

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**EVOLUCIÓN DE LA RED CONMUTADA PSTN HACIA
LAS REDES DE SIGUIENTE GENERACIÓN (NGN)**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

JOSÉ ANTONIO VERA CUEVA

**PROMOCIÓN
1999 - II**

**LIMA – PERÚ
2005**

Dedico este trabajo a:
Mi esposa , inspiración plena de lucha y
sacrificio,
Mis padres y Hermanos, por el apoyo
incondicional en mi carrera,
Y mi hija esperanza de superación.

**EVOLUCIÓN DE LA RED CONMUTADA PSTN HACIA LAS REDES DE
SIGUIENTE GENERACIÓN (NGN)**

SUMARIO

El presente trabajo nos permite tratar el tema de las Redes de Siguiete Generación (NGN) y la migración de la red de telefonía publica conmutada (PSTN) formando parte de la convergencia de todas las redes existentes, tanto de datos, de voz como de video.

En el capitulo I damos a mostrar las razones y los factores por lo cual es necesario realizar la migración de las redes hacia NGN.

El capitulo II se refiere a los protocolos mas importantes en lo que se refiere a la voz sobre IP (VoIP), es decir a la norma H.323 y al protocolo SIP, haciéndose luego una comparación entre ambos y sacar algunas conclusiones importantes.

El capitulo III se trata del modelo que tiene la red NGN y la descripción de cada una de sus capas.

El capitulo IV de describe los tipos de migraciones que tiene lugar en la red de telefonía publica y en que casos es posible esta migración.

El capítulo V describe los servicios adicionales que existirían con la convergencia de todas las redes.

ÍNDICE

PRÓLOGO

CAPÍTULO I

FACTORES QUE FAVORECEN LA EVOLUCIÓN HACIA LAS REDES DE SIGUIENTE GENERACIÓN (NGN)

1.1 Introducción	3
1.2 Necesidad de migrar las redes conmutadas por circuitos a redes conmutadas por paquetes	4
1.3 Convergencia de tecnologías: hacia una nueva arquitectura de red	5
1.4 Convergencia hacia una nueva Internet.	8
1.5 Razones que posibilitan la implementación de redes de siguiente generación	11
1.6 Factores que posibilitan la implementación de redes de siguiente generación	12
1.7 Convergencia y NGN	12

CAPÍTULO II

INTRODUCCIÓN A VOZ POR IP (VoIP)

2.1 Introducción	15
2.2 Recomendación H.323	15
2.2.1 Arquitectura	16
2.2.2 Comandos del estándar H.323	17

2.2.3 Calidad	22
2.2.4 Aplicación	23
2.2.5 Llamada típica del estándar H.323	24
2.3 Protocolo de inicio de sesión (SIP)	26
2.3.1 Modo de operación del protocolo SIP	28
2.3.2. Estructura de cabecera del protocolo	29
2.3.3 Llamada típica en el protocolo SIP	30
2.3.4 Arquitectura del protocolo SIP	31
2.4 Protocolos SIP versus H.323	32

CAPÍTULO III

EVOLUCION HACIA LAS REDES DE SIGUIENTE GENERACIÓN (NGN)

3.1 Introducción	34
3.2 Concepto de Redes Legacy	35
3.3 Modelo de referencia	36
3.3.1 Niveles que conforman la Red NGN	37
3.3.2 Tecnologías que soportan NGN	38
3.4 Capa de Control	40
3.4.1 MGCP	40
3.5 Capa de adaptación	45
3.5.1 Pasarela del Medio (Media Gateway)	45
3.5.2 Funciones de pasarela del medio (Media gateway)	46
3.5.3 Interfaces	49
3.5.4 Requerimientos del portal de acceso al medio (Media Gatewa)	49
3.5.5 Compresión y Codificación de la Voz	52

3.6 Capa de acceso de la red de siguiente generación (NGN)	55
3.6.1 Acceso de banda ancha sobre cobre	55
3.6.2 Acceso Inalámbrico fijo de banda ancha	63
3.7 Capa de transporte de la red de siguiente generación (NGN)	72
3.7.1 Aspectos críticos	72
3.7.2 Tecnologías para la columna (backbone)de la red de siguiente generación (NGN)	75

CAPÍTULO IV

ESCENARIOS DE DESPLIEGUE

4.1 Introducción	88
4.2 Puntos a tomar en cuenta para una migración de red hacia la red de siguiente generación (NGN)	91
4.3 Estrategias de migración	93
4.3.1 Conmutadores de legacy clase 4 y 5	93
4.3.2 Campo verde Softwitch/VoIP	94
4.3.3 OffLoad de Internet	95
4.3.4 Reemplazo de Clase 4	96
4.3.5 Primera generación de voz sobre ancho de banda	98

CAPÍTULO V

SERVICIOS DE LA NGN

5.1 Introducción	101
5.2 Características del servicio	102
5.3 Servicios de la Red de siguiente generación (NGN)	104

CONCLUSIONES

110

BIBLIOGRAFÍA

111

LISTA DE GRAFICOS

Grafico 1.1: Convergencia de Tecnología	5
Grafico 2.1: Elementos del Estándar H.323	20
Grafico 2.2: Llamada típica del estándar H.323	25
Grafico 2.3: Estructura del paquete de solicitud SIP	29
Grafico 2.4: Estructura del paquete SIP de respuesta	30
Grafico 2.5: Llamada típica del protocolo SIP	31
Grafico 2.6: Arquitectura de protocolo SIP	32
Grafico 2.7: Modelo genérico de la red de siguiente generación (NGN)	39
Grafico 3.1: Mensajes en protocolo MGCP	42
Grafico 3.2: Pasarelas con compresión CS-ACELP	53
Grafico 3.3.: Pasarela (Gateway) local centralizada	53
Grafico 3.4: Gateway troncales centralizados	54
Grafico 3.5: Modelo de Referencia FTTx	55
Grafico 3.6: Arquitectura FTTx + VDSL	59
Grafico 3.7: Elementos del sistema LMDS	65
Grafico 3.8: Requerimientos sobre el esqueleto de la red (Backbone)	73
Grafico 3.9: ATM : Tendencia del núcleo hacia los bordes	75
Grafico 3.10: Backbone de MPLS	77

Grafico 3.11: Construcción de la tabla de encaminamiento.	79
Grafico 3.12: Cabecera MPLS	81
Grafico 3.13: Rejilla estándar de la UIT.	87
Grafico 4.1: Integración con redes existentes.	90
Grafico 4.2: PRI/Tandem Offload	96
Grafico 4.3 :El uso de portal de acceso del paquete para reemplazo de Clase 4	97
Grafico 4.4: Gateway de voz con ancho de banda con legacy de clase 5	99

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 :Función de los mensajes en el Protocolo RAS.	20
Tabla 2.2 : Función de los mensajes en el protocolo Q.931	21
Tabla 2.3 : Función de mensajes del protocolo H.245	21
Tabla 2.4 : Función de los Comandos usados en el Protocolo SIP.	29
Tabla 2.5 : Función de los códigos de respuesta del protocolo SIP.	30
Tabla 2.6 : Arquitectura de Protocolo SIP.	32
Tabla 2.7 : SIP versus H.323	33
Tabla 3.1 : Tipos de Compresión dependiendo de la Tecnología.	52
Tabla 3.2 : Velocidades que alcanza VDSL de acuerdo a la distancia.	60
Tabla 3.3 : Velocidades de Downstream y Upstream.	63
Tabla 3.4 : Comparación entre sistemas LMDS y ADSL.	71

PRÓLOGO

La importancia de la Red de siguiente generación (NGN) no es primordialmente el uso de la tecnología de paquete, esta tecnología de paquete permite a los nuevos servicios y servicios existentes destacar eficientemente con relación al costo.

Los servicios basados en NGN pueden ser clasificados en tres amplios dominios:

- Los servicios de comunicaciones tal como Llamadas de voz, envío de mensajes instantáneo, redes privadas virtuales (VPNs), y las audio conferencias.
- Contenido de servicios en los cuales el contenido (el video, el audio, etc.) fluye unidireccionalmente hacia el usuario
- Los servicios transaccionales como comercio electrónico, el comercio basado en voz, y las transacciones financieras.

El poder de la Red de siguiente generación es que los servicios no están limitados para un solo dominio pueden estar combinados para proveer nuevos servicios innovadores. Están surgiendo soluciones de comercio electrónico que combinan Web browsing (Mostrador vía Web) reconocimiento de voz.

Este informe de suficiencia esta enfocado en una arquitectura de servicios de comunicación de voz, desde que los servicios de voz están arraigados en múltiple redes conmutadas de circuito y requieren el mayor esfuerzo para efectuar una transición para el NGN.

CAPÍTULO I

FACTORES QUE FAVORECEN LA EVOLUCIÓN HACIA LAS REDES DE SIGUIENTE GENERACIÓN (NGN)

1.1. INTRODUCCIÓN

Desde las dos últimas décadas del siglo XIX, el tipo de red establecida fue el de conmutación por circuitos. Este tipo de red era y es todavía utilizada para aplicaciones como voz o vídeo, donde se establece un circuito entre los usuarios extremos de la red. Este tipo de red cambió durante las cuatro últimas décadas del siglo anterior; debido principalmente a la aparición de nuevas aplicaciones que manejan datos. En esta nueva red, la información es dividida en paquetes y cada uno de los paquetes es enviado a la red de manera independiente. Estas redes son conocidas como redes conmutadas por paquetes.

En general las aplicaciones son las que han dado, y siguen dando, las pautas para mejorar la arquitectura de una red. Por lo que, el principal impulsor de la necesidad de migrar de redes conmutadas por circuito a redes conmutadas por paquetes son las apariciones de nuevas aplicaciones que requieren un trato especial o una adecuada

calidad de servicio (QoS: Quality of Service) por parte de las redes. Más aun actualmente estamos inmersos en una gran red conmutada por paquetes denominada Internet, y ante la presencia cada vez más continua de aplicaciones de tiempo real estrictos en el tiempo, esta red necesita cambios tecnológicos profundos. Hoy en día no solo es necesario migrar de redes conmutadas por circuitos a redes conmutadas por paquetes, sino que estas últimas redes deben seguir acondicionándose a las nuevas aplicaciones que son cada vez más exigentes.

1.2.- NECESIDAD DE MIGRAR LAS REDES CONMUTADAS POR CIRCUITOS A REDES CONMUTADAS POR PAQUETES.

Si nos ponemos a analizar los tipos de aplicaciones que empiezan a fluir por los diferentes tipos de redes, observaremos que estamos experimentando una importante tendencia de migrar tráfico que tradicionalmente se han cursado sobre redes de conmutación de circuitos hacia redes de conmutación de paquetes. En efecto, los tráfico de voz o videoconferencia que circulaban por redes conmutadas por circuitos, hoy son transportados también por las redes conmutadas por paquetes. Hoy es común observar tráfico de voz transportado por Internet.

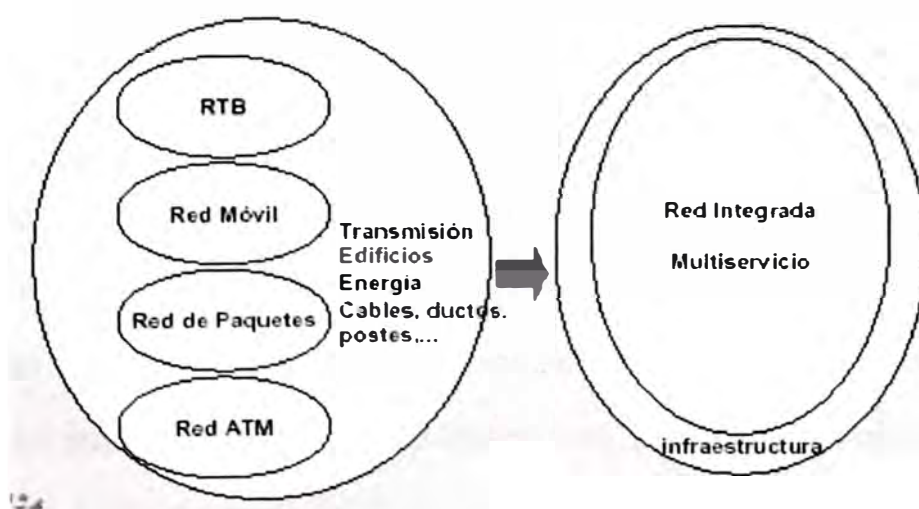
Este nuevo paradigma de red, donde convergen tráfico de diferentes naturalezas, está imponiendo nuevos requisitos a las redes conmutadas por paquetes, como es el caso de las redes IP. Si se deseara sintetizar estos nuevos requisitos, se puede afirmar que las aplicaciones de tiempo real necesitan que la red garantice la calidad de servicio extremo a extremo (End to End) en términos de ancho de banda, retardo y pérdida de paquetes. El éxito de esta convergencia depende en gran medida de la

capacidad de las redes de paquetes para ofrecer una adecuada QoS a los distintos flujos de tráfico que circulan. Lo que quiere decir, es que tanto la arquitectura de la red conmutada por paquetes como los protocolos que lo soportan, deben permitir diferenciar los diferentes tipos de tráfico y asignarle recursos adecuados End to End.

En realidad, la necesidad de profundizar el proceso de migración de las redes conmutadas por circuito a redes conmutadas por paquetes es impulsada por la aparición de nuevos requerimientos (por ejemplo, movilidad sobre Internet), que a su vez originan nuevas aplicaciones que generan tráfico de tiempo real con requisitos de retardo (delay) y variación del retardo (jitter) muy estrictos.

1.3 CONVERGENCIA DE TECNOLOGÍAS: HACIA UNA NUEVA ARQUITECTURA DE RED.

Para comprender las tendencias tecnológicas para la migración de las redes



Grafica 1.1: Convergencia de tecnologías

Conmutadas por circuitos a redes conmutadas por paquetes es necesario analizar estas redes y determinar sus limitaciones y ventajas.

En primer lugar, una red conmutada por circuito establece un camino End to End antes que envíe algún tipo de tráfico a la red. Para ello, utiliza algún proceso de señalización de inicio de conexión. Se asume que el establecimiento de este camino End to End es realizado tomando criterios óptimos de QoS para las aplicaciones de tiempo real. Una vez establecido este camino, será de uso exclusivo para la aplicación que generó la señalización. Justamente, este es una de las grandes ventajas que presenta este tipo de redes, el de ofrecer una adecuada QoS a las aplicaciones de tiempo real. Lo inadecuado de esta red radica en que se dispone de un camino con recursos dedicados exclusivamente a una aplicación, incluso si la aplicación no genera tráfico a la red. Esto es más notorio si se considera que los recursos son siempre limitados y escasos en toda red.

En segundo lugar, en una red conmutada por paquetes clásica no existe ningún camino establecido para el envío de información; más aun la información es dividida en paquetes y es enviada a la red de manera independiente y por trayectorias diferentes. Lo anterior es posible gracias a que cada paquete de datos, en su cabecera de control, lleva toda la información para que cada nodo de la red pueda encaminar los paquetes de datos hacia su destino final. Por lo que, una aplicación no requiere el uso de algún proceso de señalización previo al envío de los paquetes a la red. La gran ventaja de esta red es su flexibilidad ante posibles cambios en la red; por ejemplo, cuando un enlace cae, inmediatamente se define un nuevo camino. Otra ventaja es

que los recursos en un nodo son compartidos por varias aplicaciones. Sin embargo estas ventajas involucran a su vez grandes inconvenientes: al no necesitar señalización, no existe manera de solicitar una adecuada QoS a la red para las diferentes aplicaciones. Además, un nodo al compartir sus recursos con varias aplicaciones, el procesamiento de miles de paquetes de datos de diferentes aplicaciones obliga un proceso de almacenamiento en las colas internas del nodo y posteriormente un tiempo de procesamiento de cada paquete de datos, contribuyendo a incrementar el tiempo de retardo End to End.

Además, la gran mayoría de las aplicaciones utilizan el protocolo TCP/IP como protocolos e Internet como red de transporte de los paquetes de datos. Por otro lado, sería necesario considerar que esta red Internet presente algunas de las principales ventajas que ofrece una red conmutada por circuito. Por ejemplo, definir un camino para todas las aplicaciones en general con una adecuada QoS. Para esto se deberán introducir nuevos protocolos de señalización (como RSVP-TE para la arquitectura de conmutación de etiquetas multiprotocolos (Multiprotocol Label Switching : MPLS) y nuevos modelos de equipos de enrutamiento (LSR : Label Switch Router en MPLS). Justamente, la arquitectura de red MPLS parece ser la arquitectura de Internet, para los siguientes años, donde converjan todo tipo de aplicaciones. La razón de ello es que en esta red se mantienen las características propias de las redes ubicadas en la Capa 2 del modelo OSI: conmutación en base a etiquetas que hace mucho más rápido el proceso de conmutación y el establecimiento de túneles entre usuarios End to End; y su independencia con los protocolos ubicados en la Capa 3 del modelo OSI: se mantiene el uso del protocolo IP pero sin que los equipos de encaminamiento

realicen algún tipo de análisis de sus campos de control. Este último aspecto es muy importante y permite mantener la compatibilidad con las aplicaciones; un criterio que ATM adolece.

Lo indicado anteriormente, origina dos conceptos de migración:

Una migración física de las redes conmutadas por circuitos hacia redes conmutadas por paquetes. Es decir, migrar las redes de telecomunicaciones hacia la Internet. Migración muy difícil de realizar.

Una migración virtual de las redes conmutadas por circuitos hacia redes conmutadas por paquetes. Es decir, definir en la Internet caminos, túneles o circuitos virtuales con adecuada QoS donde se reserven recursos para cada una de las aplicaciones.

1.4 CONVERGENCIA HACIA UNA NUEVA INTERNET: RED DE LA SIGUIENTE GENERACIÓN.

Internet presenta un grupo eficiente de protocolos que han hecho de esta red el medio donde no solamente transporta el tráfico generado por las aplicaciones de datos, sino los tráficos generados por otras redes, como la telefonía.

De todos los protocolos, Internet Protocol o IP es uno de los más importantes. Este protocolo está conformado por una cabecera de control y un campo de datos que corresponde al protocolo de nivel superior. Esta cabecera contiene la información

necesaria para que cada router pueda decidir el siguiente salto para llegar a su destino final. IP es la base para el funcionamiento de esta gran red de conmutación de paquetes denominada Internet. Es oportuno notar que la actual Internet utiliza IP versión 4 o IPv4.

Los protocolos y la arquitectura de Internet fueron establecidas hace más de 20 años teniendo como referencia aplicaciones como correo electrónico, ftp y telnet principalmente (los hipertextos fueron introducidos a inicios de la década de los 90). Considerando la convergencia de las aplicaciones propias de las redes conmutadas por circuitos (voz, videoconferencia) hacia las redes conmutadas de paquetes, y teniendo como una gran red conmutada por paquetes a Internet, sería importante hacer la siguiente pregunta: ¿Ante las nuevas aplicaciones de tiempo real y los nuevos servicios no será necesario actualizar tanto los protocolos como la arquitectura de Internet?

La respuesta, ya fue dada hace años en diferentes eventos académicos: la actual Internet necesita un cambio tecnológico profundo. En efecto; es necesario en primer lugar actualizar el protocolo IPv4 hacia un nuevo protocolo denominado IPv6, definido a fines de 1998. Lo más notorio de este protocolo son los 128 bits para asignar direcciones IP, que representa una cantidad impronunciable de nuevas direcciones IP. Además, presenta nuevos campos que permiten definir nuevas arquitecturas de redes (campo etiqueta de flujo) o actualizar nuevas arquitecturas de redes (campo DS). Respecto a actualizar la arquitectura de red, se proponen tres tipos de redes: IntServ o Internet de Servicios Integrados (definido por el campo etiqueta

de flujo) que a la fecha presenta grandes problemas de escalabilidad DiffServ o Internet de Servicios Diferenciados (definido por el campo DS) y MPLS o red basada en la conmutación de etiquetas. De todas estas, MPLS presenta mejores características: balanceo de carga en la red (ingeniería de tráfico), definición de caminos o túneles virtuales con QoS, entre otros. Nuevas arquitecturas de redes que son combinaciones de las anteriores se están refinando, como MPLS con DiffServ.

Todos estos nuevos protocolos y nuevas arquitecturas de redes, son la base para una nueva Internet de la Siguiete Generación. Actualmente, existen algunos aspectos tecnológicos a mejorar, como es el caso del encaminamiento IP con calidad de servicio: IP Routing QoS. Aun así, todos coinciden en que esta red de conmutación por paquetes, teniendo como protocolo IPv6, será la base de una nueva Internet.

A la fecha, ya existen redes de conmutación de paquetes basadas en IPv6 en funcionamiento para fines académicos, como es el caso de USA, Europa, Japón, entre otros. En efecto, como ejemplos de algunas redes académicas avanzadas de la siguiente generación, podemos citar: Abilene, Gèant, SINET. La backbone Abilene es una red de los Estados Unidos de Norteamérica que se inicia en 1999 con enlaces de 2.5 Gbit/s y soporta aplicaciones avanzadas. Se espera que para fines de 2003 se llegue a disponer enlaces a 10 Gbit/s con IPv6 nativo. Esta red, identificado como Internet2, interconecta más de 200 universidades y centros de investigación. Por otro lado, la red Gèant conecta más de 30 países europeos con enlaces que van desde 2.5 Gbit/s hasta 10 Gbit/s. Entre uno de sus proyectos está el impulsar la creación de redes IP avanzadas en Latinoamérica, proyecto CAESAR (Connecting All European

and South American Researchers), con apoyo del programa @LIS (Alianza para la Sociedad de Información). Finalmente, la red SINET (Science Information Network) del Japón presenta enlaces con fibra óptica a 10 Gbit/s (Super Sinet). Todas estas redes académicas permiten realizar proyectos conjuntos multinacionales y multidisciplinarios, donde el envío de aplicaciones multimedia (voz, datos, video) es realizado con alta calidad.

1.5 RAZONES QUE POSIBILITAN LA IMPLEMENTACION DE REDES DE SIGUIENTE GENERACIÓN (NGN)

Los Razones por las que se implementa la Red NGN son las siguientes:

- Necesidad de ampliar la oferta de servicios, ofreciendo cada vez mas valor agregado, así como servicios de manera rápida y eficiente.
- Integración de soluciones
- Servicios basados en Equipos instalados en el cliente (CPE: Customer Premises equipment)
- Servicios basados en inteligencia de Red (inteligencia en el núcleo)
- Optimizar Costos de Operación y Mantenimiento (O&M) para sobrevivir al nuevo escenario competitivo
- Despliegue de servicios en tiempos cada vez menores (“time to market”)
- Necesidad de diferenciar al Operador de sus competidores atrayendo y manteniendo un grupo de clientes base.

1.6 FACTORES QUE POSIBILITAN LA IMPLEMENTACION DE REDES DE SIGUIENTE GENERACIÓN (NGN)

Los puntos principales por los cuales es posible la implementación de la Red NGN son los siguientes:

- Disponibilidad de Tecnologías de Redes de Alta Capacidad basadas en conmutación de paquetes.
- Nuevas soluciones para el acceso (banda ancha en par de cobre e inalámbrica)
- Nuevas soluciones de Software para desarrollo de servicios.

1.7 CONVERGENCIA Y NGN

- **Convergencia de redes y servicios**

La convergencia de las redes existentes dan como resultado nuevos tipos de redes que brindan servicios añadidos:

- Redes fijas(circuitos) y redes móviles (circuitos):

Convergencia Móvil – Fijo (CFM)

- Redes fijas (circuitos) y redes de datos (paquetes):

Telefonía IP, Centro de llamada en Web (Web Call Center)

- Redes móviles (circuitos) y redes de datos (paquetes):

3 era Generación de móviles (3G)

- Redes fijas (circuitos), redes móviles (circuitos) y redes de datos (paquetes): **Red de Siguiete Generación (NGN)**

- **Servicios de telecomunicaciones:**

- **Voz:**
 - Servicio Básico Telefónico
 - Servicios de valor agregado:
 - Identificador de llamada
 - Audioconferencia
 - Voz por mail (Voice mail)
 - Rellamada
 - Desvios/Transferencia
 - Llamadas en espera
 - Seguimiento de llamada
 - Rediscado.
 - Servicios Centrex
 - Servicio Intercambio Dinámico de Datos (DDE)
 - Red Privada virtual
 - Servicios 0800
 - Servicios Prepago
 - Servicios de Centro de llamadas (Call Center)
- **Datos**
 - Enlace punto a punto
 - Servicios x25
 - Servicios ATM (Modo de Traslferencia Asíncrona)
 - Servicio Frame Relay (FR)

- **Video:**

- Difusion (Broadcasting)
- TV por Cable (CATV)
- Pagar por ver (Pay per view)
- Video en demanda (Video on demand)
- Video Conferencia
- Enlace entre estudio

- **Servicios Convergentes:**

- Centro de llamada por Web (Web Call Center)
- Mensajería Unificada
- Red Privada virtual fijo móvil
- Conferencia multimedia
- Aprendizaje a distancia (Distance learning)
- Juegos virtuales (Virtual Games)

CAPÍTULO II

INTRODUCCIÓN A VOZ POR IP (VoIP)

2.1. INTRODUCCIÓN

La red telefónica de nuestros días, no ha cambiado desde los años ochenta, durante todo este tiempo los avances en redes de datos han sido muy importantes, tanto en fiabilidad, capacidad como en costes. Todos estos adelantos se pueden empezar a aplicar a nuestras comunicaciones de voz gracias a los últimos desarrollos presentados sobre la tecnología Voz por IP.

