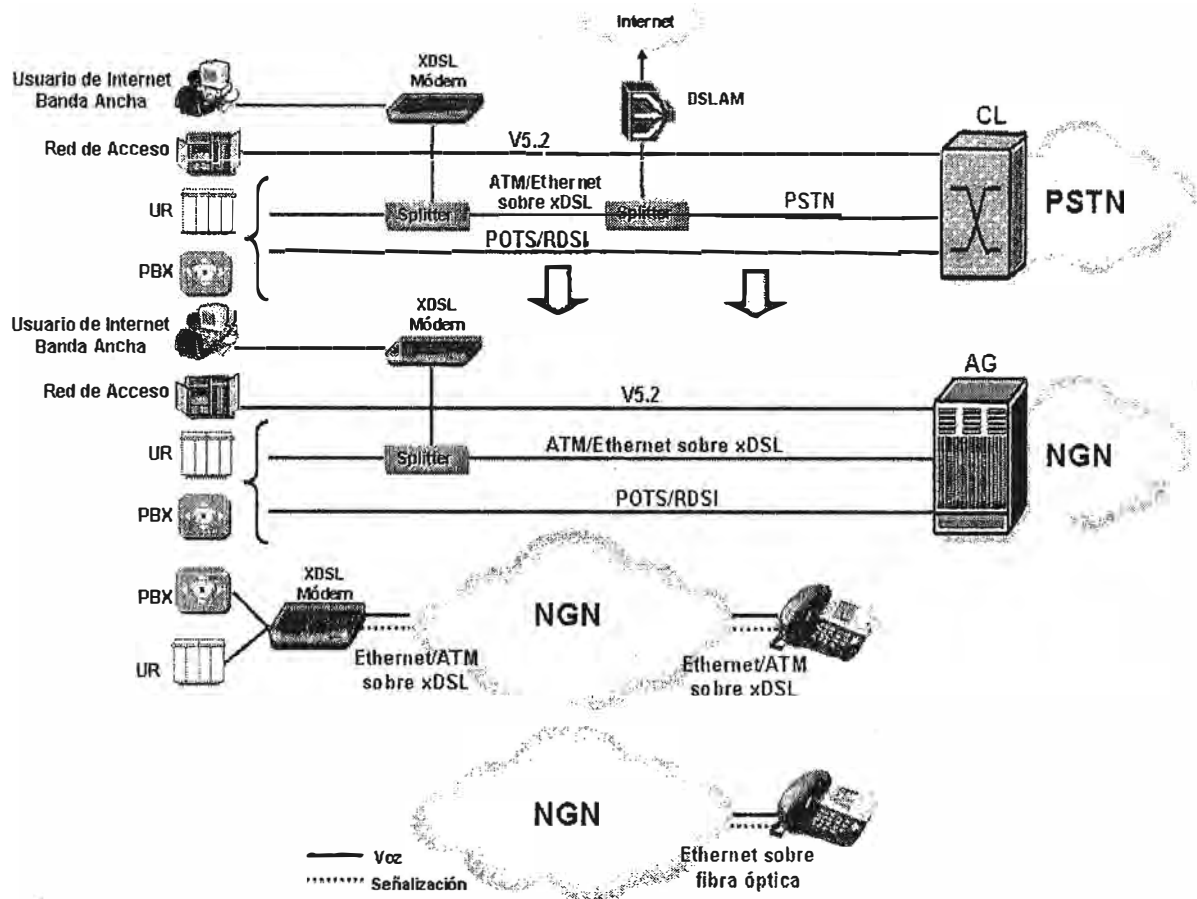


Figura 4.10. Evolución de la Red de Acceso xDSL a NGN.

4.4.4. Escenarios para la evolución del control y señalización de la Red

Un posible escenario para la evolución de la Red de señalización consiste de 3 pasos (figura 4.11):

Paso 1: En este paso las funciones de señalización son transferidas desde las Centrales de Tránsito a unidades independientes, creando una red STP (Punto de transferencia de Señalización) paralela (parcial o completa).

Paso 2: En este paso los STPs son actualizados a Gateways de señalización y son ubicados en la frontera entre la PSTN y la NGN. En este caso, ambos, la Red PSTN y la NGN co-existirán con cada uno.

Paso 3: En esta etapa todas las Centrales de Conmutación y las Centrales de Tránsito son reemplazadas por NGN.

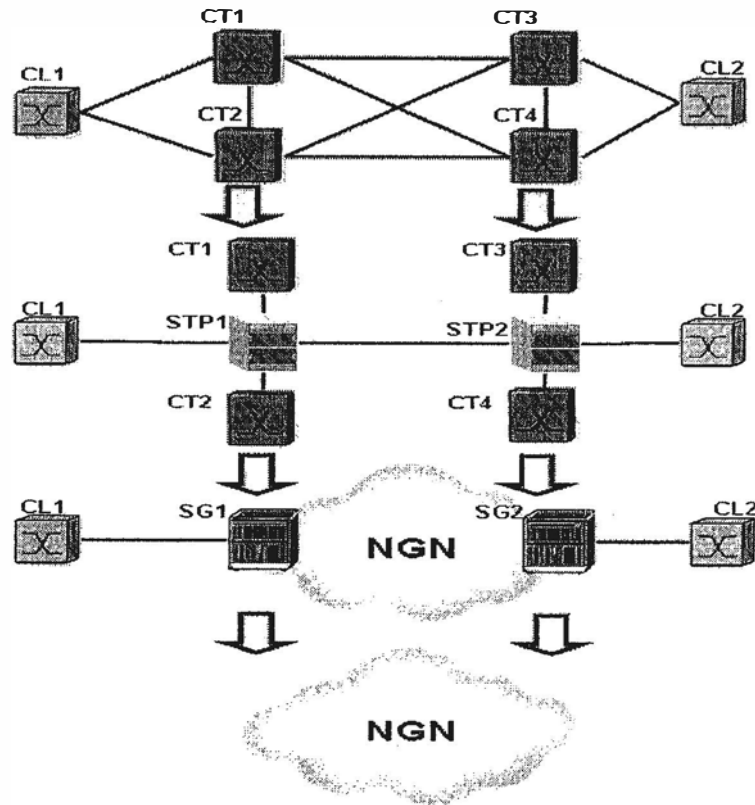


Figura 4.11. Evolución del Control y la Señalización.

4.4.5. Escenario de Evolución de los Sistemas de Tarificación

Los tres escenarios representados en la figura 4.12 deben ser considerados cuando se evoluciona a NGN. El tiempo o la preferencia para la selección de estos escenarios depende del Operador de Telecomunicaciones.

El sistema de mediación es una entidad, el cual permite la transferencia y procesamiento de los registros detallados de llamadas (CDRs) desde la Red PSTN al Sistema de Tarificación NGN o desde la NGN al sistema de tarificación de la Red PSTN.

Escenario 1: Para este escenario se considera que un Sistema de Tarificación NGN manejará ambas redes, la Red PSTN y la Red NGN

Escenario 2: Para este escenario un nuevo sistema de tarificación es desarrollado para la Red NGN mientras se mantiene el sistema de tarificación de la Red PSTN. Para este caso todos los aspectos de tarificación ya existentes serán considerados para NGN.

Escenario 3: Para este escenario un Sistema Legado de Tarificación es considerado para manejar ambos la Red NGN y la Red PSTN. Para este caso todos los aspectos de tarificación son afectados.

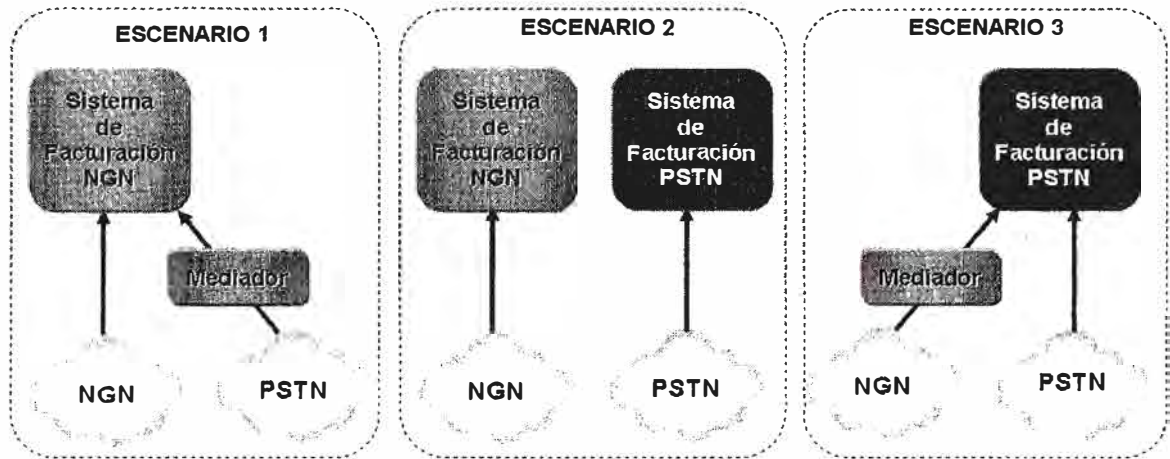


Figura 4.12. Evolución de los Sistemas de Tarificación

CAPITULO V. LINEAMIENTOS DE UNA PROPUESTA DE APLICACIÓN PARA OPTIMIZAR LAS REDES DE TELEFONÍA FIJA

Luego de haber presentado las consideraciones técnicas para la extensión de la vida útil de las Redes de Telefonía Fija en el capítulo anterior; el objetivo de este capítulo es describir sobre la base de tales consideraciones técnicas, los lineamientos de una propuesta de aplicación que pueden ser tomadas en cuenta por los Operadores de Telecomunicaciones que buscan optimizar sus Redes de Telefonía Fija.

5.1. Optimización de la Red PSTN

La optimización tendrá en cuenta los criterios para prolongar la vida útil de la Red de Conmutación presentadas en el capítulo anterior. Previo a la implementación del plan de prolongación de vida útil en la planta de conmutación se deberá considerar una clasificación para los nodos existentes en la Red. La clasificación deberá ser la siguiente considerando los nodos como la ubicación de una Central de Conmutación:

Nodos Prioritarios: Nodos existentes en la red con prioridad para actualización de hardware y software.

Nodos no Prioritarios: Nodos existentes en la red no prioritarios para actualización, sin embargo en las cuales se deberán tomar las acciones necesarias para cumplir con las especificaciones técnicas que garanticen la calidad de servicio.

Nodos Remotizados: Nodos considerados no prioritarios para actualización y propuestos para ser convertidos en unidades remotas de abonado de un nodo de conmutación mayor, las características consideradas para la propuesta de remotización incluyen los 'nodos de bajo tráfico, con disponibilidad de transmisión (capacidad y confiabilidad) y posibilidad de ser remotizados desde otro nodo mayor perteneciente a la misma zona.

Nodos Reemplazados Prioritarios: Nodos considerados con prioridad 1 para su reemplazo. Estos nodos corresponden principalmente a las centrales de conmutación “obsoletas”.

Nodos Reemplazados No Prioritarios: Nodos considerados con prioridad 2 para reemplazo. Estos nodos corresponden principalmente a las centrales de conmutación “obsoletas” que permanecerán mientras sea posible disponer de los repuestos de las Centrales Obsoletas que han sido reemplazadas.

5.1.1. Centrales de Conmutación Obsoletas

Las Centrales de Conmutación obsoletas deberán ser removidas gradualmente, para el caso de un Operador es típico considerar el reemplazo de 2 Centrales por año, si es que no existiera alguna obligación regulatoria, ya que esto podría acelerar este proceso.

Los abonados removidos deberán ser migrados cubriendo la capacidad existente en la Red de Conmutación, o bien mediante la adquisición de elementos integrables a las redes de nueva generación.

5.1.2. Transformación de las Centrales de Conmutación existentes para su integración futura a las Redes NGN

Se deberá solicitar a los Proveedores identificar las Centrales de Conmutación de pequeño porte o las Unidades Remotas en las que es factible llevar a cabo este proceso.

Por ejemplo, para las Centrales Telefónicas de Tecnología Lucent, las Centrales típicas que pueden ser consideradas en este grupo, son los modelos Elcom y las Centrales ZTX, las cuales pueden ser transformadas en Centrales BZ5000 configuradas para operar como accesos V5.2. Para las Centrales de Tecnología Neax, un modelo de transformación considera la utilización de los módulos ELMC (Extend Line Module Controller) y el módulo NGCONV (Next Generation Converter). Estos módulos tienen las siguientes aplicaciones:

- ELMC, hace disponible el V5.2.
- NGCONV, hace disponible los protocolos de NGN: el MGCP, Megaco y SIP.
- El control y procesamiento de la llamada (encaminamiento, tarifación, servicios suplementarios) pasa a ser efectuado por el Call Server o Softswitch. La figura 5.1 muestra la transformación descrita.

5.1.3. Optimización de las Centrales de Conmutación Cabeceras

Se refiere a la optimización de los nodos de conmutación “mayores” (Centrales Locales o Cabeceras), las cuales controlan las unidades remotas desplegadas en toda la Red PSTN. Se deberá identificar las actividades necesarias para llevar a cabo la actualización de software y hardware de las Centrales de Conmutación Cabeceras, considerando las diferentes tecnologías de fabricación con las que cuenta un Operador. Se deberá solicitar a

cada Proveedor o fabricante de la Central de Conmutación, una propuesta de actualización de las Centrales, cuya inversión sea mucho menor que adquirir nuevos elementos integrables a las redes de nueva generación.

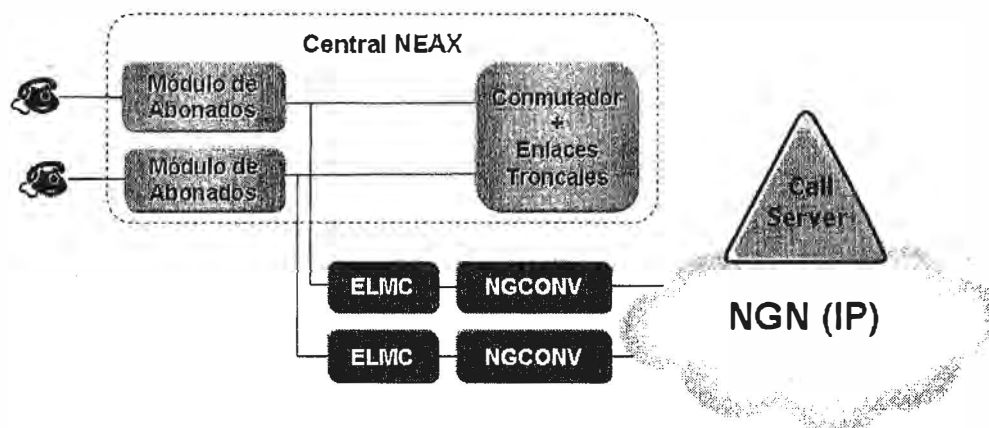


Figura 5.1. Transformación de una Central en la Red PSTN (1)

Por ejemplo en el caso de las Centrales de Tecnología NEAX, se propone la adición de módulos que permitan a las Centrales integrarse en un futuro próximo a las redes de nueva generación. El modelo de optimización para las Centrales de Conmutación NEAX es agregar un nuevo “controller” (NGN), el cual pasa a controlar las llamadas, permitiendo una sustitución gradual de los elementos existentes o su reaprovechamiento. La figura 5.2 muestra esta solución, en la que se considera lo siguiente:

- Un nuevo módulo que será agregado a la Central Neax con conexión vía SS7.
- Número máximo de usuarios para el nuevo módulo (30,000 usuarios).
- Las troncales SS7 migran a este nuevo módulo.
- Los abonados POTS y RDSI (Accesos Básicos) son mantenidos en la central Neax.
- Los usuarios de PABX o PBX, Accesos Primarios (RDSI) y accesos V5.2 serán migrados para el nuevo módulo.
- Todas las llamadas de la Central serán controladas por este nuevo módulo.

