



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CAMPUS ARAGON

RED DE NUEVA GENERACION

T E S I S

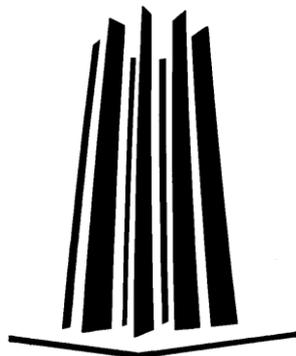
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICO

PRESENTAN:

HERNANDEZ VALLE MARIO ALBERTO

OLVERA SANCHEZ ADRIAN



FES ARAGON

EDO. DE MEXICO

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A DIOS:

Por darme la vida, por los padres maravillosos que tengo y los hermanos que me diste, por ponerme en este camino, darme la inteligencia y sabiduría para saltar los obstáculos que encontramos en el camino y por darme por darme la familia y los amigos que tengo.

A MIS PADRES:

Gracias padres queridos por que ustedes se sacrificaron y lo dieron todo para que nosotros sus hijos hoy concluyamos una etapa más en nuestras vidas.

A MI PAPÁ:

José Olvera M.

Por heredarme el gusto en la mecánica industrial y guiarme por el buen camino para ser una persona de bien y enseñarme a luchar por lo que quiero. GRACIA PAPÁ.

A MI MAMÁ:

Isabel Sánchez P.

Por el inmenso amor, apoyo y cariño que me haz dado, tú que fuiste mi primer maestra, que me enseñaste las primeras palabras, letras y a poyarme en terminar una carrera. GRACIAS MAMÁ.

A MIS HERMANOS:

Carlos, Hugo, Daniel.

Por ser parte de esta gran familia que Dios me ha dado y de quienes me siento orgulloso por sus logros, gracias por todo su apoyo incondicional que me han brindado todo el tiempo.

AMIS FAMILIARES:

A mis abuelos (Mariano y Herminda) por su amor y cariño, a mis tíos (Carolina, Lidia, Esther e Hilario) y primos (Iván, Mónica, Katia, Héctor).

A MI NOVIA:

Elizabeth Montes de oca M.

Por ser una persona tan maravillosa y especial en mi vida. Gracias por tu apoyo y comprensión que me haz brindado des el primer día que haz estado a mi lado.

A LA UNAM:

Por hacerme sentir parte de ella y brindarme la oportunidad de ser profesionista.

A LOS MAESTROS:

Gracias por su comprensión y enseñanza, recuerden que lo que ustedes han sembrado en años, pronto darán sus más grandes frutos.

ADRIÁN



A Dios,

Por las personas que puso en mi camino y principalmente por darme sabiduría en momentos de .

A mi hijo

Javier Alain. A el principal fuente de inspiración y que en todos mis triunfos es columna vertebral.

A mí esposa

Cris por ser, por estar, por existir sin ella nada con ella todo.

A mis padres

Carmen y Jorge, que a ellos les debo cuanto soy.

Para mi madre, faro en la oscuridad que me ha guiado a buen puerto.

Papá, cada una de las letras de este trabajo es para ti.

Mis hermanos.

Por su apoyo, cariño y comprensión.

A mis Cuñados y sobrinos:

Por su constante apoyo.

A Mis amigos:

En especial Adrián, Ricardo y Nemesio, que gracias a su apoyo logre navegar triunfante en esta escuela.

Los profesores, amigos y colegas de la universidad:

Por los momentos inolvidables que hemos vivido.

Finalmente a todas las personas que se cruzaron en este camino y que me dieron palabras de aliento y apoyo.

MARIO



PENSAMIENTOS

"Lo que importa verdaderamente en la vida no son los objetivos que nos marcamos, sino los caminos que seguimos para lograrlos"

Peter Bamm

"El objeto de la educación es formar seres aptos para gobernarse a sí mismos, y no para ser gobernados por los demás."

Herbert Spencer

ÍNDICE GENERAL

Índice general.	5
Índice de cuadros.	7
Índice de figuras.	7
Introducción.	9
Capítulo 1	
1.1 Tipo de red de nueva generación.	13
1.2 Modelo de la red de nueva generación.	15
1.3 Capa de conectividad.	16
1.4 Capa de control.	18
1.5 Capa de servicios.	21
1.6 Capa de gestión.	22
Capítulo 2	
2.1 Acceso y adaptación, subcapa de acceso.	23
2.2 Acceso por cobre.	24
2.3 Acceso por fibra óptica.	25
2.4 Acceso inalámbrico.	29
2.5 Tecnología LMDS.	30
2.6 Tecnología WiMax.	33
2.7 Tecnología Wi-Fi.	34
2.8 Subcapa de adaptación.	36
2.9 Trunking gateway.	37
2.10 Access gateway.	38
Capítulo 3	
3.1 Conmutación y transporte.	40
3.2 Red de transporte.	42
3.3 DWDM.	43
3.4 SDH de nueva generación, SDH-NG.	45
3.5 Conmutación.	48
3.6 Red IP.	49
3.7 MPLS.	52
3.8 Conmutación por etiquetas.	54
3.9 Operación de MPLS.	56
Capítulo 4	
4.1 Capa de control.	58
4.2 Softswitch.	61
4.3 Soluciones de Softswitch.	62
4.4 Señalización.	65
4.5 Protocolo H.248.	66
4.6 Protocolo SIP.	67
4.7 Protocolo H.323.	69
4.8 Gateway de señalización.	70

Capítulo 5

5.1 Servicios.	72
5.2 Arquitectura de servicio.	75
5.3 Calidad de servicio.	77
5.4 Televisión IP.	81
5.5 IP centrex.	83

Capítulo 6

6.1 Capa de gestión.	84
6.2 Generalidades de TMN.	85
6.3 FCAPS.	86

Conclusiones.	88
---------------------------	-----------

Anexo 1.	89
----------------------	-----------

Anexo 2.	91
----------------------	-----------

Glosario.	96
-----------------------	-----------

Bibliografía.	99
---------------------------	-----------

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. <i>Simbología tecnológica de la red de nueva generación.</i>	14
Cuadro 2. <i>Tipos de control.</i>	18
Cuadro 3. <i>Tecnologías WDM y CWDM.</i>	25
Cuadro 4. <i>Tecnología WiMAX.</i>	33
Cuadro 5. <i>Concatenación contigua y virtual SDH-NG.</i>	45
Cuadro 6. <i>Interfaces (SDH-NG) PDH, SDH y Ethernet.</i>	47
Cuadro 7. <i>Etiqueta MPLS.</i>	55
Cuadro 8. <i>Variantes de señalización con usuarios IP.</i>	65
Cuadro 9. <i>Descripción de protocolos.</i>	66
Cuadro 10. <i>Descripción de protocolos.</i>	69

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 <i>Evolución tecnológica de la red de telecomunicaciones.</i>	13
Figura 1.2 <i>Modelo funcional de la red de nueva generación de TELMEX.</i>	15
Figura 1.3 <i>Medios físicos, radio, fibra y cobre.</i>	16
Figura 1.4 <i>Subcapa de adaptación.</i>	16
Figura 1.5 <i>Media Gateway, Trunking gateway, Access Gateway.</i>	17
Figura 1.6 <i>Función del softswitch</i>	19
Figura 1.7 <i>Dispositivos asociados al Sof.</i>	20
Figura 1.8 <i>Tipo de servicios.</i>	21
Figura 1.9 <i>Gestión y administración para las capas de conectividad.</i>	22
Figura 2.1 <i>Tecnología xDSL.</i>	24
Figura 2.2 <i>Medios de utilización de la tecnología CWDM.</i>	26
Figura 2.3 <i>Elementos de una red PON.</i>	27
Figura 2.4 <i>Red APON.</i>	28
Figura 2.5 <i>Red EPON.</i>	28
Figura 2.6 <i>Red GPON.</i>	28
Figura 2.7 <i>Cobertura de LMDS.</i>	30
Figura 2.8 <i>Interconexión de estaciones base.</i>	30
Figura 2.9 <i>Servicios LMDS.</i>	31
Figura 2.10 <i>Comunicaciones por Vía Satélite.</i>	32
Figura 2.11 <i>Características y cobertura WiMax.</i>	33
Figura 2.12 <i>WLAN</i>	34
Figura 2.13 <i>Wireless card.</i>	34
Figura 2.14 <i>Estándar 802.11.</i>	35
Figura 2.15 <i>Diagrama de servicios.</i>	36
Figura 2.16 <i>Función del Trunking Gateway (TkGw).</i>	37

Figura 2.17 IP DSLAM	38
Figura 2.18 Trayectoria de un NAM IP.	39
Figura 2.19 Diagrama a bloques de un NAM IP..	39
Figura 3.1 Evolución tecnológica en las tecnologías de procesamiento. (a) Plataformas sin integrar. (b) Plataformas integradas..	40
Figura 3.2 Red de Nueva Generación Telmex..	41
Figura 3.3 Red de Nueva Generación Telmex.	41
Figura 3.4 Modelo tecnológico de la red de transporte..	42
Figura 3.5. Evolución tecnológica de la red de transporte..	42
Figura 3.5 Espaciamiento de canales de acuerdo a la ITU-T.	43
Figura 3.6 Servicio de transporte transparente.	44
Figura 3.7 Acceso directo a interfaces multiprotocolo y de diferentes fabricantes.	44
Figura 3.8 Tecnologías que utiliza el SDH NG..	45
Figura 3.9 Trama GFP	46
Figura 3.10 Ejemplo de aplicación de red SDH-NG..	47
Figura 3.11 Proceso de enrutamiento..	50
Figura 3.12 Tabla de enrutamiento..	51
Figura 3.13 Red IP/MPLS..	52
Figura 3.14 Arquitectura MPLS..	52
Figura 3.15 Componentes de una red MPLS..	53
Figura 3.16 Funciones de conmutación por etiquetas.	54
Figura 3.17 Trama de etiquetado de un paquete IP.	55
Figura 3.18 Trama de etiquetado de un paquete IP.	55
Figura 3.19 Túneles LSP..	56
Figura 3.20 Ejemplo de envío de un paquete por etiquetas.	57
Figura 4.1 Clases de centrales.	59
Figura 4.2 Softswitch Clase 4.	62
Figura 4.3 Arquitectura SoftSwitch Clase 5.	63
Figura 4.4 Señalización y direccionamiento SIP..	68
Figura 4.5 Señalización SIP..	68
Figura 4.6 Sistema de señalización SS7, SIP, H.323 y H.248.	70
Figura 5.1 Servidores de apoyo a la Red inteligente.	73
Figura 5.2 Servicios Telmex Clase 5.	74
Figura 5.3 Arquitectura OSA.	75
Figura 5.4 Interfaz Parlay.	76
Figura 5.5 Modelo general de QoS..	77
Figura 5.6 Relación entre los parámetros que influyen en la QoS.	79
Figura 5.7 arquitectura de un servicio de Televisión IP..	81
Figura 5.8 Integración entre el servidor de Video y el IP DSLAM..	82
Figura 5.9 Arquitectura de servicios IP Centrex..	83
Figura 6.1 Descomposición de la Funcionalidad de Administración.	85
Figura 6.2 Modelo en capa de la Red de Administración de Telecomunicaciones.	86
Figura A 1.1 Evolución de Modelo de Red Óptica..	89
Figura A 1.2 Plano de control extendido de GMPLS.	90

INTRODUCCIÓN

Telecomunicación, transmisión de palabras, sonidos, imágenes o datos en forma de impulsos o señales electrónicas o electromagnéticas.

Telegrafía 1836

El telégrafo se convirtió en elemento básico de la estructuración de la economía-mundo, a la vez que los periódicos de la época podían ofrecer a sus lectores las noticias acaecidas el día anterior en cualquier parte del globo, haciendo posible el nacimiento de la prensa moderna, con los periódicos de noticias. Durante la segunda mitad del siglo XIX fue tal el grado de desarrollo y la importancia alcanzada por el telégrafo que una brusca paralización del mismo era capaz de provocar una importante distorsión en la marcha regular de cualquier país desarrollado.

Telégrafo sistema de comunicación basado en un equipo eléctrico capaz de emitir y recibir señales según un código de impulsos eléctricos. En un principio, la palabra 'telegrafía' se aplicaba a cualquier tipo de Comunicación de larga distancia en el que se transmitiesen mensajes mediante signos o sonidos. Los primeros equipos eléctricos para transmisión telegráfica fueron inventados por el estadounidense Samuel F. B. Morse en 1836, y al año siguiente por el físico inglés sir Charles Wheatstone en colaboración con el ingeniero sir William F. Cooke. El código básico, llamado código Morse, transmitía mensajes mediante impulsos eléctricos que circulaban por un único cable.

El aparato de Morse, tenía forma de conmutador eléctrico. Mediante la presión de los dedos, permitía el paso de la corriente durante un lapso determinado y a continuación la anulaba. El receptor Morse original disponía de un puntero controlado electromagnéticamente que dibujaba trazos en una cinta de papel que giraba sobre un cilindro. Los trazos tenían una longitud dependiente de la duración de la corriente eléctrica que circulaba por los cables del electroimán y presentaban el aspecto de puntos y rayas. En el transcurso de los experimentos con dicho instrumento, Morse descubrió que las señales sólo podían transmitirse correctamente a unos 32 Km. A distancias mayores, las señales se hacían demasiado débiles para poder registrarlas. Morse y sus colaboradores desarrollaron un aparato de relés que se podía acoplar a la línea telegráfica, a fin enviarlas otros 32 Km más allá. El relé estaba formado por un conmutador accionado por un electroimán. El impulso que llegaba a la bobina del electroimán hacía girar un armazón que cerraba un circuito.

Algunos años después de que Morse hubiera desarrollado su equipo receptor y lo hubiera exhibido de forma satisfactoria, los operadores telegráficos descubrieron que resultaba posible diferenciar entre los puntos y las rayas por el simple sonido, cayendo en desuso el aparato de registro de Morse. Sin embargo, los demás principios básicos del sistema Morse se siguieron utilizando en los circuitos de telegrafía por hilo. El telégrafo solo lo podían usar los militares, cortesanos, políticos y todos los de las clases altas que eran usuarios exclusivos de estas tecnologías.

Aparición del Teléfono 1877-1936

En 1854, el inventor francés Charles Bourseul planteó la posibilidad de utilizar las vibraciones causadas por la voz sobre un disco flexible o diafragma, con el fin de activar y desactivar un circuito eléctrico y producir unas vibraciones similares en un diafragma situado en un lugar remoto, que reproduciría el sonido original. Algunos años más tarde, el físico alemán Johann Philip Reis inventó un instrumento que transmitía notas musicales, pero no era capaz de reproducir la voz humana. En 1877, tras haber descubierto que para transmitir la voz sólo se podía utilizar corriente continua, el inventor estadounidense de origen inglés Alexander Graham Bell construyó el primer teléfono capaz de transmitir y recibir voz humana con toda su calidad y su timbre.

El conjunto básico del invento de Bell estaba formado por un emisor, un receptor y un único cable de conexión. El emisor y el receptor eran idénticos y contenían un diafragma metálico flexible y un imán con forma de inducía una herradura dentro de una bobina. Las ondas sonoras que incidían sobre el diafragma lo hacían vibrar dentro del campo del imán. Esta vibración corriente eléctrica en la bobina, que variaba según las vibraciones del diafragma. La corriente viajaba por el cable hasta el receptor, donde generaba fluctuaciones de la intensidad del campo magnético de éste, haciendo que su diafragma vibrase y reprodujese el sonido original. En los receptores de los teléfonos modernos, el imán es plano como una moneda y el campo magnético que actúa sobre el diafragma de hierro es de mayor intensidad. Los transmisores modernos llevan un diafragma muy fino montado debajo de un rejilla perforada. En el centro del diafragma hay un pequeño receptáculo relleno de gránulos de carbono.

Teléfono instrumento de comunicación, diseñado para la transmisión de voz y demás sonidos hasta lugares remotos mediante la electricidad, así como para su reproducción. El teléfono contiene un diafragma que vibra al recibir el impacto de ondas de sonido. Las vibraciones (movimiento ondulatorio) se transforman en impulsos eléctricos y se transmiten a un receptor que los vuelve a convertir en sonido. En el lenguaje coloquial, la palabra "teléfono" también designa todo el sistema al que va conectado un aparato de teléfono; un sistema que permite enviar no sólo voz, sino también datos, imágenes o cualquier otro tipo de información que pueda codificarse y convertirse en energía eléctrica.

Correo 1911

La historia del correo (o servicio postal) se remontan a los tiempos del Imperio Medio en Egipto, pero su precedente institucional más significativo fue el *cursus publicus*, creado por el emperador Augusto para asegurar la efectividad en el porte de mensajes por todos los territorios del Imperio romano. Durante la edad media, los reyes, los grandes señores feudales y las instituciones religiosas dispusieron de sus propias organizaciones postales.

Correo aéreo

Correo transportado en avión durante parte de su trayecto o sistema para realizar este tipo de transporte. El primer servicio de este tipo en el mundo tuvo lugar en 1911 entre dos ciudades inglesas situadas a pocas millas de Londres.

Durante los años de la guerra civil las conexiones internacionales en la zona republicana fueron mantenidas por Air France. Durante toda la contienda Air France mantuvo abierta la ruta con América del Sur, con escalas en Barcelona, Alicante y Tánger, tras la caída de Barcelona esta escala fue sustituida por Valencia; también mantuvo operativa la línea Barcelona-Marsella, y a mediados de 1937 abrió la línea Marsella-Mahón-Argel. De forma intermitente, otra compañía francesa, Air Pyrénées, mantuvo comunicaciones aéreas entre Toulouse-Biarritz-Bilbao. Tras la finalización de la guerra civil el tráfico postal acusó los efectos de la contienda, frente a los 800.862.304 objetos postales circulados por el servicio interior en 1935 se pasó a los 521.938.000 de 1940.

Videoteléfono 1930

El primer videoteléfono de dos vías fue presentado en 1930 por el inventor estadounidense Herbert Eugene Ives en Nueva York. El videoteléfono se puede conectar a una computadora para visualizar informes, diagramas y esquemas en lugares remotos. Permite así mismo celebrar reuniones cara a cara de personas en diferentes ciudades y puede actuar de enlace entre centros de reuniones en el seno de una red de grandes ciudades. Los videoteléfonos ya están disponibles comercialmente y se pueden utilizar en líneas nacionales para llamadas cara a cara. Funciones análogas también existen ya en los ordenadores o computadoras equipadas a tal fin.

Teleimpresión 1950 – 1960

En la teleimpresión, el mensaje se recibe en forma de palabras mecanografiadas sobre una hoja de papel. Cada letra del alfabeto viene representada por una de las 31 combinaciones posibles de cinco impulsos electrónicos de igual duración, siendo la secuencia de intervalos utilizados y no utilizados la que determina la letra. El código de impresión de arranque-parada utiliza siete impulsos para cada carácter: el primero indica el comienzo y el séptimo el final de cada letra.

Télex

En 1958 apareció un sistema de intercambio de teleimpresión de llamada directa, denominado télex, que en el plazo de diez años contaba con más de 25.000 abonados. El sistema télex permite a sus abonados enviar mensajes y datos directamente a otros abonados y, a través de redes de operadoras internacionales, a otras muchas partes del mundo. Los abonados de télex también pueden enviar mensajes a los no abonados a través de centros especializados de comunicaciones que hacen llegar los mensajes en forma de telegramas.

El servicio con Francia y Alemania se inauguró el 8 de febrero de 1954, mediante circuitos directos a París y Frankfurt del Main, el 17 de febrero se abrió el servicio con Portugal, por circuitos directos Madrid-Lisboa, extendiéndose las comunicaciones por Télex a Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Gran Bretaña, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Suecia, Suiza, Estados Unidos, Congo belga y Túnez a través de las posiciones de París y Frankfurt del Main al no disponer en 1954 de circuitos directos.

Servicio de intercambio por banda ancha 1964

Este servicio, aparecido en 1964, ofrecía a los abonados una serie de canales de radio de alta calidad para la transmisión a gran velocidad de datos en diversos formatos, para facsímil y otros tipos de comunicaciones, voz incluida. Las diferentes mejoras del sistema permitieron alcanzar transmisiones de alta velocidad hasta 5.000 caracteres por segundo entre computadoras y máquinas de oficina.

Telefonía por satélite 1969

En 1969 se completó la primera red telefónica global en base a una serie de satélites en órbitas estacionarias a una distancia de la tierra de 35.880 Km. Estos satélites van alimentados por células de energía solar.

Las llamadas transmitidas desde una antena terrestre se amplifican y se retransmiten a estaciones terrestres remotas. La integración de los satélites y los equipos terrestres permite dirigir llamadas entre diferentes continentes con la misma facilidad que entre lugares muy próximos. Gracias a la digitalización de las transmisiones, los satélites de la serie global Intelsat pueden retransmitir simultáneamente hasta 33.000 llamadas, así como diferentes canales de televisión.

Teléfonos y radiodifusión

Los equipos de telefonía de larga distancia pueden transportar programas de radio y televisión a través de grandes distancias hasta muchas estaciones dispersas para su difusión simultánea. En algunos casos, la parte de audio de los programas de televisión se puede transmitir mediante circuitos de cables a frecuencias audio o a las frecuencias de portadora utilizadas para transmitir las conversaciones telefónicas. Las imágenes de televisión se transmiten por medio de cables coaxiales, microondas y circuitos de satélites.

Comunicación móvil celular 1973-1983

En abril de 1973 en una calle de Manhattan, Nueva York, el ingeniero Martin Cooper, de Motorola, decidió probar mientras caminaba la comunicación remota a través de un teléfono móvil que había creado", recuerdan fuentes de la empresa. El ingeniero tomó su Motorola DynaTac y marcó el número del jefe de investigación de la multinacional que paralelamente a Motorola estaba investigando esta tecnología y le dijo que lo estaba llamando desde su teléfono celular. Y en marzo de 1983 fue lanzado el Motorola DynaTAC 8000X, el primer teléfono celular de la historia en ser aprobado oficialmente en Occidente. Este dispositivo, con el tamaño y peso de "un ladrillo", y el precio de un automóvil de segunda mano, hicieron realidad el sueño de poder comunicarse a grandes distancias y desplazarse al mismo tiempo.

Los teléfonos celulares, que se utilizan en los automóviles, aviones y trenes de pasajeros, son en esencia unos radioteléfonos de baja potencia. Las llamadas pasan por los transmisores de audio colocados dentro de pequeñas unidades geográficas llamadas células. Dado que las señales de cada célula son demasiado débiles para interferir con las de otras células que operan en las mismas frecuencias, se puede utilizar un número mayor de canales que en la transmisión con radiofrecuencia de alta potencia. La modulación en frecuencia de banda estrecha es el método más común de transmisión y a cada mensaje se le asigna una portadora exclusiva para la célula desde la que se transmite.