Como marco para este avance se ha formalizado estándares que permitirán aclarar como será el desarrollo de todas las comunicaciones, con la suficiente amplitud como para abarcar todas las posibilidades existentes.

2.2 RECOMENDACIÓN H.323

La recomendación H.323 nos proporciona el estándar necesario para que la evolución de la voz sobre IP sea común entre los diversos fabricantes. De esta forma los usuarios no deben preocuparse por compatibilidad, ni es necesario elegir una u

otra opción. Esta especificación aprobada en 1996 por el ITU (Unión internacional de Telecomunicaciones) y revisada en enero de 1998, tiene como objetivo definir un estándar para las comunicaciones multimedia sobre redes que no aseguran calidad del servicio.

Como logros principales de esta recomendación podemos señalar:

La estandarización de los protocolos permite a los diversos fabricantes evolucionar en conjunto.

Los usuarios no deben preocuparse sobre las posibilidades de su interlocutor, existiendo una negociación de las capacidades de cada punto de la línea.

Debido a su apoyo sobre IP (protocolo de Internet) es independiente del tipo de red física que lo soporta, permitiendo la integración con las grandes redes IP actuales.

Por su propia estructura, es independiente del hardware, si bien permite ser implementado en los ordenadores actuales, también se desarrolla hardware específico como Teléfonos IP y consolas de videoconferencia.

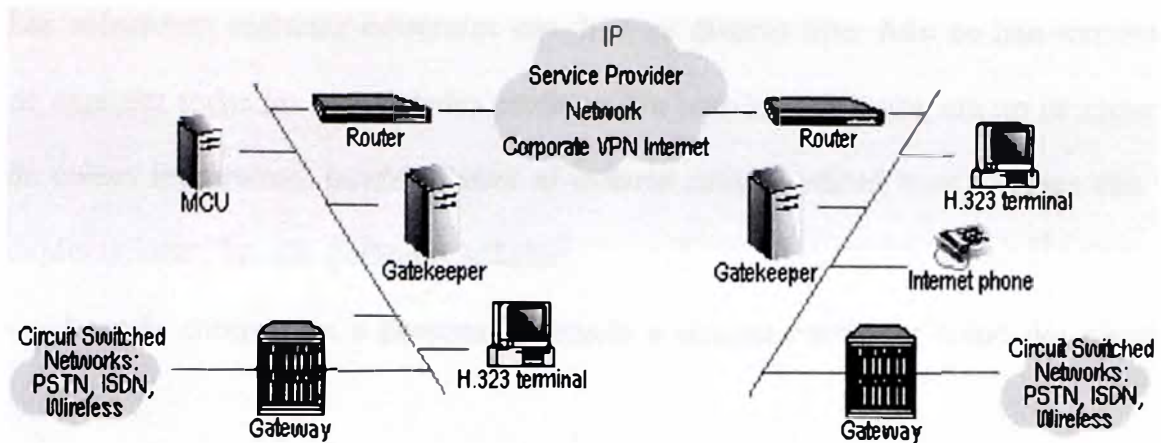
Otra característica importante es el control de tráfico que se puede realizar dentro de la red.

De esta forma no deben producirse caídas importantes de rendimiento en las redes de datos.

La negociación previa permite conectar terminales de muy diversas características, como pueden ser teléfonos de voz, consolas de videoconferencia, ordenadores, etc.

2.2.1 Arquitectura

La recomendación H.323 determina como parte integrante de la comunicación tres bloques: terminales, guardián (gatekeepers) y pasarela (gateways).



Grafica 2.1: Elementos del estándar H.323

- **Terminales**

Como terminales, debemos entender el equivalente a los teléfonos actuales. Este punto es el que más diferencias puede ofrecer al usuario final.

El funcionamiento de todo terminal debe incluir el tratamiento necesario de la señal para su envío por la red de datos. Deben realizar la captación, digitalización, y compresión de la señal de forma que la carga a soportar por toda comunicación este repartida entre los diversos terminales.

Existen principalmente dos tendencias en este tipo de elementos, terminales hardware y terminales software.

Tanto la apariencia, como la funcionalidad de cara al usuario de los terminales hardware es igual a los teléfonos actuales. Esto permite eliminar la desconfianza inicial que puede producir el cambio. Ya existen en el mercado terminales que se conectan directamente a la red local.

Por otro lado los terminales software ejecutándose en nuestro ordenador personal puede producir un mayor rechazo inicial en el usuario, pero las capacidades del software pueden ser muy superiores.

Las soluciones software existentes son de muy diverso tipo. Aún no han terminado de explorar todas las capacidades posibles. Un terminal software, sin un incremento de costes importante, puede ofrecer al usuario características muy diversas aún sin explorar, entre las que podemos señalar:

- Agenda compartida y personal enlazada a sistemas estándar como por ejemplo LDAP.
- Buzón de voz con características de programación muy superiores a las actuales.
- Manejo remoto del propio equipo con realización de tareas automáticas.
- Organizador de llamadas.
- Rellamada automática.
- Funciones de reconocimiento de voz.

- **Guardianes (Gatekeepers)**

Los gatekeepers deben sustituir a las actuales centralitas telefónicas, siendo normalmente soluciones software. En realidad pueden convivir perfectamente con ellas si la configuración de la red así lo determina.

Dentro del esquema de Voz IP, la funcionalidad principal que debe ofrecer todo gatekeeper se basa en el control de llamadas y gestión del sistema de direccionamiento, pero el conjunto de tareas puede ser el más importante de todo el sistema.

Aunque los terminales pueden conectarse directamente sin intervención del gatekeeper, este tipo de funcionamiento es muy limitado y difícil para el usuario. La potencia real del sistema se pone de manifiesto cuando dentro de cada zona H.323 existe el correspondiente gatekeeper. Todo terminal antes de realizar una llamada,

debe consultar con el gatekeeper si esta es posible. Una vez obtenido permiso el gatekeeper es quien realiza la traslación entre el identificador de usuario destino y la dirección IP equivalente. Establecida la comunicación entre los terminales el gatekeeper no necesita intervenir, con lo que la carga del sistema se reparte entre los terminales.

Todo este proceso se inicia con el registro de los diversos terminales durante la iniciación de estos. De esta forma no tenemos ningún problema de movilidad de los diversos puestos y usuarios. Incluso los distintos terminales pueden obtener direcciones dinámicas mediante DHCP. Este registro permite realizar la traslación antes señalada entre los identificadores de usuario y su localización física de forma automática.

Es la responsabilidad principal del gatekeeper mantener un control de todo el tráfico generado por las diversas comunicaciones, a efectos de mantener un nivel aceptable de saturación de la red. El control de ancho de banda permite al administrador fijar un límite de utilización, por encima del cual se rechazan las llamadas bien sean internas o externas.

Otro aspecto importante que debe manejar el gatekeeper es el enrutamiento de las llamadas. De esta forma, el propio gatekeeper puede redireccionar las llamadas al gateway mas indicado o elegir un nuevo destino si el original no esta disponible. En este punto es donde una solución software puede dotar al administrador del sistema de herramientas potentes de control y definición de reglas.

En cuanto a otras capacidades añadidas, podemos pensar en el control de costes de llamadas control de centros de atención al cliente, etc.

- **Pasarelas o Portales de Acceso (Gateways)**

Como último elemento del sistema nos encontramos con el eslabón con toda la telefonía actual. Los gateways permiten que toda llamada dirigida a la red telefónica conmutada pueda establecerse sin intervención directa del usuario.

Realmente todo el funcionamiento se produce de una forma totalmente transparente en ambos sentidos, pudiendo recibir y emitir llamadas directamente desde nuestro ordenador personal sin ningún problema.

2.2.2 COMANDOS DEL ESTANDAR H.323

- **PROTOCOLOS RAS (REGISTRO, AUTENTIFICACIÓN Y ESTADO)**

Mensaje	Función
RegistrationRequest (RRQ)	Pedido de un terminal o gateway registrar con un gatekeeper. Gatekeeper todavía confirma o rechaza (RCF or RRJ).
AdmissionRequest (ARQ)	Pedido para acceder a un paquete de red del terminal o gatekeeper. Gatekeeper todavía confirma o rechaza (ACF or ARJ).
BandwidthRequest (BRQ)	Pedido para cambio de ancho de banda asignada, del terminal a gatekeeper. Gatekeeper todavía confirma o rechaza (BCF or BRJ).
DisengageRequest (DRQ)	Si envía de un punto final al gatekeeper, DRQ informa a gatekeeper que el punto final esta siendo eliminado, si es enviado de gatekeeper al punto final, DRQ fuerza a la llamada a eliminarse. Gatekeeper aun confirma o rechaza (DCF or DRJ). Si DRQ envía por gatekeeper, el punto final debe responder con DCF.
InfoRequest (IRQ)	Pedido de estado de la información del gatekeeper al terminal.
InfoRequestResponse (IRR)	Responde al IRQ. Podría ser enviado sin solicitarlo por el terminal al gatekeeper en intervalos predeterminados.
RAS timers and Request in	Recomendado valor de tiempo muerto por defecto

Progress (RIP)	para responder a mensajes RAS y subsecuentemente reintentar si la respuesta no es recibida.
----------------	---

Tabla 2.1: Función de los mensajes en el Protocolo RAS

- **PROTOCOLO Q.931**

Mensaje	Función
Alerting	Usuario Llamado ha sido alertado - "teléfono esta timbrando". Enviado por usuario llamado.
Call Proceeding	Pedido de establecimiento de llamada ha sido iniciado y ninguna información mas de establecimiento de llamada será aceptado.
Connect	Aceptación de llamada por entidad llamada. Enviada de la entidad llamada a la entidad llamante.
Setup	Indica una llamada H.323 entidad desea configurar una conexión a la entidad llamada.
Release Complete	Indica liberación de llamada si el canal de señalización de la llamada H.225.0 (Q.931) esta abierto. Después de todo,el valor de referencia de la llamada puede ser reusada. Enviada por un terminal.
Status	Responde a un mensaje de señalización de llamada desconocida provee la información del estado de la llamada.
Status Inquiry	Un pedido del estado de la llamada.Puede ser enviado por un punto final o gatekeeper a otro endpoint.

Tabla 2.2: Función de los Mensajes en el Protocolo Q.931

- **PROTOCOLOS H.245**

Mensaje	Function
Master-Slave Determination	Determina cual terminal es el maestro y cual es el esclavo. Posibles respuestas: Acknowledge, Reject, Release (en caso de fuera de tiempo).
Terminal Capability Set	Contiene información acerca de la capacidad del terminal a transitar y recibir los flujos multimedia.

	Posibles respuestas: Acknowledge, Reject, Release.
Open Logical Channel	Abrir un canal lógico para transporte de información audiovisual y data. Posibles respuestas: Acknowledge, Reject, Confirm.
Close Logical Channel	Cierra un canal lógico entre dos puntos finales. Possible replies: Acknowledge
Request Mode	Usado por un terminal receptor al pedir particular el modo de un terminal de transmisión de un terminal de . General . el tipo de modo incluye: VideoMode, AudioMode, DataMode and Encryption Mode. Posible respuestas: Acknowledge, Reject, Release.
Send Terminal Capability Set	Comando de terminal final al indicar esta transmitir y recibir las capacidades enviando uno o más campos de capacidad del terminal
End Session Command	Indica el final de la sesión H.245. Después de la transmisión, el terminal podría no enviar mas mensaje H.245.

Tabla 2.3: Función de Mensajes del Protocolo H.245

2.2.3 Calidad

En todo el proceso de la comunicación intervienen diversos factores que nos determinarán la calidad del servicio ofrecido.

En el caso que nos ocupa, existen principalmente dos elementos que nos determinan esta calidad, el algoritmo de compresión utilizado y el retraso en la propagación de la señal.

La comunicación sobre la propia red de datos, nos obliga a compartir ancho de banda con todo el conjunto de aplicaciones que se ejecutan en nuestra red. Por ello es necesario disminuir en lo posible la saturación de la red y de esta forma aseguramos de no producir un colapso de todas nuestras comunicaciones.

Para ello se utilizan algoritmos de compresión, que, sin disminuir la calidad del sonido notablemente, si reduzcan drásticamente el ancho de banda utilizado.

En una codificación normal, por ejemplo PCM, el muestreo de la señal con una resolución y frecuencia determinada se inyecta en la corriente de datos. Con ello la calidad obtenida puede ser de un nueve sobre diez, ciertamente alta pero a costa de necesitar 64 Kbits por segundo para la transmisión.

Con los actuales algoritmos de compresión de predicción lineal, podemos alcanzar niveles de calidad de siete u ocho sobre diez y rebajar el ancho de banda necesario a 5,3 Kbits por segundo.

En cuanto a la propagación, en todo el sistema se acumulan diversos retrasos producidos por diversos motivos.

Primero interviene la necesidad de comprimir paquetes de un tamaño concreto. Realmente se produce un retraso por acumulación de la señal. En este orden hablamos de retrasos del orden de 30 ms.

Posteriormente se producen retrasos en el tratamiento de la señal, aunque estos no deben sobrepasar el propio retraso de acumulación.

Por último nos encontramos con el retraso propio de la red. Aquí interviene la propagación propia de la red, routers, etc.

Como norma general el retraso total introducido en una comunicación puede oscilar sobre los 200 ms. Siendo una medida dependiente de la red y bastante oscilante.

Como resumen podemos decir que la calidad total del servicio es algo inferior a la obtenida por la telefonía tradicional pero dentro de unos márgenes totalmente aceptables.

2.2.4 Aplicación

Dentro de todo este marco presentado, podemos repasar en que puede afectar el paso a Voz IP de las comunicaciones de voz principalmente para las empresas.

Empezamos por la propia instalación de red. Hasta el momento, toda instalación requería un cableado para datos y otro independiente para voz. La instalación de una sola red dentro del ámbito de la empresa ya de por sí supone una ventaja importante, si a esto añadimos costes de mantenimiento, gestión, etc., la ventaja es clara.

Otro aspecto importante ligado a la instalación de la red es que realmente la red de datos suele estar más ramificada que las redes de voz. Multitud de compañías con sucursales, delegaciones o filiales mantienen conexiones permanentes entre las diversas localizaciones para centralización de datos informáticos. Con un sistema integrado de Voz IP, toda llamada interna es realmente interna, sin necesidad de contar con soporte externo.

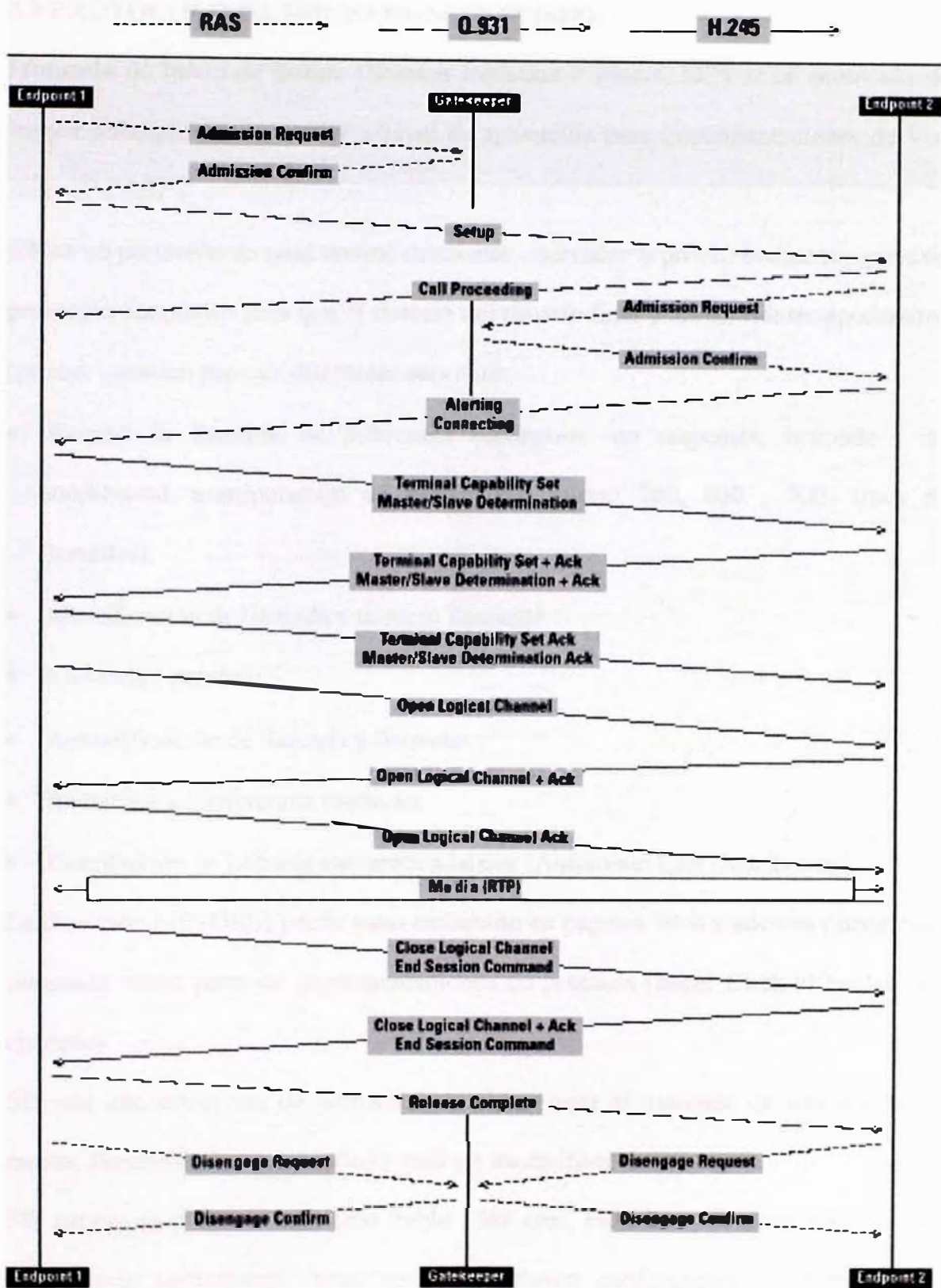
Dando un repaso detallado al hardware necesario pasamos a los teléfonos o terminales. Aquí pueden coexistir claramente soluciones híbridas con teléfonos IP y teléfonos software en función de las necesidades de cada usuario.

Por último el gatekeeper y su equivalente centralita digital también representan un ahorro importante a igualdad de prestaciones.

Es también importante analizar las diversas posibilidades añadidas que el control de las comunicaciones vía software puede aportar en cuanto a escalabilidad, posibilidad de crecimiento, tendencia a abaratamiento de costes, etc.

2.2.5 Llamada Típica del estándar H.323

En la pagina 25 se presenta una llamada típica del estándar H.323.



Grafica 2.2: Llamada típica del estándar H.323

2.3 PROTOCOLO DE INICIO DE SESION (SIP):

Protocolo de Inicio de Sesión (Session Initiation Protocol: SIP) es un protocolo de simple señalización de control a nivel de aplicación para implementaciones de Voz sobre IP (VoIP).

SIP es un protocolo de base textual de cliente – servidor y provee los mecanismos de protocolo necesarios para que el sistema del usuario final y los servidores apoderados (proxys) puedan proveer diferentes servicios:

- Remitir la llamada en diferentes escenarios: no respuesta, ocupado , no condicional, manipulación de direcciones (como 700, 800 , 900- tipos de llamadas).
- Identificación de llamada y numero llamante.
- Movilidad personal
- Autenticación de llamada y llamador
- Invitación a conferencia multicast
- Distribución de llamada automática básica (Automatic Call Distribution)

La dirección SIP (URL) puede estar embebido en paginas Web y además puede estar integrado como parte de implementaciones de potencia (hacer Click al hablar, por ejemplo).

SIP usa una estructura de protocolo simple, provee al mercado de una operación rápida, flexibilidad, escalabilidad y soporte de multiservicio.

SIP provee su propio mecanismo fiable . SIP crea, modifica y termina sesiones con uno o más participante. Estas sesiones incluyen conferencias multimedia por Internet, llamada por teléfonos mediante Internet, y distribución multimedia. Miembros en una sesión pueden comunicarse usando multicast (comunicación entre

varias personas) o una malla de relación unicast (dirigida a una persona específica) o una combinación de estas. El comando del protocolo SIP invitations es usado para crear sesiones llevando la descripción de la sesión lo que permite a los participantes confirmar en un campo el tipo de medio compatible. Este soporta la movilidad del usuario por medio de proxying y redirecciona el pedido a la ubicación actual del usuario. Usuarios pueden registrar su actual ubicación. El Protocolo SIP no esta ligado a ningún protocolo de control de conferencia particular. Esto es designado a ser independiente de el protocolo de transporte de nivel mas bajo y puede ser extendido con capacidad adicional.

SIP transparentemente soporta nombres de mapeo y servicios de redirección, permitiendo la implementación de la Red digital de servicios integrados (ISDN)y servicios de telefonía de abonados de red inteligente. Estas facilidades también habilitan a la movilidad del personal cual es basado en el uso de una única identidad personal.

SIP soporta cinco formas de establecer y terminar la comunicación multimedia:

- **User location:** Determinación del sistema final a ser usado para la comunicación;
- **User capabilities:** Determinación del medio y parámetros del medio a ser usado;
- **User availability:** Determinación de la buena voluntad del grupo llamado a entablar la comunicación;
- **Call setup:** "ringing", establecimiento los parámetros de la llamada para el llamante y el llamado;
- **Call handling:** Incluye la transferencia y terminación de la llamada.

SIP puede también iniciar una llamada multi-usuarios usando una unidad de Control multipunto (MCU) o una interconexión completamente mallada en lugar de multicast. Los portales de acceso (gateways) de telefonía por Internet que conecta a un grupo de Red de telefonía conmutada pública (PSTN) pueden también usar SIP para configurar llamadas entre ellos.

SIP es diseñado como parte de datos multimedia IETF en general y arquitectura de control actualmente incorporando protocolos tal como RSVP, RTP RTSP, SAP y SDP. A menudo, la funcionalidad y operación del SIP no depende de estos protocolos.

SIP puede también usar en conjunción con otras configuraciones de llamadas y protocolos de señalización. En ese modo, un sistema final usa intercambiadores SIP para determinar la apropiada dirección del sistema final y protocolo de una dirección dada que es el protocolo independiente. Por ejemplo, SIP podría ser usado a determinar que el grupo puede ser alcanzado usando H.323 al encontrar el gateway H.245 y dirección de usuario y luego usa H.225.0 al establecer la llamada.

2.3.1 Modo de Operación del Protocolo SIP

- **El protocolo SIP Funciona de la siguiente manera:**

Los llamantes y llamados son identificados por direcciones SIP. Al hacer una llamada SIP, un llamador primero localiza el servidor apropiado y entonces envía una petición SIP. La operación SIP más común es la invitación. En lugar de alcanzar directamente al llamado pretendido, una petición SIP puede ser redireccionada o puede detonar una cadena de nuevos pedidos SIP por proxies. Los usuarios pueden registrar su posición (s) con servidores SIP.

- **Mensajes SIP pueden ser transmitidos aun sobre TCP o UDP**

Mensajes SIP están basados en texto y usa el carácter ISO 10646 configurado en la codificación UTF-8. Muchos de las sintaxis del mensaje y campo de cabecera son similares al http. Mensajes pueden ser request messages o response messages.