5.2. Evolución de la Red PSTN

Una de las consideraciones técnicas para la extensión de la vida útil es evolucionar la PSTN con un enfoque basado en etapas, como consecuencia el Operador de Telecomunicaciones deberá obtener una propuesta de dimensionamiento y costos de los proveedores de las Centrales de Conmutación para la re-configuración de la topología de la red PSTN, basada en tecnología NGN.

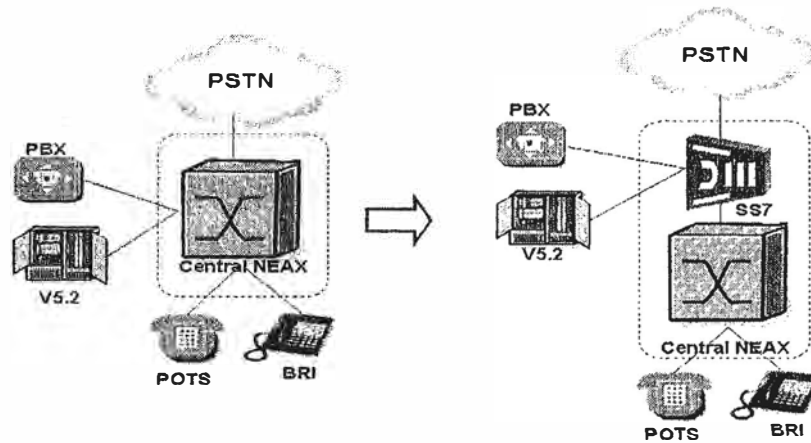


Figura 5.2. Transformación de una Central en la Red PSTN (2)

5.2.1. Topología de la Red Propuesta

Partiendo de la topología genérica jerárquica actual de las redes PSTN, se debe considerar para esta propuesta una re-configuración de la red de Centrales de Conmutación, transformándola a una red NGN divididas en capas de aplicación, de control y red de acceso. La figura 5.3 muestra lo pretendido.

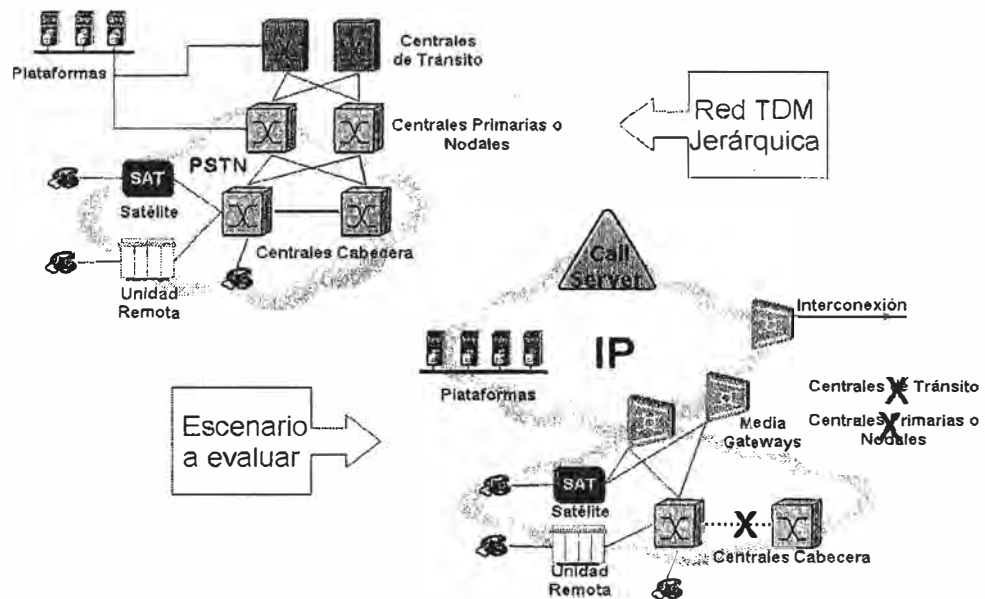


Figura 5.3. Topología de la Red Propuesta

Básicamente, en las centrales de Conmutación con función de Cabecera que tienen todas sus rutas dirigidas a un par de centrales de tránsito, migran sus rutas hacia un par de Media Gateways. Las centrales con función de Satélite que concentraban sus rutas para las centrales Cabecera, también migran para una única ruta dirigida a un par de Media Gateways. Las Unidades Remotas, PABX o PBX y accesos V5.2 permanecen conectadas como están actualmente. Todo el control de las llamadas será realizado a través de la red IP

por el Media Gateway Controller, esta función la asume el Call Server o Softswitch. En algunos casos, existen centrales que necesitarán ser sustituidas por Access Gateways, también controladas a través de la red IP por el Media Gateway Controller (MGC). La cantidad y capacidad de los Media y Access Gateways, del Call Server, de los switches y ruteadores deberán seguir las premisas que serán descritas a continuación.

5.2.2. Premisas establecidas

Presentamos algunas premisas básicas para la re-configuración de la red:

- Se deberán utilizar interfaces IP para transportar SS7 utilizando el protocolo SCTP (Stream Control Transmisión Protocol), el cual es un protocolo SIGTRAN para transportar SS7 sobre IP.
- Se deberán utilizar las interfaces IP para transportar las interfaces de usuario V5.2, V5.1, RDSI, utilizando el protocolo SCTP desde el equipo propuesto hasta el Call Server.
- Los equipamientos a implementar deben operar con los sistemas legados, como de facturación, gestor automático de servicios, prueba de línea (para Access Gateways).
- Deberán ser sustituidas las centrales con función puramente tránsito por MG y controlados desde el Call Server.
- Además de la re-configuración se mantendrán dos tipos de acceso:
 - A través de centrales de Conmutación Tradicionales, con una sola ruta hacia los Media Gateways.
 - A través de Access Gateways (POTS), controlados por el Call Server a través del protocolo H.248 (Megaco), conectados directamente a la red IP.
- El cálculo de puertas de MG y capacidad del Call Server requiere de las siguientes premisas:
 - Todo el tráfico de las centrales locales deberá estar configurada en una sola ruta.
 - Las llamadas entre terminales de una misma central deberán ser controladas por la NGN.
 - La interconexión de voz con otras operadoras debe realizarse sobre Media Gateways.
 - Para la señalización con otras operadoras deberá contemplarse el impacto de la señalización SS7 en el Call Server.

- El tráfico de las centrales Satélites deberá ser migrado de la central cabecera directamente hacia el Media Gateway.
- Los equipos como Unidades Remotas (con señalización propietarias) y Redes de Acceso (con señalización V5.2) deben permanecer conectados a su central cabecera.
- Las PABX o PBX deben permanecer interconectados con las mismas centrales. El tráfico de servicios – mensajería, prepago, etc. – debe ser considerado en conjunto con el tráfico telefónico regular de la central, conectado al Media Gateway.
- Los enlaces de las centrales son conectados a un par de MG con partición de tráfico.

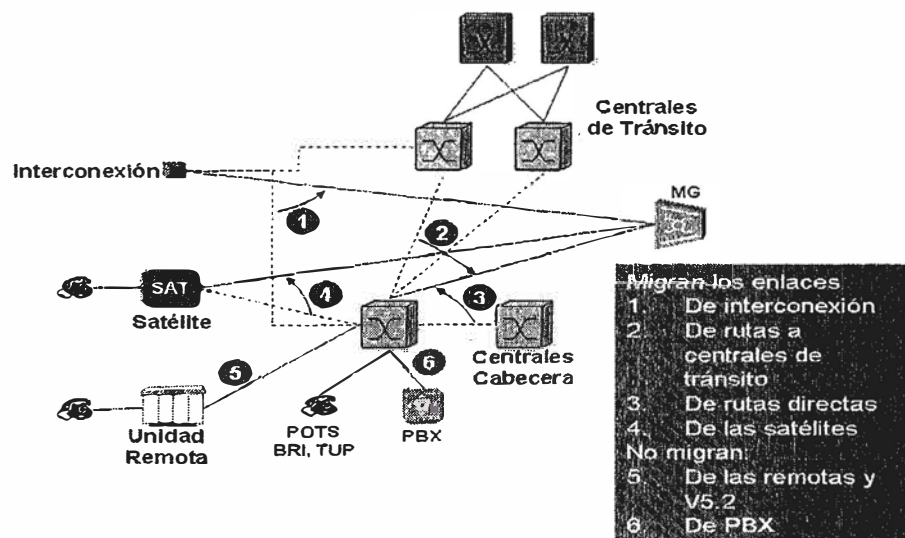


Figura 5.4. Premisas para la migración de Enlaces (1)

- Para el cálculo de la capacidad del Call Server o Softswitch deberá considerarse la cantidad de usuarios total en la red y el tráfico promedio en hora pico.
- Para el dial-up, los MG deben tener un enlace a los servidores de acceso remoto (RAS) existentes como se indica a continuación.

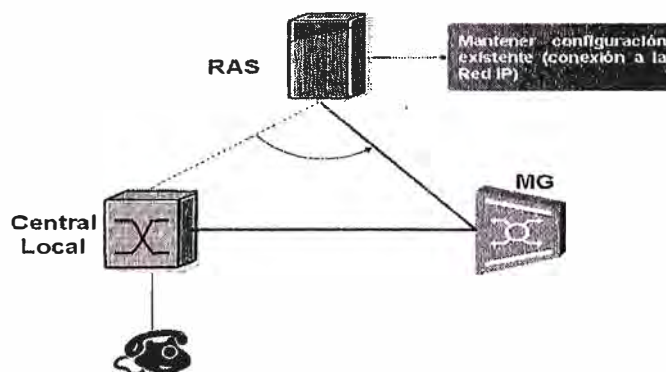


Figura 5.5. Premisas para la migración de Enlaces (2)

5.2.3. Criterios Definidos

Los criterios definidos están basados en el siguiente esquema:

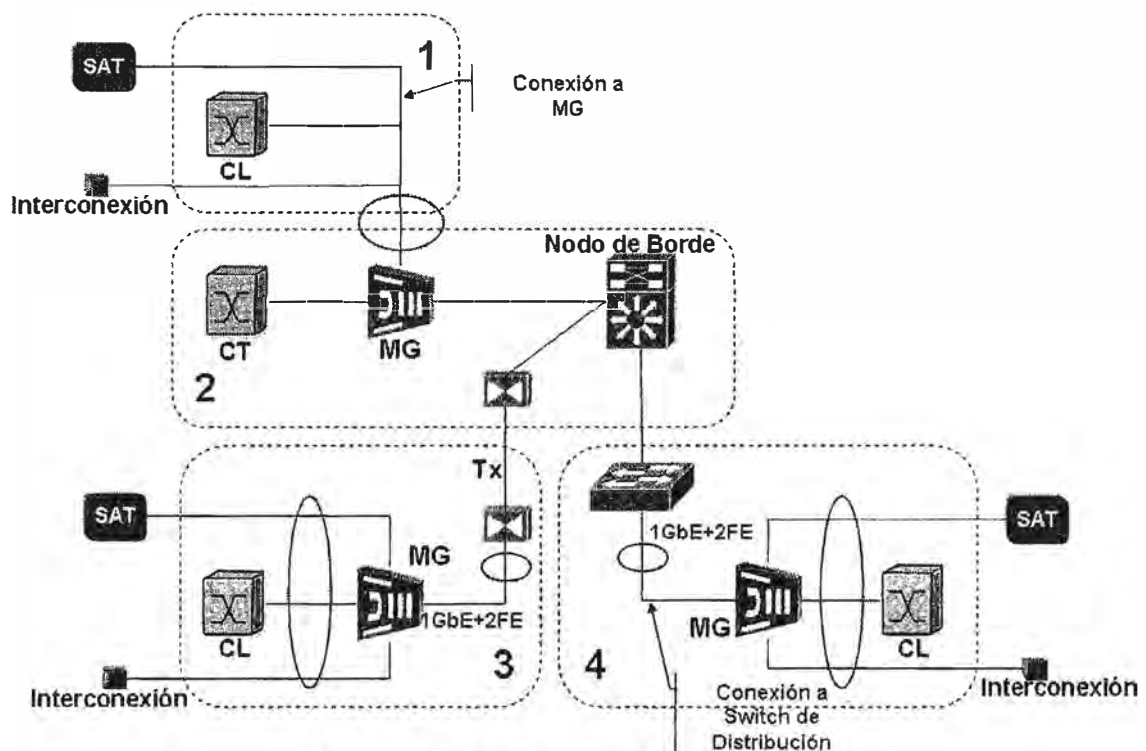


Figura 5.6. Criterios de Migración

Criterios para Ubicación de los Nodos de Borde:

- En todos los puntos de presencia (PoP) en donde existan centrales nodales (tránsito), debe ser prevista la instalación de un Nodo de Borde; PoP 2 en la figura 5.6.

Criterios para Ubicación de los Media Gateways:

- En todos los PoP donde exista una central con función de cabecera en la cual la suma de enlaces troncales (de interconexión y centrales Satélites que llegan a esta central cabecera) justifican un Media Gateway, este debe ser co-localizado a esta central cabecera; PoPs 3 y 4 en la figura 5.6. En caso de que no se co-localice un MG con la Central, las centrales Cabeceras deben ser conectadas a los MG de sus respectivas áreas nodales.
- Los Media gateways se conectan a los Switches de Distribución (SD) o directamente a los Nodos de Borde de la red IP.
 - El MG se conecta directamente a SD co-ubicado cuando el mismo ya existe (PoP 4 en la figura 5.6). Para colocar un SD nuevo debe estar en un máximo de 70 Km. del Nodo de Borde del área nodal y con demanda superior a 410 E1s.