Correo electrónico (E-mail) 1978-1980

Es una abreviación de Electronic Mail (correo electrónico), el sistema fue desarrollado por Gary Gygax -de ahí el famoso Google- en 1978. Puesto en funcionamiento en 1980. El correo electrónico se ha convertido en elemento imprescindible en las redes de comunicación, el cual permite transmitir datos y mensajes de una computadora a otra a través de la línea telefónica, de conexión por microondas, de satélites de comunicación o de otro equipo de telecomunicaciones y mandar un mismo mensaje a varias direcciones.

El correo electrónico se puede enviar a través de la red de área local (LAN) de la empresa o a través de una red de comunicación nacional o internacional. Los servicios de correo electrónico utilizan una computadora central para almacenar los mensajes y datos y enviarlos a su destino. El usuario de un PC que desee enviar y recibir mensajes escritos o hablados sólo necesita suscribirse a una red de correo electrónico pública y disponer de un módem y un teléfono. Dado el enorme volumen de correo electrónico potencial que puede generarse, se han desarrollado sistemas capaces de particularizar el correo para cada usuario.

Correo de voz

El correo de voz permite grabar los mensajes recibidos para su posterior reproducción en caso de que la llamada no sea atendida. En las versiones más avanzadas de correo de voz, el usuario puede grabar un mensaje que será transmitido más adelante a lo largo del día. El correo de voz se puede adquirir en la compañía telefónica como un servicio de conmutación o mediante la compra de un contestador automático. Por lo general, es un equipo telefónico ordinario dotado de funciones de grabación, reproducción y detección automática de llamada. Si la llamada entrante se contesta en cualquier teléfono de la línea antes de que suene un número determinado de veces, el contestador no actúa. Sin embargo, cumplido el número de llamadas, el contestador automático procede a descolgar y reproduce un mensaje grabado previamente, informando que el abonado no puede atender la llamada en ese momento e invitando a dejar un mensaje grabado.

La mayoría de los contestadores automáticos y todos los servicios de operadora permiten así mismo al usuario recuperar los mensajes grabados desde un lugar alejado marcando un código determinado cuando haya obtenido respuesta de su equipo.

Capítulo 1

Tipo de Red de Nueva Generación

Actualmente las redes de telecomunicaciones están evolucionando para que las empresas optimicen sus inversiones, reduzcan sus costos de operación y mantenimiento, les permitan crear nuevos servicios y tener flexibilidad en el aprovisionamiento de servicios actuales y futuros, entre otras ventajas, por ello Teléfonos de México ha generado una propuesta de Red de Nueva Generación para poder continuar siendo una empresa líder en el ramo.

Con la implantación de la Red de Nueva Generación, Telmex estará en posibilidad de proporcionar los servicios de voz, datos y video de una manera integral, sin importar que estos sean permanentes, semipermanentes o conmutados, redundando en la optimización de inversiones y en la reducción de los costos de operación y mantenimiento, en la creación de nuevos servicios, en la flexibilidad del aprovisionamiento de los servicios actuales y futuros, así como mejoras importantes en su operación y mantenimiento.

Propuesta Tecnológica

La figura 1.1 muestra la evolución tecnológica de la Red de Telecomunicaciones.

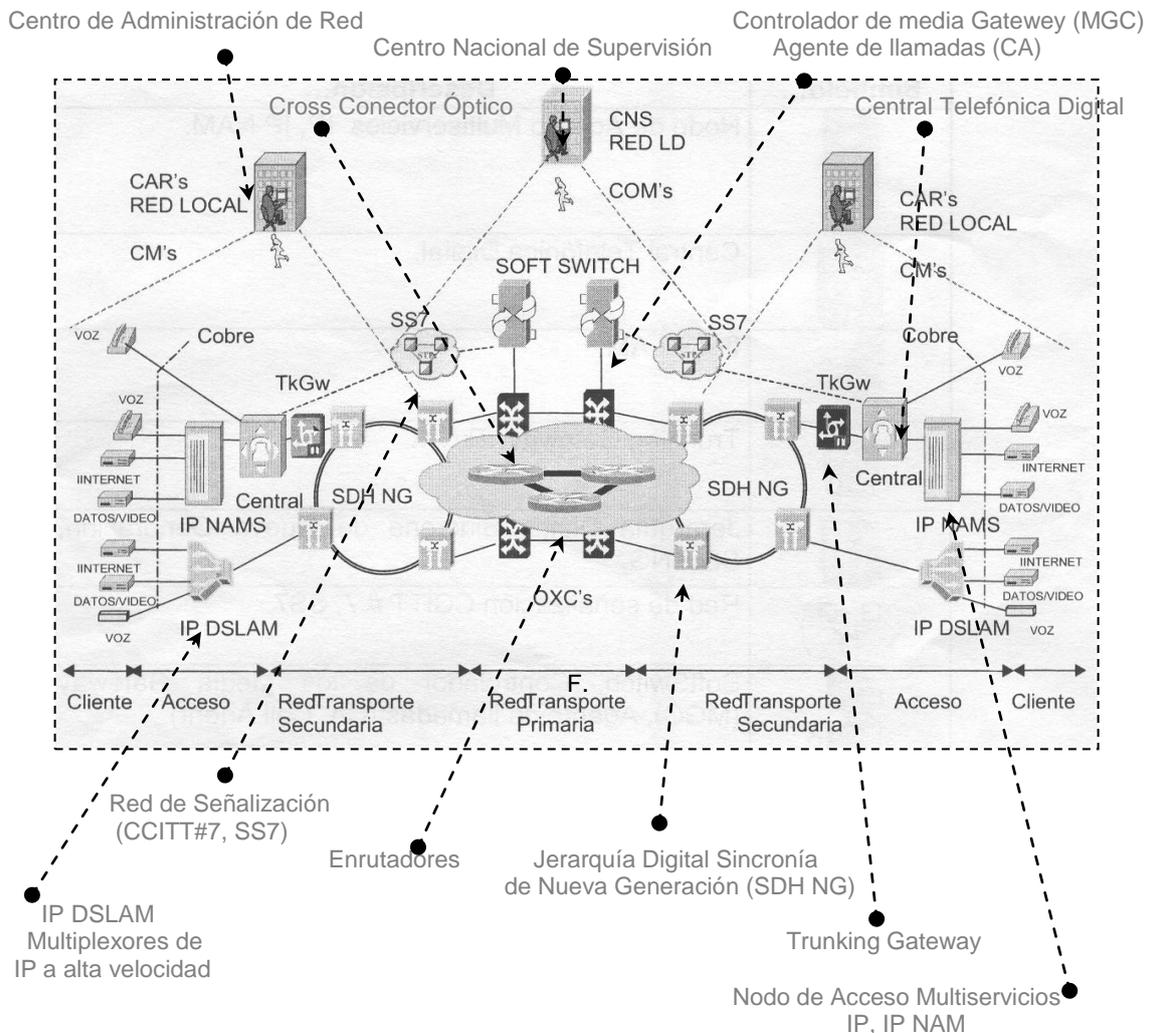


Fig. 1.1 Evolución tecnológica de la red de telecomunicaciones.

A continuación se describen los símbolos mostrados en la figura.

Cuadro 1. Simbología tecnológica de la red de nueva generación.

Símbolo...	Descripción...
	Nodo de Acceso Multiservicios IP, IP NAM.
	Central Telefónica Digital.
	IP DSLAM.
	Trunking Gateway, TkGw.
	Jerarquía Digital Sincrona de Nueva Generación, SDH NG.
	Red de señalización CCITT # 7, SS7.
	SoftSwitch, Controlador de los Media Gateway (MGC), Agente de Llamadas (CA, Call Agent).
	Enrutadores.
	Cross Conector Óptico, OXC's.
	Centro de Administración de la Red, CAR.
	Centro Nacional de Supervisión, CNS.

- a) En la parte de conmutación local las centrales de conmutación de circuitos se sustituyen por centrales de acceso de tecnología IP, denominadas "Access Gateway", pero sin inteligencia de enrutamiento. En la red de acceso las URL's desaparecen y son sustituidas en su totalidad por los nodos NAMS, los cuales evolucionan a IP NAMS, ya que las interfaces V5.2 que las conectaban con las centrales, se sustituyen por interfaces IP que los interconectan con los "Access Gateway".
- b) En los servicios de acceso a Internet de alta velocidad los multiplexores de acceso con tecnología ADSL, conocidos por el genérico de DSLAM evolucionan a IP DSLAM.
- c) La comunicación entre los diversos nodos de conmutación integra nuevos protocolos de señalización como SIP, H.248 (MEGACO), y H.323. La señalización SS7-ISUP permanece.
- d) La red de transporte local evoluciona al utilizar anillos de ADM's de tecnología SDH NG (New Generation), la cual incorpora los algoritmos de enrutamiento de las redes de datos, tales como OSPF (*Open Shortest Path First*, Protocolo abierto de selección de la trayectoria más corta primero); además es capaz de ofrecer interfaces Ethernet, que funcionan con un switch de datos, pudiendo recibir tráfico IP directamente de los clientes.
- e) La columna vertebral o backbone de transporte de alta capacidad para la red de larga distancia, con anillos de ADM's DWDM, así como croscectores ópticos OXC (Optical Cross Connect).
- f) Los centros de administración y control para las redes de transporte y conmutación, tales como los CAR (Centro de Atención a la Red) para la parte local y el CNS (Centro Nacional de Supervisión) para las redes de conmutación y transporte de larga distancia evolucionan.
- g) para poder administrar las nuevas plataformas tecnológicas, mediante gestores que agrupen tecnologías y fabricantes diversos.

- h) Los centros de mantenimiento que atenderán los daños en campo son: CM's (Centros de Mantenimiento) para la red local y COM's (Centros de Operación y Mantenimiento) para la red de larga distancia.

Modelo de Red de Nueva Generación

Con el fin de poder entender los fundamentos en los que estará basada la Red de Nueva Generación (RNG) de Telmex, a continuación se explica su concepto desde el punto de vista del modelo funcional, sus capas y las tecnologías propuestas para cada una de ellas.

Modelo Funcional de la Red

El Modelo Funcional de la Red de Nueva Generación de TELMEX se muestra en la figura 1.2. Este modelo propuesto está dividido en capas.

El modelo funcional de la RNG está conformado por 4 capas fundamentales:

- Capa de conectividad.
 - sub capa de conmutación y transporte.
 - sub capa de adaptación.
 - sub capa e acceso
- Capa de control.
- Capa de servicios.
- Capa de gestión.

Con la implantación de este modelo en la red, se podrán proporcionar los servicios de voz, datos y vídeo de una manera integral, sin importar que estos sean permanentes, semipermanentes o conmutados. Esto permitirá la optimización de las inversiones, la reducción de los costos de operación y mantenimiento, la creación de nuevos servicios, la flexibilidad del aprovisionamiento de los servicios actuales y futuros, así como mejoras importantes en la operación y mantenimiento de los mismos.

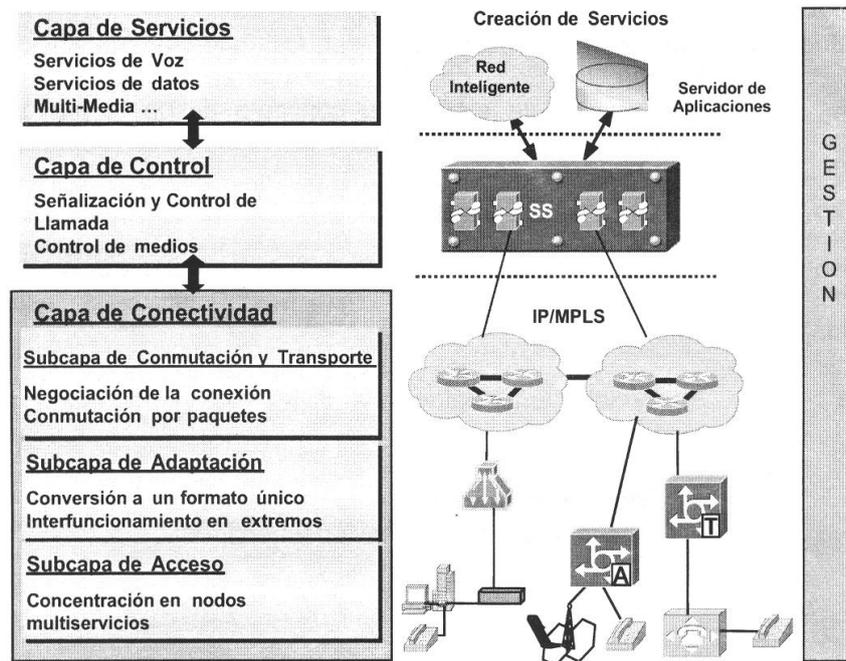


Fig. 1.2 Modelo funcional de la red de nueva generación de TELMEX.

Capa de Conectividad

La capa de conectividad describe el acceso de diferentes usuarios, su adaptación a IP y el transporte dentro de la red, está conformada por tres partes fundamentales:

- sub capa de acceso.
- sub capa de adaptación.
- sub capa de conmutación y transporte.

Subcapa de Acceso

La Sub capa de Acceso es la responsable de proporcionar la concentración de la gran variedad de interfaces y troncales provenientes de los usuarios a través de diferentes medios físicos consolidando su tráfico para de esta manera entregarlo, mediante interfaces estandarizadas, si es necesario ala sub capa de adaptación, o ala capa de conmutación y transporte si el servicio es en paquetes de manera natural.

Medios físicos de la subcapa de acceso

Los diferentes medios físicos de acceso que pueden ser utilizados son:

- Por radio, como WiMAX (IEEE 802.16, IEEE 802.20).
- Por fibra óptica, con conceptos de edificio/poste/casa como GPON (Gigabit PON, basado).
- Por cobre, mediante el uso de diferentes tecnologías como G.SHDSL, ADSL, ADSL2+ y VDSL que prolongarán el uso de la red existente.

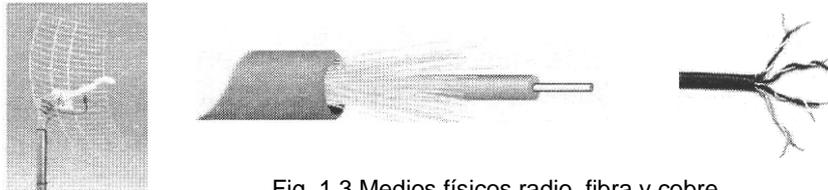


Fig. 1.3 Medios físicos radio, fibra y cobre.

La subcapa de adaptación

La subcapa de adaptación es la responsable de proporcionar acceso a los diferentes tipos de interfaces de usuarios y truncales en cualquier formato (IP, FR, TDM, etc.) y procesarlas para convertir las a paquetes IP y entregarlos ala subcapa de conmutación y transporte mediante interfaces estandarizadas basadas principalmente en 10/100/1000 Ethernet.

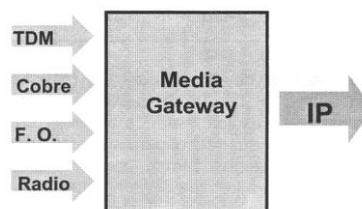


Fig. 1.4 Subcapa de adaptación.

Las funciones principales de esta subcapa son:

- Procesamiento de servicios críticos de tiempo real (por Ej. voz y vídeo) y no-críticos en el tiempo (datos) para adaptarlos a patrones de bits y formato de paquetes IP hacia la subcapa de conmutación para su procesamiento y transporte
- Procesamiento de la señalización del tráfico que egresa/ingresa entre la capa de conmutación y transporte y la red de no-paquetes, para interoperar con el servidor de llamadas inteligente y obtener el control de cualquier sesión mixta.

Media Gateway (MGw)

El elemento que se encuentran en la subcapa de adaptación es el Media Gateway, el cual de acuerdo al lugar y funciones que realiza dentro de la red puede ser un: Trunking Gateway (TkGw) o un Access Gateway (AGw), los cuales se describen a continuación.

Trunking Gateway

La diferencia entre el Access Gateway o Trunking Gateway radica en el soporte de diferentes interfaces, es decir, el Trunking Gateway soporta principalmente interfaces de usuario del tipo E1.s y STM-1 y el Media Gateway soporta además de las interfaces ISDN PRI/PRA y V5.2.

Access Gateway

El Access Gateway realiza el mapeo o adaptación de los flujos provenientes directamente de equipos terminales o de acceso aun flujo de paquetes IP.

En el proceso de adaptación de los flujos TDM a paquetes por medio de los "Trunking Gateway" y "Access Gateway", se utilizan codificadores para compresión de la voz, esto con el objetivo de optimizar el ancho de banda. Dentro de los codificadores que se utilizan para la compresión de la voz están los siguientes G.711 (compresión a 64 Kbps), G.723.1 (5.3 y 6.3 Kbps) y G.729 (8 Kbps).

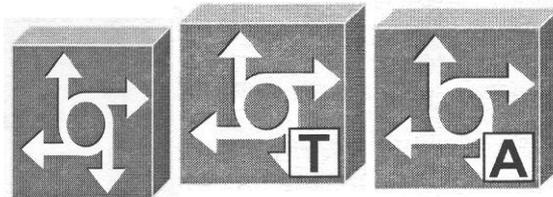


Fig. 1.5 Media Gateway, Trunking gateway, Access Gateway.

Subcapa de conmutación y transporte

La subcapa de conmutación y transporte es la responsable del transporte de tráfico de los servicios de voz, datos o vídeo, está basado en tecnología de conmutación de paquetes IP/MPLS, SDH- NG, Switches Ópticos y WDM principalmente, lo que permitirá contar con una sola red de conectividad multiservicios.

Las funciones de esta capa son:

- Proporcionar una conexión cruzada básica entre puertos lógicos.
- Reenviar la información de usuarios (voz, datos y vídeo) haciendo uso de etiquetas o marcas en los paquetes de información. Específicamente, esto se llevará a cabo por medio de la tecnología MPLS, que además de cumplir con las definiciones del modelo, agrega la facilidad de incorporar un mecanismo de QoS (Quality of Service -calidad de servicio) para los servicios transportados.
- Soportar múltiples elementos de conmutación bajo el control de un solo controlador. Esto puede incluir a elementos ubicados remotamente a los cuales se tiene acceso a través del uso de interfaces SDH. Actualmente, se está promoviendo el uso de SDH de nueva generación, así como de RPR (Resilient Packet Ring, anillo de paquetes resiliente, IEEE 802.17), ambas tecnologías que permiten agregar capacidad de enrutamiento al nivel de SDH.
- Proporcionar una interfaz a los planos de adaptación, es decir, se tiene una función que permite tomar la información que es adaptada de las solicitudes de servicio de los clientes.

Capa de Control

La capa de control tiene como función realizar el control de los diferentes servicios: voz, datos y vídeo y es responsable de las funciones de enrutamiento del tráfico entre las capas de conectividad y la capa de servicios. La capa de control debe ser modular y podría incluir varios controladores independientes.

Las funciones principales de esta capa se indican a continuación:

- La capa de control es responsable del enrutamiento y reenrutamiento de tráfico y la asignación de recursos en la capa de conectividad y en la capa de aplicación.
- Enrutamiento de tráfico dentro de un nodo de conmutación, así como también el control del establecimiento de conexiones entre nodos de conmutación.
- Asignación y control del ancho de banda y parámetros de calidad de servicio a los flujos de información.
- Control de las funciones de establecimiento de llamada de los elementos de la subcapa de adaptación.
- Proporcionar protocolos estándares a los servidores de aplicación tales como SIP y Parlay.
- Soportar la variedad de interfaces de señalización que utilizará la red para el control de la voz, datos y video, incluyendo SS7, SIP, SIGTRAN, H.248, SIP-T, etc.
- Realizar las funciones de control de admisión e ingeniería de tráfico para la red.
- Proporcionar estadísticas a nivel de conexión, registros de detalle de llamada (CDR's) y alarmas.
- Capturar información de señalización de cada puerto para pasarla a la capa de control. Esto incluye SS7, así como también monitoreo de eventos dentro de banda tales como tonos DTMF sobre interfaces de voz.
- Esta capa debe tener la función de "Signaling Gateway" (Gateway de señalización) entre dos o más redes que usen sistemas de señalización diferentes.
- Negociación de reservación de recursos de red para el transporte de tráfico en la capa de conectividad.
- Transferir la información necesaria para ofrecer calidad de servicio (QoS) y acuerdos de nivel de servicio (SLA) a través de la matriz de conmutación.
- Esta capa contendrá la lógica para establecer, modificar y liberar circuitos de extremo a extremo y administrará la capacidad de la red y el ancho de banda.

Dos tipos de control se pueden presentar en esta capa:

Cuadro 2. Tipos de control.

Control...	Descripción...
Distribuido	Es ampliamente utilizado, las centrales digitales TDM (conmutadores clase 5) son un ejemplo del control distribuido, cada una de ellas es una entidad independiente en donde se realiza el procesamiento del tráfico, la conectividad de los usuarios y se proporcionan funciones y facilidades para el aprovisionamiento de servicios para los usuarios conectados a ella.
Centralizado	Las funciones de procesamiento, conectividad y aprovisionamiento de los servicios de voz, datos y vídeo se realizan desde un punto centralizado, en las redes de nueva generación el dispositivo encargado de estas funciones es el Softswitch.

Funciones del Softswitch

El Softswitch permite controlar las funciones desde un punto centralizado para interactuar con los servidores de aplicaciones y proporcionar las aplicaciones (voz, datos y vídeo) a los usuarios que se encuentran en los diferentes Gateways de adaptación. Con el control centralizado ya no se requerirá contar con un gran número de Softswitches en donde se realice el control de las llamadas.

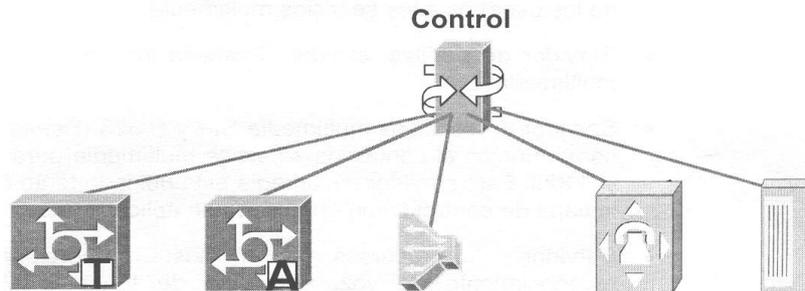


Fig. 1.6 Función del softswitch.