2.3.2 Estructura de Cabecera del Protocolo

El protocolo esta compuesto de una línea de inicio, cabeza de mensaje, y una línea vacía y un cuerpo con mensaje opcional.

- **Request Messages**

El formato de la cabecera del paquete de Request es mostrado en la siguiente ilustración:

Método	Pedido URI	Versión del SIP
Grafica 2.3: Estructura del paquete de solicitud SIP		

- **Método**

Posibles métodos son Invite, Ack, Options, Bye, Cancel, Register

Command	Function
INVITE	Inicia la llamada
ACK	Confirma respuesta final
BYE	Termina y transfiere la llamada
CANCEL	Cancel searches and "ringing"
OPTIONS	Features support by other side
REGISTER	Register with location service

Tabla 2.4: Función de los Comandos usados en el Protocolo SIP

- **Request-URL**

Una URL SIP o un Identificador de Recursos Uniforme General este es el usuario o servicio a cual este pedido esta siendo direccionado.

- **Versión SIP:**

La Versión SIP esta siendo usada, es la versión 2.0

- **Mensaje de Respuesta**

El formato de la cabecera de mensaje de la respuesta es mostrado en la siguiente ilustración:

Versión SIP	Estado del Código	Razones de frase
Grafica 2.4: Estructura del paquete SIP de respuesta		

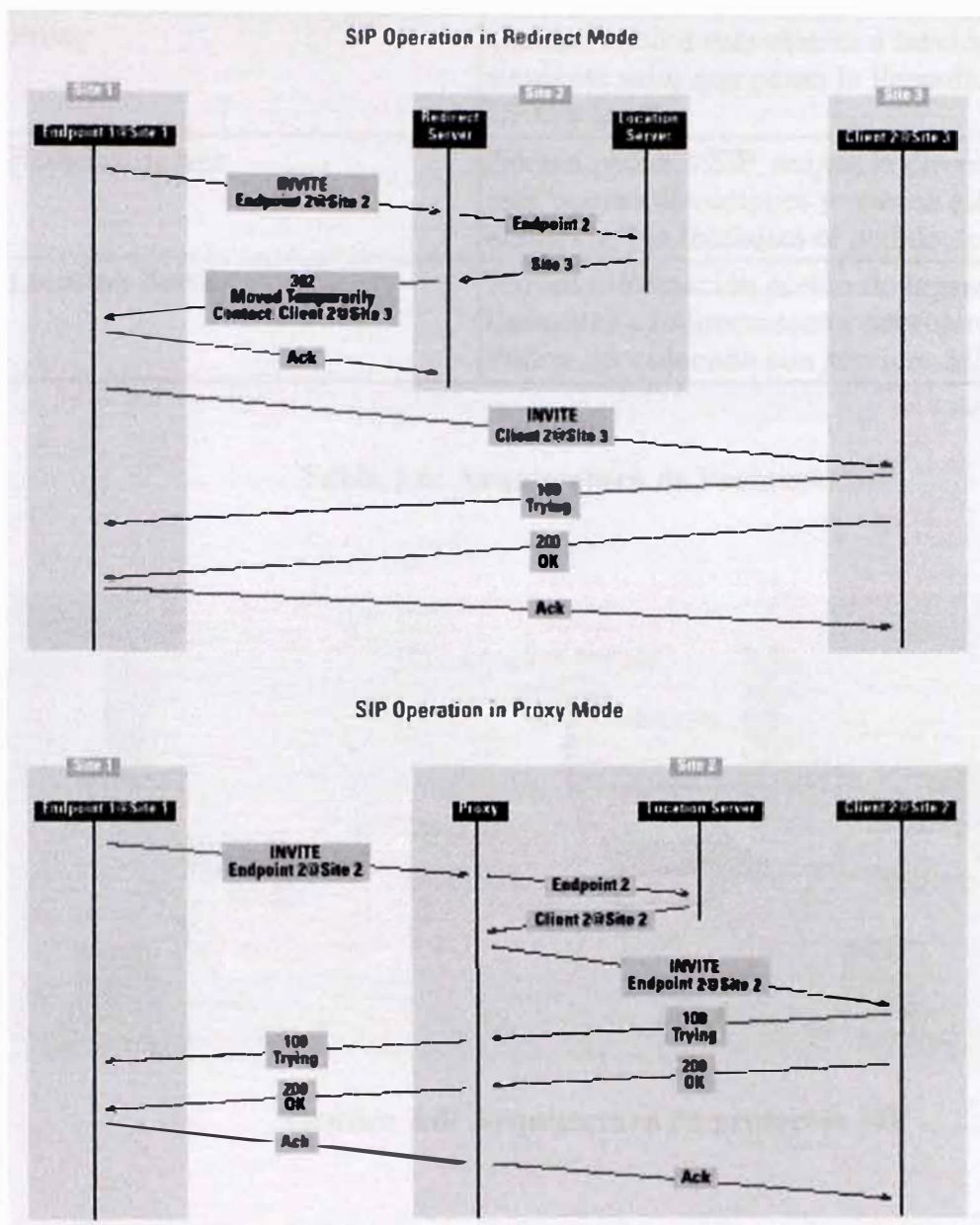
Códigos de respuesta del protocolo SIP

Prefijo del Código de respuesta	Función
1xx	Buscando, Timbrando, en cola
2xx	Éxito
3xx	Retorno
4xx	Error de cliente
5xx	Falla de servidor
6xx	Ocupado, negación, no habilitado en ningún lado

Tabla 2.5: Función de los códigos de respuesta del protocolo SIP

2.3.3 Llamada típica en el Protocolo SIP

En la pagina 31 se puede observar una llamada tipica en el protocolo SIP



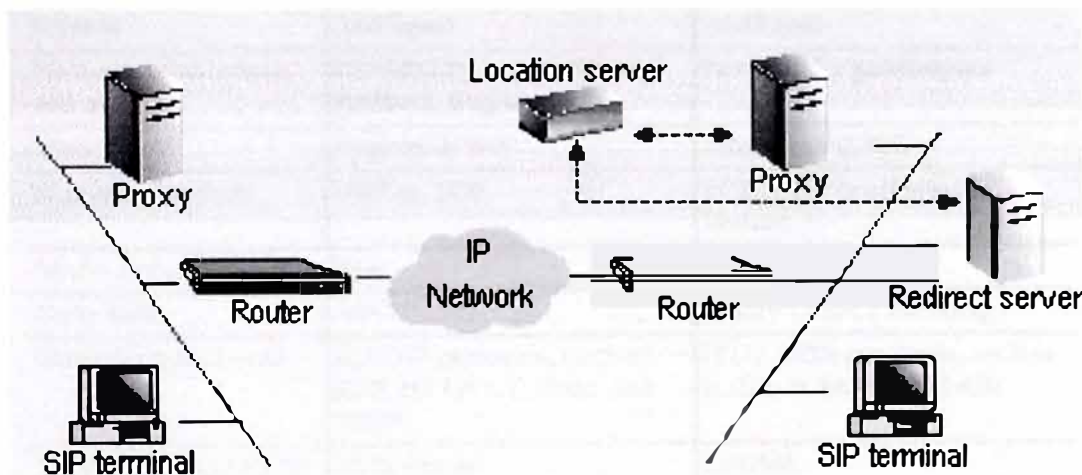
Grafica 2.5: Llamada típica del protocolo SIP

2.3.4 Arquitectura de protocolo SIP

UAC (user agent client)	Aplicación de llamador que inicia y envía pedido SIP.
UAS (user agent server)	Recibe y responde a pedido SIP en nombre del cliente; acepta, redirecciona o refusa las llamadas.
SIP Terminal	Soporta en tiempo real, dos formas de comunicación con otra entidad SIP. Soporta la señalización y el medio similar a terminal H.323. Contiene UAC.

Proxy	Contacta uno o más cliente o servidores del siguiente salto que pasan la llamada. Contiene UAC y UAS.
Redirect Server	Acepta pedidos SIP, mapea la dirección en cero o más nuevas direcciones y retorna esas direcciones al cliente. No inicializa el pedido de SIP.
Location Server	Provee información acerca de lugares de posibles llamantes a redireccionar y servidores proxy. Podría ser colocado con servidor SIP.

Tabla 2.6: Arquitectura de Protocolo SIP



Grafica 2.6: Arquitectura de protocolo SIP

2.4 PROTOCOLOS SIP VERSUS H.323

En adición al protocolo SIP, hay otros protocolos que facilitan la transmisión de voz sobre IP. Uno de ellos es el Standard H.323 que incorpora múltiples protocolos, incluyendo Q.931 para señalización, H.245 para negociación, y Registro Admisión and Estados (RAS) para sesiones de control. H.323 fue el primer standard para llamadas de control para VoIP y son soportado en todo los sistemas de gateways de voz Cisco.

SIP y H.323 fueron diseñados para direccionar a la sesión de control y las funciones de señalización en una arquitectura de control distribuida. Aunque SIP y H.323 puede también ser usado para comunicar los límites de end points inteligentes, ellos son especialmente apropiados para comunicación con end points inteligentes.

Aunque los mensajes SIP no son directamente compatibles con H.323, ambos protocolos pueden coexistir en la misma red de telefonía por paquete si un equipo que soporta la interoperabilidad está habilitado.

Aspect	SIP	H.323
Clients	Intelligent	Intelligent
Network intelligence and services	Provided by servers (Proxy, Redirect, Registrar)	Provided by gatekeepers
Model used	Internet/WWW	Telephony/Q.SIG
Signaling protocol	UDP or TCP	TCP (UDP is optional in Version 3)
Media protocol	RTP	RTP
Code basis	ASCII	Binary (ASN.1 encoding)
Other protocols used	IETF/IP protocols, such as SDP, HTTP/1.1, IPmc, and MIME	ITU / ISDN protocols, such as H.225, H.245, and H.450
Vendor interoperability	Wide-spread	Limited

Tabla 2.7: SIP versus H.323

Por ejemplo, un agente de llamada puede usar H.323 para comunicar con el gateway y usa SIP para señalar inter agentes de llamada. Luego, después del portador de conexión está configurado, la información del portador fluye entre los diferentes gateways como un flujo de RTP.

CAPÍTULO III

EVOLUCIÓN HACIA LAS REDES DE SIGUIENTE GENERACIÓN (NGN)

3.1. INTRODUCCIÓN

La industria de las telecomunicaciones está cambiando rápidamente. Mientras los servicios de voz suministran la mayor parte de los ingresos, este mercado no está creciendo tan rápido como para soportar el incremento de la competencia por la aparición de nuevas empresas operadoras.

Las empresas ya establecidas deben encontrar la forma de mantener sus clientes mientras las nuevas tratan de atraerlos de forma de establecerse como sus proveedores de servicios. La forma de mantener estos clientes es reunir sus expectativas de mejora del servicio e integración de los servicios de voz y datos en una sola red, con costos eficientes distribuidos en los diferentes servicios. Los proveedores de servicio y operadores de red necesitan de un sistema abierto de red para competir de forma exitosa y con ello sobrevivir. La red de siguiente generación NGN (Next Generation Network) cumple con las expectativas y está basada en el desarrollo de la red existente y la aparición de productos enfocados en el desarrollo de nuevos servicios.

La mayor preocupación para los operadores de red establecidos es como migrar su red de voz a la estructura de red de nueva generación en el cual el tráfico IP dominará, mientras se minimiza el costo de transición y se toma las ventajas que ofrece los servicios de una red de nueva generación.

3.2. CONCEPTO DE REDES LEGACY:

Las primeras redes de comunicación que las empresas comenzaron a utilizar eran del tipo "time-sharing" en donde la información residía en grandes computadoras llamadas "mainframes" las cuales se encargaban de controlar el flujo de la información en toda la red compuesta por líneas de comunicación de baja velocidad. Posteriormente con la aparición de las computadoras personales y las redes LAN (redes de acceso local), se comenzaron a interconectar a las PCs, lo cual permitió que muchos usuarios comenzaran a compartir información y hacer uso de recursos presentes en la red, ajenos a sus equipos.

Con el desarrollo de las redes WAN de mayor capacidad de transmisión, se comienza a dar la interconexión entre redes LAN, surge entonces el concepto de "Internetworking" que comienza a ser un recurso importante para los negocios de la época. Es entonces cuando comienza a extenderse los esquemas abiertos para la interconexión y ver la necesidad de integrar tecnologías y sistemas del tipo legacy a esa infraestructura.

Muchas empresas en el mundo en las cuales su red de datos forma la parte esencial de su negocio, se han visto que para hacer más redituable su infraestructura buscan nuevas formas de hacer que existan ahorros introduciendo nuevas soluciones tecnológicas que permitan reducir costos operativos.

Como resultado de lo anterior las empresas comenzaron a utilizar la tecnología capaz de integrar los protocolos de comunicación viejos ("legacy") con las redes actuales entonces las compañías decidieron modificar la conectividad y el medio de transporte existentes entre los diferentes equipos, que utilizan tráfico SNA y DNA dentro de las redes.

Actualmente muchas empresas en el mundo siguen utilizando sistemas mayores o supercomputadores en las cuales reside gran parte de la información de su negocio, estas empresas se han apoyado en proveedores que soportan estas plataformas, como es el caso de la compañía IBM, sin embargo, IBM siendo precursora de sistemas de cómputo en el mundo se dio la tarea de desarrollar su propia tecnología de comunicaciones de datos para acceder a sus sistemas empleando protocolos de comunicación propietarios como el caso de SDLC (Control de enlace de datos síncrono), incluso creando un modelo especialmente diseñado para soportar sus comunicaciones y aplicaciones, denominado SNA (arquitectura de sistemas de red). Antes de que las redes contemporáneas existieran, IBM fue quien marco la pauta e inicio el concepto de conectividad y redes en ese entonces, donde marco las reglas. Hoy en día esos esquemas se conocen como ambientes **legacy**.

3.3. MODELO DE REFERENCIA:

En este capítulo vamos a explicar las capas que presenta el modelo de referencia de NGN, y una comparación con la arquitectura del Conmutador Clásico.

El conmutador clásico presenta los siguientes planos:

- **Plano de servicio:** Lógica de Servicios de Red Inteligente.

- **Plano de control:** Señalización, Control de llamadas, Lógica de servicios basada en conmutador.
- **Plano de conexión:** Negociación de conexión, Conmutación y transporte.

El concepto de NGN viene dado por los mismos planos pero la funcionalidad de cada plano varia:

- Separación de las funciones por capas.
- Conmutación y transporte por paquetes.
- Interfaces abiertas.
- Flexibilidad para introducir nuevos servicios.
- Ínter operable con redes legacy.

Para el plano de servicios estamos hablando de los servidores de aplicación.

Para el plano de control tenemos a los controladores de llamada (call control)

Y para el plano de conexión se tiene la red de conmutación por paquetes, entre estos planos existen interfaces estándar abiertas.

3.3.1. NIVELES QUE CONFORMAN LA RED NGN

Capa de Aplicación:

- Soporta los servicios de la Red de siguiente Generación (NGN) principalmente la integración voz, datos y multimedia, sobre API(interfaz para la programación abierta) abiertas.

Capa de Control y Señalización:

- Es el responsable por el establecimiento y terminación de las comunicaciones entre pares (peers).

- Controla los elementos de la capa de transporte vía distintos protocolos:

(MGCP, SGCP, H323)

- Interactúa con la Red de señalización Nro 7.

Capa de transporte:

- Conmutación de paquetes (IP o ATM)
- Integración Voz y Datos sobre infraestructura común de transporte y conmutación.

Capa de Adaptación:

- Provee la adaptación entre Redes legacy y la NGN

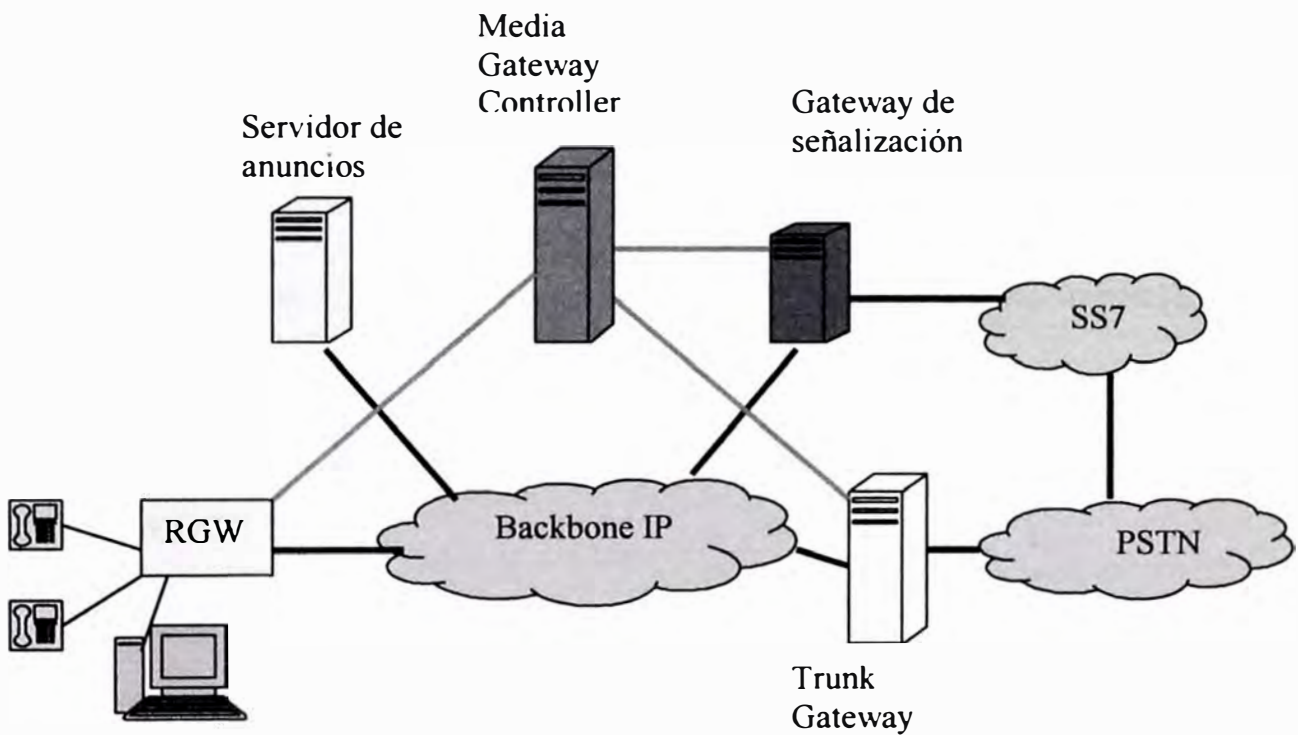
Capa de Acceso:

- Provee las conexiones de cliente de forma integrada (voz+datos)
- Principales desarrollos sobre Cable MODEM y ADSL.

3.3.2. TECNOLOGÍAS QUE SOPORTAN NGN

- Voz sobre Protocolo Internet (IP): **VoIP**
- Voz sobre ATM (Modo de transferencia asíncrono): **VoATM**
- Voz sobre xDSL (Línea de abonado digital): **VoDSL**
- Línea de abonado digital asíncrono: **ADSL**
- Línea de abonado digital a muy alta velocidad: **VDSL**
- **Cable MODEM**
- Sistema de distribución multipunto: **LMDS**
- Protocolo de conmutación de etiquetas multiprotocolo: **MPLS**
- Múltiplex ación por división de Longitud de Onda: **WDM**

- **GbETH/ METRO ETHERNET**
- Estándar **H.323**
- Protocolo de iniciación de sesión: **SIP**
- Protocolo de control de portal de acceso (gateway) del medio **MGCP**
- Estándar **H.248**



RGW: Gateway residencial.
Gateway: Portal de acceso, pasarela.
Trunk Gateway : Gateway troncal.
Media Gateways Controller: Controlador de gateway del medio.
PSTN: Red de telefonía pública conmutada.
SS7: Sistema de señalización 7.

Grafica 3.1: Modelo genérico de la red de siguiente generación (NGN)

3.4. CAPA DE CONTROL:

En la capa de Control de la NGN se sitúa el elemento Responsable del establecimiento y terminación de llamadas.

La Capa de control tiene dos funciones muy importantes como son el control y señalización en la red.

La función de control realiza el Controlador de pasarela del medio: Media Gateway Controller

En tanto la señalización es realizada por el gateways de señalización, cual es el elemento de interworking entre la señalización NGN y la señalización de la PSTN (SS7).

Agente de llamada (Call Agent): elemento que integra las dos funciones (control y señalización).

3.4.1 MGCP

El protocolo de control de la pasarela del medio, permite el control de gateways de telefonía a través de un elemento central, el Controlador de la pasarela (Gateway Controller) conocido comercialmente como Call Agent, Softswitch o MGC (controlador de gateway del medio).

Los Gateways cumplen la misma función que los vistos en el mundo H.323 y SIP, es decir la conversión entre TDM (multiplexacion por división de tiempo) e IP (protocolo de Internet). Además, en NGN no incorporan inteligencia para implementar los servicios suplementarios.

En MGCP, el esquema es de tipo Master Slave, donde la inteligencia de control

reside en el MGC y los gateways operan como slaves (ejecutan los comandos que reciben de los MGC).

Es un enfoque distinto que H.323 y SIP, donde la inteligencia reside en los puntos finales.

El MGC puede implementarse sobre plataformas distribuidas para mayor confiabilidad.

El Protocolo de control de la pasarela del medio (MGCP) es usado para el control de gateways de telefonía de elementos de control de llamada externa llamado media gateway controllers o llamado agentes de llamada (call agent). Un gateway de telefonía es un elemento de red que provee conversión entre las señales de audio llevadas en circuitos de telefonía y paquetes de datos llevadas sobre el Internet u otras redes de paquete.

MGCP asume una arquitectura de control de llamada donde la inteligencia de control de llamada está fuera del gateways y manipulado por los elementos de control de la llamada externa. El MGCP asume que éstos elementos de control de llamadas, o Call Agents, ocurrirán simultáneamente con cada otro para enviar los comandos coherentes a los gateways bajo su control. MGCP es, en esencia, un protocolo del master-slave, donde los gateways están a la espera de ejecutar órdenes enviadas por el Call Agents.

El MGCP implementa la interfaz de control de la pasarela del medio como un conjunto de transacciones. Las transacciones están compuestas de un comando y una respuesta obligatoria. Hay ocho tipos de comandos:

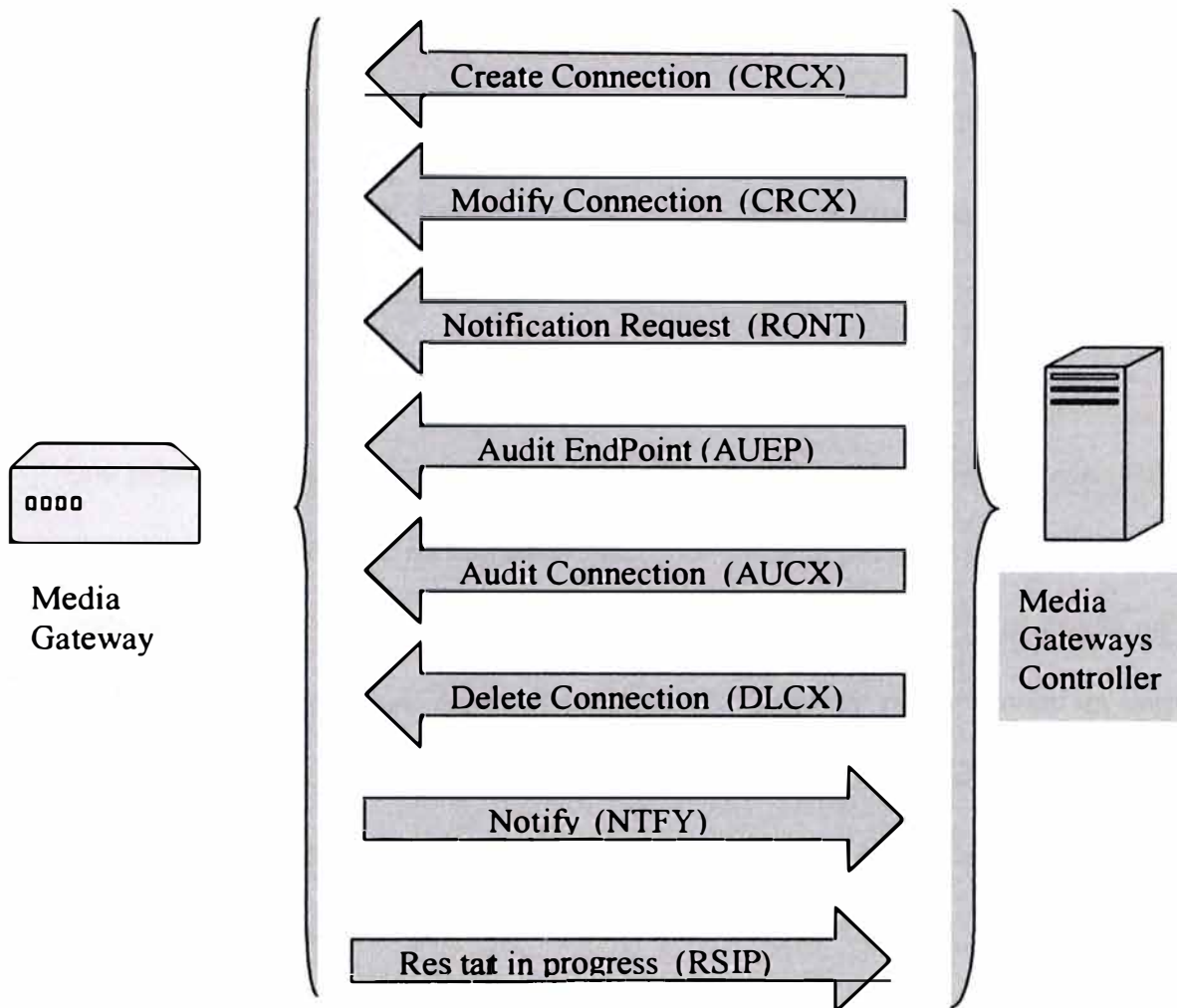


Grafico 9: Mensajes en protocolo MGCP

- **CreateConnection:** Crea una conexión entre 2 puntos finales; usa SDP al definir la capacidad recibida de los puntos finales participantes.
- **ModifyConnection:** Modifica las propiedades de una conexión; tiene casi los mismos parámetros como el comando CreateConnection.
- **DeleteConnection:** Termina una conexión y colecta estadísticas en la ejecución de la conexión.
- **NotificationRequest:** Requerimiento de portal de acceso del medio a enviar notificaciones en la ocurrencia de eventos especificados en un punto terminal.