- En caso contrario se debe conectar el Media Gateway directamente al Nodo de Borde a través de la Red de transporte (PoP 3 en la figura 5.6).
- Se requiere un enlace en GbE (para tráfico de voz) y dos en FastEthernet (uno para gestión y uno para control) para cada MG.

Criterios de utilización de Access Gateway

Los criterios de utilización de Access Gateways están representados en la siguiente figura:

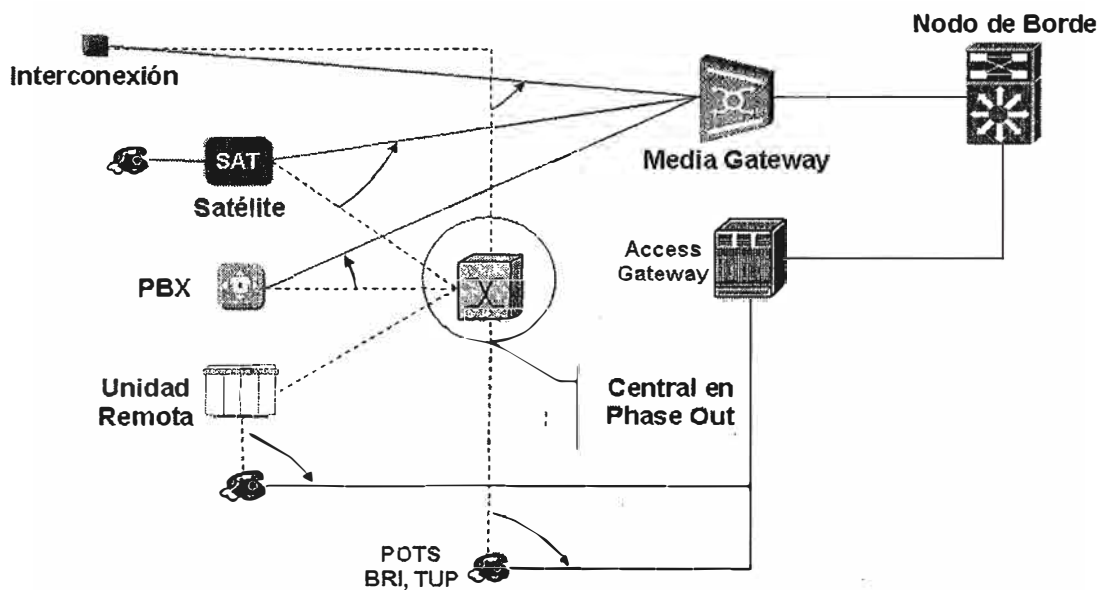


Figura 5.7. Criterios de utilización de los Access Gateways

- Considerar las premisas establecidas para el tráfico de RAS.
- Sustitución por Access Gateway, de las centrales obsoletas o en Phase Out u otras definidas por el Operador de acuerdo a la demanda de los servicios.
- Access Gateway con interfaces POTS, BRI (Accesos Básicos) y TUP (Teléfono Público).
- Los enlaces de los Accesos Primarios y PABX ó PBX se conectan directamente a los Media Gateways.

Criterios Generales de tráfico

- En cuanto a los criterios de tráfico para el diseño de la Red, se considera el tráfico medio de terminal equivalente por localidad (media de tráfico originado + tráfico terminado).
- El Call Server y todos sus componentes deben estar en principio conectados a los Ruteadores de Núcleo.

- El criterio sugerido para el dimensionado del enlace entre el Media Gateway y el Nodo de Borde se considera: $40 \text{ Kbits/s} \times 35\% \times \text{número de DS0 del MG}$, DS0 (Digital Signal 0) se refiere a un canal digital que puede transportar 64 Kbits/s .
- Para el dimensionado del enlace entre el Nodo de Borde y Ruteador de Núcleo se considera: $40 \text{ Kbits/s} \times 20\% \times \text{número de DS0 de los MG conectados al Nodo de Borde}$.
- Para el dimensionado del tráfico que conmuta en el MG, considerar $X = 45\%$, de acuerdo a lo representado en la figura 5.8.

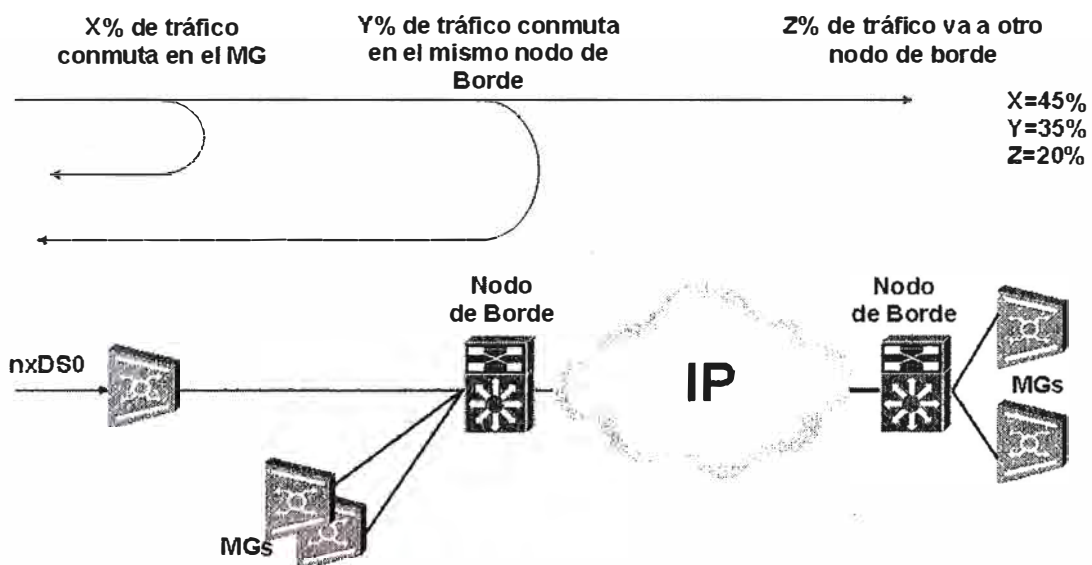


Figura 5.8. Consideraciones de tráfico en la Red a Migrar

- Se debe considerar en el dimensionamiento del Call Server y sus componentes, la facturación detallada y la tabla de servicios suplementarios comercializados por central.
- Se debe considerar el dimensionamiento de los Media Servers para la vocalización de mensajes de acuerdo con la cantidad de clientes de las centrales de conmutación.

CONCLUSIONES

1. Una de las principales razones por la que existe una preocupación de los Operadores de Telecomunicaciones por extender la vida útil de su Red PSTN, está en función de la inminente discontinuidad de las tecnologías TDM instaladas hace más de una década, lo que implica un riesgo inminente para las operadoras, con la posibilidad de no poder prestar el servicio con calidad a sus usuarios. Bajo este escenario es crucial considerar el diseño de un plan de optimización de la red PSTN que proteja sobre todo las grandes inversiones realizadas en la implementación de la Red PSTN y asegure la operacionalidad de la planta de conmutación por los próximos 10 años.
2. Una de las consideraciones técnicas más importantes para garantizar la extensión de la vida útil de una Red de Telefonía Fija es desarrollar un plan, orientado en una primera etapa a optimizar la Red PSTN, teniendo en cuenta los siguientes principios:
 - Maximizar el aprovechamiento de hardware instalado (uso de repuestos de centrales en “phase out”, reubicación de centrales), preservando de esta manera la parte más significativa de las inversiones realizados en la Red PSTN
 - Preparar los elementos existentes en la Red PSTN para que también puedan integrarse a la NGN principalmente como elementos de acceso.
 - Cubrir la nueva demanda de los servicios de telefonía fija con equipos preparados para incorporarse a Redes NGN.
 - Considerar como objetivo final el establecimiento de una estructura de red multimedia en donde convergen los diferentes servicios de telecomunicaciones.
3. Un aspecto técnico importante para prolongar la vida útil de una Red PSTN es considerar su evolución a una Red de Nueva Generación. La evolución de red PSTN es un asunto común de los operadores de red de todo el mundo. Sin embargo, no todos tienen una visión clara de cómo hacerlo y un presupuesto claro para ello, especialmente en los países en desarrollo. A pesar de esto, es posible crear un plan de evolución a largo plazo con el fin de prolongar su vida útil.

4. Hoy en día la PSTN, encara una nueva evolución o transformación a redes de nueva generación basadas en paquetes. Mientras muchas personas están de acuerdo con que el futuro de las redes de comunicaciones está basados en conceptos NGN, no está claro el impacto financiero de esta transformación. En el ambiente competitivo de hoy, la viabilidad financiera es una de las principales preocupaciones de las áreas de planificación y gestión de Red. El éxito de un proyecto es medido con un criterio financiero y las decisiones son tomadas basadas en pronósticos o impactos financieros. Este aspecto es fundamental y es la base del sustento para la implementación de un plan para prolongar la vida útil de la Red PSTN. A fin de minimizar las inversiones requeridas, es esencial definir una estrategia adecuada para pasar desde las redes actuales a una nueva estructura de red, que permita aprovechar lo más pronto posible las ventajas de la arquitectura NGN. Cualquiera que sea la estrategia adoptada. La red PSTN coexistirá con los elementos de la nueva tecnología de red, durante varios años.
5. En la situación actual del mercado de telecomunicaciones en los países en desarrollo, es difícil para un operador justificar la inversión de un plan de migración de su Red PSTN hacia una Red de Nueva Generación. La inversión existente en la Red PSTN, en cable de fibra, en equipos de transmisión, cables submarinos, bucles de cobre, centrales telefónicas, etc. son un enorme activo que no parece probable poderse reemplazar completamente. Aunque financieramente fuera posible reemplazar toda la infraestructura de la PSTN, las tareas prácticas de instalar el nuevo equipamiento, probarlo, y emigrar los clientes y el tráfico actuales sería una tarea imposible de completar en un corto periodo de tiempo. Por último una gran cantidad de clientes residenciales, no necesitarán servicios avanzados de vídeo y datos o al menos no estarán dispuestos a pagar el costo adicional por conectar a “alta velocidad” sus hogares. Sólo un porcentaje de los clientes residenciales serían clientes potenciales de los servicios de las Redes de Nueva Generación. Por lo tanto será esencial, para las Operadoras, planificar las estrategias de migración a las Redes de Nueva Generación de forma que sus inversiones se vean protegidas, se reutilice toda la infraestructura de la PSTN que sea posible, como consecuencia se busque prolongar la vida útil de su Red PSTN.
6. La Red PSTN es considerada el primer candidato para evolucionar a una Red de Nueva Generación, sin embargo debido al amplio despliegue y uso de la misma, su evolución a Redes de Nueva Generación debe ser considerada dentro de un enfoque basado en

etapas o fases, contribuyendo de esta manera a extender la vida útil de una Red de Telefonía Fija.

7. La aparición de las Redes NGN, se produce en un momento y en un entorno en el que existe una enorme heterogeneidad de redes y de servicios que son distintos en cada operador, lo que inevitablemente conduce a que no exista un camino único para llegar desde la situación actual de cada uno de ellos a una red de nueva generación. En todo caso, dicho camino de evolución debe guiarse por el cumplimiento de unos principios generales, como son:
 - **La continuidad de servicios ofrecidos al cliente final:** No es admisible "cerrar" el negocio actual para reabrirlo una vez implantada la NGN.
 - **La interoperabilidad entre las nuevas tecnologías y las antiguas:** Los clientes de los servicios NGN no deben constituir una "isla" ni un grupo cerrado, sino que deben poder actuar con los clientes de las redes tradicionales (PSTN), que, por otra parte, son mayoritarios en el momento actual.
 - **El control del costo del proceso de migración:** Las inversiones para la migración deben poder hacerse de forma paulatina, modulándolas en función de las ganancias obtenidas.

ANEXO A

ARQUITECTURA DE LA RED PSTN DE OPERADORES DE TELECOMUNICACIONES

La figura A.1 muestra la arquitectura de la Red PSTN de un primer Operador de Telecomunicaciones, la red de telefonía básica está estructurada jerárquicamente en dos niveles funcionales: tránsito y acceso.

El primer nivel lo constituyen las centrales con funciones exclusivas de tránsito para gestionar el tráfico interurbano e internacional y en el nivel de acceso se agrupan las Centrales Locales o Cabecera y Unidades Remotas.

La red nacional se divide en tres zonas nodales: Norte, Sur y Centro-Oriente. Cada zona cuenta con un centro de tránsito (Centro Nodal Regional – CN Regional) para resolver su tráfico intrazonal, a excepción de la zona Centro-Oriente donde se tiene una dupla que adicionalmente gestiona el tráfico internacional (Centro Nodal Larga Distancia Nacional e Internacional – CN LDN y LDI). Las llamadas inter-zonales son también gestionadas por esta dupla de centrales tránsito.

En la ciudad principal se cuenta con un nivel de tránsito local conformada por una dupla de centrales para la agregación de rutas con mediano o bajo interés de tráfico, independiente de las rutas directas establecidas entre centrales con alto interés de tráfico.

Se tiene establecido áreas locales coincidentes con la demarcación geográfica, cada una con un Punto de Interconexión para la interconexión con otros operadores a nivel local, a excepción de la ciudad principal que tiene dos, coincidentes con los centros de tránsito local.

La figura A.2 muestra la arquitectura de la Red PSTN de otro Operador de Telecomunicaciones. Los equipamientos que componen la red de conmutación, en este caso se pueden dividir en dos grupos:

- Centrales locales que pueden o no tener función de tránsito y que tienen unidades remotas de abonados.
- Unidades remotas de abonados (URA's) conectadas a las centrales locales que tienen función de central cabecera.

Estructuralmente, esta red está compuesta por zonas primarias cada una con un PTR (Punto de Terminación de Red) a excepción de la ciudad principal que tiene 5 PTR's. Los PTR también cumplen la función de Centro Local.

Se dispone además de una Red Inteligente (RI), Plataformas de Servicios y de una Red de Señalización N°7 sólo en la ciudad principal con 2 PTS (Puntos de transferencia de señalización) integrados a la función de Centro Local.