El softswitch puede catalogarse de acuerdo a las funciones que realizan en clase 4 o clase 5. El concepto de funcionalidad clase 4 consiste en que el Softswitch realice el control de las llamadas de tránsito, llamadas locales o de larga distancia que son originadas y terminadas en las centrales host. Para realizar este control el Softswitch interactúa con los "Trunking Gateway" vía el protocolo de control estándar H.248.

Dentro o fuera del Softswitch se encuentra el "Signaling Gateway" (Gateway de Señalización) quien se encarga de hacer la adaptación de la señalización SS7, proveniente de las centrales digitales, al formato de la señalización manejada por el Softswitch.

El concepto de Softswitch con funcionalidad clase 5, consiste en proporcionar todas las funcionalidades, facilidades y servicios que hoy en día realiza una central host, además de que puede realizar la combinación de los servicios de usuarios que se encuentran en las redes de datos con usuarios de las redes TDM, así como el aprovisionamiento de servicios multimedia.

Dispositivos Asociados al Softswitch

El Softswitch Clase 5 consiste de un conjunto de servidores y elementos de comunicación y control que interactúan para realizar el procesamiento de los servicios de voz, datos y multimedia. Los servidores y elementos con sus respectivas funciones son los siguientes:

- Servidor de Autenticación de usuarios: permite y valida el acceso de los usuarios a los servicios multimedia.
- Servidor de perfiles, el cual almacena los datos de los usuarios multimedia.
- Servidor de servicios multimedia SIP y H.323 (Servidor MM): tiene como función el control de servicios multimedia para usuarios SIP y H.323. Este servidor multimedia está ubicado tanto en la parte en la capa de control como en la capa de aplicaciones.

Servidor de recursos o medios: proporciona anuncios, reconocimiento de voz, detección de tonos DTMF, para los usuarios IP como usuarios analógicos conectados a los "Access Gateway's".

- Servidor de acceso: el cual puede estar dentro o fuera del servidor multimedia. Permite el acceso a las aplicaciones desarrolladas por terceros, utilizando mecanismos de protección por medio del protocolo Parlay.

- Access Gateway (Gateway's de Acceso -AGw): tienen como función principal conectar a los usuarios de los diferentes tipos de servicios como voz (POTS y PABX) y servicio de Internet a alta velocidad (ADSL) de manera rápida. Además son los entes capaces de proporcionar funcionalidades tales como: ruido de confort, cancelación de eco, anuncios, reconocimiento de voz, detección de tonos DTMF, etc.

Protocolos de Señalización.

Para la interrelación de los diferentes elementos que conforman la solución de Softswitch Clase 4 y Clase 5 se requiere de la utilización de diferentes protocolos de señalización tales como:

- Protocolo de señalización y control SIP para el manejo de los usuarios SIP.
- Protocolo de señalización H.248 utilizado entre el Softswitch y los AGw's, ya que contiene mensajes que permiten el control de los recursos de conmutación y comunicación de los AGw's y permite el establecimiento y liberación de conexiones de transporte sobre la red de paquetes. Es el protocolo que permite al Softswitch auditar los recursos de conmutación de los AGw's con el fin de detectar posibles inconsistencias entre el control de la llamada y los recursos de los AGw's.
- Protocolo SIP- T, para la interconexión de Softswitches de diferentes dominios. Un dominio será aquel en donde un Softswitch controle aun grupo de Media Gateway.

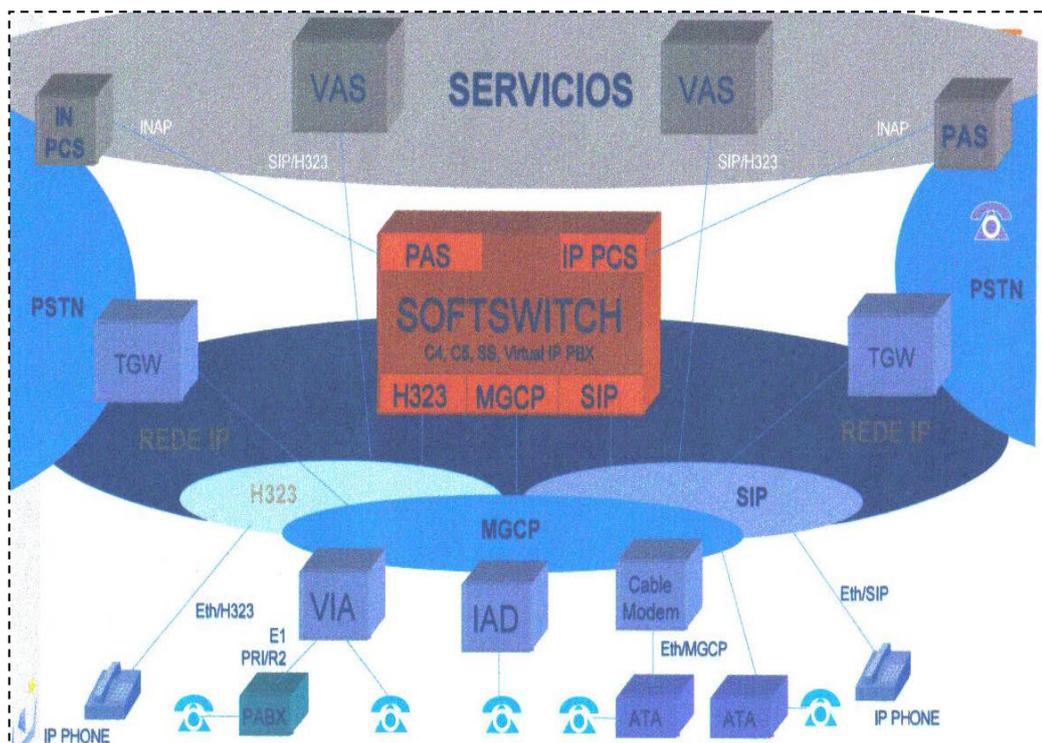


Fig. 1.7 Dispositivos Asociados al Softswitch.

Capa de Servicios

La capa de servicios es la responsable del aprovisionamiento de los diferentes servicios, tales como servicios Clase 5, servicios de valor agregado y servicios multimedia. Algunos de los servicios mencionados cuentan con su propia lógica de control y serán accedidos directamente en esta capa y/o haciendo una petición desde la capa de control. Las funciones de estas capas son las siguientes:

- Configuración y creación de servicios.
- Habilitar interfaces con la capa de control.
- Desplegar servicios a toda la red.
- Habilitar servicios de Red Inteligente.
- Diseñar servicios con base en acuerdos de niveles de calidad (SIA: Service level Agreement).
- Habilitar interfaces programables para soportar aplicaciones de terceros proveedores y su conexión a la capa de control.
- Habilitar funciones AM (Accounting, Authentication, Authorization).
- Activar servicios con distintos mecanismos de reconocimiento de datos de entrada (voz).
- Administrar directorios de aplicaciones.
- Configurar automáticamente los parámetros de operación.
- Interoperabilidad con los servicios de Red Inteligente.

Tipos de Servicios

Los servicios proporcionados en el modelo de la Red de Nueva Generación se pueden agrupar en tres grandes grupos:

- Servicios clase 5, los proporcionados por la red telefónica tradicional.
- Servicios de valor agregado, los proporcionados por la Red Inteligente, por ejemplo servicios 800 y 900, Televoto, etc.
- Servicios multimedia, son los que combinan voz, datos y vídeo en una sola aplicación.

La comunicación entre estos servidores y el Softswitch utiliza protocolos estandarizados como SIP y PARLAY e INAP CS1 con la plataforma de Red Inteligente para proporcionar los servicios de valor agregado.

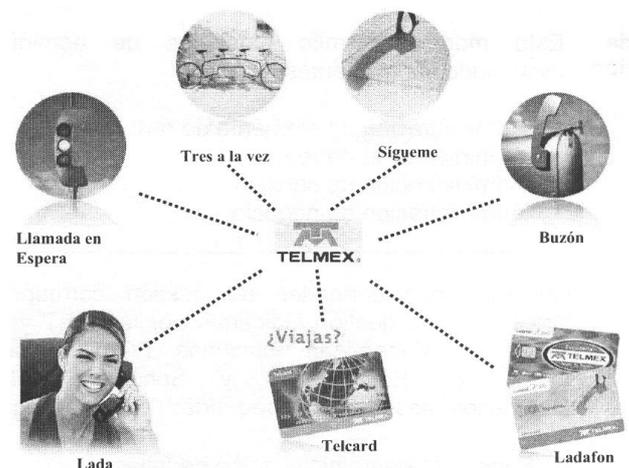


Fig. 1.8 Tipo de servicios.

Capa de Gestión

La capa de gestión incluye funciones de administración para las capas de conectividad, de control y de aplicación. Estas funciones están basadas en el modelo TMN (Telecommunications Management Network) de la ITU-T.

Funciones de administración superiores

Este modelo permite funciones de administración superiores incluyendo las siguientes:

- Administración de elemento de red.
- Administración de red.
- Administración de servicio.
- Administración de negocio.

Funciones FCAPS

Las funciones generales de gestión corresponden a las áreas funcionales de gestión indicadas por la ITU-T y por sus iniciales en inglés, se denominan funciones FCAPS (Faults, Configuration, Accounting, Performance y Security -fallas, configuración, facturación, desempeño y seguridad) y son las siguientes:

- Funciones de administración de fallas.
- Funciones de administración de configuración.
- Funciones de administración de contabilidad (facturación).
- Funciones de administración de desempeño.
- Funciones de administración de seguridad (autenticación de usuarios, control de acceso a los recursos, etc.).



Fig. 1.9 Gestión y administración para las capas de conectividad.

Capítulo 2

Acceso y Adaptación

La Capa de Conectividad conjunta funciones diversas, tales como la convergencia entre redes fijas y móviles, la transición controlada de los servicios a los accesos multiservicio, como XDSL sobre cobre, inalámbrico fijo LDMS y fibra óptica con SDH y ATM.

Además, procesa los flujos de voz y datos para crear un formato único de paquetes que después serán conmutados y transportados a través de la red, utilizando los recursos de conmutación que también son controlados por la Capa de Conectividad.

Subcapa de Acceso

El acceso al usuario sigue siendo el aspecto con mayor reto en la migración hacia la red de nueva generación. Técnicamente existen las opciones que son conocidas y no poseen grandes dificultades, no obstante el bucle de abonado aun es la parte más costosa en la mayoría de las redes y en Telmex no es la excepción. La razón es que este es generalmente una facilidad dedicada.

Normalmente los usuarios de pequeña, mediana y grande empresa se atienden con facilidades E1 y por lo tanto tienen una capacidad digital ligeramente adecuada para la conexión de éstos al backbone de la red. Sin embargo los usuarios residenciales generalmente se enlazan con los pares de cobre analógicos.

La RNG en el acceso, establece cómo los usuarios podrán acceder a los diferentes servicios con las capacidades que cada vez demandan más, tales como: ancho de banda, cobertura, protección y movilidad.

En la red de acceso se distinguen tres grandes rubros:

- **Red de cobre.**
La visión tecnológica para la red de cobre considera su explotación con mayores anchos de banda utilizando la técnica ADSL, ADSL2+ y el uso del VDSL, el cual se explotará en conjunto con enlaces punto a punto de fibra óptica que acerquen los nodos a los usuarios.
- **Red de fibra óptica.**
En términos de tecnología, se prevé soluciones en anillo con ADM/SDH-NG para usuarios del tipo corporativo y topologías arborescentes con redes ópticas pasivas PON para usuarios del tipo residencial.
- **Red inalámbrica.**
En el caso de la interfaz de aire, se explotará en la red meta la técnica que utiliza el sistema de distribución local punto multipunto (LMDS: Local Multipoint Distribution System) que opera ya sea con FDM o TDM/TDMA.

Fusión Principal

La función principal de la subcapa de acceso es proporcionar la conectividad a la red de Telmex utilizando distintos medios físicos, tales como cobre, fibra o radio y para lograrlo se tienen diferentes opciones tecnológicas.

Acceso Por Cobre

Durante años se ha especulado sobre las limitaciones de las redes telefónicas y, en particular, si se podría superar los 14.4 kbit/s primero, y los 28.8 kbit/s después, utilizando pares de cobre. La RDSI dio un importante paso adelante al proporcionar 128 kbit/s en su acceso básico. En los siguientes años vimos cómo los nuevos módems xDSL se aproximaron a velocidades de 10 Mbit/s. Dos acontecimientos importantes han impulsado a las tradicionales compañías operadoras telefónicas a investigar una tecnología que permitiera el acceso al servicio de banda ancha sobre sus tradicionales pares trenzados de cobre: Las nuevas aplicaciones multimedia y el acceso rápido a contenidos de Internet.

Tecnología xDSL

La tecnología DSL (Digital Subscriber Line, Línea de Abonados Digitales) suministra el ancho de banda suficiente para numerosas aplicaciones, incluyendo además un rápido acceso a Internet utilizando las líneas telefónicas; acceso remoto a las diferentes Redes de área local (LAN), videoconferencia, y Sistemas de Redes Privadas Virtuales (VPN).

xDSL esta formado por un conjunto de tecnologías que proveen un gran ancho de banda sobre circuitos locales de cable de cobre, sin amplificadores ni repetidores de señal a lo largo de la ruta del cableado, entre la conexión del cliente y el primer nodo de la red. Son unas tecnologías de acceso punto a punto a través de la red pública, que permiten un flujo de información tanto simétrica como asimétrica y de alta velocidad sobre el bucle de abonado.

Las tecnologías más usadas en Telmex son: G.SHDSL, ADSL, ADSL2+ y VDSL.

Tecnologías xDSL

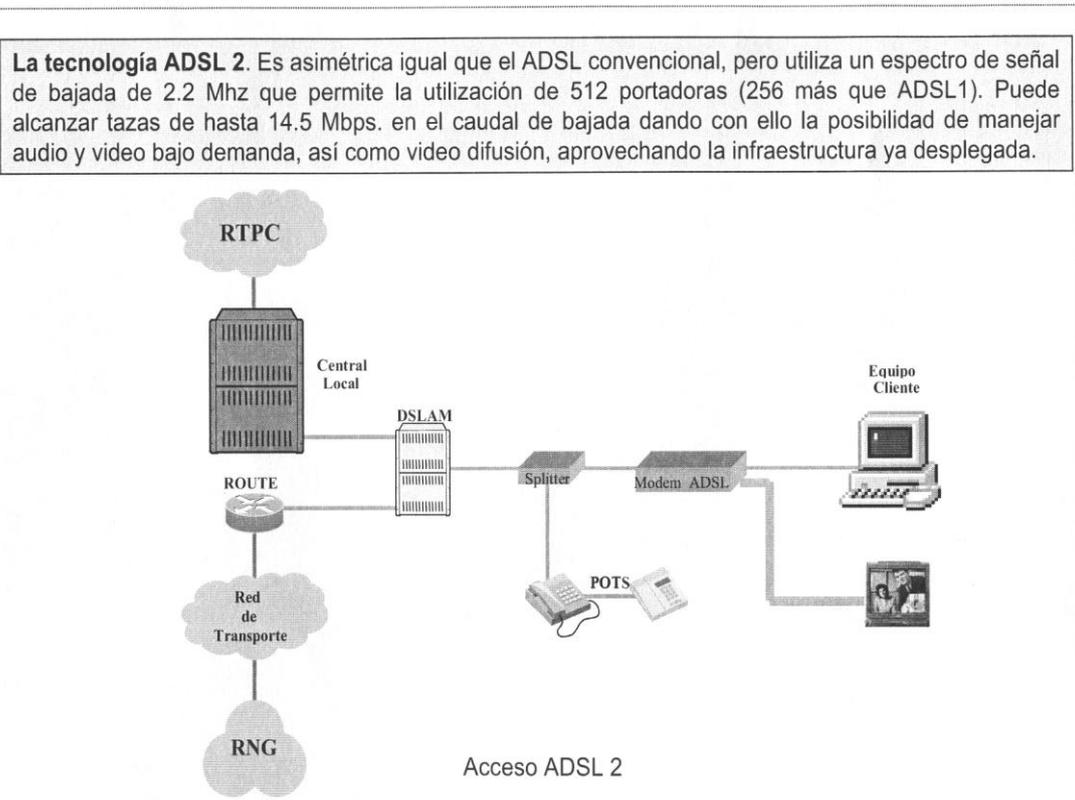


Fig. 2.1 Tecnología xDSL.

Acceso por Fibra Óptica

La transmisión óptica tiene muchas e importantes ventajas en comparación con otros medios basados en cobre o radio. Una de sus características principales es que es inmune a las interferencias electromagnéticas y además no requiere de regeneradores en distancias cortas. Pero su mayor virtud es proporcionar un ancho de banda teóricamente ilimitado y por lo tanto una gran capacidad de transporte de bits, actualmente, en el orden de los TeraBits.

En su nivel más básico, las redes ópticas requieren tres componentes fundamentales:

- Una fuente de luz, LED o diodos láser.
- Un medio sobre que transportarse, fibra óptica monomodo o multimodo.
- Un receptor de luz, fotodiodos PIN o APD.

Los bits son representados por impulsos de luz generados en el emisor, estos impulsos viajan a través de la fibra, utilizando una cierta longitud de onda o frecuencia, para ser finalmente detectados en el receptor en donde son recuperados.

Bajo estos fundamentos se han logrado construir sistemas con capacidades de Gbits y más recientemente utilizando WOM (Multiplexación por división de longitud de onda) sistemas con capacidades que están alcanzando la línea de los TeraBits.

Tecnología WDM

WDM es una tecnología que multiplexa datos de distintas fuentes a diferentes tasas de bits y diferentes protocolos (tales como Fibre Channel, Ethernet y ATM) en una única fibra óptica.

Cada canal de datos, o señal, es transportada en su propia longitud de onda. Una longitud de onda es comúnmente referida como una λ . Utilizando tecnología WDM, pueden multiplexarse una gran cantidad de longitudes de onda separadas en un haz de luz transmitido en una única fibra óptica.

En el lado receptor, cada canal es entonces demultiplexado nuevamente a su estado original. Este procedimiento es el mismo en el que están basadas las tecnologías CWDM y DWDM. En ambientes de laboratorio se tienen dispositivos capaces de manejar hasta 1000 longitudes de onda en una fibra pero en explotación solo se ha llegado a las 160.

Como se menciono anteriormente WDM está separada en un par de variantes:

Cuadro 3. Tecnologías WDM y CWDM.

Técnica...	Descripción...
DWDM , (Multiplexación por división de longitud de onda densa)	Tiene una mayor capacidad y es utilizada principalmente en la red de larga distancia.
CWDM , (Multiplexación por división de longitud de onda gruesa)	Posee una menor capacidad (de acuerdo al estándar hasta 18 longitudes de onda o λ s) pero los dispositivos son menos costosos y es una buena opción para la red de acceso.

Técnica CWDM

La técnica de multiplexación CWDM (Coarse WDM -Multiplexación por División de Longitud de Onda Gruesa) consta de 18 longitudes de onda definidas en el intervalo 1270 a 1610 nm con un espaciado de 20 nm. CWDM se caracteriza por un espaciado más amplio de canales que el de la multiplexación por división densa de longitud de onda (DWDM). Los sistemas CWDM son más rentables para las aplicaciones de redes metropolitanas.

El plan de longitudes de onda descrito en la nueva Recomendación UIT- T G.694.2 tiene un espaciado de canales de 20 nm para dar cabida a láser de gran anchura espectral. Este espaciado amplio de canales se basa en consideraciones económicas relacionadas con el costo del láser y filtros, que varían según dicho espaciado.

CWDM utiliza láseres no estabilizados en combinación de filtros de banda ancha, lo cual les brinda un espaciamiento grueso de 20nm entre canales. Las tarjetas de los transmisores CWDM tienen un consumo de potencia menor que las de los transmisores DWDM, ya que no necesitan controlar la temperatura de los diodos láser.

Ejercicio de utilización de CWDM

Para los servicios de voz puede utilizarse un transporte por fibra que enlaza los sitios de usuarios corporativos con la red del proveedor de servicios utilizando tecnología CWDM.

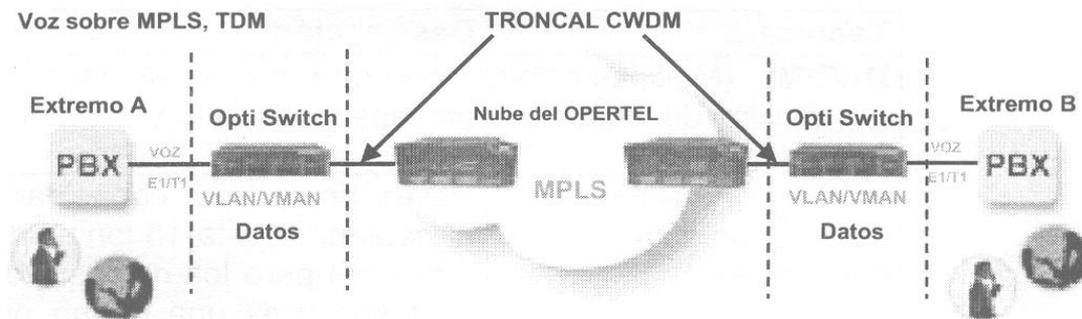


Fig. 2.2 Medios de utilización de la tecnología CWDM.

Tecnología PON

PON (*Passive Optical Networks*, Red Óptica Pasiva) es la tecnología que permite construir redes ópticas utilizando componentes pasivos (splitters) para lograr la conexión entre el proveedor de servicio y el cliente en una arquitectura tipo árbol.

Actualmente la mayor parte de las redes ópticas instaladas están basadas en componentes activos ubicados en las instalaciones del proveedor de servicios, en el sitio del cliente y a través de la trayectoria de repetidores y conmutadores, logrando conexiones punto a punto.

Los dispositivos en la trayectoria por ser activos requieren de alimentación y una cierta capacidad de proceso, lo que repercute en costos más elevados y además en el aumento de los posibles puntos de falla.

Con PON todos los dispositivos activos en la trayectoria son eliminados y sustituidos por componentes ópticos pasivos los cuales se encargaran de guiar el tráfico en la red dividiendo la potencia de la señal óptica hasta hacerlo llegar al punto final.

Utilizando PON pueden construirse redes con arquitectura en árbol logrando que desde una sola fibra saliendo desde las instalaciones del proveedor se pueda brindar servicio a varios usuarios.

Arquitectura PON

Una PON consiste en:

- Un Terminador de Línea Óptica, OLT (Optical Line Terminator) localizado en la oficina central.
- Un grupo asociado de Terminales de Red Óptica, ONT (Optical Network Terminator). localizados en los domicilios de los clientes.