- **AuditEndpoint:** Determina el estado de un punto terminal
- **AuditConnection:** Recupera los parámetros relacionados a una conexión.
- **RestartInProgress:** Indica que un punto final o grupo de puntos finales se encuentra en proceso de entrada o salida de servicio.

Los primeras cuatro comandos son expedidos por el Agente de llamada (MGC) a una pasarela (gateway). El comando Notify es enviada por gateway al Call Agent. El gateway también puede enviar un DeleteConnection. El Call Agent puede enviar a cualquier de las órdenes Audit al gateway. El Gateway puede enviar un comando RestartInProgress al Call Agent.

Todos los comandos están compuestos de un encabezado de comando, opcionalmente seguido por una descripción de sesión. Todas las respuestas están compuestas de un encabezado de respuesta, opcionalmente seguido por una descripción de sesión. Los encabezados están separados de la descripción de sesión por una línea vacía.

MGCP usa un identificador de transacción para correlacionar comandos y respuestas. Los identificadores de transacción tienen valores entre 1 y 999999999. Una entidad MGCP no puede reusar un identificador de transacción antes que 3 minutos después de la terminación del comando previo en la cual el identificador fue usado.

La cabecera del comando es compuesta de:

- Una línea de comando, identificando la acción requerida o verbo, el identificador de transacción, el punto final hacia el cual la acción es requerida, y la versión de protocolo MGCP

- Un campo de parámetro de línea, compuesto por un nombre de parámetro seguido por un valor de parámetro.

La línea de comando es compuesta por:

- El nombre del verbo requerido.
- El identificador de transacción correlaciona comandos y respuestas. Los valores pueden estar entre 1 y 999999999. Una entidad MGCP no puede reusar un identificador de transacción antes que 3 minutos después de la terminación de la orden previa en la cual el identificador fue usado.
- El nombre del punto final que debería ejecutar el comando (en notificaciones, el nombre del punto final que emite la notificación).
- La versión de protocolo.

Estos cuatro items están codificados como una serie de caracteres ASCII printados, separados por espacios blancos, por ejemplo., Los caracteres ASCII de espacio (0x20) o de tabulación (0x09). Es recomendado usar exactamente un separador de espacio ASCII.

3.5 CAPA DE ADAPTACIÓN

El elemento que implementa la adaptación entre la red PSTN (Red de telefonía tradicional) y la red de datos (Capa de Transporte de NGN) es el Portal de acceso del medio (Media Gateway).

Son la evolución de los servidores de acceso (Access Servers), hay diferentes tipos de Media Gateways:

- Pasarela de acceso (Access Gateways)
- Pasarela de troncal (Trunking Gateways)

- Pasarela Residencial (Residential Gateways)

Todos los portales de acceso (gateways) requieren las tres funciones principales:

- Terminación de circuitos de la red conmutada (nxE1).
- Compresión de Voz.
- Paquetización.
- Mapeo sobre flujos RTP (Protocolo en tiempo real).

3.5.1 Pasarela del medio (Media Gateway)

El convertidor de media de la pasarela del medio (media gateway) y protocolos framing (celdas) proveen en un tipo de red el formato requerido en otro tipo de red. La Pasarela del medio (Media Gateway) termina los protocolos de control del portador y contiene terminaciones del portador. También contiene equipo de manipulación de la media (ejemplo: transcodificadores, canceladores de eco, o enviados de tono).

3.5.2 Funciones de pasarela del medio (Media Gateway).

- **Funciones Generales**
 - Soporte para duplicar etapa de discado (dialling), esa es la posibilidad para insertar dígitos DTMF después de tener que configurar una llamada. Por ejemplo, el usuario llamante primero marca el número de pasarela del medio (Media Gateway) (0112287516), el Media Gateways envía un tono, entonces el usuario marca los dígitos identificando la terminal de destino (1234);

- Soporte para simples etapas de discado (dialling) “ traslapando un dialling ” o “ recibiendo traslape ”, esa es la posibilidad para insertar todos los dígitos en una sola etapa, sin esperar por el tono. Por ejemplo, el usuario que llama marca el número de destino (0112281234), donde 011228 identifica el tronco, mientras 1234 identifica la terminal de destino (éstos son los dígitos coleccionados a través de tonos DTMF en el caso de etapa doble de discado);
- La colección de datos para carga y los sistemas de cuidado del cliente (la habilidad para proveer llamadas instantánea / registro en el tiempo real y no real, estadísticas.) o detección de umbral de datos si es requerido. Incluye datos de reporte en demanda o eventos reportados al Servidor de llamadas (incluyendo la Provisión de Contenido de Comunicaciones, ejemplo “¿La interceptación legal ”)
- Media Gateway genera tonos (ocupado, no-respuesta) y genera y detecta señales DTMF.
- “La Conmutación interna ”(el mapeo de la corriente de paquete conmutada de entrada en el circuito conmutado y viceversa, notar que esto es diferente de la traducción de direcciones, cual es realizado por el Servidor de llamadas (Call Server)).
- Desde que una solución de voz por IP (VoIP) fue adoptada, el media gateway debe soportar extensiones de protocolos del BGP(Protocolo de borde de pasarelas), OSPF, y RSVP para soportar a MPLS. De hecho, NGN debe cada vez más enfocar la atención en la provisión de alto desempeño, capacidad, disponibilidad y fiabilidad. El Protocolo de

conmutación de etiquetas multiprotocolo (MPLS) direcciona estas necesidades y tienen algunos beneficios: soporta multiservicios, baja latencia de paquetes IP reenviadas, facilidad de gestión y soporta un nivel QoS alto que hoy IP no puede soportar. En este panorama, el media gateway debería dar soporte la función LSR (encaminador de conmutación de etiquetas) de estándar MPLS.

- Da soporte de los procedimientos principales O&M como configuración, supervisión.
 - La Media Gateway puede integrar funciones de señalización de gateway cuando la señalización de llamada es recibida por la Media Gateway y cuando no es aplicable al gateway debe ser pasado al Servidor de Llamadas (Call Server).
 - La Media Gateway por consiguiente puede proveer terminaciones como el estándar Q.931 ambos en el lado de PSTN (sobre el standard Q.921) y en el lado de Servidor de llamadas (Call Server) (sobre “ nivel de adaptación del usuario ISDN ” / STCP/IP).
 - Notar que el protocolo SIP o H.248 puede ser usado a transferir datos de ISDN-CHANNEL D relevantes para el control de llamada.
 - La conversión entre los tipos diferentes de terminales (las terminales H.310 en B-ISDN, H.320 en terminales N-ISDN, H.321 en B-ISDN, terminales H.322, etc.)
- **Funcionalidades orientado en H.323**
 - Los traductores incluyen:

- La traducción entre formatos de transmisión para corrientes de audio, video y/o de datos (por ejemplo, el standard H.225 hacia / de H.221, conversión de canales del portador del lado PSTN en flujos del Protocolo de tiempo real (RTP) etc.)
- **Funcionalidades orientadas al Protocolo de inicio de sesión(SIP)**
 - Los Traductores incluyen:
 - La traducción entre formatos de transmisión para corrientes de audio, video y/o de datos. Como un ejemplo considere la conversión de mensajes de protocolos SIP de / hacia standard H.221 de canales del portador del lado PSTN en flujos del protocolo en tiempo real (RTP). Ambos el lado Q.931 (INVITE/BYE/ACK / ...) y el lado RAS (REGISTER/SUBSCRIBE/INFO / ...) deben ser considerados.
 - La traducción entre los procedimientos de comunicación (por ejemplo, protocolo de descripción de sesión (SDP) a / de H.242.), configuración de llamada y liberación de soporte de procedimiento para PSTN (memoria de paquete, indicación al Servidor de Llamada (Call Server.)
 - La conformidad para la especificación de Protocolos de inicio de sesión (SIP) (RFC.2543)
 - La conformidad para la especificación de Protocolos de descripción de sesión (SDP) (RFC.2327)

3.5.3 Interfaces

- Interfaces para el servidor de llamada (Call Server) en la base esclavo/ maestro (por ejemplo, SIP, H.248.). La interfaz Media Gateway-Call Server no puede ser estándar aunque la independencia del portador/control la requiere.
- La terminación de protocolo de transporte (por ejemplo, IP o flujo ATM) incluye “ control ” de transporte paquete – conmutado.

3.5.4 Requerimientos del portal de acceso al medio (Media Gateway)

- **Calidad**

Uno de los requisitos principales para un media gateway es proveer buena calidad de voz, desde que tiene una influencia directa en la experiencia del usuario del servicio. Pero hay también casos donde el ancho de banda es de importancia mayor que la calidad y en tal comprensión de casos es un rasgo importante.

Por consiguiente, la media gateway debería proveer un conjunto de buenos standards CODECs (G723.1, G.711, G.729, G.726, GSM), acomodando necesidades diferentes y restricciones en la calidad de voz y el ancho de banda requerido.

Además, la media gateway debería proveer baja pérdida del paquete y bajo retardo, desde que ambos de estos factores tienen impacto en la calidad de voz.

Además, a las características como cancelación de eco y el banco de memoria (buffer) configurable del jitter sean también tendentes para mejorar la calidad de voz y la comodidad del usuario y también deberían ser previstos por el media gateway.

- **Abierto**

Otro requisito importante para un media gateway es su sinceridad. Quiere decir que media gateway debería interconectar con otros elementos de la red, llamadas

Servidor de llamadas (call servers), usando protocolos estándar como MGCP, MEGACO/H.248 o SIP. El uso de protocolos estándar permite a los operadores ser menos dependiente a vendedores y facilitar la reposición de elementos de la red.

- **Buena conectividad**

Desde que un media gateway es localizada en la demarcación de dos redes, la red de circuitos y la red del paquete, debería proveer una buena conectividad para ambas redes. La media gateway debería entonces soportar conexiones PSTN como E1, STM-1 canalizado o ISDN PRI (accesos primarios) y conexiones de paquete como ATM o IP (Enlaces Ethernet).

- **Seguridad**

Otro asunto importante es la seguridad: Los usuarios no autorizados no deben estar hábiles a usar el media gateway. Así la media gateway debería implementar los protocolos de autenticación tal como RADIUS, PAP, CHAP, IPsec.

- **Fiabilidad**

Tanto para cualquier elementos de la red, la fiabilidad es de mucha importancia para un operador de la red. El media gateway por consiguiente debería dar soporte a la redundancia y el ambiente distribuido para proveer fiabilidad de grado del portador.

- **Escalabilidad**

Escalabilidad es también un requisito importante, desde que permite a un operador aumentar su red tanto como sea necesario. Tan amplio como una media gateway sea afectado, la dimensionalidad reside en el soporte de una arquitectura distribuida (por lo que respecta a la fiabilidad) y la posibilidad de destacar nuevos gateways sin ningún impacto en algunos existentes.

- **OAM& P**

La gestión y la administración del media gateway deberían ser tan fáciles como sea posible, típicamente por el término medio de una interfaz gráfica del usuario. Estas operaciones también deberían estar hechas remotamente, aliviar gestión de múltiples media gateways distribuidas. La media gateway debería soportar al protocolo de gestión estándar (SNMP, CORBA) para usar ampliamente herramientas usadas de gestión como HP OpenView y integrado en el legacy de los sistemas operativos OSS. Así es que le debería soportar el Protocolo de gestión de red (SNMP) con MIB.

Debería ser posible ver los parámetros principales de desempeño en la plataforma de gestión y las alarmas deberían ser generadas (con niveles diferentes de severidad). La topología de la red (por ejemplo cómo está el Media Gateway conectado al servidor de llamadas) debería ser vista para lograr configurar la red, etc.

- **Fácil evolución**

Hoy, la Media Gateways (Voz sobre IP) soporta IPv.4 pero ellos deberían ser capaces para evolucionar y soportar a IP v.6, que es el estándar futuro. Además, la introducción de protocolos nuevos debería ser fácil y sin grandes impactos en costos o en operaciones.

- **Otros requerimientos**

Media Gateway debería soportar supresión de silencio (lado originante) y generación de ruido confortable (lado terminante) para reducir el volumen de tráfico en la columna (Backbone) de la Red. También debería soportar detección de tono del fax para conmutar el canal audio a un Codec optimizado para el tráfico del fax en ambos lados, originantes y terminantes.

3.5.5 Compresión y codificación de la voz.

En la tabla presentamos un esquema donde se puede observar los tipos de compresión que existen, dependiendo del tipo de tecnología que se utilice.

CODEC	Tecnología	Bitrate (Kbps)	Tasa de Compresión	Delay (ms)	MOS
G.711	PCM	64	1	0.75	4.1
G.723.1	LD-CELP	5.3/6.3	10 a 1	30	3.65
G.726	ADPCM	32	2 a 1	1	3.85
G.728	LD-CELP	16	4 a 1	3 a 5	3.61
G.729a	CS-ACELP	8	8 a 1	10	3.27

Tabla 3.1: Tipos de Compresión dependiendo de la Tecnología.

LD-CELP: Código de Protección lineal excitado con bajo retardo (Low Delay Code Excited Linear Protección).

CS-ACELP: Código de predicción lineal excitado con estructura algebraica conjugada (Conjugate structure Algebraic Code Excited Linear Prediction)

PCM: Modulación con código de pulso (Pulse Code Modulación)

ADPCM: Modulación con código de pulso adaptivo diferencial (Adaptive Differential Pulse Code Modulación)

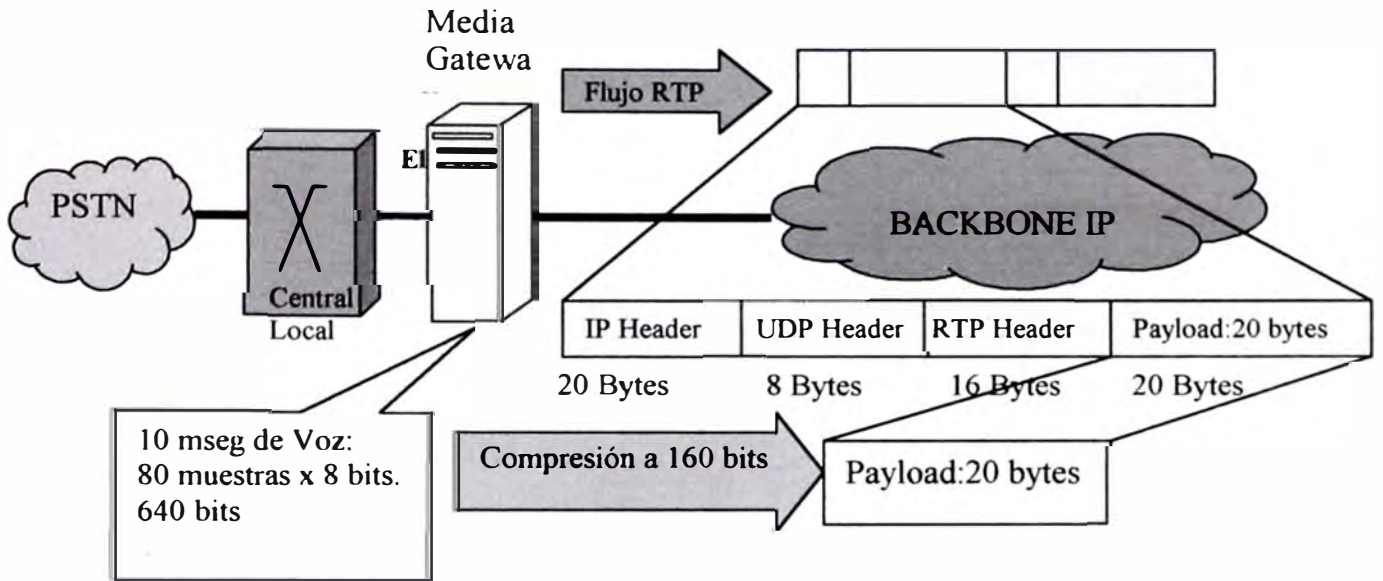


Grafico 3.2: Pasarelas con compresión CS-ACELP

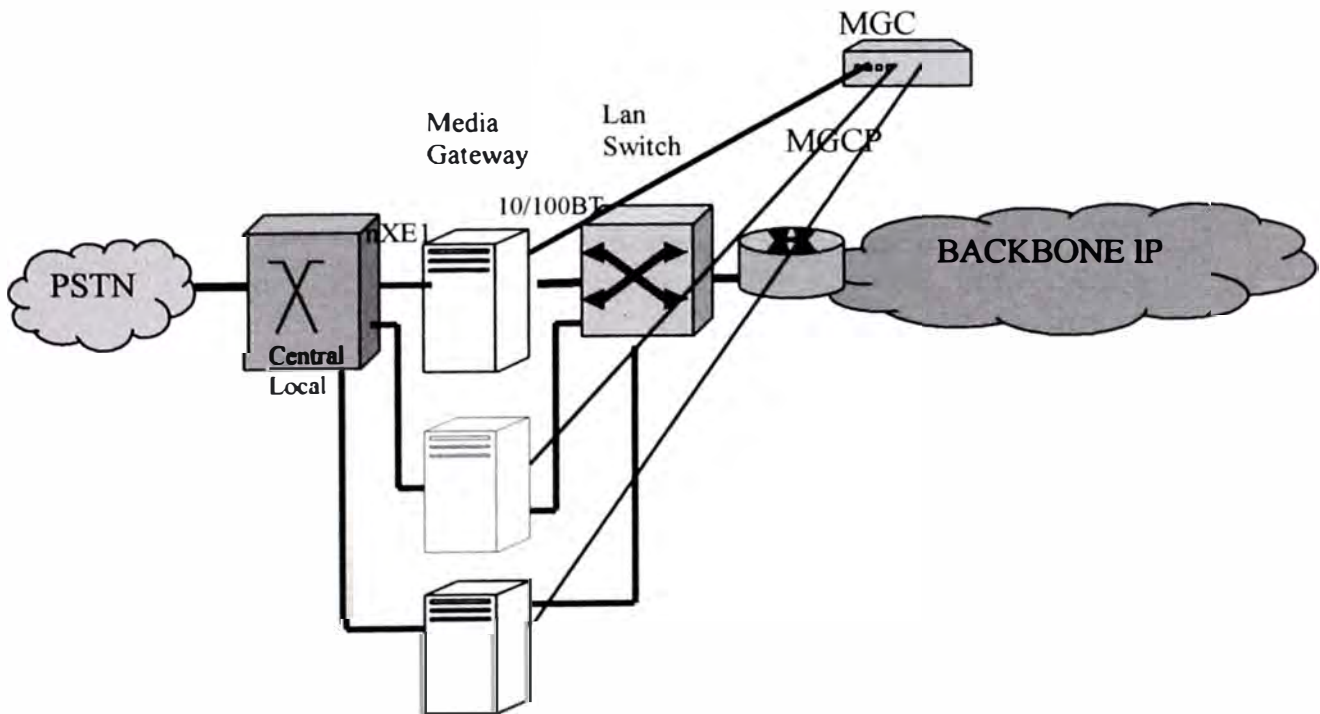
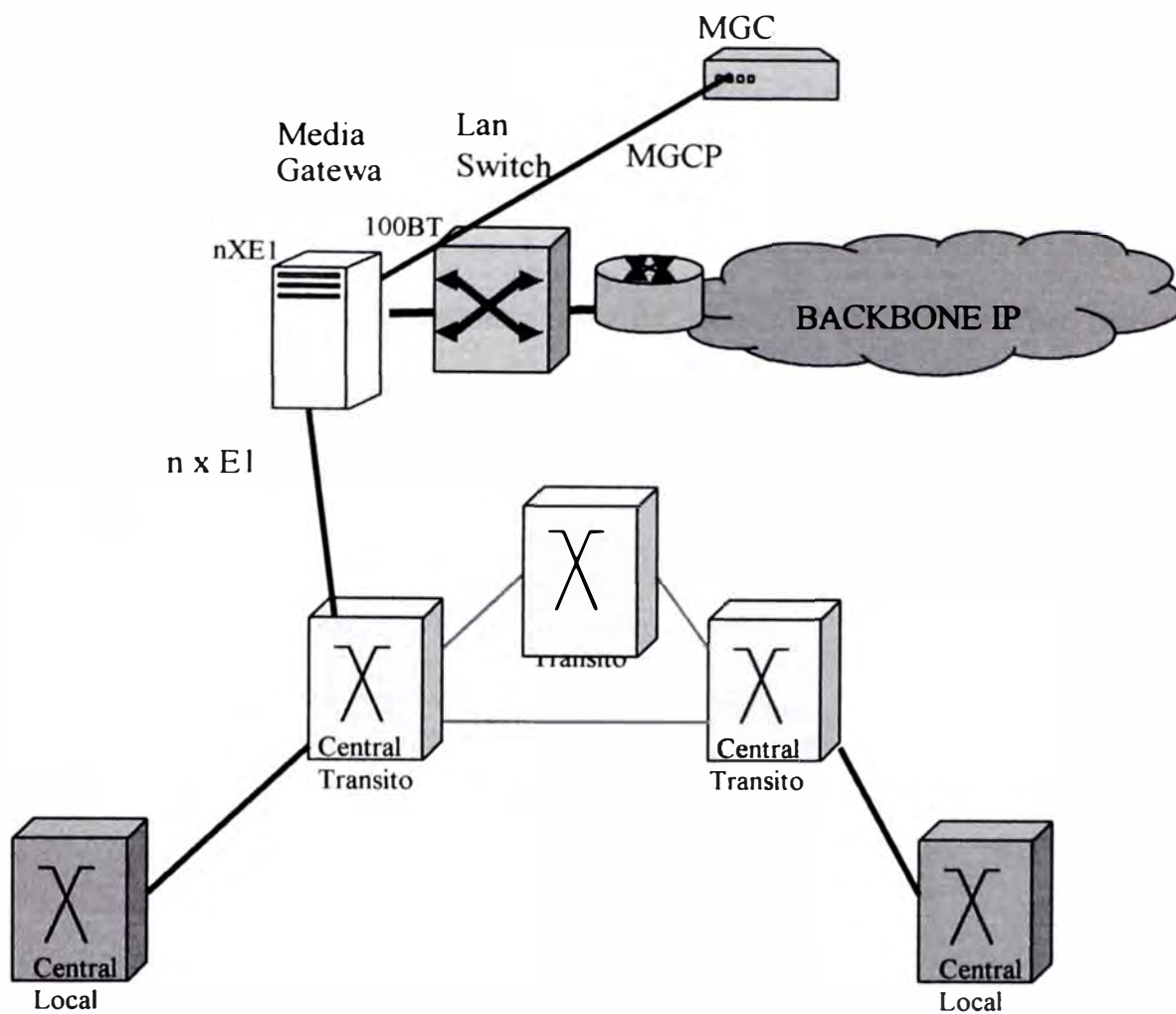