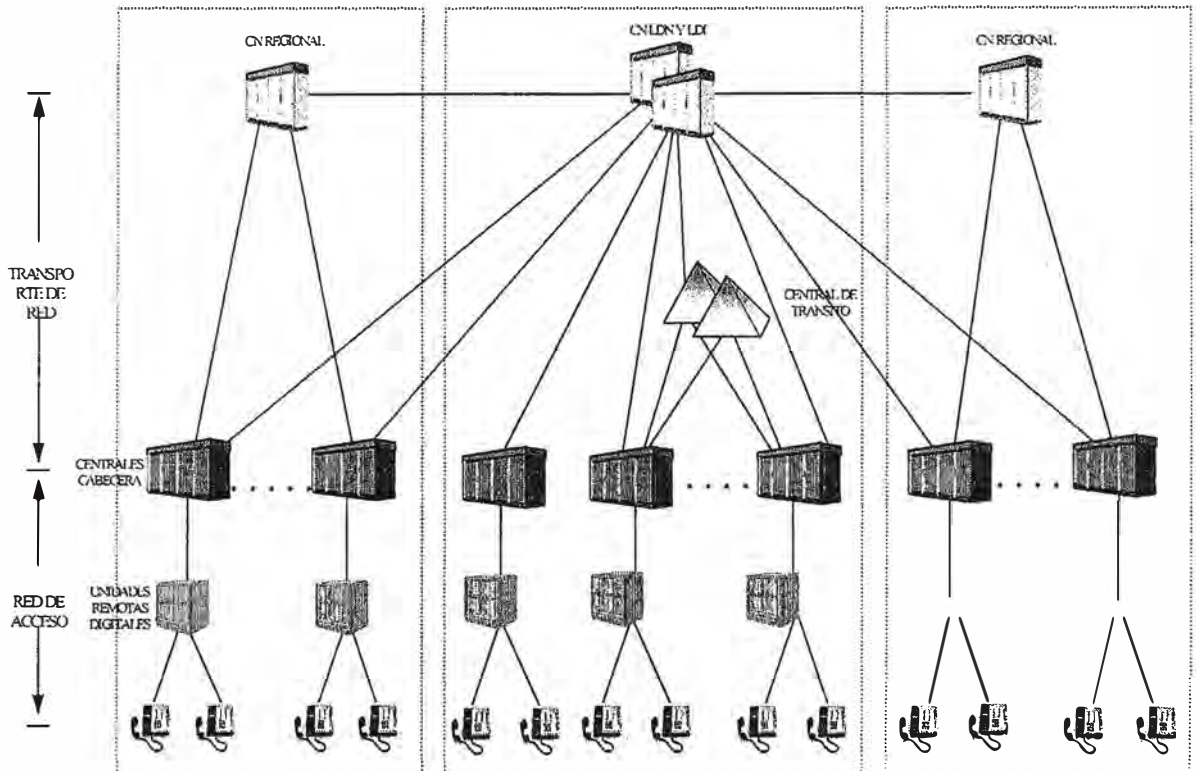


Figura A.1. Arquitectura de la Red PSTN de un Operador de Telecomunicaciones (1)

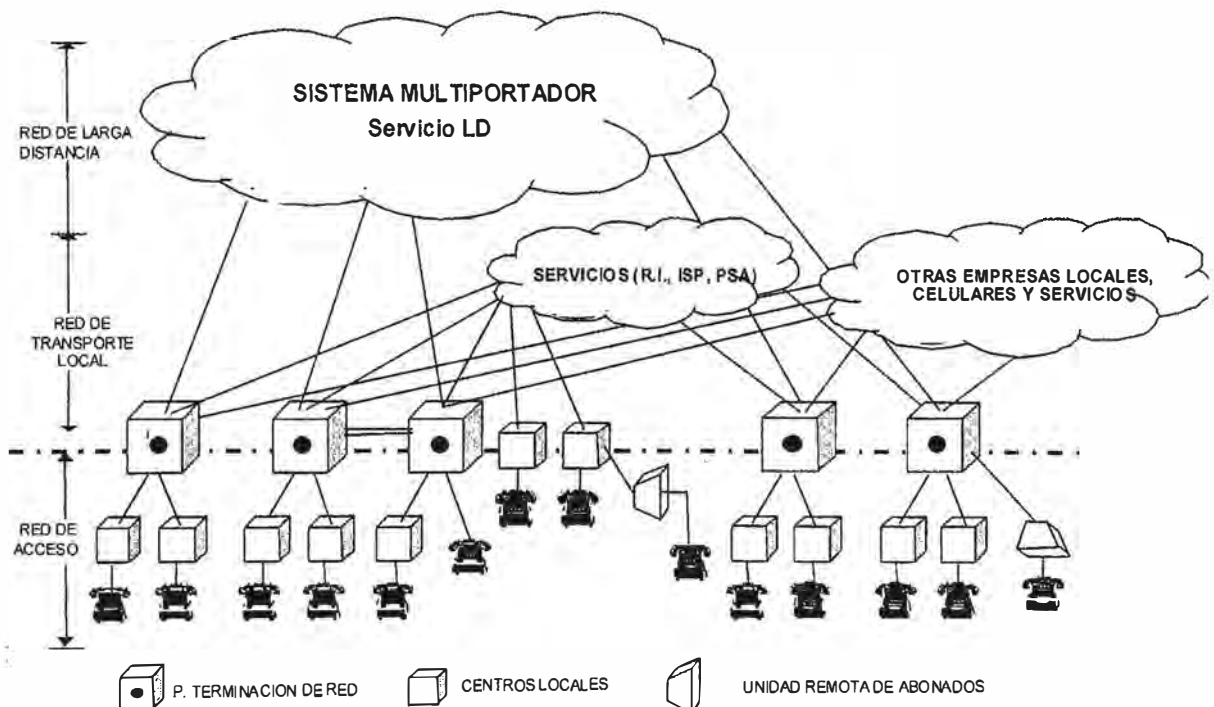


Figura A.2. Arquitectura de la Red PSTN de un Operador de Telecomunicaciones (2)

Los equipamientos que componen la red de conmutación de un tercer Operador de Telecomunicaciones, se muestran en la figura A.3 y se pueden dividir funcionalmente en tres grandes grupos:

- Unidades remotas de abonados (URA's) que se conectan a una central local en su función de central cabecera.
- Centrales locales que pueden o no tener función de tránsito (Centros Primarios Interurbanos: CP) y que pueden o no tener URA's.
- Centrales de tránsito: de tipo interurbana (centros de tránsito nodales: CTN's) y de tipo urbana para el caso de la ciudad principal (centros de tránsito zonales: CTZ's).

También se dispone de una estructura de Red Inteligente y de centros de tránsito autónomos para la señalización por canal común Nro. 7 (duplas de PTS)

Para la red en la ciudad capital, básicamente la estructura de tránsito está desdoblada en dos planos, a saber:

Estructura basada en duplas de CTZ's (4 duplas) para el tráfico urbano del área.

Estructura basada en duplas de CTN's (2 duplas) para el tráfico interurbano que también atiende tráfico de red inteligente e internacional del área.

No obstante la estructura de tránsito, existe gran cantidad de rutas directas entre centrales, entre centrales y red inteligente, y entre centrales y centros internacionales según el tráfico a gestionar.

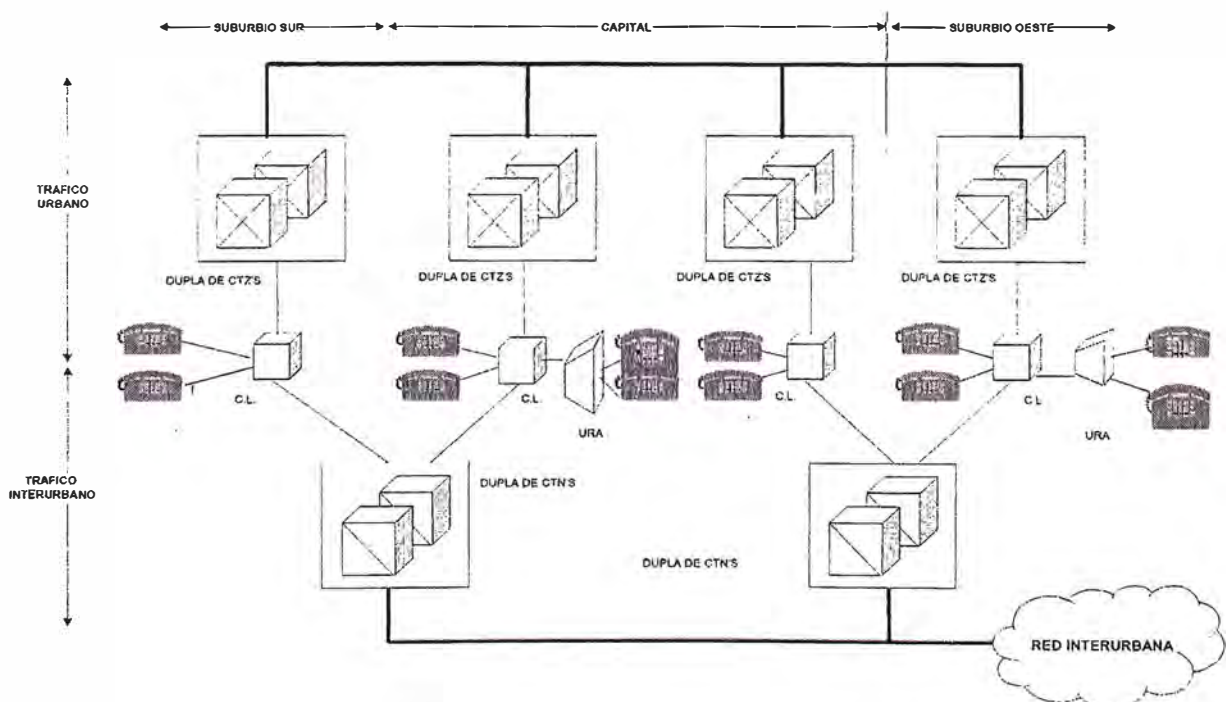


Figura A.3. Arquitectura de la Red PSTN de un Operador de Telecomunicaciones (3)

ANEXO B

TECNOLOGÍA DE REDES DE ACCESO DE BANDA ANCHA

A continuación se presenta un breve informe sobre las diversas tecnologías -tanto alámbricas como inalámbricas- para permitir el acceso a transmisión de banda ancha (alta velocidad) sobre redes de transporte y redes de acceso al bucle local que están disponibles actualmente o en desarrollo. Mientras la mayoría de estas tecnologías pueden ser utilizadas para ambas, el énfasis se hace en las últimas que básicamente conectan a los suscriptores. Se indica el rango de velocidades de transferencia de datos que están disponibles para cada tecnología. No existe una definición común y consensuada sobre el término banda ancha; no obstante, una tecnología que permite velocidades de transmisión de datos del usuario a la red (“up link”, subida) mayores de 100 Kbps y desde la red al usuario (“down-link”, bajada) mayores de 1Mbps puede ser considerada banda ancha.

Sistemas alámbricos

Línea digital de abonado (xDSL) usa el par de cobre de la red telefónica en la oficina o el hogar para suministrar acceso de alta velocidad y puede suministrar velocidades de hasta 52Mbit por segundo. El tráfico de datos se transmite fundamentalmente sobre el mismo par de cobre que la voz, pero en una banda de frecuencia diferente. El canal de datos puede ser conectado directamente a una red de datos o a Internet. En su versión más común y económica (ADSL) puede soportar velocidades de bajada de información de hasta 600Kbps y velocidades de subida de hasta 256Kbps.

Red Digital de Servicios Integrados o RDSI, permite la transmisión simultánea de datos y de voz sobre el par de cobre para suministrar conectividad digital en los extremos. La voz y los datos se transmiten sobre canales portadores (canales B) a velocidades de 64 Kbps (o en algunos casos de 56Kbps). Un canal de datos (canal D) controla la señalización a 16Kbps o 64Kbps dependiendo del tipo de servicio. Básicamente hay dos tipos de servicios RDSI: (i) Enlace básico (Basic Rate Interface -BRI) con dos canales B de 64 Kbps y un canal D (que hacen un total de 144Kbps), que cumple con las necesidades de la mayoría de usuarios individuales. (ii) Enlace primario (Primary Rate Interface -PRI) con una estructura de 23 canales B y un canal D de 64 Kbps (que hacen un total de 1536 Kbps) pensado para usuarios con mayores necesidades de capacidad. En Europa, el servicio PRI tiene como opción 30 canales B y un canal D de 64 Kbps que hacen un total de 1984 Kbps (E1). Para el RDSI, el usuario debe instalar un terminal adaptador RDSI y un switch en su

domicilio y estar situado a no más de 5km del switch de la central local de la compañía telefónica. LA RDSI se ha desplegado de una manera limitada y se está viendo ampliamente desplazada por servicios de Internet de banda ancha como el xDSL y cable modem, los cuales son más rápidos, más baratos, más sencillos de montar y de mantener que la RDSI. Se usa como respaldo en líneas dedicadas y donde opciones como ADSL, cable modem e inalámbricas no están disponibles.

Sistemas de Cable Coaxial; construido bajo especificaciones de interfaz de datos sobre cable, permite, entre otros la capacidad bidireccional al servicio de TV por cable, usualmente unidireccional; puede soportar velocidades de bajada de hasta 30 Mbps y de subida de hasta 3Mbps.

Sistemas de cable de fibra óptica, además de tener una calidad superior al compararlos con cables coaxiales (sin mezcla de conversaciones, ni interferencias de radio o electromagnéticas, y de mantenimiento mas barato) pueden soportar velocidades en el rango de los Tbps.

Una **línea dedicada** es una conexión entre el consumidor y la compañía telefónica única, discreta y de punto a punto (cobre, coaxial, fibra), habitualmente simétrica (misma velocidad en ambos sentidos), dedicada para una aplicación específica (p. ej. datos) con una disponibilidad de ancho de banda asegurada y una latencia casi constante (lo que las hace mas caras que las conexiones que usan la red conmutada pública). Las líneas dedicadas, también denominadas líneas alquiladas, están disponibles en una gran variedad de velocidades, incluyendo 64Kbps, 128 Kbps, 256 Kbps, 512Kbps y 2048Kbps.

Sistemas de Comunicación por Línea de Corriente (PLC) usan líneas de transmisión de corriente con voltajes bajos y medios (120-240V, < 69KVolt) para transmitir voz y datos y pueden ofrecer conexiones a velocidades similares al ADSL. La ventaja del PLC es que utiliza infraestructura ya existente.