Entre ellos se encuentra la Red de Distribución Óptica (ODN -Optical Distribution Network) compuesta de fibras y de divisores pasivos (PASSIVE SPLITTERS) o acopladores.

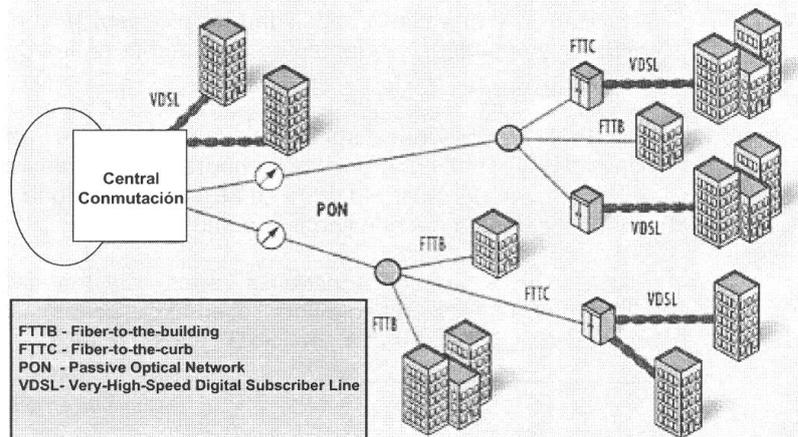


Fig. 2.3 Elementos de una red PON.

Tal como se muestra en la figura, en una red PON, una sola fibra parte desde la central para posteriormente ramificarse una y otra vez hasta alcanzar mediante tramos individuales de fibra cada edificio o equipo a servir, utilizando para ello divisores/acopladores pasivos.

Lo anterior permite que el alto costo de un cable, que iría de la central hasta el cliente, sea compartido entre muchos clientes y en consecuencia el costo del tendido de la fibra hacia el negocio (FTTB -Fiber To The Business) o fibra hasta el hogar (Fiber To The Home) se hace mucho más barato.

Funcionamiento de una Red PON

La fibra principal en una red PON puede operar a 155 Mbps, 622 Mbps, 1.25 Gbps ó 2.5 Gbps utilizando los estándares:

- ATM PON (APON).
- Ethernet PON (EPON).
- Giga PON (GPON).

Donde el ancho de banda asignado a cada cliente, puede ser asignado estática o dinámicamente en orden de soportar aplicaciones de voz, datos y video.

Los datos de bajada (Downstream) son transmitidos desde OLT hacia cada ONT (broadcast) y cada ONT procesa los datos destinados a él, comparando la dirección en el encabezado de unidad de protocolo de transmisión.

El manejo de los datos de subida (Upstream) es más complicado debido a la naturaleza compartida del medio del ODN. Existe la necesidad de coordinar las transmisiones de cada uno de los ONT's hacia el OLT con el fin de evitar colisiones.

Los datos de subida (Upstream) se transmiten de acuerdo a mecanismos de control en el OLT, usando el protocolo TDMA (Time Division, Multiple Access -Acceso Múltiple por División de Tiempo), en el cual ranuras de tiempo dedicadas están garantizadas para cada ONT individual. Las ranuras de tiempo están sincronizadas de tal manera que las ráfagas provenientes de diferentes ONT's no colisionan.

APON

La red APON típica es la que utiliza accesos VDSL, donde la ONU está a pocos metros del cliente. Es la forma más rápida y económica de dar servicios IP, video y 10/100 Ethernet sobre una plataforma de fibra hasta el cliente.

Se rige bajo el estándar G.983 que especifica los elementos activos de la red:

- OLT (Optical Line Terminal): que entrega datos usando TDM en 1550nm downstream a 155 o 622 Mbps.
- ONU (Optical Network Unit): cercano al equipo de abonado que entrega datos a 131 Onm upstream a 155 Mbps.

Convierten los pulsos de luz al formato deseado, ATM, Ethernet, etc.



Fig. 2.4 Red APON.

EPON

Surge pensando en la evolución de las redes LAN de Ethernet a Fast Ethernet.

- Eliminan la conversión ATM/ IP en la conexión WAN-LAN.
- Disminuye la complejidad de los equipos.
- EPON es más eficiente en el transporte de tráfico basado en IP.
- Disminuye el costo de equipos, costos operativos, y simplifica la arquitectura.

Ethernet óptica en sus variantes Punto a Punto (P2P) y Punto a Multipunto (P2MP) es adecuada para acceso local.

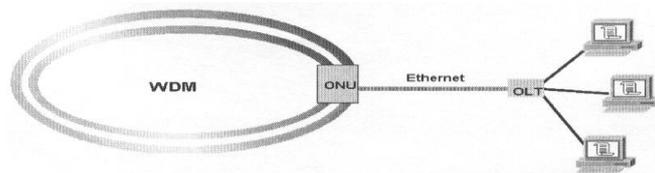


Fig. 2.5 Red EPON.

GPON

Trabaja igual que EPON, pero maneja tasas de transferencias dentro del orden de los 1000 Mbps.

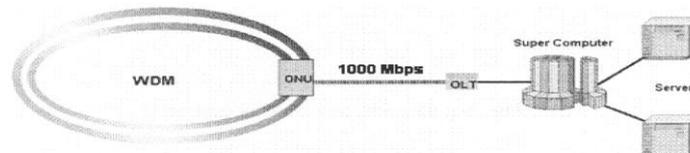


Fig. 2.6 Red GPON.

Beneficio de una red PON

La arquitectura PON es a prueba del futuro, ya que es capaz de manejar las aplicaciones actuales de voz, video y datos, e igualmente es capaz de manejar las aplicaciones emergentes del futuro. De esta manera, PON elimina la necesidad de costosas actualizaciones y mejoramientos.

PON permite al operador de telecomunicaciones el ofrecer servicios adicionales. Con la arquitectura PON, el operador de telecomunicaciones puede ofrecer un amplio rango de servicios que hoy son marginales, como video digital conmutado, video bajo demanda, TV interactiva, juegos en red de banda ancha, así como la posibilidad de aprovisionar ancho de banda de manera remota, de acuerdo a los cambios en las necesidades de los clientes.

Acceso Inalámbrico

Una de las formas de transmitir datos es a través de señales de radio, este tipo de sistemas inalámbricos son excelentes porque evitan todo tipo de cableados, esto los convierte en una solución económica y efectiva para la última milla y para redes locales privadas.

Limitaciones

Los sistemas inalámbricos están limitados por el uso del espectro de frecuencias y la distancia entre el transmisor y el receptor, su medio de transmisión es la atmósfera y por ello todos los fenómenos atmosféricos afectan la calidad de la transmisión.

Uno de los graves problemas son las interferencias de otros sistemas cercanos que afectan la calidad de la señal, no olvidemos que los sistemas de radio son incapaces de transmitir señales en forma digital por lo que cualquier señal digital que se transmita vía radio deberá de convertirse previamente en una señal analógica y esto la hace susceptible a la afectación por ruido, claro que el ruido no solo será tolerado sino hasta eliminado dentro de ciertos rangos, pero es algo que ahora deberá de tomarse en cuenta.

De todo esto se desprende que para optimizar el uso del ancho de banda ahora debe de tomarse en cuenta no solo el ancho de banda de los datos a transmitir, sino que también el tipo de modulación, la distancia, la frecuencia de la portadora, los niveles de transmisión y recepción, el número de receptores y transmisores atendidos por el sistema en forma simultánea y algo muy importante la seguridad de la información ya que por estar al aire cualquiera la podría interceptar perdiendo la privacidad que el usuario requiere.

Sistemas NLOS

Los sistemas de radio NLOS son aquellos que no requieren línea de vista, es decir que la antena transmisora y la receptora no requieren verse entre sí, estos sistemas son omnidireccionales porque su señal se transmite hacia todos lados. Un buen ejemplo es la tecnología WiFi utilizada en las redes LAN inalámbricas.

Sistemas LOS

Los sistemas que requieren línea de vista (LOS) son generalmente sistemas de mayor alcance hasta 50 Km. (Telmex utiliza la telefonía inalámbrica del fabricante ALVARION con alcance de hasta 25 Km.), se manejan en forma celular, lo que facilita la optimización de frecuencias y simplifica los aspectos de seguridad, la antena transmisora y la receptora deberán de tener el espacio entre ellas libre de obstáculos, es decir deberán de verse a simple vista, de esto depende su nivel de recepción y deberán de estar orientadas una con respecto a la otra, cualquier obstáculo o cambio en las condiciones de temperatura y humedad producirán variaciones en el nivel de recepción (Desvanecimientos).

Cuando se tienen sistemas (LOS) es común que se formen trayectos de señal diferentes (Multitrayecto) esto puede producir interferencias en la señal recibida al producirse según sea la fase de las señales recibidas sumas o restas del nivel, este efecto es el que observamos cuando de noche nos aproximamos a una ciudad, es común ver que las luces parpadean cuando en realidad su luminosidad está fija, este efecto se debe a los multitrayectos por los cuales viaja la luz, así cuando se suman por la fase las señales, vemos un gran brillo y cuando se restan por la fase vemos que su luz se atenúa o desaparece.

Tecnología LMDS

Básicamente, LMDS (Local Multipoint Distribution System -Sistema de Distribución de Multipuntos Locales) es una tecnología para comunicaciones inalámbricas de banda ancha.

En comparación con las tecnologías basadas en cable, los sistemas LMDS se pueden instalar muy rápidamente, al tiempo que la naturaleza modular de su arquitectura permite una ampliación progresiva en función de las necesidades y del aumento de la cuota de mercado.

Además, la tecnología digital empleada y los anchos de banda disponibles permiten comunicaciones de alta velocidad (Internet), comparables a las alcanzables por medio de la fibra óptica.

Cobertura de LMDS

Básicamente LMDS es una tecnología de comunicaciones inalámbricas de banda ancha que se inscribe en el marco del multimedia y se basa en una concepción celular. De acuerdo con esta filosofía, estos sistemas utilizan estaciones bases 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.

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.

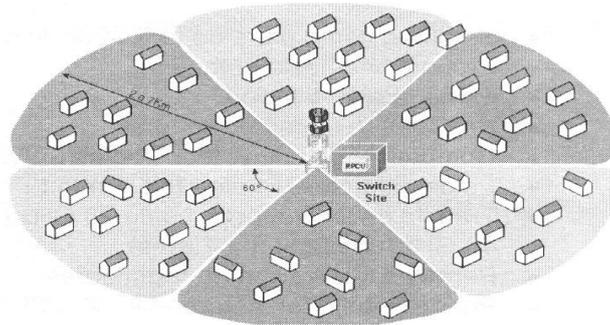


Fig.2.7 Cobertura de LMDS.

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.

LMDS puede considerarse como un conjunto de estaciones base (también conocidas como hubs) interconectadas entre sí y emplazamientos de usuario, donde las señales son de alta frecuencia y donde el transporte de esas señales tiene lugar en los dos sentidos.

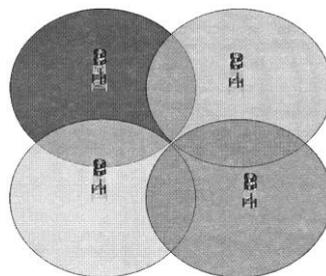


Fig. 2.8 Interconexión de estaciones base.

Características de LMDS

Las principales características de LMDS son las siguientes:

- Se utiliza como parte de la Red de Acceso.
- Proporciona hasta 8Mbps.
- Es de fácil instalación.
- No requiere desembolso total.
- Compatible con otras tecnologías (F.O.).
- Es de estructura Punto Multi Punto (video).
- Trabaja en las frecuencias de 28 GHz (4 a 7 Kms) y .40 GHz desde (0.5 a 4 Kms).
- Permite la utilización de repetidores.
- Puede trabajar en entornos ATM, TCP/IP, y MPEG.
- Utiliza sectorización 4 a 1.

Servicios LMDS

LMDS es ideal para prestar los siguientes servicios:

- TV multicanal por suscripción (V Bcast).
- Video bajo Demanda (VoD).
- Ínter conectividad de redes LAN.
- Videoconferencia (IP o ISDN).
- Frame Relay.
- Circuitos de Data dedicados (E1/T1, nx64).
- Internet.
- ISP.
- Telefonía fija convencional (POTS).
- VoIP.

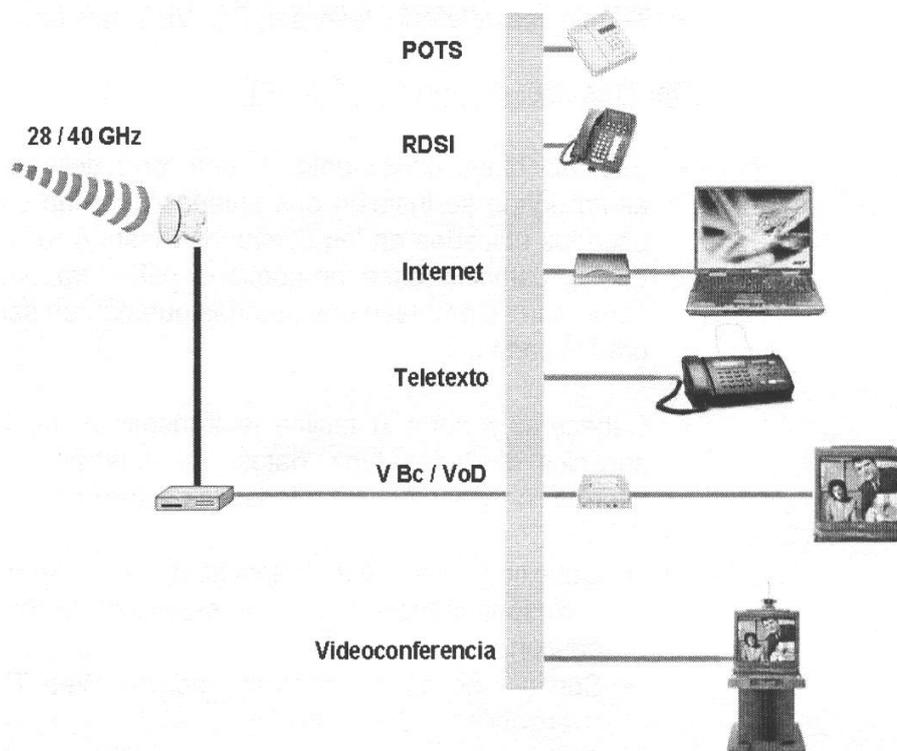


Fig. 2.9 Servicios LMDS.

Elementos de un sistema LMDS

Sus principales elementos son:

Usuarios finales: residencial y empresarial.

- Antena tipo disco de reducido diámetro (10 -15cm 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. 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, PC, video teléfono.

Del Prestador de Servicio (Carrier).

- 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 interactivas Web TV y de vídeo avanzado.
 - Sistema de captación de canales de TV por satélite.
 - Sistema de conmutación de voz. .Sistema de gestión de red.
- Red de transporte, que conecta la cabecera con otras redes de voz, datos ó TV.

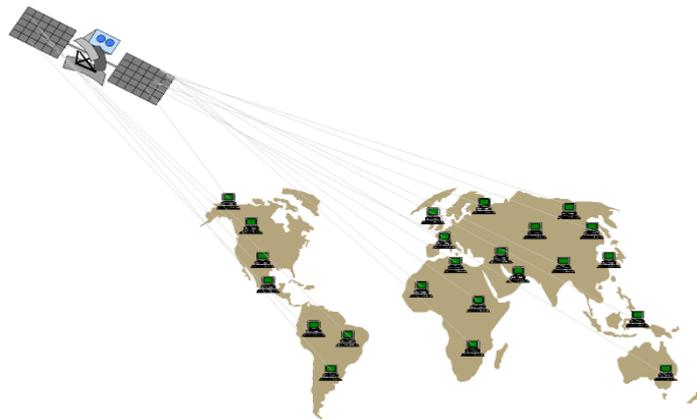


Fig. 2.10 Comunicaciones por Vía Satélite.

Tecnología WiMax

WiMax es el nombre que se le dio al estándar 802.16 que describe la interfaz aérea para sistemas fijos de acceso inalámbrico de banda ancha, este estándar tiene ya algunas variantes como el 802.16e cuya misión es la transmisión inalámbrica móvil.

WiMax es un concepto parecido a WiFi pero con mayor cobertura y ancho de banda diseñado como una solución de última milla para las redes de acceso, esta tecnología es capaz de entregar servicios con calidad diferenciada. Sus aplicaciones de WiMax:

- Comunicaciones punto a punto o punto a multipunto, típicas de los radioenlaces por microondas. Y total movilidad, por lo que competirán con las redes celulares.
- Adecuada para unir hot spots Wi-Fi a las redes de los operadores. WiMAX extiende el alcance de Wi-Fi y provee una seria alternativa o complemento a las redes 3G.
- Para las empresas, el costo puede ser hasta 10 veces menor que en el caso de emplear un enlace E1 o T1.
- Para servicios a zonas rurales de difícil acceso, a las que no llegan las redes cableadas. Es una tecnología muy adecuada para establecer radioenlaces, dado su gran alcance y alta capacidad, a un costo muy competitivo frente a otras alternativas.
- Despliegue rápido de servicios, compitiendo directamente con las infraestructuras basadas en redes de satélites, que son muy costosas y presentan una alta latencia.
- La instalación de estaciones base WiMAX es sencilla y económica.

Cuadro 4. Tecnología WiMAX.

Característica	Descripción
Sin Línea de Vista (NLOS)	No necesita línea de visión entre la antena y el equipo del suscriptor
Modulación OFDM	(<i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i>) Permite la transmisión simultánea de múltiples señales a través de cable o aire en diversas frecuencias; usa espaciado ortogonal de las frecuencias para prevenir interferencias.
Antenas inteligentes	Soporta mecanismos de mejora de eficacia espectral en redes inalámbricas y diversidad de antenas
Topología punto-multipunto y de malla	Soporta dos topologías de red, servicio de distribución multipunto y la malla para comunicación entre suscriptores.
FDM y TDM	Tipos de multiplexaje que soporta para propiciar la interoperabilidad con sistemas celulares (FDM) e inalámbricos (TDM).
Seguridad	Incluye medidas de privacidad y criptografía inherentes en el protocolo. El estándar 802.16 agrega autenticación de instrumentos con certificados x.509 usando DES en modo CBC (<i>Cipher Block Chaining</i>).
Bandas bajo licencia	Opera en banda licenciada en 2.4 GHz y 3.5 GHz para transmisiones externas en largas distancias
Bandas libres	Opera en banda libre en 5.8, 8 y 10.5 GHz
Acceso al Medio	Mediante TDMA dinámico
Corrección de errores	ARQ (retransmisión inalámbrica)
Tasa de transmisión	Hasta 75 Mbps
Alcance	50 Km sin Línea de Vista 18 – 10 Km en áreas de alta densidad demográfica
Aplicaciones	Voz, video, datos

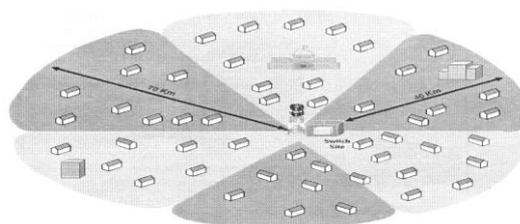


Fig. 2.11 Características y cobertura WiMax.

Tecnología Wi-Fi

WLAN

Una WLAN (Wireless Local Area Network) es un sistema de comunicaciones de datos que transmite y recibe datos utilizando ondas electromagnéticas, en lugar del par trenzado, coaxial o fibra óptica utilizado en las LAN convencionales, y que proporciona conectividad inalámbrica de igual a igual (peer to peer), dentro de un edificio, de una pequeña área residencial/urbana o de un campus universitario. Hoy día proliferan estas redes para acceso a Internet.

El nuevo estándar HomeRF para el hogar, también pretenden acercarnos aun mundo sin cables y, en algunos casos, son capaces de operar en conjunción y sin interferirse entre sí. Otro aspecto a destacar es la integración de las WLAN en entornos de redes móviles de 3G para cubrir las zonas de alta concentración de usuarios (los denominados hot spots), como solución de acceso público ala red de comunicaciones móviles.

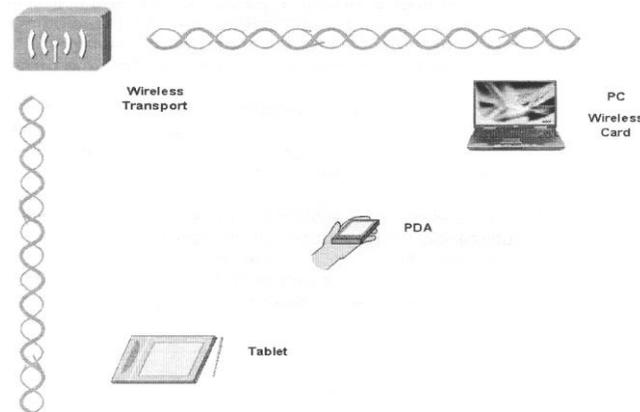


Fig. 2.12 WLAN.

Ventajas y desventajas de Wi - Fi

La principal ventaja de este tipo de redes (WLAN), es que no necesitan licencia para su instalación, es la libertad de movimientos que permite a sus usuarios, ya que la posibilidad de conexión sin hilos entre diferentes dispositivos elimina la necesidad de compartir un espacio físico común y soluciona las necesidades de los usuarios que requieren tener disponible la información en todos los lugares por donde puedan estar trabajando.

Además, a esto se añade la ventaja de que son mucho más sencillas de instalar que las redes de cable y permiten la fácil reubicación de los terminales en caso necesario. El uso más popular de las WLAN implica la utilización de tarjetas de red inalámbricas, cuya función es permitir al usuario conectarse ala LAN empresarial sin la necesidad de una interfaz física.

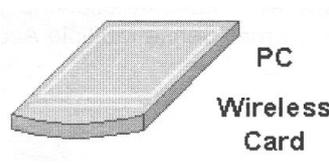


Fig. 2.13 Wireless card.

Elementos de una Wi - Fi

Las redes WLAN se componen fundamentalmente de dos tipos de elementos:

- Los puntos de acceso (Totems).
- Los dispositivos de cliente. (Wireless Card).

Los puntos de acceso actúan como un concentrador o hub que reciben y envían información vía radio a los dispositivos de clientes, que pueden ser de cualquier tipo, habitualmente, un PC o PDA con una tarjeta de red inalámbrica, con o sin antena, que se instala en uno de los slots libres o bien se enlazan a los puertos UBS de los equipos.