Grafico 3.3: Pasarela (Gateway) local centralizada



MGC: Controlador de la pasarela del medio
 MGCP: Protocolo de control de la pasarela del medio
 Media Gateway: Pasarela del medio

Grafico 3.4: Gateway troncales centralizados

3.6 CAPA DE ACCESO DE LA RED DE SIGUIENTE GENERACIÓN (NGN)

3.6.1 ACCESO DE BANDA ANCHA SOBRE COBRE

Las comunicaciones través de banda ancha para transmitir datos tanto a los hogares como a las empresas podrá lograrse en el futuro mediante la fibra óptica, pero las dificultades técnicas existentes en la actualidad para la construcción de una red de fibra óptica residencial, no pueden ser resueltas a corto plazo. Sin embargo, el

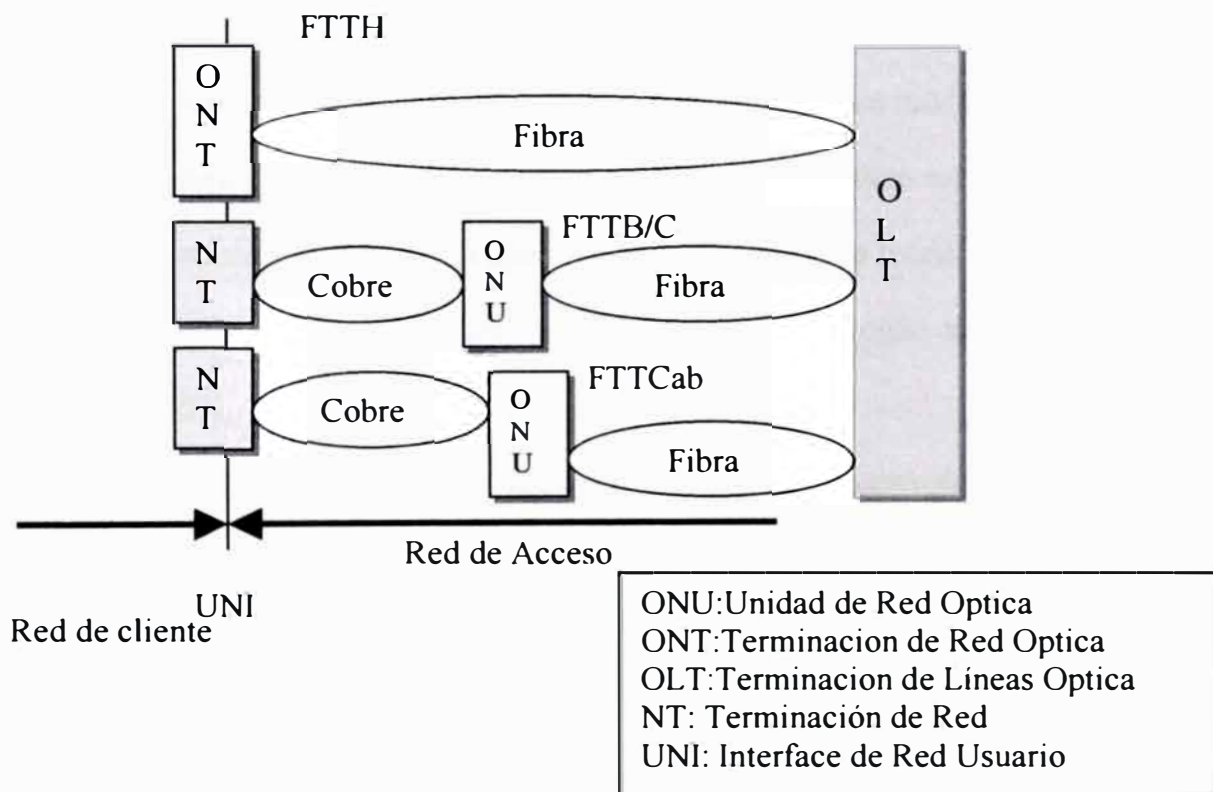


Grafico 3.5: Modelo de Referencia FTTx

incremento de la demanda de banda ancha producto del surgimiento de Internet como un servicio más, es un problema que requiere una solución inmediata. El comercio electrónico ha impulsado la búsqueda de nuevas tecnologías para lograr mayor velocidad en la transmisión de información sin tener que esperar que una red

de fibra óptica sea instalada y a un costo razonable. Tecnologías como *ISDN* y la serie *xDSL* han surgido con el fin de encontrar solución inmediata a estos problemas.

La tecnología ISDN (Red digital de circuitos integrados) fue introducida para resolver el problema del aumento de la demanda de ancho de banda, pero ésta requiere de la instalación de una línea adicional lo cual representa un inconveniente que se suma al hecho de que ISDN transmite a una tasa baja de bits. Las tecnologías denominadas **xDSL** (Líneas de abonado digital) han surgido con el fin de utilizar la red local telefónica existente para transmitir información, audio y video en forma digital y proporcionar una tasa de bits mayor que ISDN y los módem tradicionales.

La idea básica detrás de las tecnologías **xDSL** es un módem especial unido a cada extremo terminal de la red de cobre telefónica, es decir, un módem en el extremo del cliente y otro en la central telefónica. El grupo de tecnologías **xDSL** incluye: DSL, HDSL, SDSL, ADSL y VDSL.

Una alternativa para alcanzar altas velocidades de transmisión de datos, es la combinación de cables de fibra óptica alimentando a las unidades ópticas de la red (ONU: óptica Network Units) en los sectores residenciales y la conexión final a través de la red telefónica de cobre. Esta topología es denominada Fibra al vecino (Fiber to the Neighborhood (FTTN).

- **TECNOLOGÍAS xDSL:**

- **Tecnología HDSL – Línea de abonado digital de alta tasa de datos.**

HDSL es la más difundida de las tecnologías *xDSL* y ha sido estandarizada por ANSI (Instituto de Normas nacionales americanas) y ETSI (Instituto de

standardización técnica europea). Esta tecnología requiere dos pares de líneas trenzadas para transportar datos a 1,544 Mbps desde de la red al cliente y del cliente a la red. *HDSL* se utiliza también con tres pares trenzados de líneas de cobre para transportar 2,048 Mbps. La distancia de operación de la tecnología *HDSL* es de 3.657,6 metros.

La aplicación de *HDSL* es principalmente permitir el acceso a los siguientes sistemas: red PBX, estaciones de antenas para celulares, servicios de Internet y redes privadas de datos.

- **Tecnología SDSL – Línea de abonado digital de una sola línea**

SDSL tiene la habilidad de transferir datos a la misma velocidad que *HDSL*, con la diferencia de que requiere solamente un par trenzado de cable de cobre. Adicionalmente, la red local telefónica existente y la transferencia digital de datos pueden ser soportadas simultáneamente por *SDSL*. La distancia de operación de la tecnología *SDSL* es de 3.048 metros.

La aplicación típica de *SDSL* es la misma de *HDSL*, con la diferencia de que *SDSL* tiene una importante ventaja sobre *HDSL*: es apropiada para usuarios residenciales aunque estos usualmente tienen solamente un par trenzado de cobre.

- **Tecnología ADSL – Línea de abonado Digital asimétrico**

ADSL fue diseñado con el fin de satisfacer la demanda de una mayor tasa de datos de la red al cliente en comparación con la tasa de datos del cliente a la red.

Los siguientes tres canales pueden ser creados en el par trenzado para interconectar los módems *ADSL* a cada extremo terminal de la red local:

- Un canal de alta velocidad (de la red al cliente)
- Un canal de velocidad media (incluye ambas direcciones: del cliente a la red y de la red al cliente)
- Un canal POTS (Plan antiguo de sistema telefónico), el cual es separado de la red digital *ADSL* mediante filtros.

Estos tres canales son creados dividiendo la línea telefónica con la ayuda de los siguientes métodos: Multiplexaje por División de Frecuencia (FDM) y Cancelación de Eco.

Las velocidades de la red al cliente dependen principalmente de la distancia y de la capacidad del cable de cobre. Una tasa de datos por encima de 9 Mbps puede ser alcanzada con un cable con una longitud menor a los 2.743,2 metros y de calibre 24 AWG. Si se duplica la distancia la velocidad puede caer a 1,544 Mbps. *ADSL* es más conveniente para aplicaciones en las cuales se requiere extraer información de la red, que para aquellas en los cuales se envía información a través de la red. En el futuro los requerimientos de video y servicios bajo demanda, podrán ser satisfechos con *ADSL*.

- **Características principales del ADSL**
 - Velocidades downstream de hasta 8Mbps
 - Velocidad upstream de hasta 1 Mbps
 - Coexistencia con POTS
 - Always On
 - Performance dependiente de la distancia entre el cliente y la central.
 - Adaptación dinámica del bitrate

- Porcentaje de ocupación en un cable multipar: 80%
- Compatibilidad espectral con otros sistemas (ISDN.HDSL.HDB3,VDSL)
- Posible integración de voz digital (VoDSL)
- Soporta aplicaciones de video (emulación de CATV, Video on demand)

- Tecnología VDSL – Línea de abonado digital a altas velocidades

Una de las tecnologías FTTN disponibles es VDSL, la cual transmite datos a alta velocidad sobre distancias cortas de pares trenzados de líneas de cobre con un rango de velocidad que depende de la longitud de la línea. La máxima tasa de transmisión de la red al cliente está entre 51 y 55 Mbps sobre líneas de 300 metros de longitud. Las velocidades del cliente a la red son similares a las

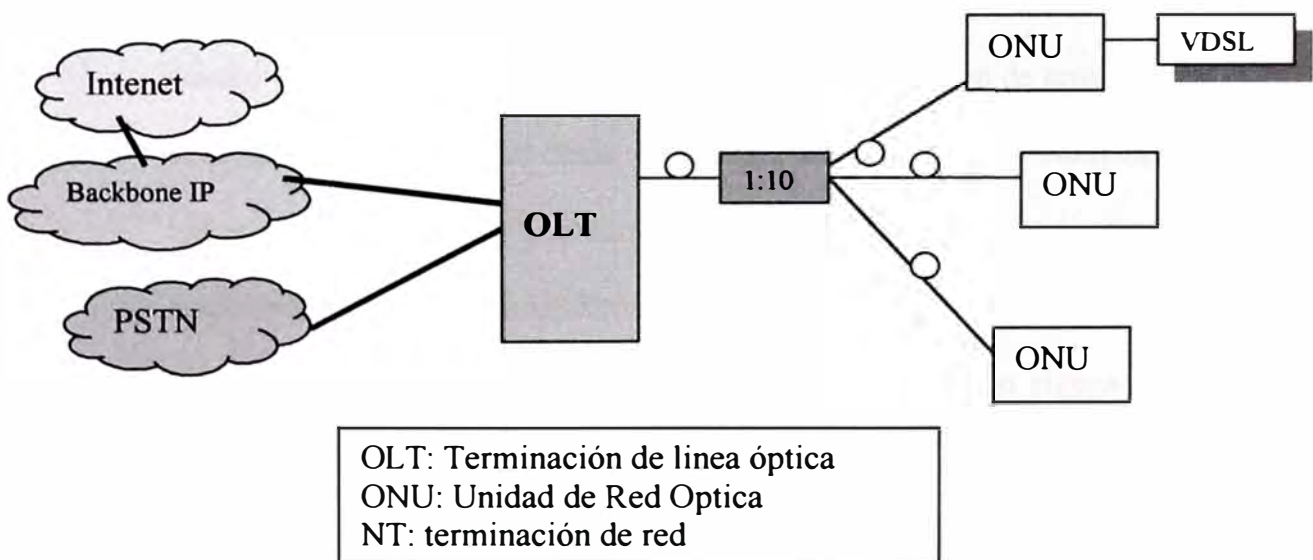


Grafico 3.6: Arquitectura FTTx + VDSL

obtenidas con ADSL, desde 1,6 a 2,3 Mbps. En la Figura # 1 se presenta un gráfico que permite visualizar la idea básica de la tecnología VDSL.

Tabla 3.2 se puede observar las velocidades (de la red al cliente) que alcanza *VDSL* de acuerdo con la distancia de las líneas.

LONGITUD (mts)	VELOCIDAD (mbps)
1500	12,96 – 13,8
1000	25,92 – 27,6
300	51,84 – 55,2

Tabla 3.2: Velocidades que alcanza VDSL de acuerdo a la distancia

Al igual que *ADSL*, *VDSL* puede transmitir video comprimido, una señal en tiempo real nada común en los esquemas de re-transmisión de error usados en las comunicaciones de los datos. Para lograr una tasa de error compatible con video comprimido, *VDSL* tendrá que incorporar la Corrección de Errores hacia delante (FEC: Forward Error Correction) lo suficientemente intercalado para corregir todos los errores creados debido al ruido con alguna duración específica.

Los datos en la dirección de la red al cliente serán emitidos a cada equipo local del cliente (CPE: Customer Premises Equipment) y transmitidos a puertos lógicamente separados que distribuyen la data a la dirección CPE que se desea acceder utilizando Multiplexaje por División de Tiempo (TDM).

El multiplexaje en la dirección del cliente a la red es más difícil. Los sistemas que utilizan terminaciones de red pasivas (NT: Network Terminación) deben insertar datos al medio compartido mediante TDMA o por FDM. Los sistemas que utilizan terminaciones de red activas transfieren los datos (del cliente a la red) a una puerto lógicamente separado que usaría protocolos Ethernet o ATM para realizar el multiplexaje.

La migración y las consideraciones del inventario dictadas por las unidades de *VDSL* establece que pueden operar a varias velocidades con el reconocimiento automático de un dispositivo recientemente conectado a una línea o un cambio en velocidad. Las interfaces de la red pasivas necesitan tener inserción caliente, donde un nuevo *VDSL* establece como premisas que la unidad puede ponerse en la línea sin interferir con el funcionamiento de otros módems.

La tecnología *VDSL* tiene un grado alto de parecido con *ADSL*, aunque esta última debe enfrentar rangos dinámicos mucho más grandes y es considerablemente más compleja como resultado. *VDSL* es más bajo en costo y en poder, y las unidades de *VDSL* locales pueden llegar a implementar un control de acceso al medio en un nivel físico, mediante el multiplexaje de los datos en la dirección del cliente a la red.

Si las unidades locales de *VDSL* comprenden terminaciones de red activas, el multiplexaje de más de un CPE a uno simple es responsabilidad de la red local. Las unidades *VDSL* presentan un flujo de datos en ambas direcciones. Un tipo de red local involucra una estrella que conecta cada CPE a un interruptor o borne de multiplexaje.

En una configuración de NT pasiva, cada CPE tiene una unidad de *VDSL* asociada. El canal (en la dirección del cliente a la red) para cada CPE debe compartir un cable común. Si se utiliza un sistema de detección de colisión se pudiera dividir el canal en bandas de frecuencia y asignar una banda a cada CPE, esto con el fin de garantizar el ancho de banda requerido.

○ **Características Principales**

- Velocidades downstream de hasta 52 Mbps
- Velocidades upstream de hasta 26 Mbps
- Coexistencia con POTS
- Always On
- Performance optima en loops menores a 1 Km
- Adaptación dinámica del bitrate
- Compatibilidad espectral con otros sistemas (ISDN, HDSL, HDB3, ADSL)
- Posible integración de voz y video sobre el mismo acceso.
- Frecuencia limite inferior para la señal VDSL: >300 Khz
- Frecuencia limite superior para la señal VDSL:
- <30 Mhz (para corto alcance)
- <10 Mhz (para largo alcance)

Velocidad de linea	Downstream	Upstream	Alcance
Simétrico	13 a 26 Mbit/s	13 a 26 Mbit/s	>0.5 Km
asimétrico	13 Mbit/s	2 Mbit/s	> 1.5 Km
asimétrico	26 Mbit/s	2 Mbit/s	> 1 Km

asimétrico	52 Mbit/s	13 Mbit/s	> 0.3 Km
------------	-----------	-----------	----------

Tabla 3.3: Velocidades de Downstream y Upstream

3.6.2 ACCESO INALÁMBRICO FIJO DE BANDA ANCHA

- **Sistema de distribución multipunto local (LMDS: Local Multipoint Distribution System)**

Básicamente, LMDS es una tecnología de comunicaciones inalámbricas de banda ancha que se inscribe en el marco de los multimedia y se basa en una concepción celular. De acuerdo con esta filosofía, estos sistemas utilizan estaciones base distribuidas a lo largo de la zona que se pretende cubrir, de forma que en torno a cada una de ellas se agrupa un cierto número de usuarios, generando así de una manera natural una estructura basada en células, también llamadas áreas de servicio, donde cada célula tiene un radio de aproximadamente 4 kilómetros (como promedio), pudiendo variar dentro de un intervalo en torno a los 2-7 kilómetros. Y como indica la primera sigla de su nombre –L (local) –, la transmisión tiene lugar en términos de distancias cortas.

En LMDS, cuando se establece una transmisión, esa "llamada" no puede transferirse desde una célula a otra como ocurre en el caso de la telefonía celular convencional; es por lo que LMDS se inscribe en el contexto de las comunicaciones fijas. En definitiva, el sistema LMDS se puede contemplar, desde un punto de vista global, como un conjunto de estaciones base (también conocidas como hubs) interconectadas entre si y emplazamientos de usuario, donde las señales son de alta

frecuencia (en la banda Ka) y donde el transporte de esas señales tiene lugar en los dos sentidos (two-way) desde o hacia un único punto (el hub) hacia o desde múltiples puntos (los emplazamientos de usuario), en base siempre a distancias cortas. En consecuencia, se puede decir que LMDS es celular debido a su propia filosofía; en efecto, la distancia entre el hub y el emplazamiento de usuario viene limitada por la elevada frecuencia de la señal y por la estructura punto-multipunto, lo cual genera de forma automática una estructura basada en células.

La comunicación en LMDS se establece de acuerdo con el concepto de radiodifusión (en este aspecto aparece como una tecnología similar al sistema de distribución multipunto multicanal (MMDS: Multichannel Multipoint Distribution System), en concreto punto-multipunto donde las señales viajan desde o hacia la estación central hacia o desde los diferentes puntos de recepción (hogares y oficinas) diseminados por toda la célula. La particularidad aparece aquí, como se puede observar en la aseveración anterior, en que la comunicación se puede establecer en los dos sentidos simultáneamente (two-way) desde la estación central a los diferentes puntos de emplazamiento de usuario y viceversa. Esto es posible gracias a la tecnología digital, que ha sido en realidad lo que ha conferido toda la importante potencia tecnológica y estratégica que presenta los sistemas LMDS actuales, a los que se ha dado en llamar LMDS de segunda generación para distinguirlos de los primeros desarrollos que utilizaban tecnología analógica y un esquema de modulación FM.

La tecnología LMDS utiliza el método de modulación QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) que permite reducir las interferencias y aumentar casi hasta el cien por cien la reutilización del espectro. El ancho de banda conseguido gracias a estas características se acerca a 1 Gbps. Por otra parte, en lo que respecta al contexto de

protocolos, LMDS aparece como un sistema especialmente neutro, lo cual aumenta su potencial integrador. LMDS puede trabajar en entornos ATM, TCP/IP y MPEG-2.

En definitiva, se trata del acceso al bucle local vía radio. La tecnología LMDS se basa en la conversión de las señales en ondas de radio que se transmiten por el aire. Esta nueva tecnología presenta una serie de ventajas hasta ahora inalcanzables a través de las conexiones vía cable: alta capacidad de transmisión, despliegue e instalación muy rápidos, crecimiento inmediato y simplicidad en el mantenimiento.



Grafica 3.7: Elementos del sistema LMDS

Sus principales elementos son:

- **Usuarios finales:** residencial y empresarial.
- **Equipamiento de usuario final, que consta básicamente de tres partes:**
- **Antena tipo disco de reducido diámetro** (10-15 cm de diámetro).

- **Receptor / Transmisor RF:** equipo que transmite y recibe, denominado CPE (Customer Premises Equipment. Para aplicaciones simétricas.
- **Receptor RF:** equipo que únicamente recibe señales, denominado LNB (Low Noise Block. Para aplicaciones asimétricas.
- **Equipamiento adaptador:** adapta las señales RF para su recepción descodificada por el terminal del usuario. Es el caso del TV Set Top Box, tarjeta PC, splitter, o módem radio.
- **Terminales:** teléfono, televisor, u ordenador personal.
- **Estación base,** consistente en una torre de varios metros de altura dónde se instalan dos antenas que dan cobertura a los usuarios ubicados en las cercanías (hasta 6 Km. Se pretende que la estación base proporcione cobertura omnidireccional, por lo que se emplean dos antenas que cubren sectores de 180 grados cada una.
- **Cabecera:** soporta ó facilita la transmisión de los diferentes servicios ofertados (voz, datos, TV, Internet), procesando la información y enviándola a todas las estaciones base. Incluye:
 - Conexión de alta capacidad a Internet, con los correspondientes routers y servicios de autenticación y gestión.
 - Servidor de aplicaciones interactivos Web TV y de vídeo avanzado.
 - Sistema de captación de canales de TV por satélite, generación de canales propios, y generación de la señal de TV correspondiente a los diferentes paquetes ofertados, remitida por un proveedor de contenidos.
 - Sistema de conmutación de voz.
 - Sistema de acceso condicional para TV.

Sistema de gestión de red.

Sistema de acceso, para la optimización del uso del ancho de banda entre los diferentes clientes.

Red de transporte, que conecta la cabecera con otras redes de voz, datos ó TV.

Internet de flujo asimétrico: definido como el acceso a Internet con diferente velocidad de bajada de acceso ó recepción de información (download) y de subida ó emisión de información (upload), a la cuál se conecta el usuario. Este tipo de acceso es muy adecuado para aplicaciones asimétricas en que el usuario descarga mucha más información de la red de la que envía, sea del tipo que sea (voz, datos, imágenes).

Internet de flujo simétrico: la velocidad de recepción y de transmisión es idéntica. Entorno típico de las aplicaciones empresariales en las que se intercambia continuamente similar cantidad de información en ambos sentidos.

- **Topología de red**

En el diseño de sistemas LMDS son posibles varias arquitecturas de red distintas. La mayoría de los operadores de sistemas utilizarán diseños de acceso inalámbrico punto – multipunto, a pesar de que se pueden proveer sistemas punto-a-punto y sistemas de distribución de TV con el sistema LMDS. Es de esperarse que los servicios del sistema LMDS sean una combinación de voz, datos y video. La arquitectura de red LMDS consiste principalmente de cuatro partes:

Centro de operaciones de la red (NOC),

Infraestructura de fibra óptica,

Estación base y

Equipo del cliente (CPE.

Centro de Operaciones de la Red (Network Operation Center – NOC) contiene el equipo del Sistema de Administración de la Red (Network Management System - NMS) que está encargado de administrar amplias regiones de la red del consumidor. Se pueden interconectar varios NOC's.

Infraestructura de fibra óptica.-En la estación base es donde se realiza la conversión de la infraestructura de fibra a la infraestructura inalámbrica. Los equipos que permiten la conversión incluyen la interfaz de red para la terminación de la fibra, funciones de modulación y desmodulación, equipos de transmisión y recepción de microondas ubicados típicamente en techos o postes. Entre sus características se encuentra la conmutación local que puede no estar presente en diferentes diseños. Si la conmutación local se encuentra presente, los consumidores conectados a la estación base pueden comunicarse entre sí sin tener que entrar en la infraestructura de fibra óptica. De esta manera, la administración del canal de acceso, registro y autenticación ocurren localmente en la estación base.

Estación base.-La arquitectura estación-base alternativa simplemente provee enlace a la infraestructura de fibra óptica. Todo el tráfico dentro de la infraestructura de fibra debe terminar en switches ATM o equipos de oficina central. Bajo este escenario, si dos consumidores conectados a una misma estación base desean comunicarse entre ellos, la comunicación se lleva a cabo en una zona centralizada. Las funciones de autenticación, registro y administración de tráfico se realizan centralizadamente.