Sistemas Inalámbricos

Sistemas de bucle de abonado vía radio basados en tecnologías de telefonía móvil (celular) las cuales, en sus versiones de tercera generación (3G) soportan velocidades de hasta 2Mbps. Constituyen un sustituto inalámbrico para el par de cobre telefónico convencional. Los dos estándares dominantes de segunda generación (2G), GSM y CDMA (IS-95A) fueron diseñados fundamentalmente para comunicación de voz. Ambos disponen

de vías de migración hacia banda ancha que pueden ser usadas para transmisión de voz y datos. (Ver figura B.1)

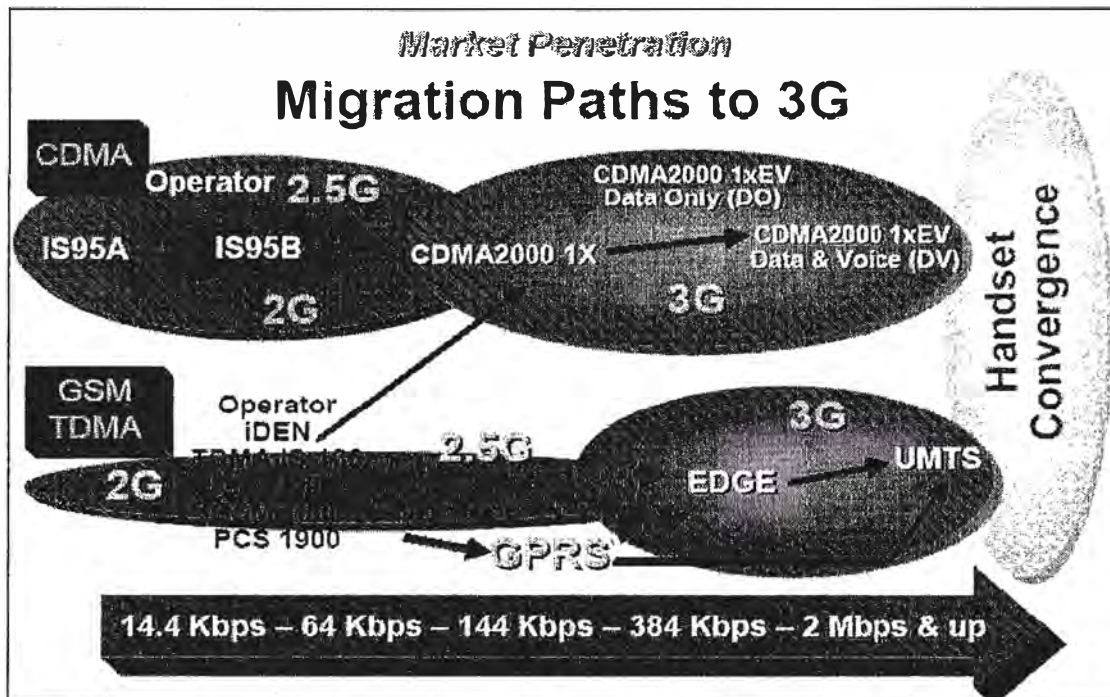


Figura B.1 – Evolución de GSM y CDMA a 3G

Mediante una combinación de estaciones base GSM con un diseño más moderno, que no precisan ni emplazamientos ni largos cables entre la antena y los transceptores y mediante el empleo de métodos de codificación de conversaciones como AMR3 y técnicas de reducción de la tasa de error de transmisión de bits como SAIC4, ha sido posible mejorar el tamaño de celdas en un 30%, reducir la interferencia, los requerimientos de potencia de la transmisión, aumentar la capacidad de transferencia de información y mejorar la calidad de las conversaciones. El impacto global ha sido el de reducir significativamente el coste de las estaciones base para aplicaciones rurales.

El CDMA (IS-95A) evoluciona a lo largo de diversos pasos a la versión de 3G para datos únicamente, llamada CDMA 1xEV-DO, y eventualmente a lo que debía ser su versión de datos y voz CDMA 1x EV-DV5. Los pasos intermedios (2.5G) son IS95B, y ofrecen velocidades de hasta 64Kbps y CDMA 2000 1x que ofrece velocidades de hasta 144Kbps tanto en bajada como en subida. CDMA 1x rev.A aumenta esta velocidad a 307Kbps. CDMA 1x EV-DO ofrece velocidades de bajada y de subida de 2.4Mbps y 384Kbps respectivamente. CDMA 1x EV-DO Rev A en cuyo circuito, la voz conmutada se sustituye por Voz sobre IP (VoIP) ofrece hasta 3.091Gbps de bajada y 1.86Gbps de subida.

El estándar GSM 3G, W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) ofrece velocidades hasta 2Mbps. La evolución hacia W-CDMA atraviesa GPRS (General Packet Radio Service), que tienen una tasa de canal de 115Kbps y EDGE (Enhanced Data rates for GSM) con tasas de hasta 384Kbps. Ambos ofrecen protocolo de Internet (IP) y servicios conmutados de paquetes. Más allá de W-CDMA, están los protocolos HSPDA (High Speed Uplink Packet Access), que actualmente están en desarrollo. Se espera que permitan tasas máximas velocidades de transmisión de 14Mbps y 5.8Mbps respectivamente (si el terminal está cerca de la estación base). A veces, se refieren a HSDPA y HSUPA como 3.5G y 3.75G. La primera versión de la red de HSDPA se espera que esté desplegada en 2006 (ver figura B.2).

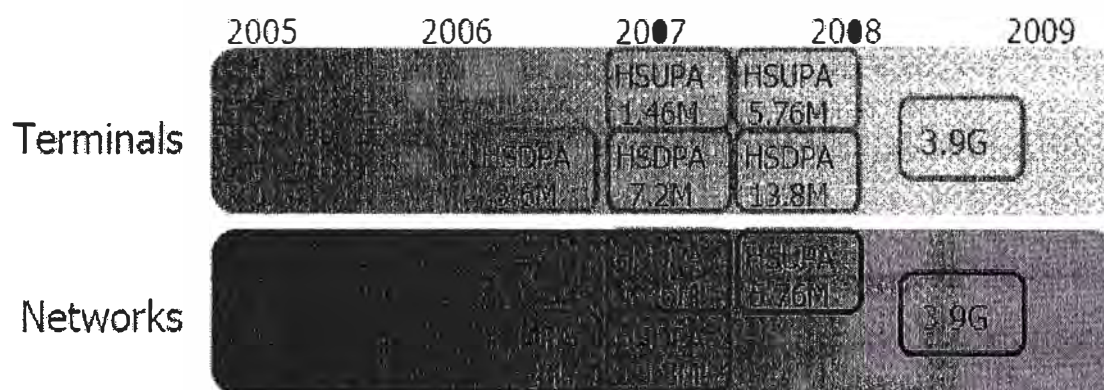


Figura B.2. Evolución de los protocolos de acceso de subida y bajada de paquetes a alta velocidad para redes y terminales

Durante este tiempo, Nokia ha introducido el llamado protocolo de acceso de paquetes de alta velocidad (I-HSPA) que debería permitir una velocidad de bajada de 14.4 Mbps y de subida de 5.8Mbps.

Los fabricantes de equipos GSM han estado mejorando el diseño tradicional de las estaciones base GSM (2G y 2.5G) y del equipo terminal móvil. Mediante una combinación de nuevos diseños de estaciones base que no requieren caseta o largos cables entre antenas y transmisores y nuevos algoritmos de procesamiento de señal, ha sido posible optimizar el tamaño de las celdas en un 30%, reducir las interferencias y los requerimientos de potencia de transmisión, incrementar la capacidad de salida y mejorar la calidad de la conversación. En términos de capacidad, un WCDMA BTS es equivalente a cinco cabinas GSM. El nuevo diseño es la mitad de tamaño que el tradicional BTS y puede ser instalado de manera distribuida. Como resultado, el rango de estaciones base para aplicaciones 2.5G EDGE se ha incrementado hasta 70 Km suministrando un área de cobertura de 9,555 km² y

ofreciendo servicio a 1480 subscriptores con una única celda. El coste de una estación base es del orden de 45.000 US\$, lo que es un 2% inferior que el diseño tradicional.

La diferencia entre GSM y CDMA en la evolución de 2G a 3G es que la primera requiere añadir nueva infraestructura, mientras que la última maximiza el uso del equipamiento y frecuencias existentes y simplifica las mejoras a incorporar en las estaciones base.

Ha habido un creciente interés en el uso de la banda de 450 Mhz y, en particular, tecnología CDMA 450 para zonas rurales, sub-urbanas y poco pobladas para aplicaciones móviles y fijas. La ventaja principal de la banda de 450Mhz es que permite celdas relativamente grandes, lo que hace que el despliegue sea mas barato porque se necesitan menos estaciones base para cubrir un área determinada. (Tabla B.1)

Tabla B.1. Tamaños teóricos de celdas que se pueden conseguir usando CDMA 2000 1x en las diferentes bandas de frecuencias

Banda de frecuencia(MHz)	Radio de celda (Km)	Área de celda (Km ²)	Cuanto ?? normalizado de celda
450	48.9	7,521	1
850	29.4	2,712	2.8
1900	13.3	553	13.6
2100	10	312	24.1

CDMA 450 en su versión actual 2.5G (CDMA2000 1x) puede soportar alrededor de 70 usuarios de voz por estación base con una portadora en cada uno de los sectores de una celda con 3 sectores, y puede suministrar una tasa pico de datos de hasta 307.2 kbps en bajada y 153.6 kbps en subida por usuario. La tasa pico de la versión 3G (CDMA2000 1xEV-DO) es 3Mbps de bajada y 1,8Mbps de subida.

Sistemas inalámbricos que se diseñaron originalmente para su uso en interiores; no obstante, estos sistemas se han mejorado para usos en el exterior. Uno de los sistemas telefónicos inalámbricos más representativos es el DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications), fue diseñado por el Instituto Europeo de Estándares Tecnológicos (ETSI) a finales de los 80 y tiene la capacidad de suministrar servicio en situaciones de densidad moderada de suscriptores a un coste inferior al de telefonía móvil celular. Es un sistema de bucle local inalámbrico (WLL), el cual, en sus versiones mas mejoradas (como CorDECT) puede soportar diversas transmisiones simultáneas de voz y datos, éstos últimos hasta 72kbps de tasa de transmisión.

Sistemas de distribución visión directa, multicanal, multipunto (MMDS) y multipunto local (LMDS) y sistemas de espectro extendido. Pueden soportar velocidades de hasta

38Mbps en bajada y de hasta 19Mbps en subida. MMDS (o MCS) opera en la banda de 2.4 GHz. LMDS, que opera en una banda de frecuencia mucho más alta (26GHz) es mucho más susceptible a la atenuación del alcance de uso como resultado de límite de lluvia.

Digital Way, un operador en Lima, Perú, ha desplegado un sistema de MMDS que tiene una estación base emplazada estratégicamente en lo alto de un pequeño cerro (Cerro Morro Solar de Chorrillos) y una huella que cubre todo Lima y Callao, un área de 6.400 km². El coste de este sistema para 1000 clientes es del orden de 1,000 US \$/cliente.

Sistemas de satélites geoestacionarios y de baja órbita soportan velocidades de hasta 2Mbps en bajada y de 384Kbps en subida. Las redes de satélites basadas en IP usando SCPC DAMA (Single Channel Per Carrier, Demand Assigned Multiple Access) y tecnologías de ancho de banda bajo demanda, permiten el uso eficiente del ancho de banda del satélite y tasas de transferencia de datos de hasta 2Mbps. El Hub central del sistema, situado en las instalaciones del operador, sirve de centro de control y gestión para una red en estrella o malla, y como enlace entre la red basada en satélites y la red telefónica pública conmutada (PSTN) e Internet. En el lado del usuario, una compacta unidad remota que se conecta a un terminal VSAT, integra el modem del satélite y un router IP y puede ser conectado directamente a un ordenador, teléfono VoIP u otro aparato basado en IP a través de Ethernet con interfaz 10 Base T.

Los mismos operadores de satélite ofrecen también servicios locales de alta velocidad a los usuarios finales. Por ejemplo, Hispasat, el operador español de satélite ofrece un acceso bidireccional a Internet con velocidades de descarga de 2.048 Mbps y de subida de hasta 256 Kbps para hasta 50 terminales, cada uno conectado a uno o varios Pcs a través de una red local o inalámbrica (p. ej. WiFi) a un precio de alrededor de 43.000 US\$ al mes o alrededor de 861 US\$ por terminal. El precio de la compra del terminal es de alrededor de 43000 US\$. A pesar de ser relativamente caro, éstas soluciones basadas en satélite presentan ciertas ventajas en las áreas rurales donde no hay otras iniciativas, alámbricas o inalámbricas,

Nuevas tecnologías de corto y largo alcance, que operan en bandas de frecuencia con y sin licencia y usan multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM), WiFi y WiMAX, los más conocidos de éstos, son respectivamente sistemas de acceso de corto alcance (radio 100m) y de largo alcance (6-10km).

WiFi (Wireless Fidelity) es una tecnología de red de área local inalámbrica (WLAN) basada en estándar inalámbrico IEEE 802.11. El IEEE 802.11a opera en la banda de los

5GHz (entre 5.725 y 5.850 GHz) y puede soportar velocidades de transmisión de datos de hasta 54Mbps. IEEE 802.11b opera en la banda de los 2.4GHz (2.4 a 2.4835GHz) y puede soportar velocidades de transmisión de datos de hasta 11Mbps en un rango de alrededor de 300m en una configuración de WLAN con punto de acceso (hotspot) con diagrama de radiación de 360°. Cuando se despliega en una configuración punto a punto, IEEE 802.11b puede ser usado para enlaces de transmisión de hasta 20km. La potencia del transmisor necesita, no obstante, ser incrementada y tiene que ser usado en conjunción con antenas de alta ganancia. Éstas frecuencias son de uso libre en muchos países.

WiMAX es tecnología de red metropolitana (MAN) que proveerá banda ancha inalámbrica (BWA) para aplicaciones fijas y móviles; se basa en el estándar inalámbrico IEEE 802.16. La versión original de IEEE 802.16 se adoptó en 2001 y era una tecnología punto a multipunto de visión directa operando en el rango de frecuencia de 10 a 66 GHz.

El estándar Wifi IEEE 802.11b puede soportar velocidades de transmisión de hasta 11Mbps. La versión más reciente IEEE 802.16a se ha diseñado para aplicaciones fijas y opera en el rango de frecuencias de 2 a 11 GHz y no requiere que exista una línea de visión entre la estación base y el usuario. IEEE 802.16d ofrece un rango de hasta 50km con un radio típico de celda de 6 a 10km y ofrecerá distintos tamaños de canales, entre 1.25 y 20 Mhz. IEEE 802.16e, que está actualmente en desarrollo permitirá movilidad limitada (20 a 100 km/h) y operará en bandas con licencia en el rango de 2-6GHz y tiene previsto su despliegue en 2007/8.

ANEXO C

DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO SIP

1. Introducción

El protocolo SIP (Session Initiation Protocol) es un nuevo protocolo de señalización desarrollado para establecer, modificar y liberar sesiones Multimedia sobre el Internet. Fue desarrollado por el IETF (Internet Engineering Task Force) como parte de la Arquitectura de Conferencias Multimedia en Internet y fue diseñado para trabajar con otros protocolos de Internet tales como TCP/IP, UDP, DNS y otros.

Como su nombre lo indica es un protocolo que permite a dos puntos extremos establecer sesiones que pueden incluir diferentes tipos de datos tales como audio, video aunque actualmente se usa más para comunicaciones de audio (voz).

SIP incorpora elementos de dos Protocolos de Internet ampliamente usados: HTTP (Hyper Text Transport Protocol) usado en los Navegadores web, y el SMTP (Simple Mail Transport Protocol) usado para el correo electrónico.