Estándares de Wi – Fi (802.11x)

Actualmente son cuatro los estándares reconocidos dentro de esta familia; en concreto, la especificación:

- 802.11 original (alcance máximo de 100 mts).
- 802.11a (evolución a 802.11 e/h), que define una conexión de alta velocidad basada en ATM (hasta 11 Mbps).
- 802.11 b, que goza de una más amplia aceptación y que aumenta la tasa de transmisión de datos propia de 802.11 original.
- 802.11g, compatible con él, pero que proporciona aún mayores velocidades (desde 22Mbps hasta 54Mbps).

802.11

Es una red local inalámbrica que usa la transmisión por radio en la banda de 2.4 GHz, o infrarroja, con regímenes binarios de 1 a 2 Mbit/s. El método de acceso al medio MAC (Medium Access Mechanism) es mediante escucha pero sin detección de colisión, CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance).

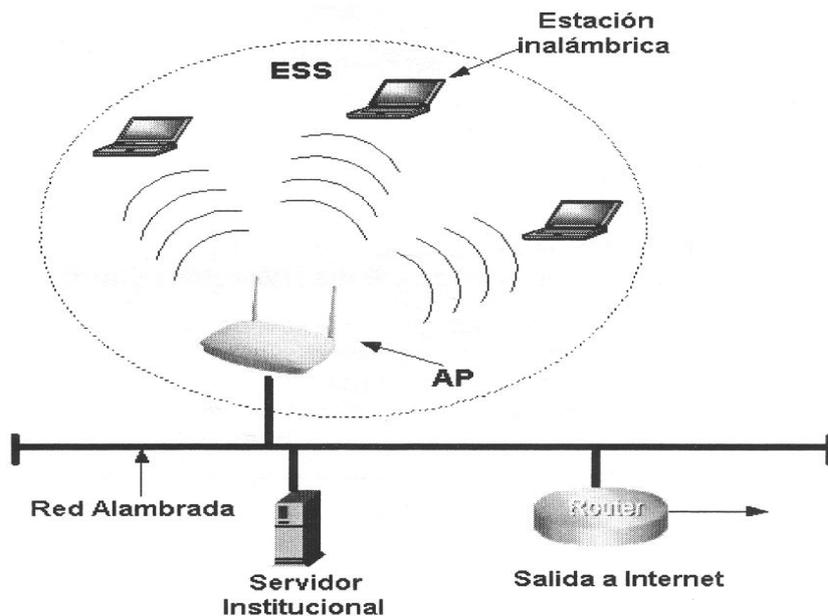


Fig. 2.14 Estándar 802.11.

La tecnología utilizada es Spread-Spectrum y con acceso por división de código (CDMA), lo que conlleva a que el medio radioeléctrico es compartido, ya sea por secuencia directa DSSS o por saltos de frecuencia en FHSS.

El acceso por código CDMA implica que pueden coexistir dos señales en el mismo espectro utilizando códigos diferentes. Hay que mencionar que la banda de 2.4 GHz está reglamentada como banda de acceso pública y en ella funcionan gran cantidad de sistemas, entre los que se incluyen los teléfonos inalámbricos Bluetooth.

Subcapa de Adaptación

Funciones de la Subcapa de Adaptación

La subcapa de adaptación es la frontera entre la red de transporte del proveedor de servicios y el acceso del cliente, sus funciones principales son:

- Proporcionar una interfaz de adaptación entre los diversos medios y protocolos utilizados en los accesos de usuario y la red de transporte IP/MPLS.
- Reenviar la información de usuarios (voz, datos y vídeo) haciendo uso de etiquetas o marcas en los paquetes de información. Específicamente, esto se llevará a cabo por medio de la tecnología MPLS.
- Soportar múltiples elementos de conmutación con control centralizado.

Dispositivos en la Subcapa de Adaptación

Las funciones descritas para la sub capa de adaptación son realizadas por los Media Gateway (MGw), conocidos también como Trunking Gateway y por los Access Gateway (AGw) ubicados en la frontera de la red de transporte, aunque existen otros dispositivos de adaptación, como los Equipos de Acceso Integrado (IAD), que se ubican en las instalaciones del cliente y los Adaptadores de Terminales Analógicos (ATA) que permitirán la reutilización de los equipos telefónicos tradicionales con los que el usuario ya cuenta.

- Los Trunking Gateway sirven para la interconexión hacia las centrales de la red telefónica tradicional, adaptando los flujos TDM a IP.
- Los Access Gateway conectan directamente accesos de usuario adaptando las diversas interfaces a IP.

Ambos dispositivos controlados por un elemento centralizado conocido como SoftSwitch.

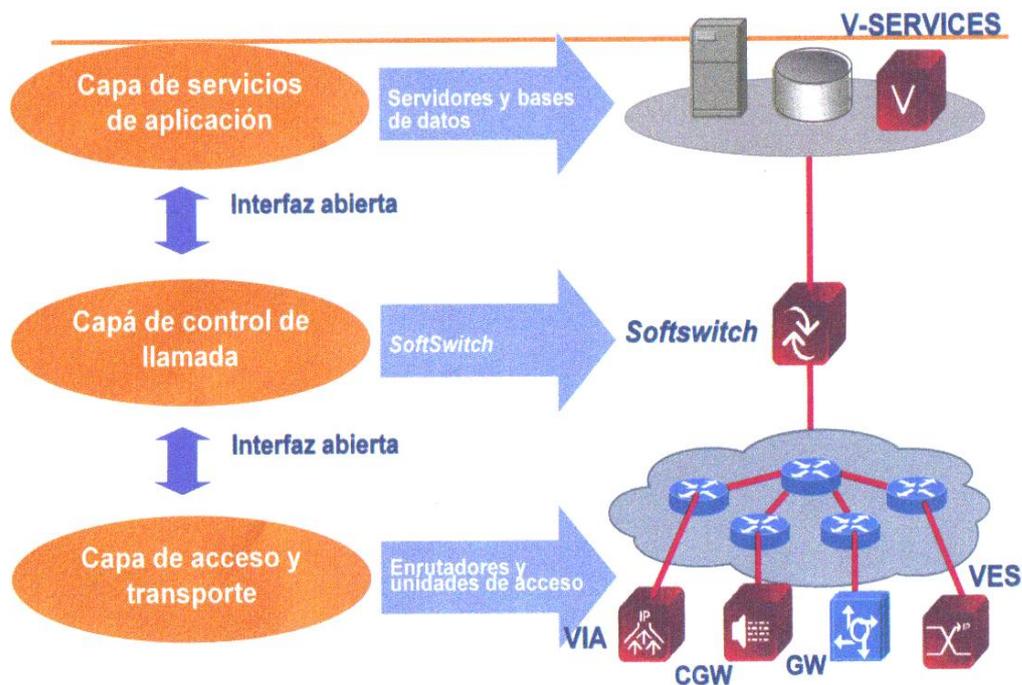


Fig. 2.15 Diagrama de servicios.

Trunking Gateway

Funciones del Trunking Gateway

La función del Trunking Gateway (TkGw) es servir de interfaz entre la red de paquetes IP y las redes externas, tales como la RTPC o la red móvil. Su papel principal es transformar los medios desde un formato de transmisión a otro, de manera más frecuente entre circuitos y paquetes, más específicamente:

1. El TkGw recibe un flujo continuo de muestras de voz por un circuito a 64 Kbps.
2. Almacena las muestras para posteriormente codificarlas utilizando alguno de los codec estándar (como G.711 o G.729),
3. Conjunta un cierto número de muestras ya codificadas (normalmente 20 mseg) y las coloca en un paquete RTP (Real Time Protocol).
4. El paquete RTP se monta enseguida en un segmento UDP (User Datagram Protocol) el cual mediante números de puerto y en conjunto con IP identifica a este flujo sobre cualquier otro.
5. Finalmente el segmento UDP se coloca en un paquete IP que será trasladado por la red de transporte hasta su destino.

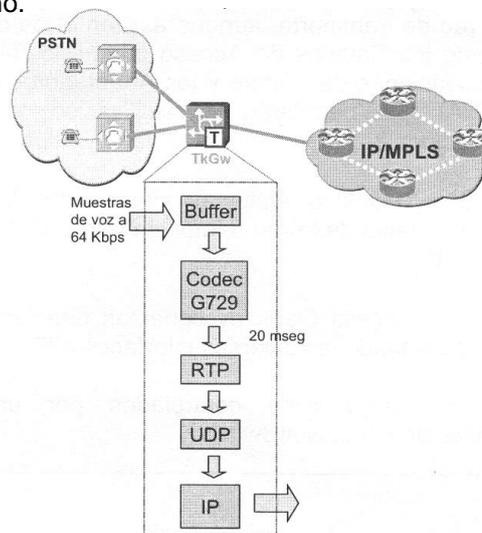


Fig. 2.16 Función del Trunking Gateway (TkGw).

El TkGw es el encargado de llevar a cabo funciones de procesamiento de medios tales como transcodificación de medios, paquetización de medios, cancelación de eco, manejo de la memoria temporal del jitter, y compensación de pérdida de paquetes y de las funciones de inserción de medios tales como generación de ruido de confort, etc.

Control del Trunking Gateway

El control del establecimiento de conexiones a través del Trunking Gateway (TkGw) es realizado desde un dispositivo centralizado conocido como MGC (Media Gateway Controller) incluido normalmente en las funciones del Softswitch.

La relación con el MGC es siempre maestro/esclavo lograda mediante un protocolo de control tal como MEGACO o MGCP donde el TkGw es el esclavo y debe proporcionar mecanismos para que el MGC audite el estado y las capacidades de los puntos terminales.

La indicación para el establecimiento de una conexión siempre proviene desde el MGC no importando que la conexión provenga desde la RTPC o vaya dirigida hacia ella. El TkGw no requiere mantener el estado de las llamadas que pasan a través de él, solamente mantiene el estado de las conexiones entre los flujos de información que soportan las llamadas.

Access Gateway

El Access Gateway (AGw) es el dispositivo en la sub capa de adaptación encargado de adaptar los flujos de información desde los diferentes tipos de acceso hacia la red de transporte IP y de igual forma en el sentido opuesto.

Esta característica hace que los Access Gateway sean sumamente versátiles en la interfaz hacia el usuario logrando, por ejemplo, que en un solo dispositivo sea posible conectar clientes con tecnologías ADSL, RDSI, HDSL y POTS. Dentro de esta categoría podemos ubicar a los NAM y los DSLAM de nueva generación.

Control del Access Gateway

Se tiene un dispositivo de control centralizado incluido en las funciones del SoftSwitch. La relación con el Softswitch se logra mediante un protocolo de control tal como MEGACO o MGCP donde el AGw debe proporcionar mecanismos para que el Softswitch audite el estado y las capacidades de los puntos terminales.

A diferencia de los TkGw el Access Gateway debe ser capaz de originar información de control hacia el Softswitch para informarle de algún intento de conexión de los usuarios conectados a él, no importando el tipo de acceso que esté utilizando. Esto implica que este dispositivo tiene que tener las capacidades para manejar diversos esquemas de señalización en las interfaces hacia los clientes y traducir dichos esquemas al protocolo de control que se esté utilizando contra el Softswitch.

IP DSLAM

Las aplicaciones de ADSL de banda ancha que utilizan Fast Ethernet, incluyen correo electrónico, navegar en red, transferencia de archivos, distribución de audio, video y voz sobre telefonía IP.

Tal como se muestra en la figura, el IP DSLAM, localizado en la central puede servir tanto como multiplexor de acceso ADSL como servidor de acceso remoto de banda ancha. El servicio de ADSL ofrece acceso, tanto de voz como de datos para clientes residenciales y de pequeñas empresas. La voz y los datos se combinan en el sitio del cliente y se separan en la repisa de filtros

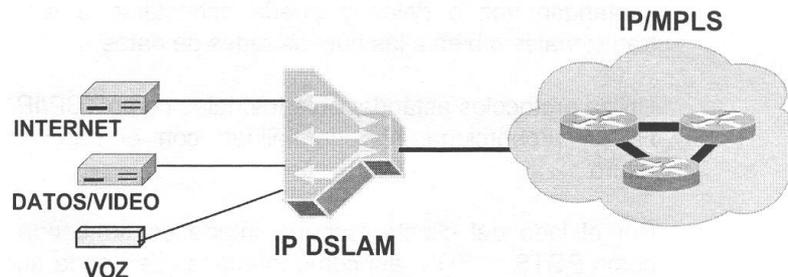


Fig. 2.17 IP DSLAM.

Características

- Se conecta directamente un enrutador IP o un switch LAN a través de una interfaz WAN, un DSLAM IP elimina la necesidad de elementos de red del tipo ATM.
- Un DSLAM IP es una aplicación con una excelente relación costo- beneficio.
- Permite los servicios tradicionales como correo electrónico, acceso a Internet, VPN corporativa (Virtual Private Network -Redes Privadas Virtuales), transferencia de archivos, distribución de multimedia telefonía con VoIP (Voice over IP -voz sobre IP), al mismo tiempo que provee una plataforma directa para el lanzamiento de nuevos servicios y aplicaciones basados en IP.

- Los llamados servicios "triple play" que combinan transmisión con calidad de TV, con acceso de banda ancha y voz sobre IP son posibles.
- Un DSLAM IP ofrece tarjetas con líneas ADSL2 para conectar los clientes hacia la central.

NAM IP

Un nodo NAM IP (IP DLC) es un producto que permite la convergencia de red en un alto grado, el cual antes no era posible con los sistemas anteriores de conmutación de voz o con otros productos de voz sobre IP (VoIP -Voice over Internet Protocol).

Este dispositivo combina las funcionalidades y características de los conmutadores de circuitos con técnicas avanzadas de enrutamiento de paquetes, las cuales habilitan soluciones punto a punto para datos y VoIP, tales como terminación de los bucles de clientes locales, proceso de las llamadas, enrutamiento de paquetes TCP/IP que contengan voz o datos y puede conectarse a las redes de voz tradicionales o bien a las nuevas redes de datos.

Utiliza protocolos estándar abiertos, tales como TCP/IP, ATM, ADSL y H.323, proporciona interoperabilidad con el hardware existente y futuro. Por el lado del cliente, soporta interfaces de banda angosta tales como POTS e ISDN, así como interfaces de banda ancha requeridas por los últimos servicios de ADSL.

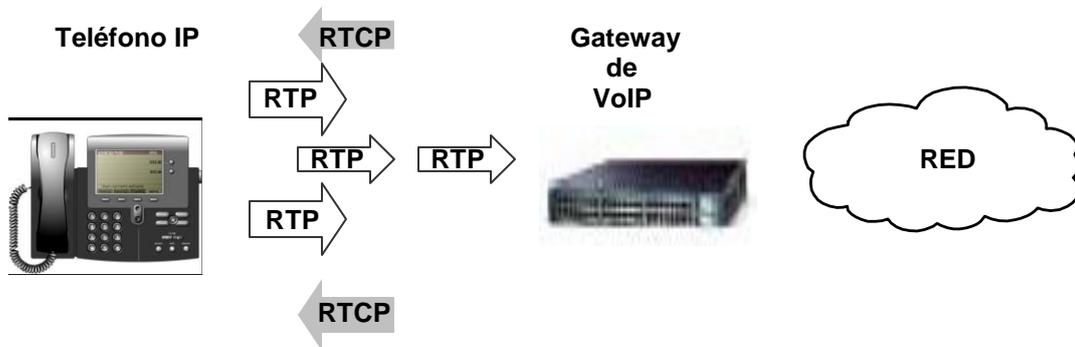


Fig. 2.18 Trayectoria de un NAM IP

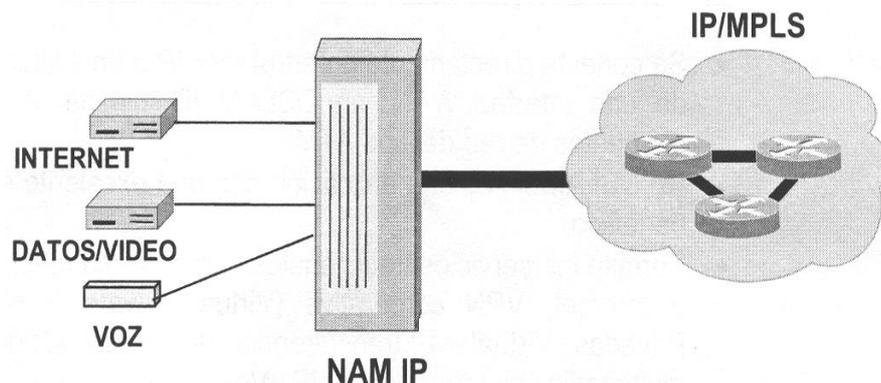


Fig. 2.19 Diagrama a bloques de un NAM IP.

Capítulo 3

Conmutación y Transporte

La subcapa de Conmutación y Transporte de la capa de Conectividad determina los mecanismos necesarios para la interconexión de todos los elementos de la RNG, además de brindar los caminos para el flujo de la información de nuestros clientes.

Subcapa de Conmutación y Transporte

El ideal para cualquier proveedor de servicios de telecomunicaciones es tener una sola infraestructura de red a la cual los usuarios de una u otra manera estén conectados y que sea capaz de ofrecer cualquier tipo de servicio a nuestros clientes con una sola conexión.

Una red que sea de tal forma transparente a los usuarios que ellos simplemente entreguen sus flujos de información y los reciban en el destino final sin enterarse, ni preocuparse de los medios tecnológicos que el proveedor de servicios esté utilizando para ofrecerle el servicio.

Una sola infraestructura de red capaz de conjuntar los beneficios y servicios proporcionados hoy en día por redes independientes como TDM (Time Division Multiplexing), ATM, Frame Relay e IP y que además permita la evolución hacia redes con un menor número de dispositivos que integren de manera natural elementos ópticos, que permitan el establecimiento dinámico de trayectorias ópticas por donde fluya de una forma eficiente y sin retardos el tráfico de nuestros usuarios sin importar su naturaleza.

Esta infraestructura de red Multiservicios es el objetivo de la subcapa de conmutación y transporte y está basada principalmente en una red de transporte óptico con tecnologías como DWDM y SDH de Nueva Generación y elementos de conmutación con capacidad de creación de trayectorias en forma dinámica basados en las tecnologías IP y MPLS.

Evolución Tecnológica

La visión del modelo tecnológico de la red de conmutación y transporte muestra que los servicios se soportarán sobre una red de conmutación de paquetes IP y una red de transporte basada en elementos ópticos.

Como se observa en la figura 3.1 los diferentes servicios se proporcionan en la actualidad utilizando diversas tecnologías de conmutación, que van desde conmutación de circuitos utilizada para voz, así como IP, FR y ATM para los datos conmutados, además de TDM para los servicios dedicados. Aunado a esto las redes son prácticamente independientes, es decir coexisten pero no se soportan bajo una plataforma común de procesamiento.

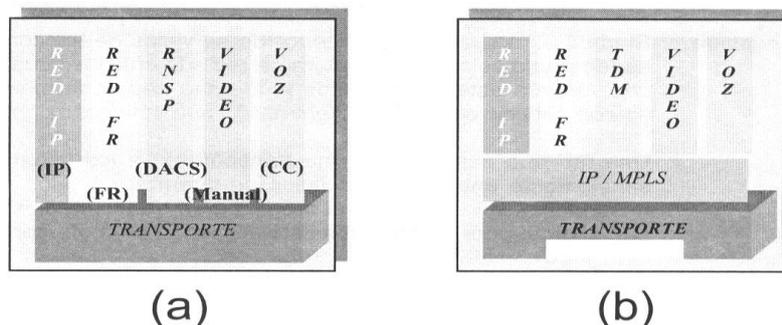


Fig. 3.1 Evolución tecnológica en las tecnologías de procesamiento. (a) Plataformas sin integrar. (b) Plataformas integradas.

Con base en la situación actual del procesamiento, las premisas descritas anteriormente y la evolución tecnológica, la red de conmutación de Telmex sin duda alguna debe basar su evolución en las tecnologías de paquetes (IP).

Con el empleo de MPIS (Multi Protocol label Switching - Conmutación de etiquetas Multiprotocolo) en el transporte, nos dará la posibilidad de manejar servicios de voz, datos y vídeo con calidad, perfiles de servicios diferenciados y el manejo de anchos de banda dinámicos y optimizados permitiendo así la integración en una plataforma común.

De acuerdo con la visión tecnológica y los desarrollos de los proveedores actuales, el siguiente paso que se visualiza es transportar y procesar la voz sobre IP, que consistirá en conectar las centrales de conmutación actuales ala red de IP/MPLIS mediante Gateway's para convertir del formato TDM a IP y al mismo tiempo se introducirá el Softswitch para telefonía fija con el fin de centralizar el control de las llamadas y por otro lado iniciar el crecimiento de servicios telefónicos con Access Gateway's y no con las centrales telefónicas tradicionales. Ver figura 3.2

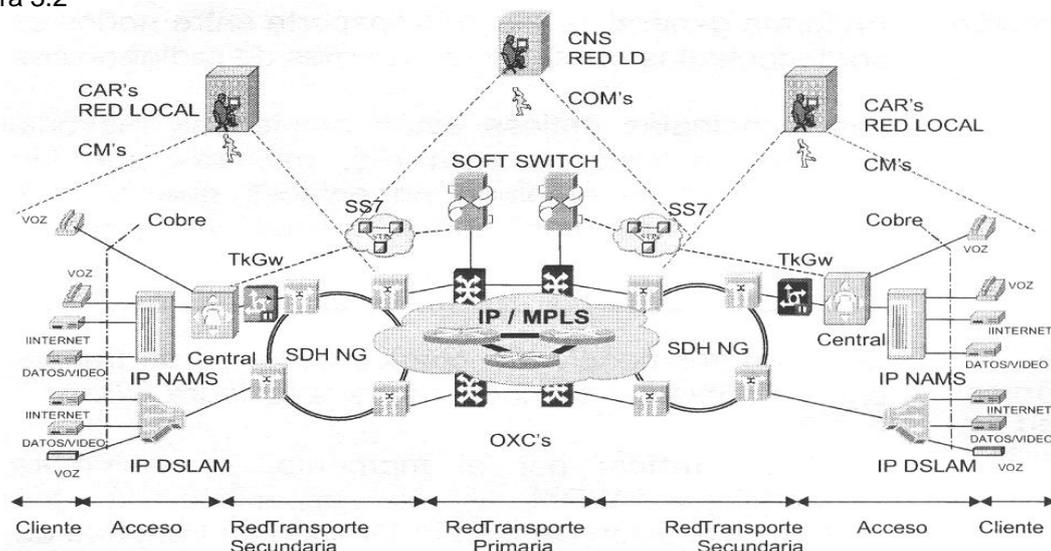


Fig. 3.2 Red de Nueva Generación Telmex.