Equipo del cliente (CPE).-Las configuraciones del equipo especial del cliente varían entre vendedor y vendedor y dependen de las necesidades del cliente. Principalmente, toda configuración incluye equipo microondas externo y equipo digital interno capaz de proveer modulación, desmodulación, control y funcionalidad de la interfaz del equipo especial del cliente. El equipo del cliente puede añadirse a la red utilizando métodos de división de tiempo (time-división múltiple Access - TDMA), división de frecuencia (frequency-división múltiple Access - FDMA) o división de código (code-división multiple access – CDMA). Las interfaces de los equipos del cliente cubrirán el rango de señales digitales desde nivel 0 (DS-0), servicio telefónico (POTS), 10BaseT, DS-1 no estructurado, DS-1 estructurado, frame relay, ATM25, ATM serial sobre T1, DS-3, OC-3 y OC-1.

Las necesidades de los clientes pueden variar entre grandes empresas (por ejemplo, edificios de oficinas, hospitales, universidades), en las cuales el equipo microondas es compartido por muchos usuarios, a tiendas en centros comerciales y residencias, en las que serán conectadas oficinas utilizando 10BaseT y/o dos líneas telefónicas (POTS. Obviamente diferentes requerimientos del cliente necesitarán diferentes configuraciones de equipo y distintos costos.

Servicios LMDS

La capacidad de LMDS para comunicar en los dos sentidos permite generar servicios de carácter interactivo tales como videoconferencia, video en demanda (vod: Video on Demand) y acceso a Internet de alta velocidad, además de servicios convencionales como, por ejemplo, telefonía y programación de vídeo multicanal

En líneas generales, se puede afirmar que LMDS aparece como una alternativa tecnológica dentro del escenario general de la convergencia en las comunicaciones en el que todas las aplicaciones se puedan proporcionar a través de una única plataforma. En concreto, LMDS presenta un importante potencial competitivo en lo que respecta al cable (fibra óptica y Fibra coaxial Híbrida (HFC –Hybrid Fiber Coaxial).

En lo que se refiere a aplicaciones de LMDS de segunda generación (que utiliza tecnología digital), las actuaciones en curso se están centrando mayoritariamente en aspectos relativos a teletrabajo e Internet de alta velocidad.

Servicios sobre LMDS

Los sistemas LMDS brindan una solución de ultima milla para los siguientes servicios:

Enlaces ATM / FR desde 2 a 34 Mbps

Enlaces dedicados nx2 Mbps (datos e interconexión PABX)

LAN a LAN (soluciones puente/router)

Accesos IP de cualquier velocidad entre 2 y 34 Mbps

Soporte de distintas categorías de servicio (CBR, UBR, VBR)

Integración Voz y Datos.

Aplicaciones sobre LMDS

Algunas de las aplicaciones que salen a relucir usando el sistema LMDS son:

TV multicanal por suscripción

Interconectividad de redes LAN

Videoconferencia (IP o ISDN)

Frame Relay

Circuitos de Data dedicados (E1/T1, nX64)

ASP

ISP

Telefonía fija convencional (POTS)

Comparación con otras tecnologías

Aquí presentamos una comparación entre el sistema LMDS y el ADSL, comparando según el tamaño de los archivos que se puedan transferir.

Tamaño del archivo	Dial-up 48 Kbps	ADSL 256 Kbps	LMDS 8 Mbps
2 Megabytes	7 mins.	1.3 mins.	3 seg.
10	35 mins.	6.5 mins.	13 seg.
140	8.1 horas	1.5 horas	3 mins.

Tabla 3.4: Comparación entre sistemas LMDS y ADSL

3.7 CAPA DE TRANSPORTE DE LA RED DE SIGUIENTE GENERACIÓN (NGN)

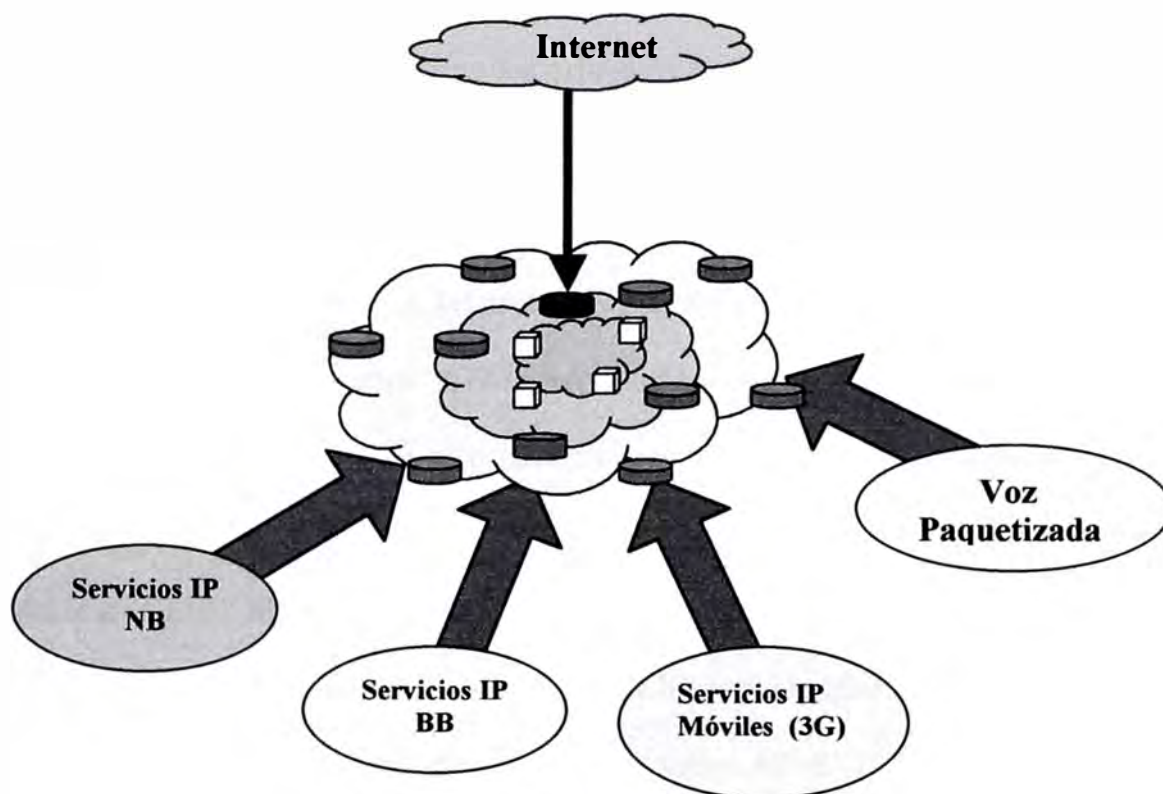
Uno de los factores de éxito de la Internet actual está en la aceptación de los protocolos TCP/IP como estándar de facto para todo tipo de servicios y aplicaciones. La Internet ha desplazado a las tradicionales redes de datos y ha llegado a ser el modelo de red pública del siglo XXI. Pero si bien es cierto que la Internet puede llegar a

consolidarse como el modelo de red pública de datos a gran escala, también lo es que no llega a satisfacer ahora todos los requisitos de los usuarios, principalmente los de aquellos de entornos corporativos, que necesitan la red para el soporte de aplicaciones críticas. Una carencia fundamental de la Internet es la imposibilidad de seleccionar diferentes niveles de servicio para los distintos tipos de aplicaciones de usuario.

3.7.1 Aspectos Críticos

- Disponibilidad Comercial
- Soporte de Redes de Caminos virtuales (VPN's)
- Transición hacia Protocolos de conmutación de etiquetas multiprotocolos (MPLS)
- Calidad de Servicio
- Granularidad y flexibilidad de Ancho de Banda (BW)
- Escalabilidad
- Soporte de voz sobre IP (VoIP)
- Confiabilidad
- Reuso de infraestructura existente
- gestión de Red y de Servicios
- Eficiencia de protocolos (overheads)

A mediados de los 90 IP fue ganando terreno como protocolo de red a otras arquitecturas en uso (SNA, IPX, AppleTalk, OSI.... Por otro lado, hay que recordar

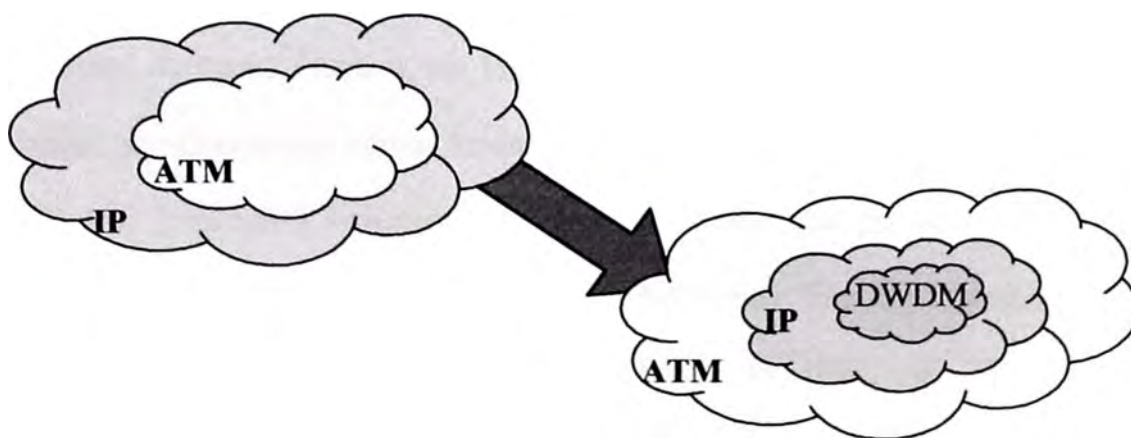


Grafica 3.8: Requerimientos sobre el esqueleto de la red (Backbone)

que los backbones IP que los proveedores de servicio (NSP)² habían empezado a desplegar en esos años estaban construidos a base de routers conectados por líneas dedicadas T1/E1 y T3/E3. El crecimiento explosivo de la Internet había generado un déficit de ancho de banda en aquel esquema de enlaces individuales. La respuesta de los Proveedores de servicio de Red (NSP) fue el incremento del número de enlaces y de la capacidad de los mismos. Del mismo modo, los NSPs se plantearon la necesidad de aprovechar mejor los recursos de red existentes, sobre todo la utilización eficaz del ancho de banda de todos los enlaces. Con los protocolos

habituales de encaminamiento (basados en métricas del menor número de saltos), ese aprovechamiento del ancho de banda global no resultaba efectivo. Había que idear otras alternativas de ingeniería de tráfico.

Como consecuencia, se impulsaron los esfuerzos para poder aumentar el rendimiento de los routers tradicionales. Estos esfuerzos trataban de combinar, de diversas maneras, la eficacia y la rentabilidad de los conmutadores ATM con las capacidades de control de los routers IP. A favor de integrar los niveles 2 y 3 estaba el hecho de las infraestructuras de redes ATM que estaban desplegando los operadores de telecomunicación. Estas redes ofrecían entonces (1995-97) una buena solución a los problemas de crecimiento de los NSPs. Por un lado, proporcionaba mayores velocidades (155 Mbps) y, por otro, las características de respuesta determinísticas de los circuitos virtuales ATM posibilitaban la implementación de soluciones de ingeniería de tráfico. El modelo de red "IP sobre ATM" (IP/ATM) pronto ganó adeptos entre la comunidad de NSPs, a la vez que facilitó la entrada de los operadores telefónicos en la provisión de servicios IP y de conexión a la Internet al



Grafica 3.9: ATM : Tendencia del núcleo hacia los bordes

por mayor.

Sin embargo, el modelo IP/ATM tiene también sus inconvenientes: hay que gestionar dos redes diferentes, una infraestructura ATM y una red lógica IP superpuesta, lo que supone a los proveedores de servicio unos mayores costes de gestión global de sus redes. Existe, además, lo que se llama la "tasa impuesta por la celda", un overhead aproximado del 20% que causa el transporte de datagramas IP sobre las celdas ATM y que reduce en ese mismo porcentaje el ancho de banda disponible. Por otro lado, la solución IP/ATM presenta los típicos problemas de crecimiento exponencial $n \times (n-1)$ al aumentar el número de nodos IP sobre una topología completamente mallada.

3.7.2 TECNOLOGIAS PARA LA COLUMNA (BACKBONE) DE LA RED DE SIGUIENTE GENERACIÓN (NGN)

La convergencia continuada hacia IP de todas las aplicaciones existentes, junto a los problemas de rendimiento derivados de la solución IP/ATM, llevaron posteriormente (1997-98) a que varios fabricantes desarrollasen técnicas para realizar la integración de niveles de forma efectiva, sin las discontinuidades señaladas anteriormente. Esas técnicas se conocieron como "conmutación IP" (IP switching) o "conmutación multinivel" (multilayer switching). Una serie de tecnologías privadas -entre las que merecen citarse: IP Switching de Ipsilon Networks, Tag Switching de Cisco, Aggregate Route-Base IP Switching (ARIS) de IBM, IP Navigator de Cascade/Ascend/Lucent y Cell Switching Router (CSR) de Toshiba-condujeron finalmente a la adopción del actual estándar MPLS del IETF. El problema que presentaban tales soluciones era la falta de interoperatividad, ya que usaban

diferentes tecnologías privadas para combinar la conmutación de nivel 2 con el encaminamiento IP (nivel 3). Se resume a continuación los fundamentos de esas soluciones integradoras, ya que permitirá luego comprender mejor la esencia de la solución MPLS.

Todas las soluciones de conmutación multinivel (incluido MPLS) se basan en dos componentes básicos comunes:

- la separación entre las funciones de control (routing) y de envío (forwarding)
- el paradigma de intercambio de etiquetas para el envío de datos

- **MPLS: Multiprotocol Label Switching**

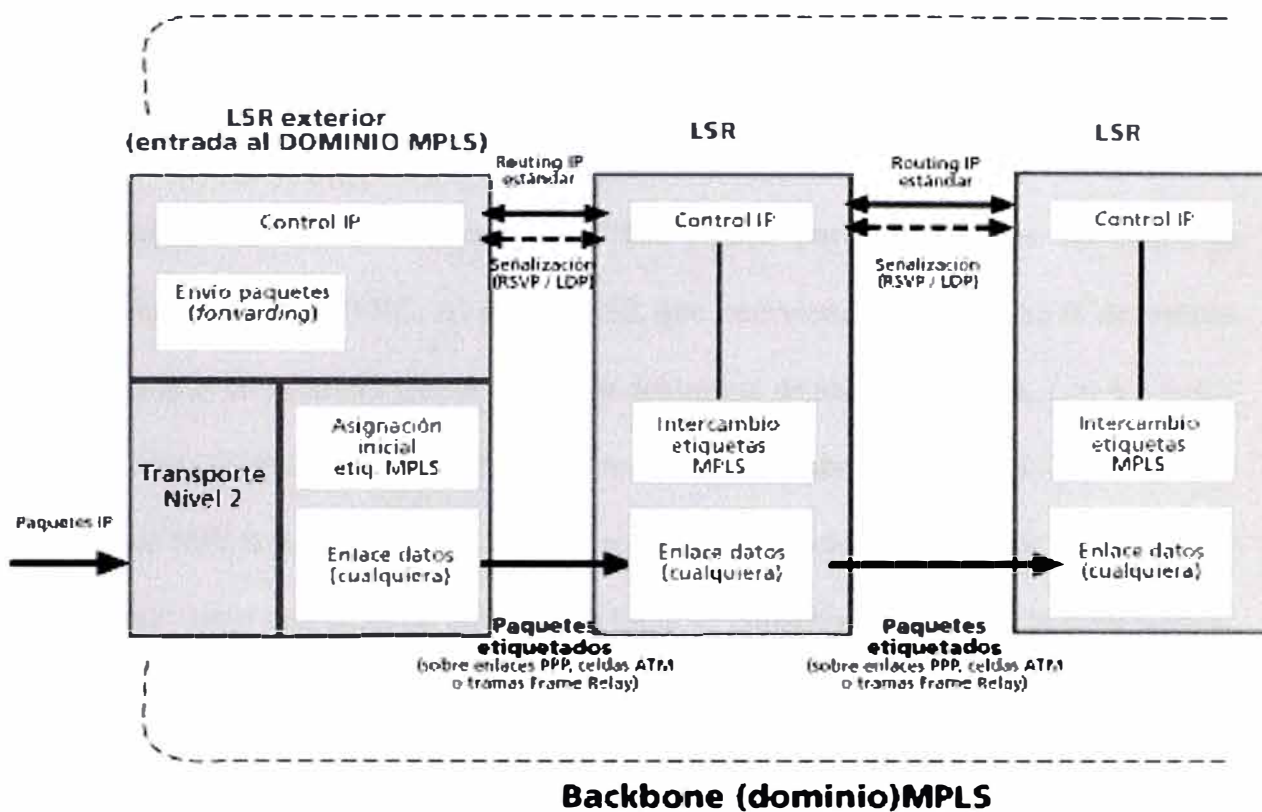
- **Descripción funcional del MPLS**

La operación del MPLS se basa en las componentes funcionales de envío y control, aludidas anteriormente, y que actúan ligadas íntimamente entre sí. Empecemos por la primera.

a) Funcionamiento del envío de paquetes en MPLS

La base del MPLS está en la asignación e intercambio de etiquetas ya expuesto, que permiten el establecimiento de los caminos LSP por la red. Los LSPs son simplex por naturaleza (se establecen para un sentido del tráfico en cada punto de entrada a la red); el tráfico dúplex requiere dos LSPs, uno en cada sentido. Cada LSP se crea a base de concatenar uno o más saltos (hops) en los que se intercambian las etiquetas, de modo que cada paquete se envía de un "conmutador de etiquetas" (Label-Switching Router) a otro, a través del dominio MPLS. Un LSR no es sino un router especializado en el envío de paquetes etiquetados por MPLS.

Al igual que en las soluciones de conmutación multinivel, MPLS separa las dos componentes funcionales de control (routing) y de envío (forwarding). Del mismo



Grafica 3.10: Backbone de MPLS

modo, el envío se implementa mediante el intercambio de etiquetas en los LSPs. Sin embargo, MPLS no utiliza ninguno de los protocolos de señalización ni de encaminamiento definidos por el ATM Forum; en lugar de ello, en MPLS o bien se utiliza el protocolo RSVP o bien un nuevo estándar de señalización (el Label Distribution Protocol, LDP, del que se tratará más adelante). Pero, de acuerdo con los requisitos del IETF, el transporte de datos puede ser cualquiera. Si éste fuera ATM, una red IP habilitada para MPLS es ahora mucho más sencilla de gestionar que la solución clásica IP/ATM. Ahora ya no hay que administrar dos arquitecturas diferentes a base de transformar las direcciones IP y las tablas de encaminamiento en

las direcciones y el encaminamiento ATM: esto lo resuelve el procedimiento de intercambio de etiquetas MPLS. El papel de ATM queda restringido al mero transporte de datos basándose en celdas. Para MPLS esto es indiferente, ya que puede utilizar otros transportes como Frame Relay, o directamente sobre líneas punto a punto.

Un camino LSP es el circuito virtual que siguen por la red todos los paquetes asignados a la misma FEC. Al primer LSR que interviene en un LSP se le denomina de entrada o de cabecera y al último se le denomina de salida o de cola. Los dos están en el exterior del dominio MPLS. El resto, entre ambos, son LSRs interiores del dominio MPLS. Un LSR es como un router que funciona a base de intercambiar etiquetas según una tabla de envío. Esta tabla se construye a partir de la información de encaminamiento que proporciona la componente de control. Cada entrada de la tabla contiene un par de etiquetas entrada/salida correspondientes a cada interfaz de entrada, que se utilizan para acompañar a cada paquete que llega por ese interfaz y con la misma etiqueta (en los LSR exteriores sólo hay una etiqueta, de salida en el de cabecera y de entrada en el de cola).

El algoritmo de intercambio de etiquetas requiere la clasificación de los paquetes a la entrada del dominio MPLS para poder hacer la asignación por el LSR de cabecera. En la figura el LSR de entrada recibe un paquete normal (sin etiquetar) cuya dirección de destino es 212.95.193.1. El LSR consulta la tabla de encaminamiento y asigna el paquete a la clase FEC definida por el grupo 212.95/16. Asimismo, este LSR le asigna una etiqueta (con valor 5 en el ejemplo) y envía el paquete al siguiente LSR del LSP. Dentro del dominio MPLS los LSR ignoran la cabecera IP; solamente analizan la etiqueta de entrada, consultan la tabla correspondiente tabla de

conmutación de etiquetas) y la reemplazan por otra nueva, de acuerdo con el algoritmo de intercambio de etiquetas. Al llegar el paquete al LSR de cola (salida), ve que el siguiente salto lo saca de la red MPLS; al consultar ahora la tabla de conmutación de etiquetas quita ésta y envía el paquete por routing convencional.

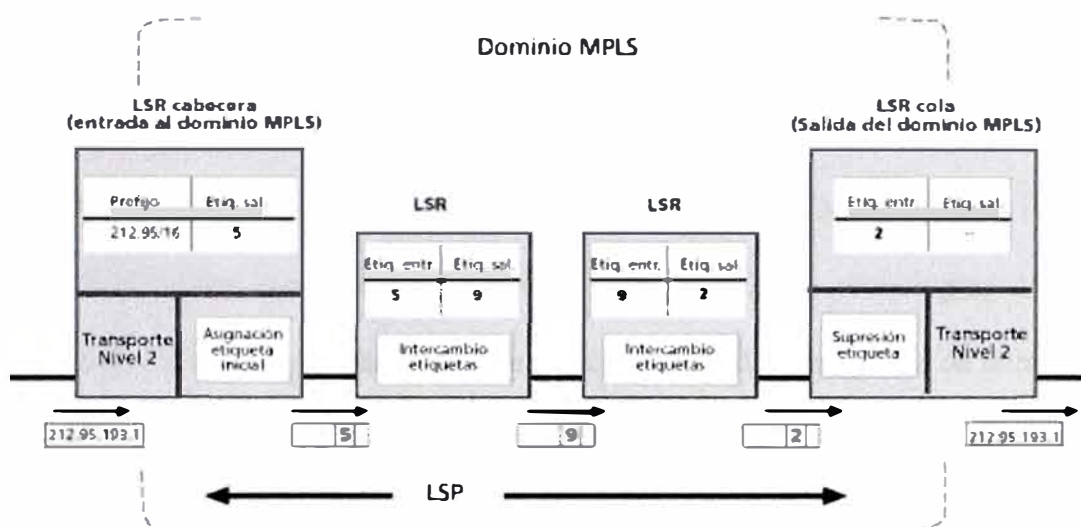


Grafico 3.11: Construcción de la tabla de encaminamiento

Como se ve, la identidad del paquete original IP queda enmascarada durante el transporte por la red MPLS, que no "mira" sino las etiquetas que necesita para su envío por los diferentes saltos LSR que configuran los caminos LSP. Las etiquetas se insertan en cabeceras MPLS, entre los niveles 2 y 3. Según las especificaciones del IETF, MPLS debía funcionar sobre cualquier tipo de transporte: PPP, LAN, ATM, Frame Relay, etc. Por ello, si el protocolo de transporte de datos contiene ya un campo para etiquetas (como ocurre con los campos VPI/VCI de ATM y DLCI de Frame Relay), se utilizan esos campos nativos para las etiquetas. Sin embargo, si la tecnología de nivel 2 empleada no soporta un campo para etiquetas (p. ej. enlaces

PPP o LAN), entonces se emplea una cabecera genérica MPLS de 4 octetos, que contiene un campo específico para la etiqueta y que se inserta entre la cabecera del nivel 2 y la del paquete (nivel 3).

Según se muestra en la figura, los 32 bits de la cabecera MPLS se reparten en: 20 bits para la etiqueta MPLS, 3 bits para identificar la clase de servicio en el campo EXP (experimental, anteriormente llamado CoS), 1 bit de stack para poder apilar etiquetas de forma jerárquica (S) y 8 bits para indicar el TTL (time-to-live) que sustenta la funcionalidad estándar TTL de las redes IP. De este modo, las cabeceras MPLS permiten cualquier tecnología o combinación de tecnologías de transporte, con la flexibilidad que esto supone para un proveedor IP a la hora de extender su red.