Del HTTP recoge el diseño Cliente/Servidor y el uso de los URL (Uniform Resource Locator). El formato de un URL es por ejemplo: <http://www.telefonica.com/5ess/>.

Del SMTP recoge el esquema de codificación de texto así como el uso de los headers usados cuando enviamos un correo electrónico: TO, FROM, DATE, SUBJECT.

2. Arquitectura

La Arquitectura de SIP es por naturaleza Cliente/Servidor. Las principales entidades en el protocolo SIP son:

- El User Agent
- El Proxy Server
- El Redirect Server
- El Registrar Server

User Agent

Los User Agents o SIP Endpoints funcionan como clientes (User Agent Client) cuando envía mensajes de solicitud y como servidores (User Agent Server) cuando responden a las solicitudes. Los User Agents se comunican con otros User Agents directamente o vía un Servidor intermedio. Los User Agents también almacenan y administran estados de llamadas.

Proxy Server

Redirige mensajes de solicitud del User agent al próximo SIP Server o a otro User Agent dentro de la Red y también retiene información para propósitos de facturación/contabilidad.

Redirect Server

Responde a los mensajes de solicitud de los clientes y da a conocer las direcciones solicitadas de los servidores. Numerosos saltos se pueden dar para alcanzar el destino final. La tremenda flexibilidad de SIP permite a los Servidores contactar con externos Location Servers para determinar el usuario destino o las políticas de enrutamiento. No inicia mensajes de solicitud ni acepta llamadas.

SIP Registrar Server

El User Agent envía un mensaje de registro al SIP Registrar Server y el Servidor almacena la información de Registración en un Location Server vía un protocolo no SIP. Una vez que la información es almacenada, el Registrar Server envía la respuesta apropiada hacia atrás (al User Agent).

Los siguientes diagramas ilustran lo explicado anteriormente:

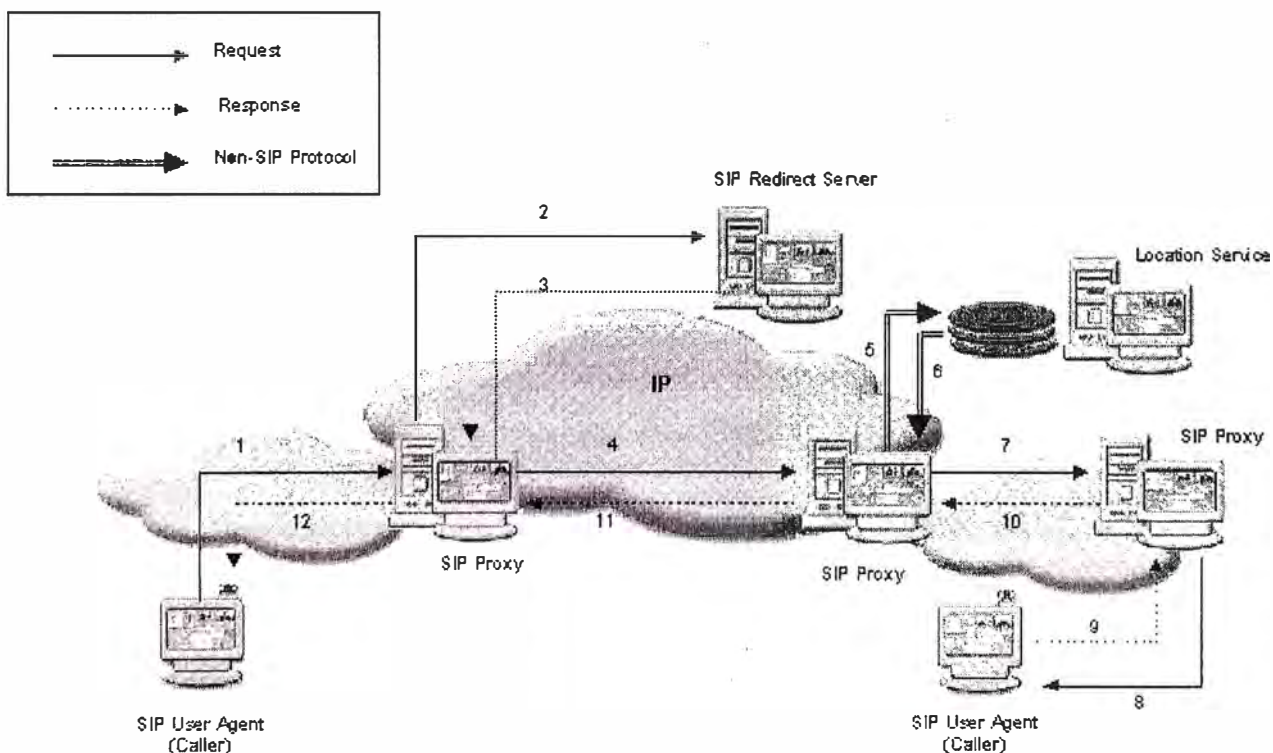


Figura C.1. Inicio de una Sesión

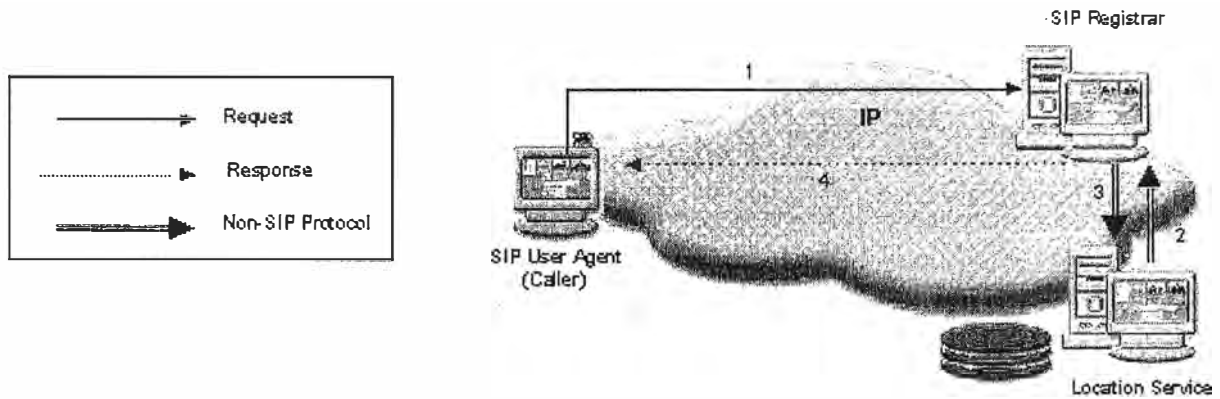


Figura C.2. Registraci3n SIP

Session Description Protocol (SDP)

SIP usa el protocolo SDP para describir las sesiones de audio, video, multimedia. Nos referimos, por ejemplo, en una llamada de voz qu3 codificaci3n PCM se usar3 (Ley u) a que velocidad se muestrea la informaci3n de voz (8000Hz),etc.

Mensajes SIP

Asi como en se3alizacion SS7, en SIP existe un grupo de mensajes los cuales b3sicamente se dividen en mensajes de solicitud (tambi3n llamados m3todos), y los mensajes de respuesta.

Mensaje	Funci3n
INVITE	Iniciar Llamada
ACK	Confirmar respuesta final
BYE	Terminar y transferir llamada
CANCEL	Cancelar busquedas y timbrado
OPTIONS	Facilidades soportadas por extremo remoto
REGISTER	Registrarse con el Servidor de Localizaci3n

Figura C.3. M3todos

3. Ejemplos de Flujo de Llamadas

Con frecuencia la mejor manera de aprender un protocolo es mirando un ejemplo de su uso. Mientras la terminología, estructura, y formato de un nuevo protocolo puede ser confusa al comienzo, un ejemplo de flujo de mensajes puede dar un rápido entendimiento de alguno de los conceptos claves de un protocolo.

El primer ejemplo mostrará el intercambio básico de mensajes entre 2 dispositivos SIP. El segundo ejemplo muestra el intercambio de mensajes cuando un Proxy Server es usado. El tercer ejemplo muestra la registración SIP.

Los ejemplos serán introducidos usando un diagrama de flujo de llamadas entre la parte llamada y llamante. Cada flecha representa un Mensaje SIP y la dirección de transmisión.

3.1 Llamada SIP Simple

La figura C.6 muestra el intercambio de mensajes SIP entre dos dispositivos SIP. Los dos dispositivos pueden ser teléfonos SIP, palmtops, teléfonos celulares. Se asume que ambos dispositivos están conectados a una Red IP tal como Internet y cada uno conoce su dirección IP.

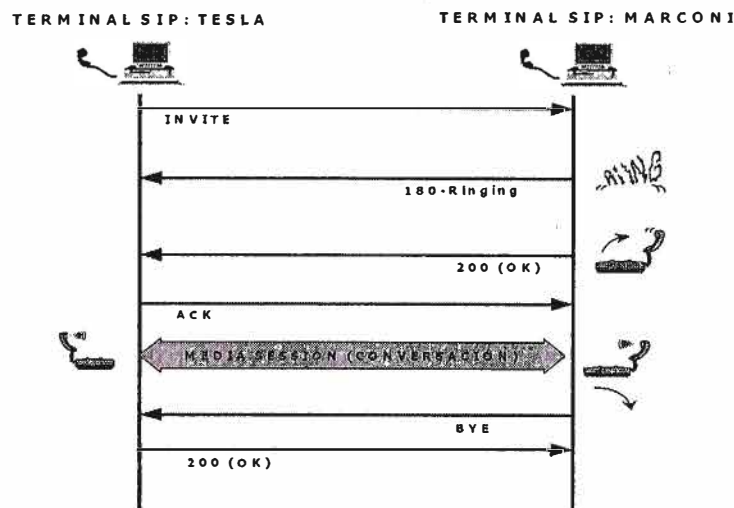


Figura C.6. Llamada SIP Simple.

La parte llamante Tesla, empieza el intercambio de mensajes enviando un mensaje SIP denominado INVITE a la parte llamada: Marconi. El mensaje INVITE contiene detalles del tipo de sesión o llamada que es solicitada. Podría ser una simple sesión de voz, una sesión de multimedia tal como una conferencia de video, o podría ser una sesión de juego.

El mensaje INVITE contiene los siguientes campos:

```

INVITE sip:marconi@radio.org SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP Lab.high-voltage.org:5060
To: G. Marconi <sip:Marconi@radio.org>
From: Nikola Tesla <sip:n.tesla@high-voltage.org>
Call-ID:123456789@Lab.high-voltage.org
Cseq: 1 INVITE
Subject: About That Power Outage...
Contact: sip:n.tesla@high-voltage.org
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 158

```

```

v=0
o=Tesla 2890844526 2890844526 IN IP4 Lab.high-voltage.org
s=Phone Call
c=IN IP4 100.101.102.103
t=0 0
m=audio 49170 RTP/AVP 0
a=rtpmap:0 PCMU/8000

```

Los campos listados en el Mensaje INVITE son llamados headers. Ellos tienen la forma:

```
HEADER: VALUE <enter>
```

La primera línea del mensaje de solicitud llamado start line, contiene el método, el cual es INVITE, la Request-URI (Uniform Resource Indicator), luego la versión de SIP usada, todas separados por espacio. Cada línea de un mensaje SIP es terminada por un <enter>. El Request-Uri es una forma especial del SIP URL e indica el recurso al cual se envía un mensaje de solicitud.

La línea que sigue es el Header “Via”. Cada dispositivo SIP que origina o redirige un mensaje SIP estampa su propia dirección en el header “Via”, usualmente escrito como un Host Name, que puede ser convertida a una dirección IP usando una consulta DNS. El Header “Via” contiene el número de la Versión SIP (2.0), un “/”, luego “UDP” (Protocolo de transporte), un espacio, luego el hostname ó dirección, dos puntos, luego un número de puerto, en este ejemplo el número de Puerto SIP es el 5060.

Los próximos headers son “To” y “From”, los cuales muestran el originador y el destino del mensaje SIP. Cuando una etiqueta (nombre) es usada, como en este caso, el SIP URL es encerrado entre brackets (<>) y es usado para enrutar el mensaje. El nombre puede ser usado en el timbrado.

El Header “Call-ID” tiene la misma forma que una dirección e-mail, pero es en realidad un identificador usado para mantener la pista de una sesión particular de SIP. El originador

del mensaje de solicitud crea una única cadena localmente, y luego usualmente le adiciona un “@” y el nombre de su host. La combinación de la dirección local (header “From”), y la dirección remota (header “To”), y el header “Call-Id” identifica completamente la llamada y forma la denominada “Call Leg”. El “Call Leg” es usado por ambas partes para identificar esta llamada debido a que podían tener configuradas múltiples llamadas entre ellos. Mensajes subsecuentes de solicitud para esta llamada, se referirán a este “Call Leg”. El próximo Header mostrado es el “Cseq”, o secuencia de comandos. Contiene un número seguido por el nombre del método, INVITE en este caso. Este número es incrementado por cada nuevo mensaje de solicitud enviado. En este ejemplo el número es inicializado a 1, pero podía empezar con otro valor.

Los headers “Via” mas “To”, “From”, “Call-ID”, y “Cseq” representan los headers mínimos requeridos en cualquier mensaje SIP.

Otros headers pueden ser incluidos como información adicional, ó información necesitada para un específico tipo de mensaje. Un Header “Contact” es incluido en este mensaje el cual contiene el SIP URL de Tesla; este URL puede ser usado para enrutar mensajes directamente a Tesla. El header opcional “Subject” está presente en este ejemplo. No es usado por el Protocolo, pero podía ser displayado durante el mensaje Alerting (timbrado) para permitir a la parte llamada decidir si acepta la llamada.

De la misma forma que al enviar un correo electrónico usamos los campos “TO”, “FROM”, ”SUBJECT” podemos hacerlo en el mensaje INVITE del protocolo SIP.

Los Headers “Content-Type” y “Content-Lenght” indican que el cuerpo del mensaje usa Session Description Protocol (SDP) y contiene 158 octetos de data respectivamente. Una línea en blanco separa el cuerpo del mensaje de la lista de Headers el cual concluye con el Header Content-Lenght. En este caso hay 7 líneas de data SDP describiendo los atributos del medio que el llamador Tesla desea para la llamada. Esta información del medio es necesaria debido a que SIP no realiza suposiciones acerca del tipo de medio que la sesión utiliza, el llamador debe especificar exactamente que tipo de sesión (audio, video, juegos) desea establecer. Los nombres de los campos SDP están listados en la tabla C.1, una rápida revisión de las líneas muestran la información básica necesaria para establecer una sesión. Esto incluye:

- Dirección IP de conexión (100.101.102.103)
- Formato del medio (audio)
- Numero de puerto (49170)

- Protocolo de Transporte del medio (RTP)
- Codificación del medio (PCM Ley u)
- Razón de muestreo (8000 HZ)

Tabla C.1

Parámetro SDP	Nombre del Parámetro
v=0	Número de Versión
o=Tesla 2890844526 2890844526 IN IP4 lab.high-voltage.org	Origen incluyendo nombre
s=Phone Call	Tema
C=IN IP4 100.101.102.103	Conexión
t=0 0	Tiempo
m=audio 49170 RTP/AVP 0	Medio
a=rtpmap:0 PCMu/8000	Atributos

INVITE es un ejemplo de un mensaje de solicitud SIP. Hay otros 5 métodos o mensajes de solicitud SIP. El próximo mensaje en la figura C.6 es un mensaje 180 Ringing enviado como respuesta al mensaje INVITE. Este mensaje indica que la parte llamada Marconi ha recibido el mensaje INVITE y que el Alerting esta llevándose a cabo. El Alerting podía ser el ringing de un teléfono, un mensaje flasheando, o una pantalla, o cualquier otro método de atraer la atención de la parte llamada: Marconi.