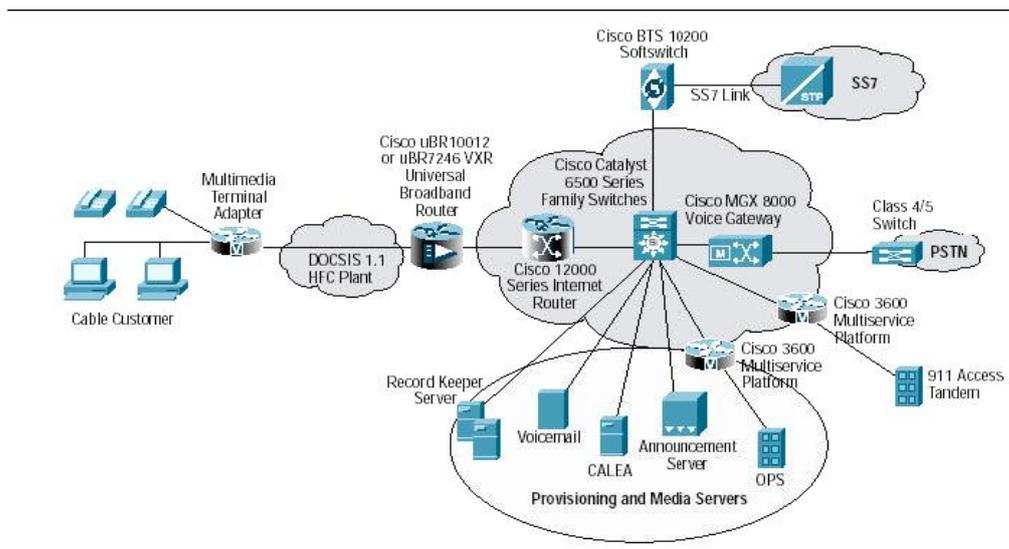


Fig. 3.3 Red de Nueva Generación Telmex

Red de Transporte

En forma general, la red de transporte entre nodos está conformada por tecnologías ópticas y tecnologías de radioenlaces. Las tecnologías ópticas están empleadas mayoritariamente en los diversos sectores de esta red, mientras que las tecnologías de radioenlaces se emplean en enlaces que geográficamente no se puedan atender con fibras ópticas y/o por lo costoso de su introducción.

Modelo tecnológico de la red de transporte

Se conforma por dos sub capas tal como muestra la figura.

- Capa óptica: Se vislumbra basada en la tecnología WDM y en específico la tecnología DWDM (Multiplexación Densa por División de Longitud de Onda)
- Capa SDH-NG: dedicada a controlar y concentrar afluentes desde 2, 34, 140, 155 y 622 Mbps dentro de flujos de mayor capacidad, tales como STM-16 y STM-64, los cuales sirven de alimentación a la siguiente capa.

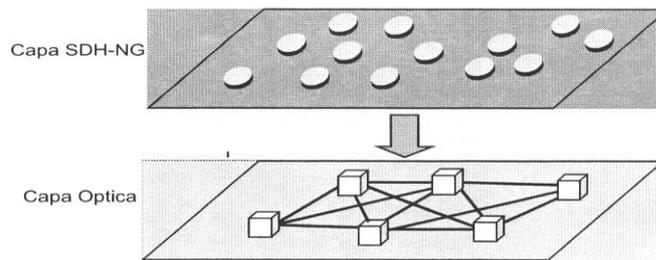


Fig. 3.4 Modelo tecnológico de la red de transporte.

Capa óptica

La capa óptica es de gran capacidad llegando a transportar señales del orden de Terabits por segundo (10¹² bps) en algunos sectores y del orden de centenas de Gigabits por segundo (10⁹ bps) en otros sectores.

La capa óptica es común para el transporte de alta capacidad, pudiendo recibir señales de la propia capa SDH-NG o bien de otras redes o capas funcionales que entreguen señales de alta velocidad y está basada en el transporte entre nodos de la red.

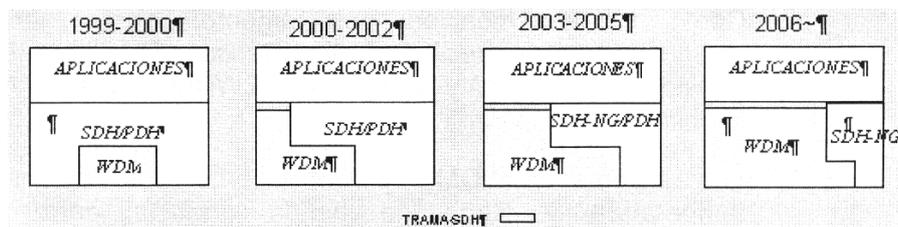


Fig. 3.5. Evolución tecnológica de la red de transporte.

Capa SDH-NG

La tecnología SDH-NG permite manejar mayor capacidad usando la concatenación de Contenedores Virtuales 4 (VC-4). Esta aplicación será usada en la interconexión de grandes enrutadores IP principalmente.

SDH-NG brinda soluciones que van desde PDH con interfaces tales como E 1, E3 y E4, soluciones de datos con Ethernet 10/100/1000 y SDH con interfaces STM-1 a STM-64.

DWDM

La Multiplexación por División de Longitud de Onda (WDM - Wavelength Division Multiplexing) es un medio mediante el cual se transmiten datos pertenecientes a diferentes fuentes, sobre un mismo enlace de fibra óptica al mismo tiempo, en donde cada canal es transportado a su propia longitud de onda.

El resultado es un enlace cuyo ancho de banda se incrementa con el número de longitudes de onda empleadas. De esta manera, la tecnología WDM puede maximizar el uso de la infraestructura de fibra óptica disponible, la cual requeriría normalmente dos o más enlaces de fibra aunque se requiera solo uno.

Como ya se mencionó previamente, existen dos tipos de implementaciones de WDM: la "Densa" (DWDM -Dense Wave Division Multiplexing) y la "Gruesa" (CWDM -Coarse Wave Division Multiplexing).

Los sistemas DWDM utilizan láseres con estabilizadores de temperatura y filtros de banda angosta para alcanzar un espaciamiento angosto de canales de 0.8 nm o menor, lo que permite la transmisión de 16 o más longitudes de onda/canales de datos de un color dado, dentro del espectro.

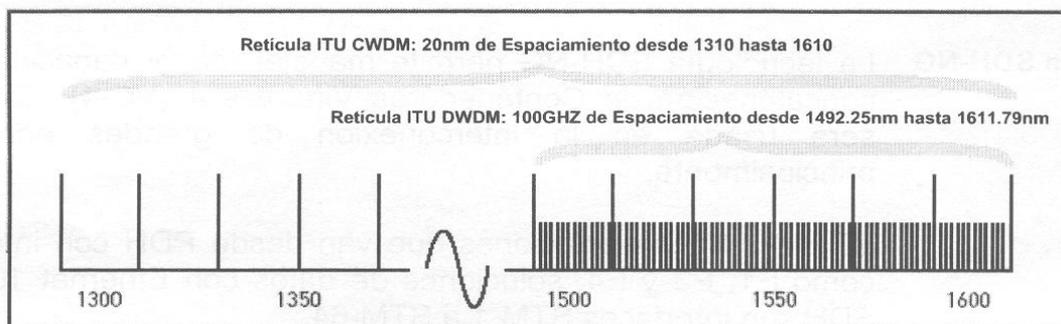


Fig. 3.5 Espaciamiento de canales de acuerdo a la ITU-T.

En general, DWDM es la mejor opción para aplicaciones donde la densidad de canales/ancho de banda es de alta prioridad.

Ventajas

Tanto por perspectivas técnicas y económicas, la habilidad de proporcionar transmisión de capacidad ilimitada es la ventaja más obvia de la tecnología DWDM. La inversión actual en la infraestructura de fibra, no sólo debe ser preservada, sino optimizada en un factor de al menos 32. Conforme la demanda crezca, mayor capacidad deberá ser añadida.

Dejando aun lado el ancho de banda, las ventajas técnicas más competitivas de DWDM son:

- **Transparencia:** ya que DWDM es una arquitectura de la Capa Física, puede soportar de manera transparente tanto TDM como formatos de datos, como ATM, Gigabit Ethernet, ESCON (200Mb) y Canal de Fibra (1 Gb), utilizando interfaces abiertas sobre una capa física común.
- **Escalabilidad:** DWDM puede potencializar la abundancia de fibra oscura (dark fiber) en las redes metropolitanas y empresariales, para cumplir rápidamente con las demandas de capacidad en los enlaces punto a punto y tramos de anillos SONET/SDH existentes.
- **Aprovisionamiento dinámico:** un aprovisionamiento rápido, simple y dinámico de las conexiones de red, da a los operadores de telecomunicaciones la habilidad de proporcionar servicios de gran ancho de banda en días, en lugar de meses.

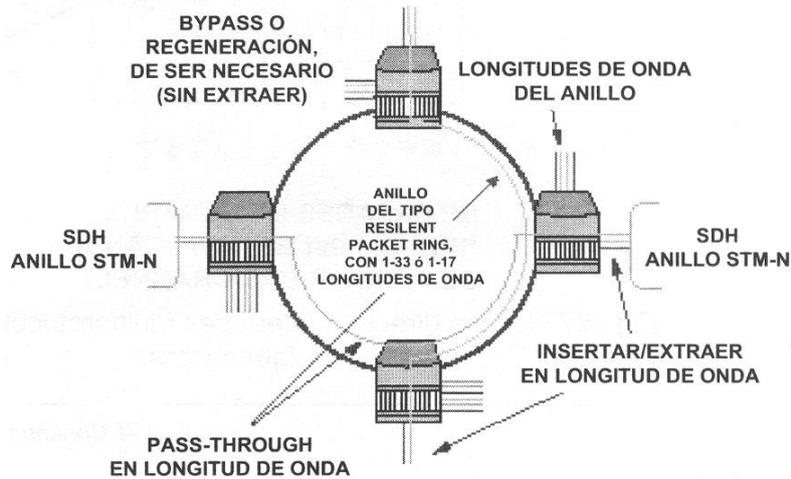


Fig. 3.6 Servicio de transporte transparente.

ADM-DWDM

Un OADM o ADM DWDM permite que el tráfico transportado en longitudes de onda sea conectado directamente a la plataforma de un switch de cualquier fabricante con la habilidad de enrutar el tráfico de manera dinámica entre longitudes de onda y entre interfaces de diferentes proveedores.

Un ADM DWDM proporciona a los operadores de telecomunicaciones la habilidad de mezclar de manera inteligente agregar/conmutar/enrutar servicios transparentes de transporte por cada longitud de onda, en una plataforma común.

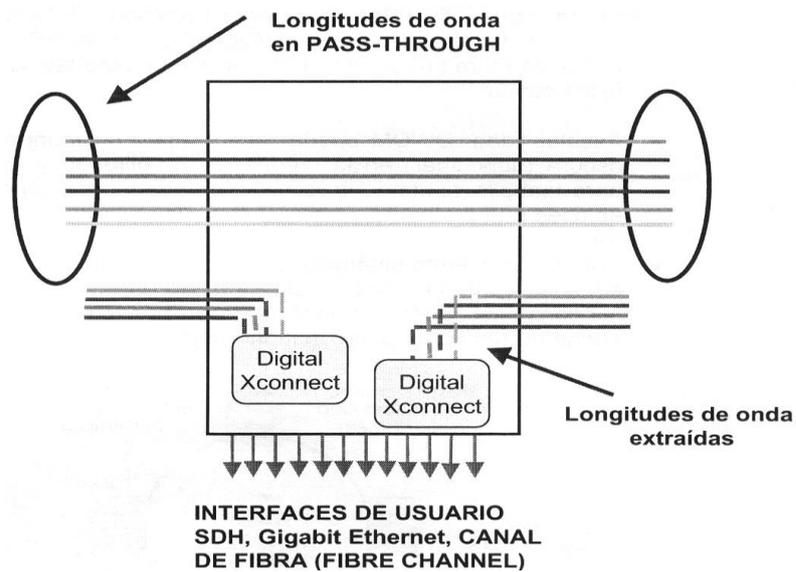


Fig. 3.7 Acceso directo a interfaces multiprotocolo y de diferentes fabricantes.

SDH de Nueva Generación

La nueva generación SDH (SDH -NG) es un término genérico que describe un rango de desarrollo basado en estándares y propietario que están contruidos en la infraestructura SDH disponible. Desplegado en primer lugar por operadores de larga distancia como una forma para soportar nuevos servicios como Etehernet, Fibre Channel, ESCON, la nueva generación de SDH permite la entrega de datos con alta velocidad y muy alto ancho de banda aún con presupuestos muy limitados. La nueva generación de SDH Incluye tecnologías tales como:

- La concatenación virtual (VC).
- El procedimiento genérico de trama (GFP).
- El sistema de ajuste de la capacidad de enlaces (LCAS).

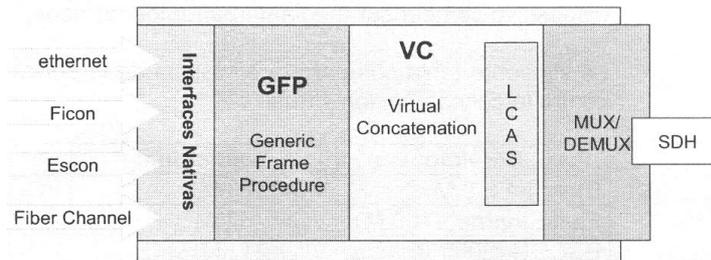


Fig. 3.8 Tecnologías que utiliza el SDH NG.

Concatenación virtual

El método tradicional de concatenación es llamado contiguo. Esto significa que los contenedores adyacentes son combinados y transportados a través de la red SDH como un solo contenedor.

Las limitaciones de las concatenaciones contiguas son la necesidad de que todos los nodos de la red que forman parte de la trayectoria de transmisión deben ser capaces de reconocer y procesar el contenedor concatenado y la falta de granularidad de ancho de banda, estas limitaciones hacen que el transporte de altas cantidades de señales de datos sea ineficiente. La concatenación virtual elimina las deficiencias del método contiguo.

La concatenación virtual mapea contenedores individuales en un enlace virtualmente concatenado. Cualquier número de contenedores puede ser agrupado, esto provee mejor granularidad en el ancho de banda proporcionado. Adicionalmente permite a los operadores de redes ajustar la capacidad de transporte requerido para el servicio del cliente de una forma más eficiente. Debido a que los nodos intermedios de la red tratan cada contenedor en el enlace como uno estándar, solo los equipos en el inicio y fin de la trayectoria necesitan conocer y procesar la estructura de la señal virtual concatenada.

Esta característica significa que cada contenedor dentro del contenedor virtual puede tomar su propia trayectoria a través de la red, lo cual puede conducir a diferencias de fase entre los contenedores en el equipo terminal del trayecto requiriendo al dispositivo compensar mediante buffer los retrasos. La siguiente tabla compara la eficiencia de la concatenación contigua contra la concatenación virtual:

Cuadro 5. Concatenación contigua y virtual SDH-NG.

Servicio	Tradicional	SDH-NG
Ethernet (10 M)	VC-3 (20 %)	VC-12x5 (92%)
Fast Ethernet (100 M)	VC-4 (67%)	VC-12 x47 (100%)
ESCON (200 M)	VC-4x4 (33%)	VC-3x4 (100%)
Fibre Channel (1 G)	VC-4x16 (33%)	VC-4x6 (89%)
Giga Ethernet (1 G)	VC-4x16 (42%)	VC-4x7 (85%)

En esta tabla se puede observar, como ejemplo, que para transportar un servicio de Giga Ethernet en los sistemas SDH tradicionales es necesario un canal STM-16 logrando una eficiencia, de la capacidad de transporte disponible (2.5 G), de solo un 42 %, en cambio con contenedores virtuales juntando 7 VC-4 en un VCG (grupo de contenedores virtual) se logra una eficiencia del 85%.

GFP

GFP (Generic Frame Procedure) proporciona una técnica de encapsulamiento que se aplica para adaptar las ráfagas de tráfico asíncrono y de distinto tamaño generadas por los servicios de datos como IP/PPP, Ethernet, Fibre Channel y ESCON antes de que sean transportadas sobre redes SDH.

GFP adapta una corriente de datos basados en tramas en corrientes de datos orientados a bytes por medio de mapeos de los diversos servicios en una trama de propósito general, la cual es después colocada en las conocidas tramas SDH.

Esta estructura de trama es mejor para detectar y corregir errores y para proveer mejor eficiencia en la utilización del ancho de banda que los procedimientos tradicionales de encapsulado. Las cuatro partes que comprende la trama GFP son:

- Encabezado principal, el cual define la longitud de la trama y detecta errores.
- Encabezado de carga útil, define el tipo de información transportada.
- Área de carga real.
- Campos opcionales para detección de errores.

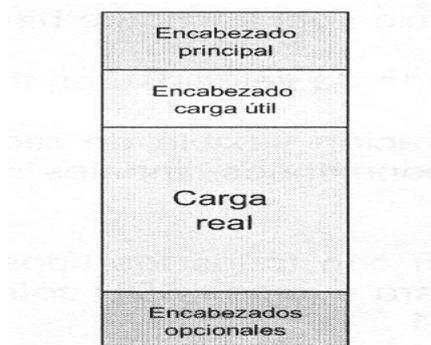


Fig. 3.9 Trama GFP.

LCAS

El sistema de ajuste de la capacidad de enlaces, LCAS, se utiliza entre dos elementos de red que están conectados a través de la red SDH para ajustar dinámicamente el ancho de banda en el enlace.

LCAS permite al equipo origen cambiar dinámicamente el número de contenedores en un grupo concatenado en respuesta a un cambio en tiempo real de los requerimientos de ancho de banda en un servicio. Este incremento o decremento en el ancho de banda de transporte puede ser realizado sin influenciar negativamente el servicio.

Los parámetros de control de LCAS son transportados sobre los bytes H4/K4.

Características

Algunas de las características más importantes que cumplen la mayoría de los equipos SDH-NG son las siguientes:

- Brindan soluciones que van desde TDM con interfaces tales como E 1 y E3, soluciones de datos con Ethernet 10/100/1000 y SDH con interfaces STM-1 a STM-64.
- Inserción y transporte de señales desde un E1 hasta STM-64.
- Transporte de velocidad en línea de Gigabit Ethernet.

- Conmutación Ethernet a 10/100/1000 Mbps con lo cual se mejora la utilización del ancho de banda.
- Configuración flexible de red, ya que soporta configuraciones en anillo, conexiones lineales punto a punto, estrella y topologías híbridas.
- Cumplen con todos los tipos de protecciones que recomienda la ITU-T para equipos SDH como: SNCP, MS-SPRING a 2 y 4 fibras, MSP 1+1.

Interfaces

Cuadro 6. Interfaces (SDH-NG) PDH, SDH y Ethernet.

Tipo de Señal	Tasa de Bit	Capacidad
E1	2.048 Mbps	32 E0's
E3	34.368 Mbps	512 E0's ó 4 E2's
STM-1	155.52 Mbps	3 E3's ó 3 DS-3's
STM-4	622.08 Mbps	4 STM-1's
STM-16	2.48832 Gbps	16 STM-1's
STM-64	9.95328 Gbps	64 STM-1's
Ethernet	10/100/1000 Mbps	STM-1 ó STM-N

Ethernet

La proliferación de Ethernet en redes LAN es debido en gran parte a su simplicidad y su efectividad a bajo precio. Las tasas de las líneas estándares Etehernet son de 10/100/1000 Mbps y más recientemente 10 Gbps.

Ethernet es el elemento clave en la estrategia de la SDH-NG, la cual provee un punto de entrada simple de capa 2 para los servicios, el cual, de lejos, es más granular y escalable que los servicios TDM tradicionales.

Reemplazando las tecnologías de acceso a WAN orientadas a circuitos, por servicios del tipo Ethernet, los operadores de telecomunicaciones pueden ofrecer accesos provisionados vía software para servicios punto a punto o multipunto, los cuales incluyen:

- Líneas privadas Ethernet.
- Redes Privadas Virtuales de capa 2 (Virtual Private Networks - VPNs).
- Redes LAN transparentes.

El lograr que el acceso de los servicios para el cliente, se dé mediante una migración sencilla ya bajo costo y con interfaces Ethernet aprovisionadas vía software, permitirá a los operadores de telecomunicaciones reducir grandemente los costos de transporte en sus redes, con solo el agregar los servicios de tráfico Ethernet pertenecientes a múltiples clientes hacia trayectorias compartidas SDH, las cuales terminan directamente en los Puntos de Presencia del Servicio (Service Point of Presence -POP).

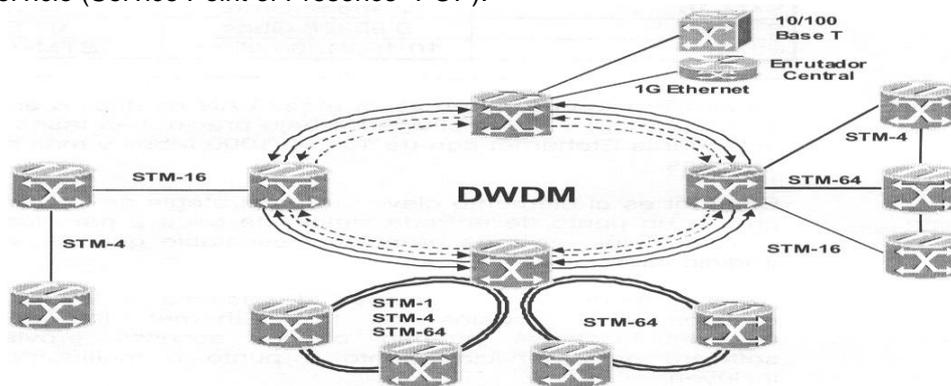


Fig. 3.10 Ejemplo de aplicación de red SDH-NG.

Conmutación

Mientras la red de transporte estará basada en elementos ópticos que permiten conexiones dedicadas punto a punto, los dispositivos de conmutación de paquetes interconectados por la red de transporte deberán permitir una utilización eficiente de los anchos de banda asignando dinámicamente los recursos necesarios para el traslado de la información de nuestros clientes.

Tecnologías IP/MPLS

Los dispositivos utilizados en la parte de conmutación basan su funcionamiento en un par de tecnologías integradas conocidas como IP/MPLS.

La tendencia es que todos los servicios sean transportados en paquetes IP, incluso desde su origen en los equipos del cliente, por lo tanto es muy conveniente que la red de transporte del proveedor de servicios sea una red IP.