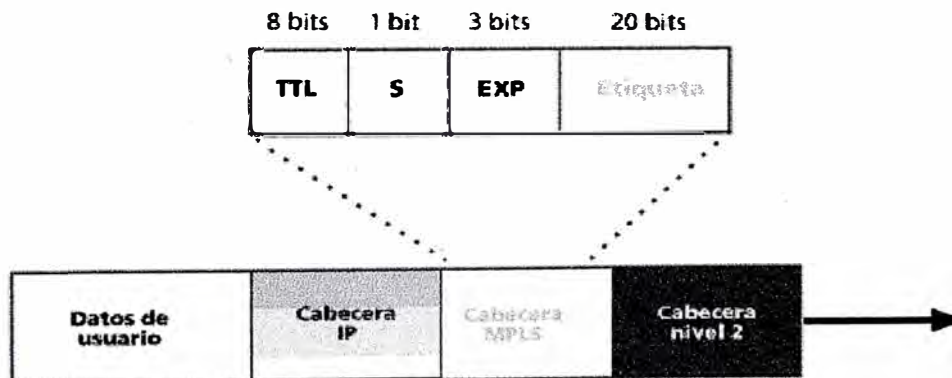


Grafico 3.12: Cabecera MPLS

- **Aplicaciones de MPLS**

Las principales aplicaciones que hoy en día tiene MPLS son:

- Ingeniería de tráfico
- Diferenciación de niveles de servicio mediante clases (CoS)
- Servicio de redes privadas virtuales (VPN)

Veamos brevemente las características de estas aplicaciones y las ventajas que MPLS supone para ello frente a otras soluciones tradicionales.

Ingeniería de tráfico

El objetivo básico de la ingeniería de tráfico es adaptar los flujos de tráfico a los recursos físicos de la red. La idea es equilibrar de forma óptima la utilización de esos recursos, de manera que no haya algunos que estén suprautilizados, con posibles puntos calientes y cuellos de botella, mientras otros puedan estar infrautilizados

La ventaja de la ingeniería de tráfico MPLS es que se puede hacer directamente sobre una red IP, al margen de que haya o no una infraestructura ATM por debajo, todo ello de manera más flexible y con menores costes de planificación y gestión para el administrador, y con mayor calidad de servicio para los clientes.

Clases de servicio (CoS)

MPLS está diseñado para poder cursar servicios diferenciados, según el Modelo DiffServ del IETF. Este modelo define una variedad de mecanismos para poder clasificar el tráfico en un reducido número de clases de servicio, con diferentes prioridades.

Redes Privadas Virtuales (VPNs)

Una red privada virtual (VPN) se construye basándose en conexiones realizadas sobre una infraestructura compartida, con funcionalidades de red y de seguridad equivalentes a las que se obtienen con una red privada. El objetivo de las VPNs es el soporte de aplicaciones intra o extranet, integrando aplicaciones multimedia de voz,

datos y vídeo sobre infraestructuras de comunicaciones eficaces y rentables. La seguridad supone aislamiento, y "privada" indica que el usuario "cree" que posee los enlaces. Las IP VPNs son soluciones de comunicación VPN basada en el protocolo de red IP de la Internet.

En el modelo acoplado MPLS, en lugar de conexiones extremo a extremo entre los distintos emplazamientos de una VPN, lo que hay son conexiones IP a una "nube común" en las que solamente pueden entrar los miembros de la misma VPN. Las "nubes" que representan las distintas VPNs se implementan mediante los caminos LSPs creados por el mecanismo de intercambio de etiquetas MPLS. Los LSPs son similares a los túneles en cuanto a que la red transporta los paquetes del usuario (incluyendo las cabeceras) sin examinar el contenido, a base de encapsularlos sobre otro protocolo. Aquí está la diferencia: en los túneles se utiliza el encaminamiento convencional IP para transportar la información del usuario, mientras que en MPLS esta información se transporta sobre el mecanismo de intercambio de etiquetas, que no ve para nada el proceso de routing IP. Sin embargo, sí se mantiene en todo momento la visibilidad IP hacia el usuario, que no sabe nada de rutas MPLS sino que ve una Internet privada (intranet) entre los miembros de su VPN. De este modo, se pueden aplicar técnicas QoS basadas en el examen de la cabecera IP, que la red MPLS podrá propagar hasta el destino, pudiendo así reservar ancho de banda, priorizar aplicaciones, establecer CoS y optimizar los recursos de la red con técnicas de ingeniería de tráfico.

Como resumen, las ventajas que MPLS ofrece para IP VPNs son:

1. proporcionan un modelo "acoplado" o "inteligente", ya que la red MPLS "sabe" de la existencia de VPNs (lo que no ocurre con túneles ni PVCs) .

2. evita la complejidad de los túneles y PVCs.
3. la provisión de servicio es sencilla: una nueva conexión afecta a un solo router .
4. Tiene mayores opciones de crecimiento modular.
5. Permiten mantener garantías QoS extremo a extremo, pudiendo separar flujos de tráfico por aplicaciones en diferentes clases, gracias al vínculo que mantienen el campo EXP de las etiquetas MPLS con las clases definidas a la entrada.
6. Permite aprovechar las posibilidades de ingeniería de tráfico para poder garantizar los parámetros críticos y la respuesta global de la red (ancho banda, retardo, fluctuación...), lo que es necesario para un servicio completo VPN.

- **Tecnología WDM**

Las fibras ópticas disponen de un gran ancho de banda de transmisión del orden de Terahercios. Para aprovechar esta enorme capacidad de espectro óptico pueden emplearse distintas técnicas de multiplexación de la información a transmitir, como por ejemplo la multiplexación en longitud de onda (wavelength división multiplexing, WDM).

La técnica de multiplexación WDM permite aumentar de una forma económica la capacidad de transporte de las redes ópticas existentes. Por medio de multiplexores y demultiplexores, los sistemas WDM combinan multitud de canales ópticos sobre una misma fibra, de tal modo que pueden ser amplificados y transmitidos simultáneamente. Cada uno de estos canales, a distinta longitud de onda, puede transmitir señales de diferentes velocidades y formatos. Las redes DWDM (Dense WDM) transportan 80 canales OC-48/STM-16 de 2,5 Gbit/s (un total 200 Gbit/s), ó

40 canales OC-192/STM-64 de 10 Gbit/s (un total de 400 Gbit/s). Una de las principales ventajas de los sistemas WDM es su modularidad, la cual permite crear una infraestructura conocida como "grow as you go", que se basa en añadir nuevos canales ópticos al sistema de forma flexible en función de las demandas de los usuarios. Así, los proveedores de servicio pueden reducir los costes iniciales significativamente, al tiempo que desarrollan progresivamente la infraestructura de red que les servirá en el futuro. Adicionalmente, las labores de gestión y enrutamiento de la red tienden a realizarse completamente en el dominio óptico, lo que les proporciona gran flexibilidad.

Sin lugar a dudas, la tecnología clave para el desarrollo de las redes WDM ha sido el amplificador óptico. Los amplificadores ópticos se encuentran optimizados para operar en una determinada zona del espectro de frecuencia, de acuerdo con el tipo de fibra utilizada en el sistema. En particular, los amplificadores de fibra dopada con erbio (EDFA) se encuentran optimizados para trabajar en tercera ventana (1550 nm) y presentan un ancho de banda de unos 30 a 40 nm. Suponiendo una separación entre longitudes de onda de 100 GHz (0,8 nm), es posible amplificar simultáneamente hasta 40 canales de 10 Gbit/s, una capacidad total de 400 Gbit/s por fibra. No obstante, los requisitos impuestos en el diseño y fabricación de los EDFA son bastante restrictivos. La razón es que pequeñas variaciones de la ganancia del amplificador sobre canales individuales conducen a un crecimiento exponencial cuando se colocan cadenas de amplificadores en línea, ya que el espectro es el mismo para todos ellos. Las prestaciones de los amplificadores ópticos construidos en la actualidad han mejorado considerablemente, con niveles de ruido mucho menores y

ganancia más plana que son características esenciales en los sistemas DWDM.

A principios de los 90 comenzó a utilizarse lo que se conoce como transmisión WDM bidireccional de banda ancha, realizando una de las comunicaciones en la región de 1550 nm (tercera ventana) y el otro sentido de transmisión a 1310 nm (segunda ventana). Posteriormente, a mediados de los 90 se desarrolló el WDM de banda estrecha, caracterizado por una separación reducida entre canales y por el establecimiento de comunicaciones bidireccionales 2x2 y 4x4 a 2,5 Gbit/s y 1550 nm sobre enlaces punto a punto de gran longitud. Finalmente, la tecnología DWDM apareció a finales de los 90, donde se introdujeron múltiples grupos de servicios y múltiples longitudes de onda por grupo sobre una misma fibra. Así, algunos ejemplos serían la transmisión de 16, 32/40 ó 64/80/96 longitudes de onda con multiplexación por división en el tiempo a 2,5 y 10 Gbit/s. Incluso ya se está pensando en UDWDM (Ultra DWDM) con la transmisión de 128 y 256 longitudes de onda transportando cada una de ellas velocidades de 2,5 Gbit/s, 10 Gbit/s y hasta 40 Gbit/s.

El estándar de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) define una cuadrícula de longitudes de onda permitidas dentro de la ventana que va desde los 1525 nm hasta los 1565 nm tal y como se muestra en la figura 1. Así, el espaciado entre dos de estas longitudes de onda permitidas puede ser de 200 GHz (1,6 nm), 100 GHz (0,8 nm), o incluso menos. La técnica WDM se considera "densa" (DWDM) cuando este espaciado es de 100 GHz o inferior. El transmisor óptico es un elemento clave en este tipo de sistemas, ya que debe proporcionar longitudes de onda muy precisas debido a la proximidad de los canales. Normalmente, el transmisor consiste

en un arreglo de diodos láser donde la longitud de operación de cada uno se selecciona por medio del filtro grating de la estructura DFB (Distributed Feedback). Posteriormente, por medio de un ligero desplazamiento de temperatura se efectúa un ajuste más preciso (variación en longitud de onda de $0,1 \text{ nm}/^\circ\text{C}$). Además del ajuste en la longitud de onda de operación, los láseres empleados en los sistemas DWDM necesitan garantizar la estabilidad de la longitud de onda durante el tiempo de vida del dispositivo. Por ello, los fabricantes de láseres efectúan pruebas de control a diferentes temperaturas y corrientes de funcionamiento, obteniéndose valores típicos de deriva de la longitud de onda inferiores a $0,02 \text{ nm}$ por año.

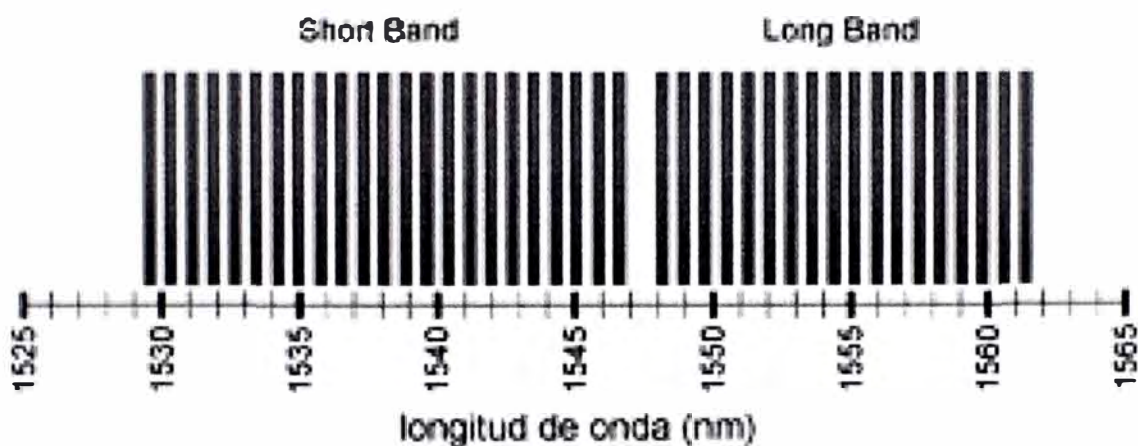


Gráfico 3.13: Rejilla estándar de la UIT.

- **Características principales**

- Ancho de banda del orden de 100 veces al máximo obtenible en SDH
- Independencia del formato y velocidad de la trama.
- QoS (protección óptica)
- Soporte de óptica VPN's

Soporte de óptica switching (futuro)

CAPÍTULO IV

ESCENARIOS DE DESPLIEGUE

4.1 INTRODUCCIÓN

Durante mucho tiempo, la industria de las telecomunicaciones ha luchado contra el problema de cómo debería evolucionar y utilizarse la tecnología actual. Las redes de telecomunicaciones necesitan reestructurarse en los próximos años para enfrentarse tanto a la demanda creciente de tráfico de datos, como a los nuevos servicios (servicios de Nueva Generación), mientras se reducen los costos de operación e inversión. En esta fase de transición, es esencial definir una estrategia para una evolución desde las redes actuales a la nueva estructura de red, que permita, al mismo tiempo, aprovechar lo más pronto posible las ventajas de la arquitectura de Redes de Nueva Generación (NGN) o (RNG). Por lo tanto, cualquier paso tomado durante esta transición, debería facilitar la evolución final de las redes a la arquitectura de Redes de Nueva Generación basada en paquetes. Las redes capaces de recibir aplicaciones abiertas serán la clave para los proveedores de servicio de nueva generación y sus modelos económicos.

En el futuro será más práctico y económico portar voz sobre redes de datos que construir, operar y proveer redes separadas de datos y de voz.

La Red de Nueva Generación es una red común capaz de manejar comunicaciones de datos, voz y video de manera eficiente, con Disponibilidad y Desempeño consistente haciendo una diferenciación en la Clase de Servicio (CoS) y ofreciendo una Calidad de Servicio fiable para cada tipo de tráfico (por ejemplo: voz, datos privados, acceso a Internet y vídeo. La RNG debe contar con la infraestructura de conmutación y transporte de paquetes nativos de datos y debe contar con un servicio flexible de control de elementos para habilitar las comunicaciones y soportar datos y QoS. Además, debe existir paridad en voz con la Red Telefónica Conmutada Pública (PSTN) en términos de facilidades y calidad.

Por largos años, los proveedores de servicio han destacado redes separadas de voz y de datos, basada en equipos comprobados de los vendedores principales. Este acercamiento ha sacado a luz muchas ventajas, para ejemplo en términos de fiabilidad, pero las vueltas para ser restrictivo cuando se comparo con las Redes de Siguiete Generación (NGNs), cuál ofrece:

- perfeccionar la eficiencia de la red y reducir los costos operativos gracias a una infraestructura de banda ancha que converja y basada en paquetes
- Aumento de la flexibilidad para destacar rápidamente los servicios enfocados en voz y datos basados en arquitecturas abiertas y multivendedores.

La realidad es que mientras muchas de las piezas NGN están en posición, los modelos arquitectónicos y los protocolos estándar son relativamente inmaduros y

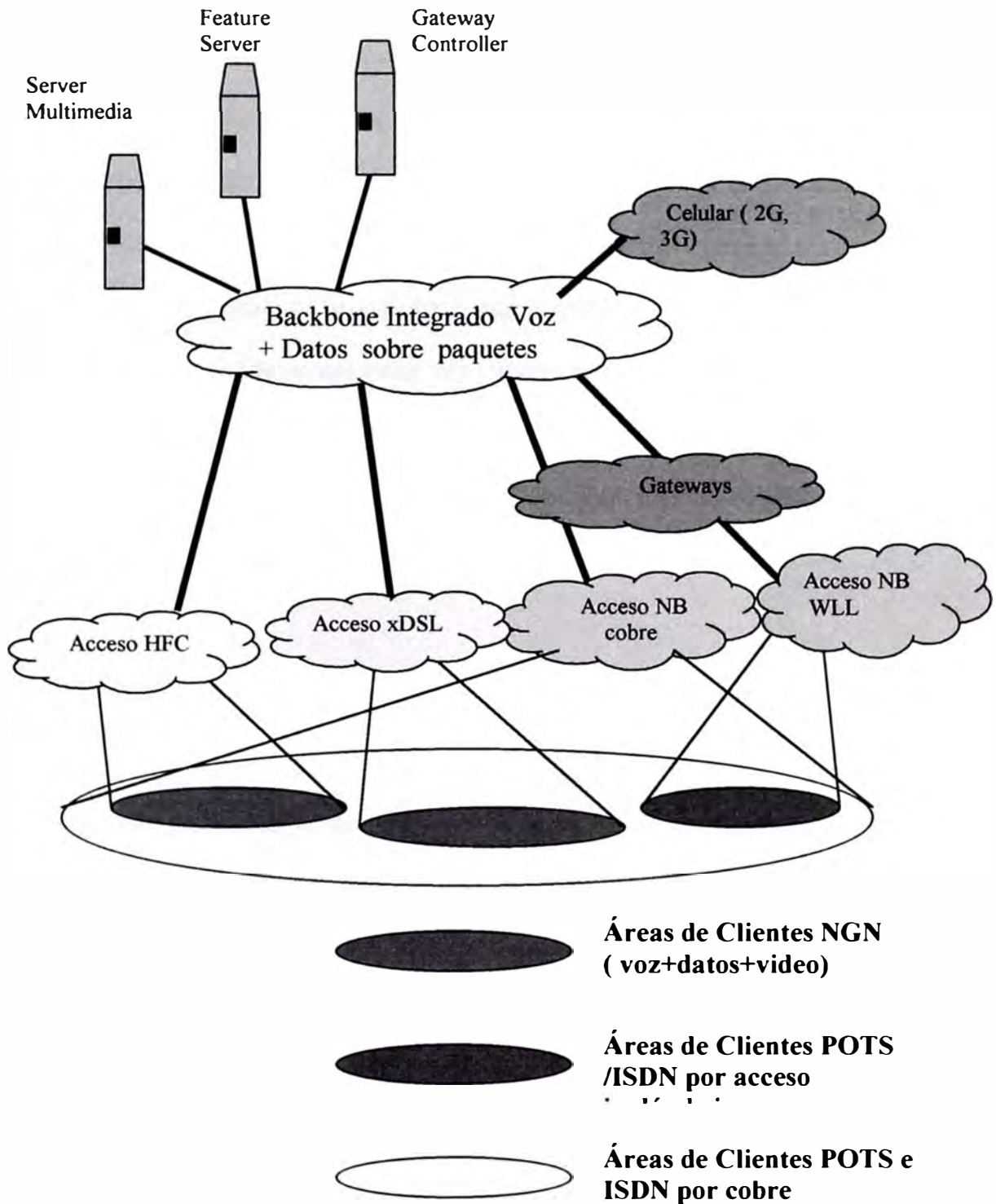


Grafico 4.1: Integración con redes existentes

están rápidamente evolucionando, con el resultado que nosotros estamos de alguna manera de una solución NGN comprensiva end to end.

Esto crea un dilema para proveedores de servicio quienes:

- * Necesitan minimizar desembolso capital y maximiza ingresos de corto plazo
- * Dan cuenta que algunos equipos de siguiente generación puede ser destacado hoy, ofreciendo significativos beneficios a corto tiempo
 - Están preocupados en construir una red que no puede evolucionar cuando emergan los estándares de la red de siguiente generación (NGN).
 - Tienen preocupaciones acerca de la fiabilidad y la estabilidad de vendedores potenciales, grande y pequeño.

4.2 PUNTOS A TOMAR EN CUENTA PARA UNA MIGRACIÓN DE RED HACIA LA RED DE SIGUIENTE GENERACIÓN (NGN).

Al evaluar una solución de siguiente generación, hay muchas preguntas a las que necesitan ser realizadas para determinar si ofrece una estrategia destacable de migración NGN. Estos pueden estar resumidos en seis pruebas cruciales.

4.2.1 ¿Esta la inteligencia del servicio localizada en la red (basado paquetes) convergida?

Cualquier tecnología que confía en legacy de los elementos de red de circuitos conmutados para el control de llamadas y la inteligencia de servicio es improbable para desarrollar y que se localice en el corazón de la red de siguiente generación.

4.2.2 ¿Son la arquitectura y las normas empleadas abiertas y maduras?

En caso de que no, allí está el riesgo muy real de estar amarrado en una tecnología propietaria, no estable y/o muerta al final.

4.2.3 ¿La tecnología posibilita la convergencia de acceso a red?

Llevando voz y datos sobre una sola conexión de ancho de banda (ya sea DSL, T1, inalámbrica o fibra) es un paso crucial en lograr convergencia a largo plazo extremo a extremo.

4.2.4 ¿La Tecnología posibilita la convergencia del tronco (backbone) de la red?

Las ventajas de mantener un backbone convergido es tan grandes como por las líneas de acceso convergidas- y una parte fundamental del NGN se aproxima.

4.2.5 ¿Se integra la tecnología con existentes sistemas legacy?

Mientras el punto eventual es NGN unidos por los extremos, pasaran décadas antes de que el legacy de las redes desaparezcan. En el lado de acceso, esto quiere decir que el soporte para las líneas de teléfonos POTS y DLCs pueden ser un requisito; en la red tronco(backbone), la interconexión con señalización SS7 y Troncales TDM, 911 y los servicios del operador, las bases de datos para 0-800 y la portabilidad del número local, son todo esenciales.

Además, el provisionamiento y los sistemas de gestión de la red deben ser capaces de una integración libre de irregularidades con procesos existentes.

4.2.6 ¿Esta la solución lista a desplegarse?

Además de las consideraciones citadas anteriormente, la fiabilidad de la clase de portador, la manejabilidad y la calidad de servicio son vitales. Una serie cuidadosamente planeada de laboratorio y las pruebas de mercado son

esenciales para asegurar que el equipo encuentre los niveles requeridos de fiabilidad y calidad.

4.3 ESTRATEGIAS DE MIGRACIÓN:

En este capítulo se podrá examinar las siguientes opciones de migración:

- Conmutadores de Legacy Clase 4/5
- *"campo Verde " Softswitch/VoIP
- Internet Offload
- * Reemplazo de clase 4
- * Primera generación de voz sobre ancho de banda

4.3.1 Conmutadores de Legacy Clase 4 Y 5

El camino " más fácil " – particularmente como el costo de legacy de conmutadores caídos de clase 4 y 5 – es continuar con la tecnología existente, probada, en espera de los productos NGN para madurar y evolucionar.

Mientras tiene sentido hacer máximo uso del equipo ya desplegado, estos proveedores de servicio que sensatamente ponen una estrategia de transición NGN en su sitio ahora podrían cosechar las recompensas de la inversión a través de

- El ahorro de costo y operacionales
- Realzar servicios que atraerán y retendrán clientes
- Experiencia de la tecnología nueva que los posibilitarán quedarse en la cabeza años y años.

Abreviadamente, este enfoque de " espera y observa " es confiable y adecuadamente entendido, pero no sitúa proveedores de servicio para una estrategia enfocada de la

red y, con la inteligencia de servicio acomodada firmemente en el legado de la red no representa una prueba de inversión a futuro.

4.3.2 CAMPO VERDE (GREEN LAND) SOFTSWITCH/VOIP

Los proveedores de servicio planean una implementación de “ campo verde ”, sin equipo preexistente del legado, puede considerar una instalación usando sólo equipos de siguiente generación como agentes de llamada Softswitch, señalización y media gateways, gateways residenciales, y teléfonos IP.

Mientras ésta es claramente la arquitectura de largo plazo hacia la cual la industria anda, en el corto plazo hay varios asuntos.

- Los requisitos legacy y la expectativa de los clientes (por ejemplo para 911) que los servicios podrían ser de una equivalencia menor respecto a los actuales conmutadores de clase 5, significa que la sustancial interface legacy será requerida.
- Como ya indicado, las normas pues las redes basadas en Softswitch están aun siendo definidas (e.g. cual protocolo a usar para señalización entre agentes de llamada), con “ islas interoperativas ” entre campos pequeños de socios. Cualquier solución pura NGN probablemente requerirá el uso de protocolos de propiedad, con el resultado que la selección del Softswitch de un vendedor particular restringe la elección de elementos de la red inter operable.
- Los proveedores de servicio han encontrado que no solamente los estándares son inmaduros: mucho equipamiento “ NGN puro” aun tiene un largo camino que recorrer antes que pueda demostrar al portador la clase de fiabilidad y de calidad de servicio que es esencial para una oferta competitiva.