El 180 Ringing es un ejemplo de un mensaje de respuesta SIP. Las respuestas son numéricas y estan clasificadas por el primer dígito del número. Una respuesta 180 es una respuesta de “Clase Información”, identificada por el primer dígito (“1”).

Las Respuestas son usadas para transportar información no crítica acerca del progreso de la llamada. Los Códigos de Respuesta SIP están basados en el HTTP usado ampliamente en Internet. Cualquiera que ha navegado en Internet ha recibido un mensaje de respuesta como “404 not found” de un Servidor Web cuando una página solicitada no fue encontrada. “404 not found” es también una respuesta válida en SIP y ocurre cuando se efectúa una llamada a un usuario desconocido.

Los números de código de respuesta en SIP sólo determinan la forma en que la respuesta es interpretada por el Servidor ó el Usuario. La frase “Ringing”, en este caso es sugerida en el estándar, pero cualquier texto puede ser usado para transportar más información. Por ejemplo “180 Es una llamada urgente” es perfectamente una respuesta SIP válida.

La respuesta 180 Ringing tiene la siguiente estructura:

```
SIP/2.0 180 Ringing
Via: SIP/2.0/UDP Lab.high-voltage.org:5060
To: G. Marconi <sip:marconi@radio.org>
From: Nikola Tesla <sip:ntesla@high-voltage.org>
Call-ID: 123456789@Lab.high-voltage.org
Cseq: 1 INVITE
Content-Length: 0
```

El mensaje fue creado copiando varios de los Headers del mensaje INVITE, incluyendo los headers Via, To, From, Call-ID, y Cseq, la diferencia esta en la primera línea, que contiene la versión de SIP, el código de la respuesta, y la razón de la frase.

Hay que notar que los headers “To” y “From” no están reservados en el mensaje de respuesta como uno esperaría. Aunque este mensaje es enviado de Marconi a Tesla, los Headers indican lo contrario. Esto es debido a que los Headers “To” y “from” en SIP están definidos para indicar la dirección de la solicitud no la dirección del mensaje. Ya que Tesla inició la Solicitud, todos los mensajes se leerán:

```
To:Marconi
From:Tesla
```

Cuando la parte llamada decide aceptar la llamada (por ejemplo el teléfono es respondido), una respuesta 200 OK es enviada. Esta respuesta también indica que el tipo de sesión del medio propuesto por el llamador es aceptable.

El cuerpo del mensaje “200 OK” contiene información del medio de Marconi:

```
SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP Lab.high-voltage.org:5060
To: G. Marconi <sip:Marconi@radio.org>
From: Nikola Tesla <sip:n.tesla@high-voltage.org>
Call-ID:123456789@Lab.high-voltage.org
Cseq: 1 INVITE
Contact: sip:marconi@radio.org
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 155
```

```
v=0
o=Marconi 2890844526 2890844526 IN IP4 tower.radio.org
s=Phone Call
c=IN IP4 200.201.202.203
t=0 0
m=audio 60000 RTP/AVP 0
a=rtpmap:0 PCMU/8000
```

La respuesta es construida de la misma manera como la respuesta 180 Ringing.

Las capacidades del medio, asimismo, deben ser comunicadas en un mensaje SDP adicionado a la respuesta. Los campos SDP en este mensaje contienen:

- Dirección IP del punto extremo (200.201.202.203)
- Formato del medio
- Número del puerto (60000)
- Protocolo de Transporte del Medio (RTP)
- Codificación del medio (PCM Ley u)
- Razón del Muestreo (8000HZ)

El paso final para confirmar la sesión, es un mensaje de “Acknowledgment”. La confirmación significa que Tesla puede soportar la sesión del medio propuesto por Marconi. Este intercambio de información del medio permite a la sesión ser establecida usando otro protocolo, RTP en este ejemplo.

```
ACK sip:marconi@radio.org SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP Lab.high-voltage.org:5060
To: G. Marconi <sip:Marconi@radio.org>
From: Nikola Tesla <sip:n.tesla@high-voltage.org>
Call-ID:123456789@Lab.high-voltage.org
Cseq: 1 ACK
Content-Length: 0
```

El Header “Cseq” tiene el mismo número que el del mensaje INVITE, pero el método es puesto a ACK.

En este punto, la sesión del medio (conversación en este caso) empieza a usar la información del medio portado en los mensajes SIP. La sesión del medio (conversación) toma lugar usando otro protocolo, típicamente RTP.

Este intercambio de mensajes muestra que SIP es un protocolo de señalización de extremo a extremo. Una red SIP, ó un servidor SIP no es requerido para que el protocolo sea usado. Dos puntos extremos corriendo protocolo SIP y conociendo cada una de las otras direcciones IP puede usar SIP para establecer una sesión entre ambos.

Aunque es menos obvio, este ejemplo también muestra la naturaleza Cliente-Servidor del protocolo SIP. Cuando Tesla origina el mensaje INVITE, actúa como un Cliente SIP. Cuando Marconi responde a la solicitud, actúa como un Servidor SIP. Después que la

sesión es establecida, Marconi origina la solicitud BYE y actúa como un cliente SIP, mientras que Tesla que actúa como un Servidor SIP cuando responde. Ello es la razón de porque un dispositivo SIP debe contener tanto el software SIP cliente como el software SIP servidor. Durante una típica sesión, ambos son necesitados.

Este es una importante diferencia con otros Protocolos Cliente/Servidor de Internet tales como HTTP y FTP. El navegador web es siempre un cliente HTTP, y el Servidor Web es siempre un Servidor HTTP, y similarmente para FTP. En SIP un punto extremo conmutará siendo cliente ó servidor.

Finalmente un mensaje BYE (el cual es una solicitud) es enviado por marconi para terminar la sesión:

```
BYE sip:n.tesla@high-voltage.org SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP tower.radio.org:5060
To: Nikola Tesla <sip:n.tesla@high-voltage.org>
From: G. Marconi <sip:marconi@radio.org>
Call-ID:123456789@Lab.high-voltage.org
Cseq: 1 BYE
Content-Length: 0
```

El header “Via” en este mensaje contiene la dirección del Host de Marconi. Los headers “TO” y “FROM” reflejan que esta solicitud es originada por Marconi, contrario a los mensajes anteriores. Tesla asimismo es capaz de identificar el “Call Leg” y liberar la sesión del medio (conversación) correcta.

La respuesta de confirmación para el mensaje BYE es :

```
SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP tower.radio.org:5060
To: Nikola Tesla <sip:n.tesla@high-voltage.org>
From: G. Marconi <sip:marconi@radio.org>
Call-ID:123456789@Lab.high-voltage.org
Cseq: 1 BYE
Content-Length: 0
```

La respuesta refleja la solicitud original (BYE), en el header Cseq. 1 BYE

3.2 Llamada SIP con Proxy Server

En el intercambio de mensajes SIP del ejemplo anterior. Tesla conocía la dirección IP de Marconi y fue capaz de enviar el mensaje INVITE directamente a la dirección. En general ese no será el caso- Una dirección IP no puede ser usado como un número telefónico. Una

razón es que por la corta vida del IP versión 4, las direcciones IP con frecuencia, son dinámicamente asignadas. Por ejemplo cuando una PC marca hacia un Banco de módems de un Proveedor de Servicios Internet (ISP), una dirección IP es asignada a la PC del pool de direcciones disponibles en el ISP. Mientras dura la sesión, la dirección IP no cambia, pero es diferente para cada sesión. Aún en una conexión de Internet ADSL, una dirección IP diferente puede ser asignado después de cada reboot de la PC. También, una dirección IP no identifica únicamente un usuario, sino identifica un punto de conexión en una Red IP física. Se tiene una dirección IP para la oficina, otra en la casa, y aún otra cuando se conecta remotamente durante un viaje. Idealmente, debiera haber una dirección IP que identificara al usuario donde sea que esté. De hecho hay un Protocolo en Internet que hace exactamente eso, y trabaja con el correo electrónico en Internet. SMTP usa una dirección de correo electrónico que no corresponde a una dirección IP particular. Permite que los mensajes e-mail puedan ser recogidos sin tener en cuenta de donde se ha conectado a Internet.

SIP usa los nombres de direcciones tipo e-mail. SIP usa URLs como muchos Protocolos de Internet. Los URLs SIP pueden también manejar números telefónicos, transportar parámetros, etc.

La figura C.7 muestra un ejemplo de una típica llamada SIP usando un tipo de Servidor SIP llamado "Proxy Server".

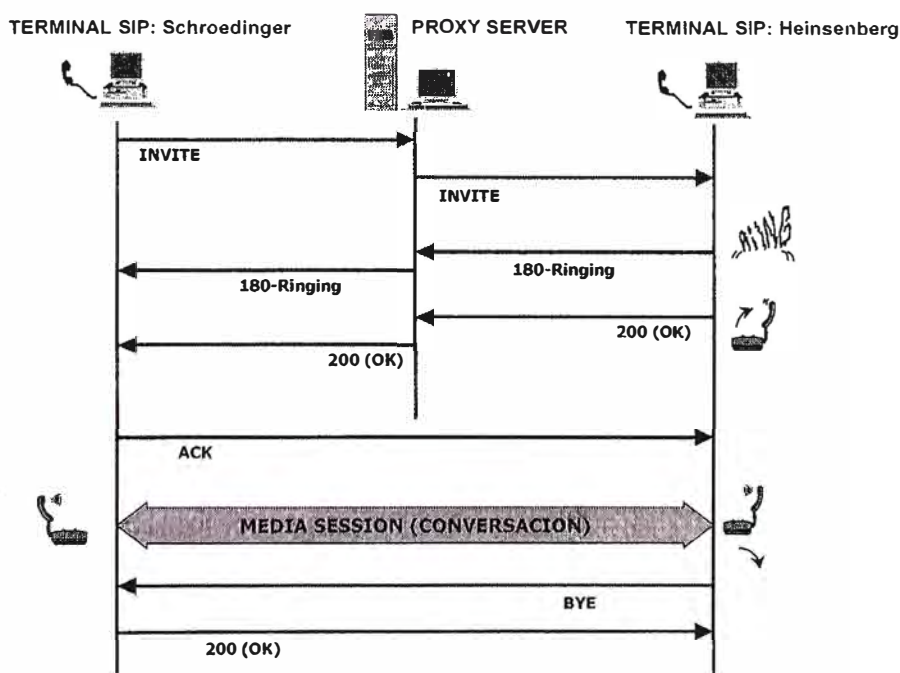


Figura C.7. Llamada SIP con Proxy Server.

En este ejemplo Schroedinger llama a Heisenberg a través de un Proxy Server. Un Proxy SIP opera de una manera similar a un Proxy en HTTP y otros protocolos de Internet. Un Proxy SIP no establece ni termina sesiones, sino se sitúa en medio de los dispositivos que intercambian mensajes, recibiendo mensajes y reenviándolos. Este ejemplo muestra un Proxy, pero pueden existir múltiples Servidores Proxi en el camino de la señalización. Debido a que Schroendiger no conoce exactamente donde Heisenberg está logeado, un Proxy server es usado para enrutar el mensaje INVITE. Primero una búsqueda DNS del nombre de dominio del URL SIP de Heisenberg (munich.de) es efectuado, esta búsqueda retorna la dirección IP del Proxy Server proxy.munich.de, el cuál maneja ese dominio. El INVITE es luego enviado a esa dirección IP.

```
INVITE sip:werner.heisenberg@munich.de SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 100.101.102.103:5060
To: Heisenberg <sip:werner.heisenberg@munich.de>
From: E. Schrodinger <sip:schroed5244@aol.com>
Call-ID: 10@100.101.102.103
Cseq: 1 INVITE
Subject: Where are you exactly?
Contact: sip:schrod5244@aol.com
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 159
```

```
v=0
o=schroed5244 2890844526 2890844526 IN IP4 100.101.102.103
s=Phone Call
c=IN IP4 100.101.102.103
t=0 0
m=audio 49170 RTP/AVP 0
a=rtpmap:0 PCMU/8000
```

El Proxy busca el SIP URL Sip:werner.heinserberg@munich.de en su base de datos y localiza Heisenberg. Esto completa el proceso de dos pasos:

- El DNS (En el Proxy) busca la dirección IP del Proxy que maneja Heisenberg, en este caso es el mismo;luego la búsqueda de la Base de Datos es efectuada por el Proxy para localizar la dirección IP para llegar a Heisenberg.
- El INVITE es luego redirigido a la dirección IP de Heisenberg con la adición de un segundo header “Via” estampado con la dirección del Proxy:

```
INVITE sip:werner.heisenberg@200.201.202.203 SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP proxy.munich.de:5060;branch=83842.1
Via: SIP/2.0/UDP 100.101.102.103:5060
```

```
To: Heisenberg <sip:werner.heinsenber@munich.de>
From: E. Schrodinger <sip:schroed5244@aol.com>
Call-ID: 10@100.101.102.103
Cseq: 1 INVITE
Contact: sip:schrod5244@aol.com
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 159
```

```
v=0
o=schroed5244 2890844526 2890844526 IN IP4 100.101.102.103
s=Phone Call
c=IN IP4 100.101.102.103
t=0 0
m=audio 49170 RTP/AVP 0
a=rtpmap:0 PCMU/8000
```

Por la presencia de dos headers “Via”, Heisenberg conoce que el INVITE ha sido enrutado a través del Proxy Server. La respuesta 180 Ringing es enviada por Heisenberg hacia el Proxy.

```
SIP/2.0 180 Ringing
Via: SIP/2.0/UDP proxy.munich.de:5060;branch=83842.1
Via: SIP/2.0/UDP 100.101.102.103:5060
To: Heisenberg <sip:werner.heinsenber@munich.de>;tag=314159
From: E. Schrodinger <sip:schroed5244@aol.com>
Call-ID: 10@100.101.102.103
Cseq: 1 INVITE
Content-Length: 0
```

Otra vez esta respuesta contiene los headers “Via”, “To”, “From”, “Call-ID”, y el header “Cseq” de la solicitud INVITE. La respuesta es luego enviada a la dirección que aparece en el primer header “Via”, proxy.munich.de hacia el número de puerto listado en el segundo Header “Via” : 5060. Notar que el Header “To” tiene ahora un tag adicionado para identificar este particular “Call Leg”. En ejemplos más complicados, es posible que un único INVITE puede ser redirigido y enviado a múltiples ubicaciones simultáneamente. La única forma de que estas respuestas de múltiples lugares puedan ser identificados es por los diferentes “tag” sobre los headers “To” de las respuestas.