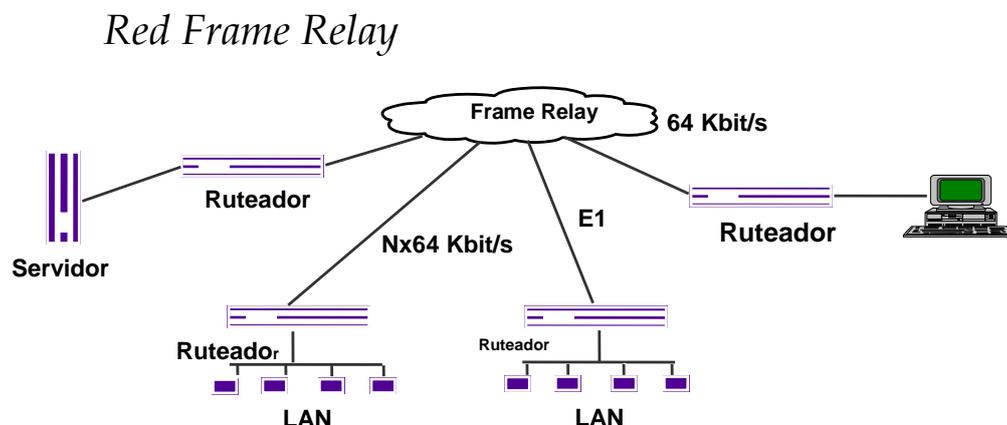
Una red IP se construye utilizando dispositivos de conmutación de nivel 3 conocidos como Enrutadores, estos dispositivos tienen la capacidad de integrar un esquema de direccionamiento que les permite dirigir un paquete basándose en la dirección IP de destino.

Además del protocolo IP un enrutador necesita tener habilitado algún protocolo de enrutamiento, como OSPF, para conseguir que la información necesaria para el encaminamiento de los paquetes IP se construya y se mantenga confiable, por ejemplo ante cambios en el estado de los enlaces entre los enrutadores, de una manera automática.

Las redes IP son conocidas también como redes de mejor esfuerzo, esto es por el hecho de que este tipo de redes no tienen mecanismos para asegurar la entrega ni el orden de los paquetes y menos aún un retardo predecible y constante, esta característica hace suponer que una red IP no es muy eficiente para el transporte de servicios que requieran un flujo de información constante y seguro como las comunicaciones telefónicas, por lo que es de suma importancia implementar mecanismos que aseguren un cierto nivel de QoS.

Una buena opción es agregar la tecnología MPLS a la red IP, esta integración trae como beneficio:

- Un mayor control en la utilización de los recursos.
- Manejo adecuado de los niveles de QoS.
- Mayor escalabilidad.
- La capacidad de ofrecer servicios TDM, Frame Relay, ATM e IP sobre una sola infraestructura de red.



Red IP

Direccionamiento

En una red IP administrar eficientemente el esquema de direccionamiento es de suma importancia, cada uno de los dispositivos en la red tiene que estar identificado inequívocamente sobre cualquier otro, esto es debe tener asignada una dirección IP.

Las direcciones IP se agrupan en direcciones de red o subred y esta es la información que ocupa un enrutador para tomar sus decisiones de enrutamiento. Lo anterior implica que las direcciones IP no pueden estar dispersas y todo un grupo de direcciones tiene que ser alcanzada a través de algún puerto o interfaz en el enrutador.

Dos variantes existen para el direccionamiento IP:

- IP versión 4 (IPv4).
- IP versión 6 (IPv6).

IPv4

IPv4 es la versión del protocolo IP más extendida en el mundo, la mayor parte de las redes de datos, privadas o públicas, la ocupan. En IPv4 las direcciones IP están formadas por 32 bits, agrupados en octetos, los cuales tradicionalmente se representan en un formato decimal separados por un punto, de esta forma tenemos direcciones como 13.73.26.210 200.22.33.148.

En esta versión se tiene una capacidad de un poco más de 4000 millones de direcciones IP. Las direcciones IP pueden ser IP públicas o bien IP privadas. Las direcciones públicas son parte de Internet y por lo tanto válidas en ella, este tipo de direcciones son administradas por la IANA (Internet Assigned Numbers Authority) y su adquisición siempre está bajo el control de ésta. Este esquema de direccionamiento está cerca del punto de saturación.

Las direcciones privadas son para uso en redes corporativas o particulares y no forman parte del esquema de direccionamiento de Internet, es decir, no son válidas en la red de redes. Técnicamente es posible utilizar cualquier plan de direccionamiento IP en una red privada pero la IANA en la RFC 1918 ha reservado los tres siguientes bloques de direcciones IP para el uso en internets privadas:

- 10.0.0.0 -10.255.255.255 (prefijo 10/8).
- 172.16.0.0- 172.31.255.255 (prefijo 172.16/12).
- 192.168.0.0- 192.168.255.255 (prefijo 192.168/16).

IPv6

El candidato para la nueva generación del protocolo Internet es la versión 6 (IPv6), definido por el IETF a través del RFC 2373.

Los proponentes de IPv6 no lo consideran un protocolo revolucionario diseñado para reemplazar a la versión existente (IPv4) pero es una mejora a los diseños originales del protocolo que tuvieron lugar en 1981. Gran parte de su desarrollo ha sido influenciado por las lecciones aprendidas en el actual Internet.

Como una tecnología, IPv6 promete una serie de avances:

- Un más grande espacio de direccionamiento. (128 bits).
- Un reenvío de paquetes más eficiente.
- Un protocolo inherente para la seguridad de las comunicaciones.
- Un mejor soporte para la movilidad.
- Más facilidades para la administración.

El desarrollo de IPv6 no va a suceder de un día para otro. En lugar de ello, el Internet evolucionará hacia IPv6 inicialmente a través de redes aisladas y solo entonces de manera gradual hacia la saturación global. La transición hacia IPv6 no es enteramente transparente a las capas del modelo de red sobre IP. Las direcciones IPv6 son más largas que las correspondientes de IPv4, requiriendo un cambio en las estructuras de datos de aplicación que manejan las direcciones IPv4.

Consecuentemente, las interfaces de programas de aplicación (API's) deben ser extendidas para soportar tanto IPv4 como IPv6, así como la habilidad para seleccionar el protocolo apropiado para cada host de aplicación. La percepción de que IPv6 crecerá hasta convertirse algún día tan dominante como su predecesor está ciertamente incrementándose. Las principales razones para esto pueden ser dos:

- La primera, el creciente número de mecanismos de transición están dando a los administradores de redes un camino más fácil de migración, permitiendo a los nodos de red, y más específicamente a las aplicaciones en esos nodos, el poder comunicarse con los otros nodos sobre una mezcla de sistemas finales y dispositivos de red (switches y ruteadores).
- Segundo, los dominios de aplicación especializada con su respectivo interés de mercado, particularmente en el dominio móvil, están demandando características de IP que no pueden ser completamente cubiertas por IPv4, tal como la disponibilidad de un espacio de direcciones más grande y más facilidades de configuración.

Las direcciones IPv6 normalmente se representan en formato hexadecimal, un ejemplo de una dirección IPv6 es:

2002:450:9:10::71

En esta presentación los ceros son omitidos para un manejo más simple, en realidad la dirección es:

2002:0450:0009:0010:0000:0000:0000:0071

Enrutamiento

Los enrutadores son los dispositivos que ejecutan el proceso de decisión para seleccionar la ruta que toma un paquete. Estos dispositivos de nivel de red participan en la captación y distribución de información de nivel 3 y ejecutan el encaminamiento de los paquetes basándose en la dirección IP de destino del encabezado de cada paquete.

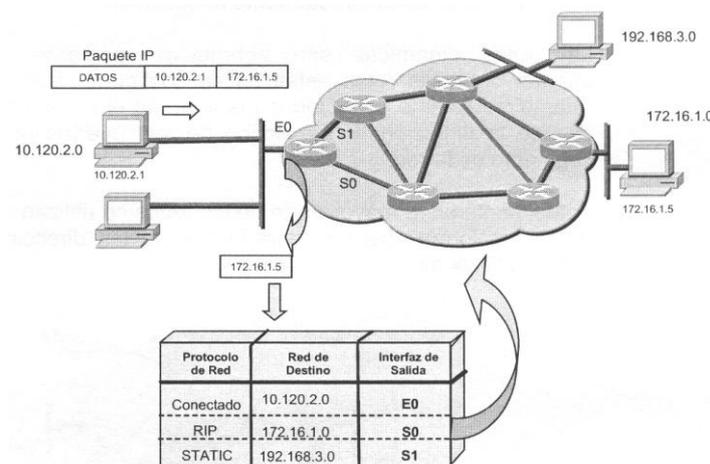


Fig. 3.11 Proceso de enrutamiento.

Cuando un paquete ingresa aun enrutador, éste toma la dirección IP de destino y la compara contra los prefijos instalados en la tabla de enrutamiento, normalmente en una tabla de enrutamiento los prefijos incluyen aun grupo de direcciones IP agrupadas en redes o subredes y cuando el enrutador encuentra la mayor coincidencia entonces elige por cual de sus puertos dirigir el paquete.

Construcción de la tabla de enrutamiento

La información de enrutamiento utilizada por el enrutador para realizar su trabajo se ubica en una base de datos denominada Tabla de Enrutamiento, en general la tabla contiene tres tipos de rutas:

- Rutas dinámicas.
- Rutas estáticas.
- Rutas a redes directamente conectadas.

Las rutas dinámicas son aprendidas mediante protocolos de enrutamiento, las rutas estáticas se configuran manualmente y las rutas directamente conectadas las aprende el enrutador por el hecho de que la dirección IP de alguno de sus puertos pertenece a ese segmento de la red. Actualmente en la mayor parte de las redes se utilizan en conjunto las diferentes formas para el aprendizaje de las direcciones de red o subred utilizadas.

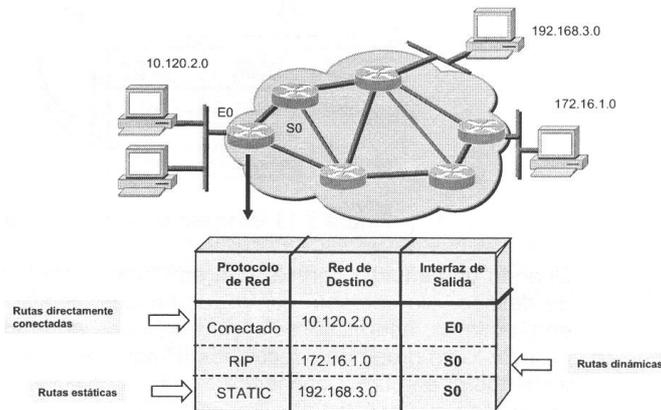


Fig. 3.12 Tabla de enrutamiento.

Enrutamiento dinámico

El enrutamiento dinámico se lleva a cabo activando en los enrutadores protocolos como OSPF o RIP. Su función principal es conocer las posibles trayectorias para alcanzar cualquier destino en la red y elegir la más adecuada, además de mantener confiable la información de enrutamiento.

Cada protocolo de enrutamiento realiza su trabajo de manera distinta y a diferente velocidad, ocupando más o menos recursos de procesamiento y memoria y la elección de alguno de ellos depende de diversos factores.

Enrutamiento estático

En el enrutamiento estático el operador de la red es el que se encarga de definir las trayectorias para alcanzar algún destino en la red, esto implica que el operador deba tener un conocimiento exacto de la topología de su red.

Es un método administrativamente costoso, ya que el operador tiene que configurar todos los dispositivos involucrados en las trayectorias y además reconfigurar en caso de fallas o cambios en la topología.

MPLS

MPLS son las siglas de Multiprotocol label Switching (Conmutación de Etiquetas Multi Protocolo). Se le llama Multi Protocolo porque tiene la capacidad para transportar distintos protocolos de nivel 2 y 3, aunque MPLS centra su interés en el transporte del tráfico IP.

MPLS es la tecnología que proporciona a protocolos no orientados a la conexión, como IP, las ventajas y la rapidez de conmutación de las redes orientadas a la conexión. Los documentos de la IETF ubican a MPLS en el nivel 2 1/2 del modelo OSI ya que sus funciones se llevan a cabo entre el nivel 2 y 3.

MPLS es la tecnología que toma lo mejor de las redes de datos tradicionales; encamina los paquetes de usuario a la velocidad de las redes conmutadas (nivel 2), como Frame Relay y ATM y tiene la inteligencia de las redes enrutadas (nivel 3) para la elección dinámica de las mejores trayectorias en la red.

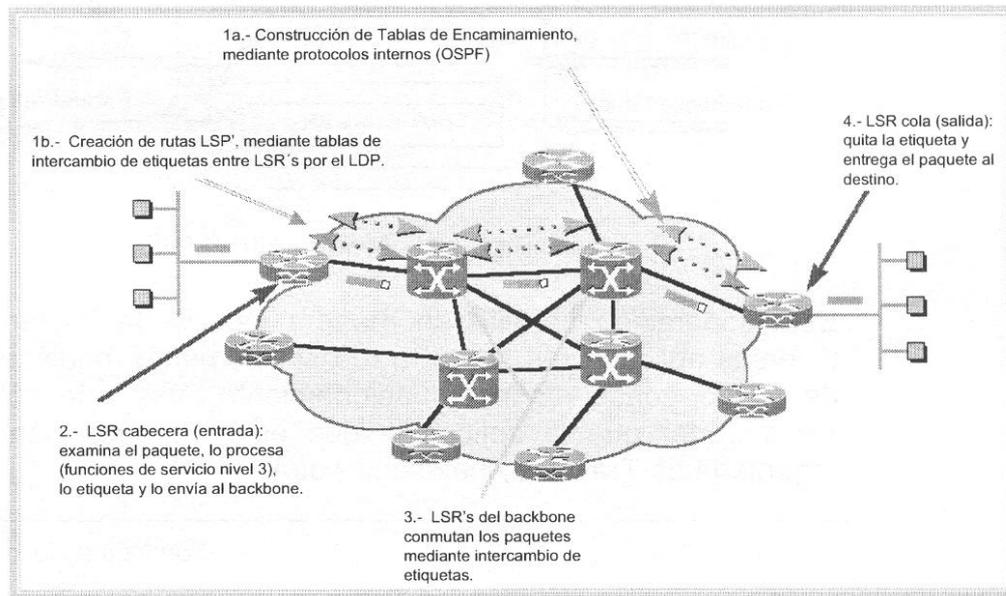


Fig. 3.13 Red IP/MPLS.

Arquitectura

MPLS se implementa principalmente sobre redes de enrutadores aunque es posible hacerlo sobre redes ATM. Al momento en que MPLS es habilitado la arquitectura interna de los enrutadores se divide claramente en dos planos:

- .Plano de control.
- .Plano de datos.

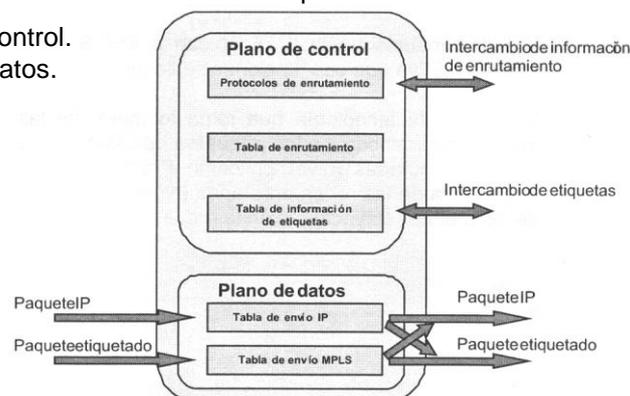


Fig. 3.14 Arquitectura MPLS.

Esta separación permite de manera sencilla la implementación de diversas aplicaciones sobre la red simplemente modificando el plano de control conservando el funcionamiento básico del plano de datos sin importar que la aplicación que esté en operación sea VPN o Ingeniería de Tráfico o cualesquier otra.

Plano de control

El plano de control es el responsable de la creación y mantenimiento de la información de envío de etiquetas entre un grupo de conmutadores de etiquetas interconectados. Se compone de tres bloques funcionales:

- Protocolos de enrutamiento, encargados de intercambiar y mantener la información de enrutamiento.
- Tabla de enrutamiento, base de datos en donde se encuentra la información de enrutamiento en la cual se basa la asignación de etiquetas.
- Tabla de información de etiquetas, base de datos que contiene las etiquetas asignadas que posteriormente se intercambian, mediante un protocolo de distribución de etiquetas, con el resto de los conmutadores MPLS.

Plano de datos

El plano de datos se compone de un par de bases de datos calculadas y mantenidas de acuerdo a la información proporcionada por el plano de control:

- Tabla de envío rápido de IP, en esta tabla se encuentra la información necesaria para efectuar un reenvío rápido de los paquetes IP recibido y en caso de ser necesario asignarles una etiqueta MPLS.
- Tabla de envío MPLS, esta tabla contiene la información necesaria para conmutar rápidamente paquetes etiquetados cambiando el valor de la etiqueta o bien, entregarlos como paquetes IP tradicionales eliminando la etiqueta.

Componentes de una red MPLS

E-LSR

Enrutador de conmutación por etiquetas de frontera (Edge-Label Switch Router), este dispositivo es el encargado de colocar una etiqueta a los paquetes IP que ingresan a la red, Y es el responsable de eliminar la etiqueta a la salida del dominio MPLS y entregar el paquete IP tal como se recibió originalmente.

LSR

Enrutador de conmutación por etiquetas (Label Switch Router), es el encargado de encaminar los paquetes IP hasta su destino final con base en el valor de la etiqueta anexada en el E-LSR. Un LSR recibe un paquete IP etiquetado, verifica la etiqueta contra su base de información de etiquetas y encamina el paquete hacia el siguiente enrutador en la trayectoria.

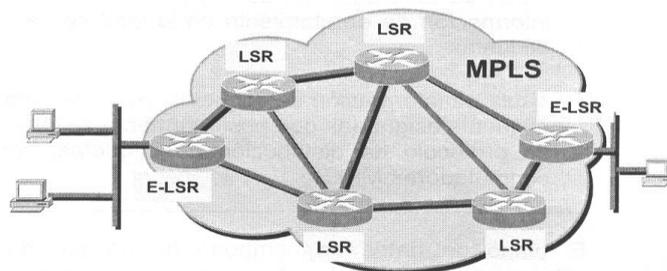


Fig. 3.15 Componentes de una red MPLS.

Commutación por etiquetas

La conmutación de etiquetas exige que en los LSR y E-LSR se realicen una serie de funciones para la asignación, reenvío y remoción de etiquetas a los paquetes IP, estas funciones son las siguientes:

- IMPOSE, imposición de etiqueta.
- SWAP, conmutación de paquetes etiquetados.
- POP, remoción de etiqueta.
- PHP, remoción de etiqueta en el penúltimo salto.

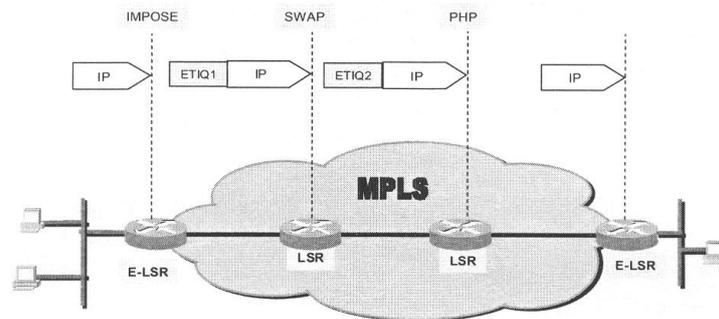


Fig. 3.16 Funciones de conmutación por etiquetas.

IMPOSE

La función de IMPOSE se realiza en los E-LSR y consiste en insertar una etiqueta MPLS aun paquete IP que ingresa al enrutador, la etiqueta se asigna de acuerdo al FEC (Forwarding Equivalente Class) correspondiente, que en el caso de tráfico IP Unicast corresponde a un prefijo de red en la tabla de enrutamiento. La información para el etiquetado se encuentra en la Tabla de envío IP en el plano de datos.

SWAP

La función consiste en recibir un paquete etiquetado, verificar la etiqueta en la Tabla de envío MPLS, cambiar la etiqueta al paquete y colocarlo en el puerto de salida, esta función la realizan tanto los LSR como los E-LSR.

POP

La función de POP o remoción de etiqueta es efectuada en los E-LSR y consiste en eliminar la etiqueta a un paquete IP. Una vez eliminada la etiqueta el E-LSR realiza una nueva búsqueda en Tabla de envío IP y reenvía el paquete de la manera tradicional.

PHP

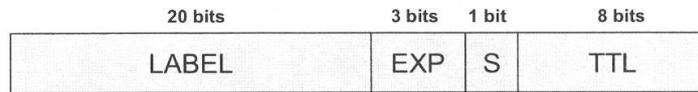
El PHP (Penultimate Hop Pop) consiste en eliminar la etiqueta en el dispositivo anterior al E-LSR, de esta forma el paquete arriba al E-LSR como un paquete IP tradicional evitando la búsqueda y eliminación de etiquetas. Esta función ahorra recursos de procesamiento en el E-LSR y se utiliza en lugar de POP.

Inserción de etiqueta

Al momento de ingresar un paquete IP al E-LSR se inserta una etiqueta de 32 bits entre el encabezado del paquete IP y el encabezado de la estructura de trama de nivel 2 (PPP, Ethernet, etc.) esta acción es conocida como IMPOSE, el valor para la etiqueta es tomado de acuerdo a la asignación realizada previamente para cada una de las FEC (para el tráfico IP Unicast cada FEC corresponde aun prefijo en la tabla de enrutamiento).

Una vez insertada la etiqueta el paquete se envía al siguiente dispositivo en donde se conmutará utilizando tan solo la etiqueta. El formato de la etiqueta insertada se muestra a continuación:

Cuadro 7. Etiqueta MPLS



LABEL etiqueta con significado local
EXP bits experimentales utilizados actualmente para QoS
S bit indicador de bottom-of-stack, se enciende cuando la etiqueta es la última de una pila de etiquetas
TTL indicador de tiempo de vida, similar a IP

Los pasos para la inserción de la etiqueta se muestran en la figura 3.18



Fig. 3.18 Trama de etiquetado de un paquete IP.