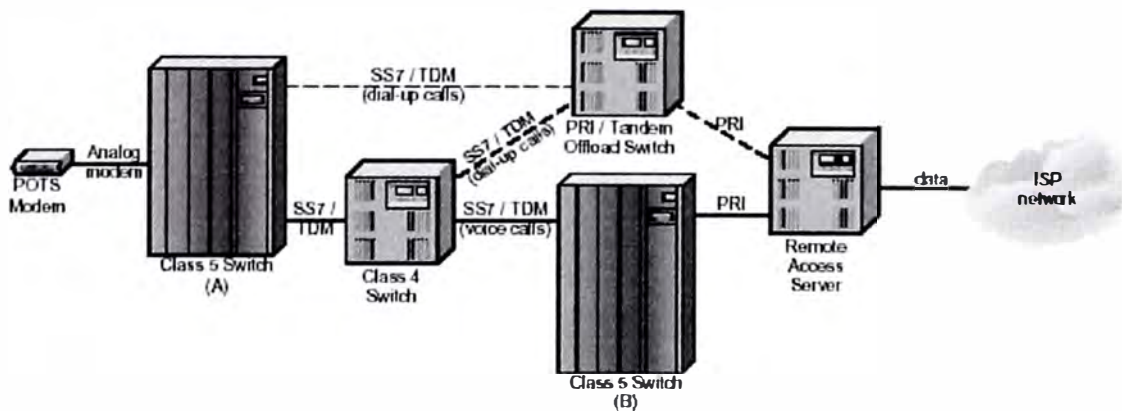
- La implementación inmediata está también complicada por la falta de herramientas de gestión integrada, y la dimensionalidad limitada de muchas plataformas Softswitch.

El meollo del asunto es ese, en la mayoría de escenarios, los proveedores de servicio necesitan examinar avances híbridos que podrían caber dentro de la red existente, y actuar como un puente estratégico permitiendo la migración a capacidades mayores de NGN con el paso del tiempo.

4.3.3 OFFLOAD DE INTERNET

Con el rápido incremento en realizar llamadas de Internet, la Red de conmutación Clase 4 y 5 ha tenido que hacer frente a un incremento en el promedio de duración de llamada de 2-3 hasta encima de 20 minutos. Una variedad de posibilidades “ Internet/PRI Offload ” o “ Tandem Offload ” posibilita llamadas a los proveedores de servicio a bordear conmutadores de Clase 5, por consiguiente liberando esos recursos. Dos de tales aplicaciones son mostradas en la Grafica 23:

- Un Conmutador de PRI offload toma el tráfico previsto para el servidor RAS de ISP (Proveedor de Servicio de Internet) del conmutador Clase 4, pasando por encima de los conmutadores de Clase 5 (B) más cercano para el ISP.
- Un Conmutador Tandem offload pasa por encima de ambos conmutadores Clase 4 y Clase 5 (B), maximizando recursos disponibles para el tráfico de voz.



Grafica 4.2: PRI/Tandem Offload

Tales aplicaciones permiten a los proveedores de servicio lograr ahorros de costos a través del uso más eficiente de sus recursos de legado Class 4 y 5. También pueden estar combinadas con funcionalidad de reemplazo de clase 4 para una efectividad mayor. Sin embargo, es una táctica “workaround” para el problema específico de largas marcaciones de llamadas, y fundamentalmente no cambian la arquitectura existente PSTN: La voz es todavía llevada sobre Troncales TDM, todo separado de la columna vertebral de datos.

Offload de la Internet por consiguiente lleva el ahorro de costo a corto plazo, pero no representa tampoco una pequeño o de largo plazo de solución de siguiente generación.

4.3.4 Reemplazo de CLASE 4

La aplicación primaria de paquete de voz sobre los años recientes es el trunking de tráfico de voz de gran distancia sobre una columna vertebral de paquete en lugar de

la red del SS7/TDM. Como el grafico 4.3 ilustra, legacy de las redes de acceso y conmutadores de Class 5 permanecen en el lugar, con gateways TDM-a-paquete reemplazando

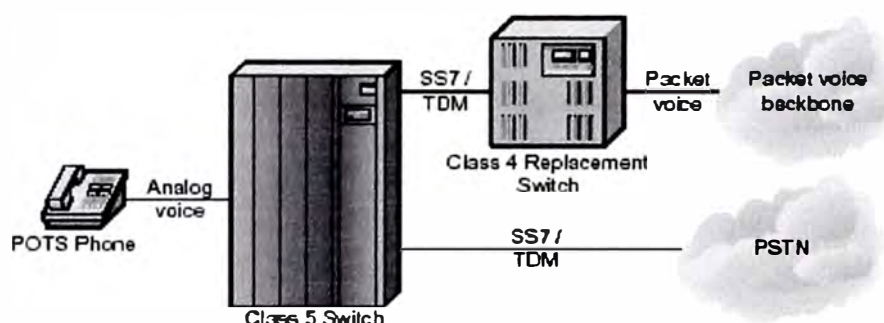


Grafico 4.3: El uso de portal de acceso del paquete para reemplazo de Class 4

Las ventajas de este acercamiento son:

- Esta es ahora una tecnología probada que puede ser destacada como una sola pieza en la red existente, prolongando la duración media de legacy de conmutadores destacados
- Esto explota el backbone de paquete, por consiguiente removiendo el requisito para la inversión adicional en la infraestructura TDM
- En el término más largo, el reemplazo de conmutadores Class 4 pueden convertirse en portales de acceso del medio dentro de una red controlada Softswitch.

Los proveedores de servicio deben tener en mente, sin embargo, ese este es sólo una solución a medias, por varias razones:

- Con el standard Softswitch aun en desarrollo, el enrutamiento de voz en el backbone de paquete es típicamente basado en protocolos propietarios.
- Conmutadores de Clase 4, y sus reemplazos, están dependientes de conmutadores Clase 5 para la inteligencia del servicio (servicios de abonados y aplicaciones) requerido por los clientes. Mientras esto puede ser posible al reusar algunas de las capacidades de la media gateway en una red de siguiente generación, el problema central de como disponer esa inteligencia de servicio se mantiene – y debe resolverse.

*Los reemplazos de Class 4 propone solo direccionar el backbone de paquete, no la red de acceso, no ofrece un camino de migración hacia una arquitectura integral NGN.

Mientras esta propuesta es atractiva de muchos respectos, también debemos ocuparnos en claro, inteligencia de servicio de siguiente generación y convergencia en la red de acceso para una estrategia verdaderamente integral probada a futuro.

4.3.5 Primera generación de voz sobre ancho de banda

Enfocando la evolución de la siguiente generación del **lado de acceso de la red**, la primera generación de Voz sobre soluciones de ancho de banda (VoB) posibilita a paquetes de voz y datos ser llevadas sobre líneas de acceso de ancho de banda (DSL, T1/E1, inalámbrico, fibra, etc.)

Grafico 4.4 ilustra cómo esto trabaja: En el local del cliente, un equipo de Acceso Integrado (IAD) convierte señales telefónicas analógicas POTS a protocolos basados en paquetes tal como el servicio de emulación de lazo en ancho de banda (BLES)

del forum ATM, para señalizar y AAL2 o RTP para la media. En la red, estos protocolos son convertidos típicamente por una pasarela de voz (Voice Gateway) en GR-303 (en América del Norte) o V5.2 (internacionalmente) y TDM media, cuál alimenta directamente en un conmutador legado Class 5.

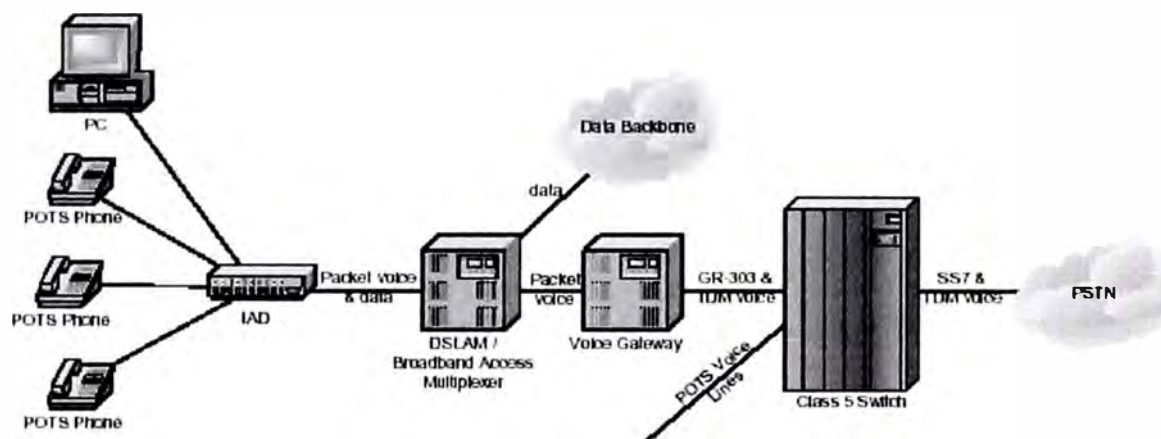


Grafico 4.4: Gateway de voz con ancho de banda con legacy de clase 5

Aunque esta tecnología es relativamente joven, no es muy complicada, y puede ser rápidamente integrado en una red conmutada de circuitos existente. Además, el trabajo enfocado por grupos de la industria como OpenVoB™ ha resultado en una verdadera interoperabilidad de multivendedor, facultando proveedores de servicio a escoger de una gran variedad de portales de acceso interoperables de voz y Equipos de acceso integrado (IAD).

El inconveniente principal con la mayoría de soluciones VoB es que, como el reemplazo de Class 4, ellos aun fundamentalmente confían en el legado del conmutador Class 5 para proveer todas las características “ difíciles ” PSTN como conectividad de tono de marcar, del suscriptor de servicios, SS7, etc. La inteligencia de servicio es todavía implementada sobre una interfaz del legado narrowband.

Muchas Gateways de voz reclaman que ofrecen un camino de migración siendo convertibles a Media gateways, convirtiendo paquete y media TDM bajo el control de un Softswitch.

Desafortunadamente, esto no representa una prueba a futuro de una estrategia de siguiente generación por dos razones.

- Primero, desde que Media Gateways contiene poca “ inteligencia ”, su rasgo que diferencia será la densidad del hardware.

*Segundo, la conversión del medio es la parte fácil de la siguiente red de generación.

El corazón estratégico de una red convergida es la inteligencia de servicio que radica en los agentes de llamada y servidores de aplicación que entregan servicios del suscriptor y reemplaza los conmutadores de legado Class 5.

Sólo una vez que la inteligencia está colocada en una plataforma de siguiente generación puede una red convergida verdaderamente empezar tomando forma – y ese es el área donde los proveedores de servicio deberían enfocar su atención.

Además, este acercamiento no provee una manera para brindar legacy de líneas de acceso POTS en la solución general de acceso convergida. Ellos están aun manejados enfocada de la vía de entrada – son todavía manejados muy separadamente por los Conmutadores de Clase 5.

Abreviadamente, Voz sobre Broadband en esta forma puede ser una gran solución táctica en algunas situaciones, pero como el componente crucial Voice Gateway provee poco más que la conversión simple de protocolo, no evolucionará en una estratégica plataforma de siguiente generación.

CAPÍTULO V

SERVICIOS DE LA NGN

5.1 INTRODUCCIÓN

Aunque es difícil predecir lo que serán las siguientes aplicaciones aniquiladoras, podemos inferir los tipos de características de servicio y las capacidades que serán importantes en el ambiente de la Red de siguiente Generación (NGN) examinando tendencias relacionadas al servicio actual de la industria.

Es ciertamente verdadero que nos movemos en la multiplexación por división de tiempo (TDM), Red de circuito conmutado a paquete, celdas, y las redes basadas en campos (frame).

El empuje principal de proveedores tradicionales de servicio de la red ha sido ofrecerle al mercado masivo transporte básico de información entre usuarios finales, con capacidades de valores agregados diversas. Estos servicios implican llamadas de voz de banda estrecha, con una sola conexión punto a punto por llamada.

Sin embargo, esta visión de servicios es rápidamente alterada cuando las economías del mundo llegan a aumentar su dependencia en la información como un recurso básico.

Mientras los servicios existentes se quedarán en parte de ofertas de proveedores de servicio, las expectativas de los clientes de proveedores de servicio emigrarán hacia un ancho de banda multimedia mas avanzada y servicios de información intensivo.

Los usuarios finales interactuarán con la red vía CPE sofisticado, y podrán hacer una selección de una gran variedad de Calidad de Servicio (QoS) y Ancho de banda. En el futuro, la inteligencia de la red no tendrá relación al enrutamiento creativo de conexiones basados en simples base de datos de búsquedas, pero puede tener un significado mucho más amplio (por ejem., La gestión de sesión de multimedia, la coordinación de conexiones de multitecnología, gestión y/o operación inteligente, seguridad adelantada, agentes de usuario verdaderos, usuario scripts/applets instalables, servicios del directorio en línea, y agentes proxy).

5.2 CARACTERISTICAS DE SERVICIO

La evolución actual de servicios de telecomunicación apunta a un mundo donde los proveedores de servicio tendrán la flexibilidad de enfocar la atención en micro-market (a distinción de la masa de mercado). Las decisiones acerca de los ofrecimientos de servicio podía tener mucho que ver con el empaquetamiento, como lo harán con los servicios reales ofrecidos. Como portadores múltiples, proveedores de servicio, vendedor de equipamiento y otros negocios enteros llegaran a estar envueltas en proveer servicio a usuarios finales, redes federadas y los sistemas comerciales cobrarán progresivamente importancia.

El cometido primario será facultar a los usuarios en obtener el contenido de la información como ellos quieren, en cualquier medio o formato, sobre cualquier instalacion, sobre cuando quiera, dondequiera, y en cualquier volumen. Basado en las

tendencias antes mencionadas, lo siguiente es un resumen de varias características de servicio probables para ser importante en un ambiente NGN:

- **Más “ inteligencia personal ” distribuida a lo largo de la red** - Esto incluye aplicaciones que pueden ganar acceso a las reseñas personales de los usuarios (por ejem., La información de suscripción y las preferencias personales), aprenda de sus patrones de comportamiento, y realice funciones específicas en nombre de ellas (por ejem., “Los agentes inteligentes ” eso les notifican de acontecimientos específicos o esa búsqueda para, ordene, y filtre contenido específico).
- **Más “ inteligencia de la red ” distribuida a lo largo de la red** - Esto incluye las aplicaciones que saben, permiten el acceso , y controlan servicios de la red, contenidos, y los recursos. También puede realizar funciones específicas en nombre de un servicio o puede enlazar en red al proveedor (por ejem., “Los agentes de gestión ” monitorea recursos de la red, colecciona datos de uso).
- **Más simplicidad para usuarios** - Esto protege a los usuarios de la complejidad de recoger la información, ir en camino, adecuación, y el transporte. Los da permiso más fácilmente a acceder y usar los servicios y contenidos de la red, incluso la interfaz de usuario permite de manera natural la interacción entre usuarios y la red. Esto implica proveer un contexto sensitivo de opciones, ayuda e información , manejando transparentemente interacciones entre los servicios múltiples, proveniente diferentes menús para los nuevos vs. usuarios experimentados, proveniente un ambiente unificado para todas las formas de comunicación.
- **La adecuación personal de servicio y la gestión** - Esto implica la habilidad de los usuarios manejar sus reseñas personales, uso de la auto-provisión de la red de servicios, del monitor y facturando información, hace a la medida sus interfaces del

usuario y la presentación y el comportamiento de sus aplicaciones, forja y aprovisiona las aplicaciones nuevas.

- **La gestión inteligente de información** - Esto ayuda a los usuarios a operar recargo de información dándolos la habilidad de la que ir en busca, ordenar, y filtrar contenido, manejar mensajes o datos de cualquier medio, y manejar información personal (por ejem., El calendario, la lista de contacto, el etc.).

5.3 SERVICIOS DE LA RED DE SIGUIENTE GENERACIÓN (NGN)

Aunque tengamos una percepción para los tipos de características de servicio que será importante en un ambiente NGN, nadie realmente sabe lo que las “ aplicaciones acuchilladoras ” serán. Afortunadamente, la arquitectura de servicio de siguiente generación facultará un número de características de la llave que pueden particularmente ser beneficiosas para un conjunto amplio de servicios potenciales.

Una variedad de servicios, algunos otros ya disponibles, quietos en la etapa conceptual, han estado vinculados para las iniciativas NGN y consideraron a los candidatos probables para implementaciones NGN. Mientras algunos de estos servicios pueden ser ofrecidos en plataformas existentes, los otros se aprovechan del control adelantado, la gestión, y dando señas de capacidades de NGNs. Aunque emergiendo y los servicios nuevos son probablemente ser los conductores más fuertes para NGNs, la mayor parte de las ganancias iniciales de NGNs realmente pueden resultar atador de servicios tradicionales.

La mayoría de servicios tradicionales guardan relación con servicios básicos del Acceso , transporte enrutamiento y conmutación, la conectividad y recurso básico y la sesión controlan servicios, y servicios de valores agregados diversos. Los NGNs

probablemente posibilitarán un conjunto imponente mucho más generoso de tipos de servicio, incluyendo:

- **Los servicios especializados de recurso** (por ejem., La provisión y la gestión de transcodificadores, unidades de conversión del medio, unidades de reconocimiento de voz, etc.)
- **Los servicios procesamiento y de almacenamiento** (por ejem., La provisión y la gestión de unidades de almacenamiento de información para el envío de mensajes, servidores del archivo, servidores de la terminal, plataformas de Sistemas Operativos (OS), el etc.)
- **Los servicios específicos en la aplicación** (por ejem., Las aplicaciones comerciales, aplicaciones de comercio electrónico, las aplicaciones de gestión de suministro, los vídeos juegos interactivos, el etc.)
- **Los servicios de provisión de contenido que proveen o el contenido de información del agente** (por ejem., El entrenamiento electrónico, los servicios de promocionar información, etc.)
- **Los servicios entre redes** (Interworking) para interacciones con otros tipos de aplicaciones, servicios, redes, protocolos, o formatos (por ejemplo, la traducción EDI) .

Este capítulo da una descripción breve de varios servicios en los que actualmente será conductoras importantes en el ambiente NGN.

- **La voz Telefónica** – NGNs probablemente necesitarán dar soporte a los servicios existentes de telefonía diversa (por ejemplo, la Llamada en espera, Call Reenviando, características diversas AIN, características diversas Centrex, y las características

diversas de CLASE) de telefonía de voz. Nota, sin embargo, que los NGNs no tratan de duplicar todos y cada uno el servicio de telefonía de voz tradicional actualmente ofrecido. Más bien, probablemente tratarán de dar soporte sólo un porcentaje pequeño de estos servicios tradicionales, con un foco inicial en las características de telefonía de voz más comercializables y las características requeridas de una perspectiva reguladora.

- **Servicios de Datos (Conectividad)** – Permite para el establecimiento de tiempo real de conectividad entre puntos finales, junto con las características de valores agregados diversas., Ancho de banda en demanda, fiabilidad de conexión ,conexión virtual conmutada (SVC), y gestión del ancho de banda.

- **Servicio de multimedia.** - Permite a los múltiples partes interactuar por medio de la voz , video y/o datos. Esto da a clientes permiso de departir cada momento exhibiendo información visual.

- **Red Privada Virtual(VPNs)** – La voz en VPNs mejoran las capacidades de funcionamiento en red de la interposición de negocios por permitir a organizaciones grandes, geográficamente dispersadas al combinar sus redes privadas existentes con porciones del PSTN, así de con tal que suscriptores con capacidades uniformes de discado. Los datos de VPNs proveen seguridad añadida y rasgos en red que permiten a los clientes permiso de usar una red compartida IP como un VPN.

- **Network público Computing (PNC)** – Provee Red publica basada en servicio de computación para empresarios y consumidores. Por ejemplo, el proveedor de la red publica podría proveer un proceso genérico y capacidades de almacenaje(por ejemplo. alojar una pagina web, mostrar, mantener y guardar archivos de datos, o correr una aplicación de computación). El proveedor de la red publica podría cargar

usuarios para el procesamiento crudo y la memoria usada, pero podría no tener conocimiento de el contenido específico de la aplicación. Alternativamente, el proveedor de la red pública podría proveer aplicaciones de negocios específicas (por ejemplo. Planeamiento de recursos de empresa (ERP), reporte del tiempo, etc.) o aplicaciones de consumo (por ejemplo remodelamiento del programa de cocina, taxcut,etc) etc.) ,Con todo o en parte del procesamiento y/o almacenaje que ocurre en la red. El proveedor de la red público podría cargar basado en la hora, día , mes,etc licenciando tarifa para el servicio (e.g., La renta en aplicación).

- **Mensaje unificado** – Soporta la entrega de correo de voz, correo electrónico, correo del fax, y las páginas a través de interfaces comunes. A través de tales interfaces, los usuarios podrían acceder, así como también serán notificados, tipos diversos de mensaje (el correo de voz, el correo electrónico, el correo del fax, el etc.), Independiente de la manera de acceso (por ejemplo, alambre o el teléfono móvil, la computadora, o el dispositivo inalámbrico de datos).

- **La información Brokering** – implica advertir, buscar y proveer información confrontando a clientes con proveedores.(por ejemplo, los consumidores podrían recibir información basada en los criterios preespecificados o basado en los patrones de preferencias personales y de comportamiento).

- **El comercio electrónico** – los consumidores permiten comprar bienes y los servicios electrónicamente sobre la red. Esto podría incluir a procesar las transacciones, verificar la información de pago, proveer seguridad, y posiblemente comercializar (por ejemplo, Haciendo juego con compradores y vendedores que negocian “ comercios ” para bienes o servicios). La casa de bancos y la casa de compras caen en esta categoría de servicios. Esto también incluye aplicaciones de

negocio a negocio (por ejemplo La gestión de la cadena de suministro y las aplicaciones de gestión de conocimiento).

- **Servicio de Call Center** – Un suscriptor podría colocar una llamada para un agente del centro de llamada dando un clic sobre una página de Web. El llamado podría ser encaminada hacia un agente apropiado, quien pudo estar ubicado dondequiera, aun en casa (por ejemplo, La llamada virtual se concentra). Las llamadas de voz y los mensajes del correo electrónico podrían estar haciendo cola uniformemente para los agentes. Los agentes podrían tener acceso electrónico a el cliente, el catálogo, las acciones, y información ordenada, lo cual podría ser transmitido de acá para allá entre el cliente y el agente.

- **Los juegos interactivos** – Ofertas los consumidores una forma a responsabilizarse en línea y establecer sesiones interactivos de juegos (e.g., El video juego).

- **Realidad Virtual distribuida** – Se refiere a las representaciones tecnológicamente generadas de acontecimientos del mundo real, personas, lugares, experiencias, etc., En cuál los participantes entran y los proveedores de la experiencia virtual son físicamente distribuidos. Estos servicios requieren coordinación sofisticada de múltiples y diversos recursos.

- **Manejador de casa** – Con el advenimiento de redes en casa y los aparatos inteligentes, estos servicios podrían monitorear y controlar sistemas de seguridad de la casa ,sistemas de energía, sistemas de entretenimiento de la casa, y otros enseres del hogar. Imagino que usted ve televisión y el timbre de la puerta timbra – ningún problema – que usted justamente usa la TV remoto para obtener una vista de la entrada de la parte delantera a ver quién esta allí. O imagina el monitoreo de su casa

mientras usted está ausente en un viaje, o su niñera de la propia casa observando a sus niños mientras usted está trabajando.

CONCLUSIONES

1. La fuerza de las redes de siguiente generación es la construcción de una sola arquitectura, cual podría permitir el aprovisionamiento de servicios existentes así como también abrirá el camino para nuevos servicios.
Es importante que la calidad de servicio similar o mejor es provista por los servicios ya existentes.
Referente a los servicios nuevos, las oportunidades comerciales están saturadas pero requieren que el negocio sea compartido con terceros abriendo las plataformas de servicio NGN en una forma segura y facturable.
2. Puede haber poca duda que las siguientes redes de generación ocurrirán, y que muchas de las tecnologías ya están emergiendo. El asunto crucial que se tiene que confrontar es referente a los proveedores de servicio y saber seleccionar el camino correcto de migración para que se pueda ir por buen camino en lo referente a la migración de las tecnologías hacia el objetivo que es la red NGN.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Instituto Tecnológico de Buenos Aires “Seminario: Negocios y nuevas tecnologías” , 2002.
- [2] Eurescom. “Next Generation Networks: the service offering standpoint” 2001.
- [3] Metaswitch “NGN Migration strategies “,2002.
- [4] Intel “ Modular Network Voice Building Blocks”, 2002.
- [5] ATM Forum “ The Voice of the future:: Next Generation Network “, 2002
- [6] Clarent ‘ Next Generation Network Solution “ , 2002
- [7] Joseph Crint ‘ Next Generation Network Services” , 2000.