El Proxy recibe la respuesta, revisa que el primer Header “Via”, tiene su propia dirección (proxy.munich.de), remueve ese header “Via”, luego envía la respuesta a la dirección que indica el segundo header “Via” : Dirección IP 100.101.102.103 puerto 5060. La respuesta resultante, que es enviada por el Proxy a Schroedinger, es:

SIP/2.0 180 Ringing
 Via: SIP/2.0/UDP 100.101.102.103:5060
 To: Heisenberg <sip:werner.heinsenber@munich.de>;tag=314159
 From: E. Schrodinger <sip:schroed5244@aol.com>
 Call-ID: 10@100.101.102.103
 Cseq: 1 INVITE
 Content-Length: 0

El uso de headers “Via” en el enrutamiento y el reenvío en SIP reduce la complejidad en el envío de mensajes. El mensaje de solicitud requiere una búsqueda de Base de Datos por el Proxy para luego ser ruteado. La respuesta no requiere una búsqueda debido a que el enrutamiento está implícito en el mensaje (en los headers “Via”).

También esto asegura que las respuestas sean enrutadas hacia atrás a través de los mismos proxies que utilizan los mensajes de Solicitud.

La llamada es aceptada por Heisenberg, quien envía una respuesta 200 OK

SIP/2.0 200 OK
 Via: SIP/2.0/UDP proxy.munich.de:5060;branch=83842.1
 Via: SIP/2.0/UDP 100.101.102.103:5060
 To: Heisenberg <sip:werner.heinsenber@munich.de>;tag=314159
 From: E. Schrodinger <sip:schroed5244@aol.com>
 Call-ID: 10@100.101.102.103
 Cseq: 1 INVITE
 Contact: sip:werner.heinsenber@200.201.202.203
 Content-Type: application/sdp
 Content-Length: 159

v=0
 o=heinsenber 2890844526 2890844526 IN IP4 200.201.202.203
 s=Phone Call
 c=IN IP4 200.201.202.203
 t=0 0
 m=audio 49170 RTP/AVP 0
 a=rtpmap:0 PCMU/8000

El Proxy reenvía el mensaje 200 OK a Schroedinger después de remover el primer header “Via”:

SIP/2.0 200 OK
 Via: SIP/2.0/UDP 100.101.102.103:5060
 To: Heisenberg <sip:werner.heinsenber@munich.de>;tag=314159
 From: E. Schrodinger <sip:schroed5244@aol.com>
 Call-ID: 10@100.101.102.103
 Cseq: 1 INVITE
 Contact: sip:werner.heinsenber@200.201.202.203

Content-Type: application/sdp
Content-Length: 159

```
v=0
o=heinsenber 2890844526 2890844526 IN IP4 200.201.202.203
s=Phone Call
c=IN IP4 200.201.202.203
t=0 0
m=audio 49170 RTP/AVP 0
a=rtpmap:0 PCMU/8000
```

La presencia del header “Contact” con la dirección URL SIP de Heinsenber en el mensaje 200 OK permite a Schroendinger enviar el ACK directamente a Heinsenber bypassando el Proxy. Esta solicitud, y todas las futuras solicitudes continúan usando el “Tag” en el header “To”:

```
ACK sip:werner.heinsenber@200.201.202.203 SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 100.101.102.103:5060
To: Heinsenber <sip:werner.heinsenber@munich.de>;tag=314159
From: E. Schroendinger <sip:schroed5244@aol.com>
Call-ID: 10@100.101.102.103
Cseq: 1 ACK
Content-Length: 0
```

Esto muestra que el Proxy Server no está realmente “en la llamada”. Ello facilita a los dos puntos extremos ubicarse y contactarse cada uno, pero pueden salir del camino de señalización tan pronto como no tengan mensajes que intercambiar.

Notar que la sesión del medio (conversación) es siempre extremo a extremo y no a través del Proxy. En SIP el camino de los mensajes de señalización es totalmente independiente del camino del medio. En telefonía, esto es descrito como separación del canal de voz y el canal de señalización.

La sesión es terminada cuando Heinsenber envía un Mensaje BYE:

```
BYE sip:schroed5244@aol.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 200.201.202.203:5060
To: E. Schroendinger <sip:schroed5244@aol.com>
From: Heinsenber <sip:werner.heinsenber@munich.de>;tag=314159
Call-ID: 10@100.101.102.103
Cseq: 2000 BYE
Content-Length: 0
```

Notar que el header “Cseq” fue inicializado a 2000. Cada dispositivo SIP mantiene su propio número en el header “Cseq”. Schroendinger confirma con

una respuesta 200 OK:

```
SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP 200.201.202.203:5060
To: E. Schrodinger <sip:schroed5244@aol.com>
From: Heisenberg <sip:werner.heisenberg@munich.de>;tag=314159
Call-ID: 10@100.101.102.103
Cseq: 2000 BYE
Content-Length: 0
```

3.3 Registración SIP

No se discutió anteriormente como la Base de Datos es accesada por el Proxy para obtener la dirección IP de Heisenberg. Hay varias formas que ello puede ser hecho usando SIP u otros Protocolos. El mecanismo para efectuar esto usando SIP es llamado “Registración” y es mostrada en la figura C.8.

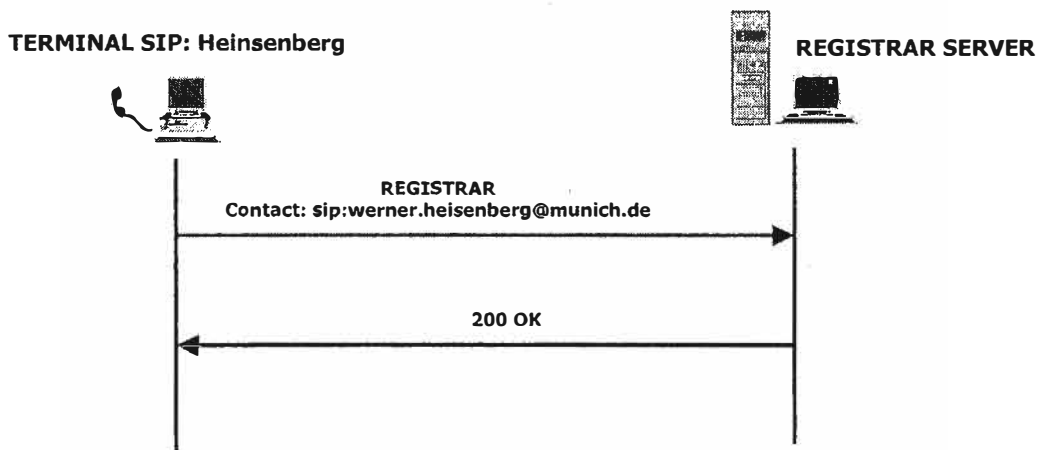


Figura C.8. Registración SIP.

En este ejemplo Heisenberg envía una solicitud de registro SIP a un Registrar Server. El Registrar Server recibe el mensaje y entrega como resultado la dirección IP de Heisenberg. En el mensaje Register está contenido el URL SIP de Heisenberg. El Registrar Server almacena el URL SIP y la dirección IP de Heisenberg en una Base de Datos que puede ser usada, por ejemplo, por el Proxy Server (figura C.7) para localizar a Heisenberg. Cuando un Proxy Server con acceso a la Base de Datos recibe un mensaje de solicitud INVITE direccionado a Heisenberg (Por ejemplo una llamada entrante), el mensaje de solicitud será analizado con la dirección IP almacenada.

Esta registración no tiene una real contraparte en la Red Telefónica, pero es muy similar a la registración que efectúa un teléfono celular cuando es llamado. El teléfono celular envía

su identidad a la Estación Base, el cual luego re-envía la ubicación y el número telefónico a un HLR (Home Location Register). Cuando la Central de Conmutación Celular recibe una llamada entrante consulta al HLR para conseguir la ubicación actual del teléfono celular.

El mensaje de Registro es enviado al Registrar Server y no a otro dispositivo SIP.

```
REGISTER sip:reistar.munich.de SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 200.201.202.203:5060
To: Werner Heisenberg <sip:werner.heinsenber@munich.de >
From: Werner Heisenberg <sip:werner.heinsenber@munich.de>
Call-ID: 23@200.201.202.203
Cseq: 1 REGISTER
Contact: sip:werner.heinsenber@munich.de
Content-Length: 0
```

La Request-URI en la línea inicial del mensaje contiene la dirección del Registrar Server. En un mensaje de solicitud REGISTER, el header “To” es el recurso que está siendo registrado, en este caso sip:werner.heinsenber@munich.de. El URL SIP en el header “Contact” es almacenado por el Registrar Server, con la dirección IP de Heisenberg.

El Registrar Server reconoce la registración satisfactoria enviando un mensaje de respuesta 200 OK a Heisenberg. La respuesta refleja, en el header “Contact”, la información que ha sido almacenado en la Base de Datos.

```
SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP 200.201.202.203:5060
To: Werner Heisenberg <sip:werner.heinsenber@munich.de >
From: Werner Heisenberg <sip:werner.heinsenber@munich.de>
Call-ID: 23@200.201.202.203
Cseq: 1 REGISTER
Contact: sip:werner.heinsenber@munich.de
Content-Length: 0
```

La registración puede ser efectuada automáticamente en la inicialización de un dispositivo SIP.

BIBLIOGRAFÍA

1. Banco Wiese Sudameris. “Reporte sectorial Telecomunicaciones - Telefonía larga distancia, móvil y fija local”. http://origin.scotiabank.com.pe/i_financiera/pdf/sectorial/20030610_sec_es_telecomunicaciones.pdf (23/01/07; 23:33 h), 2003.
2. Bates J. y otros, “Converged Multimedia Networks”, John Wiley & Sons Ltd, 2006.
3. Chae-Sub Lee; Dick Knight, “Realization of the Next-Generation Network”, IEEE Communications Magazine, Octubre 2005, 34-41.
4. Chae-Sub Lee; Naotaka Morita, “Next Generation Network Standards in ITU-T”, Broadband World Forum Asia, 2005.
5. Comisión Interamericana de Telecomunicaciones, “Estructura del Estudio sobre Características de la Voz basadas en Redes que usan IP”, Organización de Estados Americanos (OEA), Agosto 2004.
6. Committee for Information, Computer and Communications Policy, “Next Generation Network Development in OECD Countries”, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Enero 2005.
7. Francisco García Correa, “La próxima generación de redes, NGN, un trayecto hacia la Convergencia”, Telefónica - Sociedad de la Información Tecnología e Innovación, Septiembre 2006.
8. Gual J.; Ricart J., “Estrategias empresariales en Telecomunicaciones e Internet”, Fundación Retevisión, Madrid 2001.
9. Halldor Matthias Sigurdsson y otros, “Cost Optimization Methods in the Design of Next Generation Networks”, IEEE Communications Magazine, Septiembre 2004, 118-122.
10. Igor Faynberg; Lawrence Gabuzda; Hui-Lan Lu, “Converged Networks and Services: Internetworking IP and the PSTN”, John Wiley & Sons Inc, 2000.
11. ITU-T Rec. Y.2261, “PSTN/ISDN evolution to NGN”, International Telecommunication Union, 2006.

12. José Relañó Gil y otros, “Plataformas multimodales en redes de nueva generación”, Comunicaciones de Telefónica I+D, Marzo 2005, 7-18.
13. Keith Knightson y otros, “NGN Architecture: Generic Principles, Functional Architecture, and Implementation”, IEEE Communications Magazine, Octubre 2005, 49-56.
14. Lawrence Harte; Avi Ofra, “Telecom Systems, PSTN, PBX, Datacom, IP Telephony, IPTV, Wireless and Billing”, Althos, 2006.
15. Lee Dryburgh; Jeff Hewett, “Signaling System No. 7 (SS7/C7): Protocol, Architecture, and Services”, Cisco Press, 2004.
16. López Anadón J.P., “La Evolución de Red en los Países en Desarrollo”, Revista de Telecomunicaciones de Alcatel, 3er Trimestre de 2004, 344-350.
17. Manual del Curso de Capacitación ES5230BF, “Descripción General de la Central de Conmutación 5ESS-2000”, Lucent Technologies, 2005.
18. Manual del Curso de Capacitación ES5510BF, “Fundamentos de Operación y Mantenimiento del Centro de Conmutación 5ESS-2000® - Aplicación Fija”, Lucent Technologies, 2005.
19. Manual del Curso de Capacitación ES1020BF, “Ingeniería de la Central 5ESS-2000”, Lucent Technologies, 2005.
20. Manual del Curso de Capacitación BZS5001, “Operación, Mantenimiento y Supervisión del Sistema de Conmutación y Acceso BZ5000”, Lucent Technologies, 2005.
21. Manual del Curso de Capacitación TR6050, “Descripción General del Sistema de Acceso AnyMedia”, Lucent Technologies, 2005.
22. Marco Carugi; Brent Hirschman; Atsunobu Narita, “Introduction to the ITU-T NGN Focus Group Release 1: Target Environment, Services, and Capabilities”, IEEE Communications Magazine, Octubre 2005, 42-48.
23. Miikka Poikselka y otros, “The IMS: IP Multimedia Concepts and Services”, John Wiley & Sons Ltd, 2006.
24. Schamphelaere D., Osstyn E., López Anadón J.P., “Aplicaciones para países emergentes: Hacer la Voz accesible al Mercado”, Revista de Telecomunicaciones de Alcatel, 3er Trimestre de 2004, 338-343.
25. Strouse K., “Strategies for success in the new telecommunications marketplace”, Artech House INC - Massachusetts, 2000.

26. Technology White Paper, “General Overview of NGN”, Alcatel, 2005
27. UIT-T Recomendación G.964, “Interfaces V en la central local digital – Interfaz V5.1 (basada en 2048 kbit/s) para el soporte de red de acceso”, Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2001.
28. UIT-T Recomendación G.965, “Interfaces V en la central local digital – Interfaz V5.2 (basada en 2048 kbit/s) para el soporte de red de acceso”, Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2001.
29. UIT-T Recomendación Y.2001, “Visión General de las Redes de Nueva Generación”, Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2004.
30. UIT-T Recomendación Y.2011, “Principios generales y modelo de referencia general de las redes de próxima generación”, Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2004.