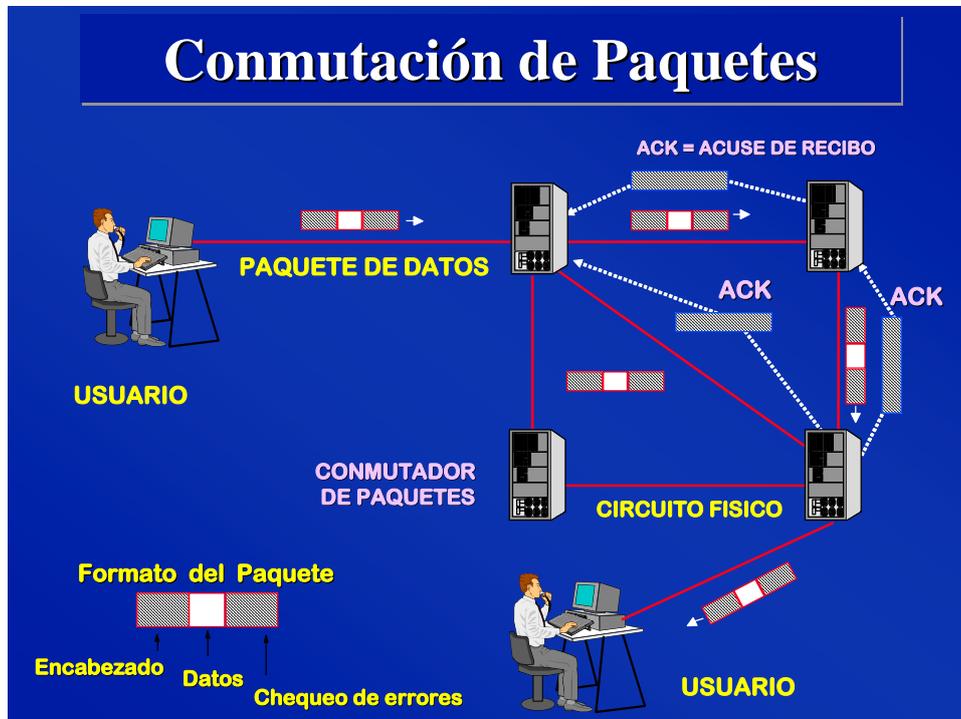


Fig. 3.19 Etiquetado de un paquete IP.

Operación de MPLS

Para que un paquete IP sea encaminado a través de la red MPLS previamente deben ser construidas las trayectorias conmutadas por etiquetas, la construcción de estas trayectorias es automática y los mecanismos son distintos dependiendo de la aplicación.

El enrutamiento IP Unicast es la aplicación MPLS más utilizada ya que sirve de base para algunas otras, esta aplicación permite crear una malla completa de túneles LSP (Label Switch Path) para la conexión hacia los posibles destinos de enrutamiento.

Un túnel LSP es el conjunto de etiquetas asignadas a una FEC a través de la nube MPLS para alcanzar aun destino de la red. Los túneles LSP son unidireccionales.

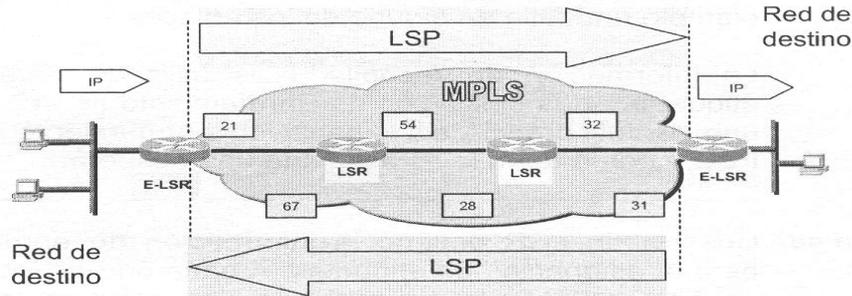


Fig. 3.19 Túneles LSP.

Dos mecanismos son necesarios en el plano de control:

- Protocolo de enrutamiento, como OSPF o EIGRP el cual transporta la información acerca de las direcciones de red.
- Un protocolo de distribución de etiquetas, como LDP (Label Distribution Protocol) o TDP (Tag Distribution Protocol) el cual se encarga de asignar etiquetas a la información de enrutamiento aprendida mediante el protocolo de enrutamiento y distribuir estas etiquetas a los dispositivos MPLS vecinos.

Información de enrutamiento

Para que MPLS pueda realizar su trabajo es necesario que los E-LSR y los LSR dispongan de la información de enrutamiento suficiente para alcanzar a cualquier destino IP dentro de la red.

Esta información es obtenida y propagada por medio de algún protocolo de enrutamiento como OSPF el cual es el responsable de proporcionar y mantener confiable la información de alcanzabilidad de la red contenida en la tabla de enrutamiento.

Cuando sea activa algún protocolo inmediatamente inicia el proceso de intercambio de información de las redes conocidas, hasta que finalmente el total de los prefijos de las redes y subredes aparece en la tabla de enrutamiento de todos los enrutadores, cuando se llega a este punto se dice que la red ha hecho convergencia.

El proceso continúa activo para mantener la información confiable y reaccionar ante posibles cambios en la topología de la red, por ejemplo una falla en alguno de los enlaces.

La información de recopilada es utilizada para la asignación de etiquetas en la aplicación de Enrutamiento IP Unicast, en donde cada uno de los prefijos en la tabla de enrutamiento corresponde a una FEC y por lo tanto le es asignada una etiqueta.

Asignación de etiquetas

Cuando un LSR obtiene la información de enrutamiento, está listo para la asignación de etiquetas. A cada uno de los prefijos en la tabla de enrutamiento le es asignada una etiqueta local, el valor de la etiqueta normalmente se asigna por plataforma.

A este tipo de asignación se le conoce como Asignación Asíncrona de Etiquetas, ya que cada LSR asigna etiquetas en forma independiente a cada uno de los prefijos IP. Las etiquetas asignadas son almacenadas en la Tabla de Información de Etiquetas.

Distribución de etiquetas

Las etiquetas asignadas localmente en cada enrutador tienen que ser intercambiadas con el resto de los enrutadores. Esta distribución de etiquetas se realiza mediante un mecanismo conocido como Distribución de Etiquetas de Flujo Descendente no Solicitada (Label Distribution Unsolicited Downstream).

Al final, los LSR (y E-LSR) poseen información en su tabla LIB de las etiquetas asignadas localmente y de las etiquetas asignadas por sus vecinos a cada prefijo IP. El protocolo de distribución de etiquetas permanece activo para mantener confiable la información de la tabla LIB.

Las etiquetas son ajustadas inmediatamente después de ocurrir algún cambio en la topología de la red. Estos cambios originalmente son detectados por OSPF y reflejados en la tabla de enrutamiento. Dos protocolos pueden utilizarse para la distribución de etiquetas:

- LDP (Label Distribution Protocol) estándar de la IETF.
- TDP (Tagging Distribution Protocol) desarrollado por Cisco.

Envío de un paquete IP etiquetado

Una vez obtenida la información de etiquetas mediante LDP o TDP los LSR y E-LSR están listos para construir las trayectorias LSP hacia cualquier destino de la red. Con la información completa y estable en la Tabla de envío IP y en la Tabla de envío MPLS, la red está lista para transportar un paquete IP de manera rápida y eficiente mediante la conmutación de etiquetas. La figura 3.20 muestra un ejemplo de envío de un paquete IP etiquetado:

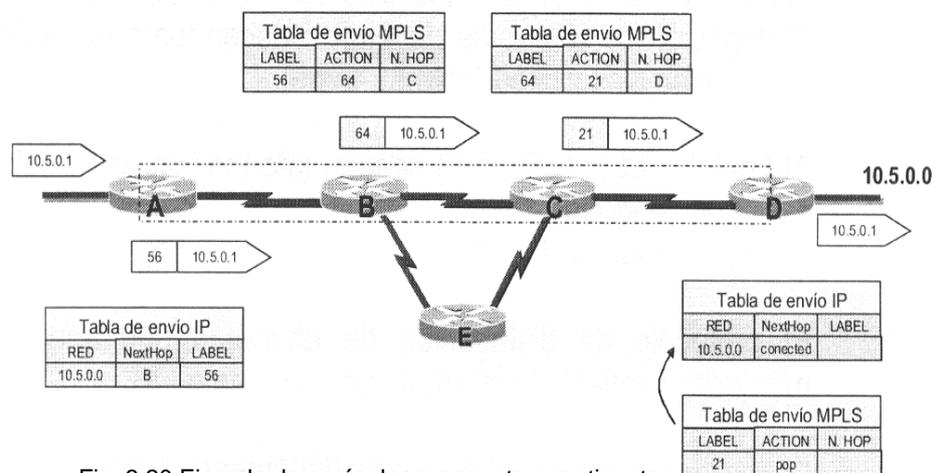


Fig. 3.20 Ejemplo de envío de un paquete por etiquetas.

En este ejemplo sucede lo siguiente:

- El E-LSR A recibe un paquete IP dirigido a la red 10.5.0.0, verifica su Tabla de envío IP y le asigna la etiqueta 56.
- El paquete etiquetado arriba al LSR B el cual le hace SWAP y cambia la etiqueta a 64.
- En el LSR C se realiza la misma operación y la etiqueta es cambiada a 21.
- Finalmente en el E-LSR D se elimina la etiqueta de acuerdo a la información en la Tabla de envío MPLS (POP) y se efectúa una nueva búsqueda en la Tabla de envío IP para el enrutamiento del paquete.

Capítulo 4

Capa de Control

Tradicionalmente los elementos de control para el establecimiento de las conexiones telefónicas, se encuentran integrados en los dispositivos, a través de los cuales las conexiones son establecidas, es decir, la parte de conmutación y control conviven en el mismo nodo de red. Con los servicios de Red Inteligente este concepto empezó a modificarse, parte del control para el establecimiento de las llamadas fue puesto fuera del conmutador telefónico, en un nodo centralizado con la inteligencia y la información suficiente para dirigir a los conmutadores en el control de las llamadas.

La meta final es separar totalmente los elementos de control de la parte de conmutación colocando un dispositivo centralizado encargado de todas las funciones inteligentes de la red y controlando a los elementos de conmutación mediante algún protocolo de señalización estandarizado, como H.248. Este dispositivo de control centralizado es conocido como SoftSwitch.

Antecedentes

Control distribuido

La red de telecomunicaciones actual esta compuesta por una serie de conmutadores para el manejo del tráfico, los cuales tienen las funcionalidades de clase 4 (Transito) y clase 5 (funcionalidades de Host) y estas están determinadas por el lugar en que ocupan dentro de la jerarquía de la red. Los CCE's son conmutadores que tienen las funcionalidades de clase 5 y los Tandem y CTI's tienen la funcionalidad de Clase 4.

Los conmutadores mencionados anteriormente están basados en la tecnología TDM o circuitos, es decir, que para establecer una comunicación de voz, primeramente es necesario establecer un circuito y una vez establecido mantenerlo mientras que dura la conversación y liberarlo cuando esta termine.

Estos conmutadores tienen completamente a su cargo el control en el establecimiento, supervisión, liberación y registro de las llamadas. Protocolos de señalización como 887 -18UP son utilizados para el intercambio de información de control cuando más de un conmutador participa en una llamada.

Clases de centrales

Los conmutadores telefónicos tradicionalmente son conocidos como centrales y de acuerdo a las funciones que realizan en la red se tienen dos distintas clases:

Centrales Clase 4

Son centrales que no tienen la responsabilidad del manejo de usuarios conectados directamente y por tanto quedan exentas de proporcionar los servicios añadidos a los clientes, esta clase de centrales son conocidas también como centrales de tránsito y sirven para interconectar a otras centrales.

Centrales Clase 5

Son centrales que tienen a su cargo directamente a los usuarios, mejor conocidas como centrales locales. Estas centrales, aparte de proporcionar el servicio telefónico básico, tienen la responsabilidad de la administración y procuración de los servicios añadidos que tienen contratados los usuarios, esto las hace más complejas que las clase 4.

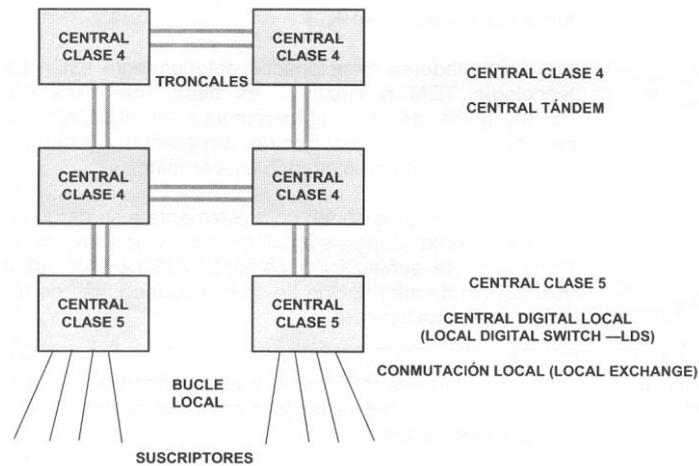


Fig. 4.1 Clases de centrales.

Desventajas del control distribuido

Pese a que a que el sistema telefónico tradicional ha demostrado su eficiencia tienen una serie de desventajas que a simple vista no son muy notorias, enseguida algunas de ellas:

- Los conmutadores tradicionales no permiten compartir una infraestructura física común sin el uso de costosos y complejos protocolos que permitan la interoperabilidad entre las tecnologías.
- La implementación de nuevos servicios es lenta, costosa y dependiente del proveedor.
- Utilizan sistemas y protocolos propietarios.
- Actualizaciones caras y lentas del hardware y software.
- Alto costo.

Evolución

La tendencia hacia el futuro para manejar el procesamiento de la voz considera la centralización de los procesos a través de la implementación del concepto de SoftSwitch. De esta manera el aprovisionamiento de servicios a los usuarios será centralizado y podrá realizarse a la vez en toda la red.

Con la implementación del SoftSwitch las funciones de control y conmutación de una central telefónica se separan, la parte de control se traslada hacia el SoftSwitch y la parte de conmutación y adaptación de medios queda a cargo de los Media Gateway (MGw), los cuales tendrán la funcionalidad principal de realizar la adaptación de los circuitos de voz hacia la red de transporte de paquetes IP.

De acuerdo con la información proporcionada por los principales proveedores, la tendencia de la evolución de las centrales actualmente instaladas en la planta telefónica se llevará a cabo de diferentes formas, a fin de llegar a la implementación del concepto de SoftSwitch y migrar a la red de nueva generación. La evolución de las centrales de conmutación existentes tienen dos corrientes para adaptarse a la nueva red de paquetes:

- La primera considera que algunas centrales no tendrán una evolución por sí mismas, por lo que deben utilizar elementos externos colocados al lado que permitan adaptar los circuitos de voz a paquetes con los correspondientes algoritmos.
- La segunda corriente corresponde a la evolución propia de la central de conmutación, es decir, ésta podrá migrar algunos de sus módulos de conmutación para que proporcionen las funciones necesarias en el nuevo entorno.

Sistemas basados en componentes

Los sistemas basados en componentes separan las funciones que presta un conmutador tradicional en planos o niveles con responsabilidades bien delimitadas. En estos planos se ubican los distintos componentes o equipos encargados de las funciones de la red, éstos se comunican entre sí a través de interfaces abiertas definidas con exactitud en estándares internacionales.

Las interfaces abiertas permiten a los fabricantes diseñar equipos con funciones específicas y sin problemas en la integración con el resto de los dispositivos en la red, no importando quien sea el fabricante

Una solución con Softswitch es un buen ejemplo de un sistema basado en componentes, en esta solución las responsabilidades de la red quedan claramente separadas en tres planos:

- Un plano de acceso y adecuación de medios implementado en los Media Gateway
- Un plano de control en donde se ubica el Softswitch
- Un plano de servicios en donde se encuentran los servidores de aplicaciones o servicios

Ventajas

Los sistemas basados en componentes presentan una serie de ventajas sobre los conmutadores tradicionales:

- Con puntos de interfaz abiertos entre planos, múltiples servicios desde un plano pueden compartir recursos en otro plano.
- Cada fabricante puede concentrarse en el desarrollo de productos para aquella parte del sistema en la que sea el mejor.
- Los proveedores de servicio son libres de comprar el equipo necesario en su red a cualquier fabricante.
- Cuando la tecnología cambia en un plano, solo ese plano necesita ser actualizado o reemplazado.
- Habilita soluciones de software comunes para el procesamiento de llamadas que pueden ser utilizadas en diferentes tipos de redes.
- Proporciona una inteligencia centralizada lo cual facilita la administración de la red por parte del proveedor de servicios.

Softswitch

El softswitch es el concepto que separa la inteligencia de la red de la parte de transporte y adaptación. Se puede visualizar desde dos puntos de vista, como una arquitectura de comunicaciones o bien como un dispositivo dentro de esa arquitectura que ejecuta las funciones de control.

Identificación del softswitch

Se utilizan varios nombres en la industria para identificar la función del softswitch:

- Softswitch.
- Controlador de los Media Gateway (MGC -Media Gateway Controller).
- Agente de llamadas (CA -Call Agent).

Funciones del softswitch

El softswitch contiene toda la inteligencia que se encuentra en los productos actuales de conmutación y tiene incorporado un modelo completo de llamadas realizando las siguientes funciones principales:

- Identifica a los usuarios, determina el grado de servicio para cada uno de ellos y define el enrutamiento de los flujos de tráfico basado en un complejo grupo de parámetros
- Suministra al operador la información necesaria para efectuar la facturación del servicio y funciones estadísticas que muestran la eficiencia del rendimiento de la red recolectando los CDR's de acuerdo al formato utilizado hoy por Telmex.
- El softswitch interactúa con los Media Gateway mediante el protocolo H.248, recibe información sobre llamadas en curso y dirige al Media Gateway para que complete la llamada; todo dentro de los límites del suministro de servicio para la línea o enlace específico.
- Controla la señalización de llamada, los enrutamientos PSTN/ISDN y los servicios con RI, en la interacción con la red telefónica tradicional soporta la señalización SS7 -ISUP mediante un Gateway de señalización.
- Implementa los requerimientos de tonos de servicio específico y mensajes mediante el uso de servidores de medios.
- Comunicación entre SoftSwitches implementa el protocolo de señalización SIP-T.
- En el ambiente SIP, tiene las funciones necesarias para el registro de usuarios SIP y el control del establecimiento de conexiones.
- En el ambiente H323 posee las capacidades del Gatekeeper para el control de admisión y de las conexiones.
- Posee los mecanismos para la interacción entre los distintos sistemas de señalización y control para permitir el establecimiento de conexiones entre usuarios SIP, H.323 y usuarios conectados a través de los Media Gateway.

Soluciones de Softswitch

Softswitch Clase 4

La solución de Softswitch Clase 4 esta formado por un Softswitch y los correspondientes Trunking Gateways (TkGw's) comunicados a través de una red de transporte basada en paquetes IP, como se muestra en la figura.

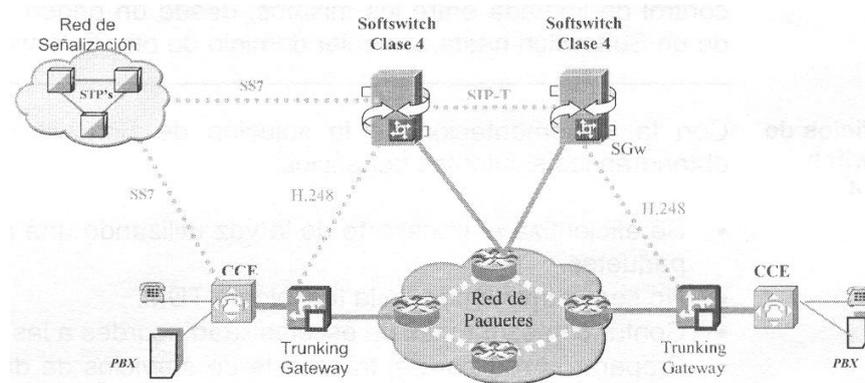


Fig. 4.2 Softswitch Clase 4.

Esta es la primera etapa de evolución de la red de telecomunicaciones de Telmex.

Elementos internos y externos del Softswitch

El Softswitch, es el elemento que tiene la inteligencia para realizar el control las llamadas de tránsito, a través del control de los nodos de acceso Trunking Gateways (TkGw's) mediante el protocolo H.248. Dentro o fuera del Softswitch, se encuentra el Gateway de Señalización (SGw) quien se encarga de hacer la adaptación de la señalización SS7, proveniente de las centrales digitales, ala señalización manejada por el Softswitch.

El Trunking Gateway (TkGw), tiene como función hacer el mapeo o adaptación de los flujos provenientes de las centrales digitales a paquetes y realizar las conexiones ala red de transporte de paquetes mediante instrucciones recibidas por parte del Softswitch. Un grupo de TkGw's puede ser controlado por un mismo Softswitch, lo cual formará un dominio del softswitch.

La red de transporte de paquetes tiene como función el transporte de los servicios sin importar su naturaleza, tales Como voz y/o datos. Por otra parte, la utilización del protocolo SIP-T hará posible la conectividad entre los diferentes Softswitches, para poder llevar el control de llamada entre los mismos, desde un origen en un dominio de un Softswitch hasta cualquier dominio de otro Softswitch.

Beneficios de Softswitch Clase 4

Con la implementación de la solución de Softswitch Clase 4, se obtendrán los siguientes beneficios:

- Sé eficientiza el transporte de la voz utilizando una red basada en paquetes.
- No seguir invirtiendo en la tecnología TDM.
- Contar con esquemas de escalabilidad acordes a las necesidades.
- Preparar la red para el transporte de servicios de datos utilizando una sola red de transporte basada en una infraestructura paquetes.

Protocolos de señalización

Para la interrelación de los diferentes elementos que conforman la solución de Softswitch Clase 5 se requiere de la utilización de diferentes protocolos de señalización tales como:

- El servidor de servicios multimedia maneja los protocolos de señalización SIP y H.323 para el manejo de los usuarios SIP y H.323.
- Protocolo de señalización H.248 utilizado entre el Softswitch y los AGw's, pues contiene mensajes que permiten el control de los recursos de conmutación y comunicación de los AGw's y permite el establecimiento y liberación de conexiones de transporte sobre la red de paquetes.
- Protocolo SIP-T, para la interconexión de los Softswitches de diferentes dominios. Un dominio será aquel en donde un Softswitch controle aun grupo de TkGw's y/o Agw's.
- Protocolo PARLAY para la interconexión de servidores de aplicaciones de terceras partes y operación de las aplicaciones desarrolladas por estas.
- El protocolo INAP CS1 Telmex, protocolo de comunicación del Softswitch a la plataforma de Red Inteligente para proporcionar los servicios avanzados.

Beneficios de Softswitch Clase 5

Dentro de los beneficios ofrecidos por el Softswitch con funcionalidad Clase 5 se encuentran los siguientes:

- Reducción de costos.- Al implementar el Softswitch Clase 5 se tiene una reducción en los costos por tener centralizado el control de la llamada y la reducción del numero de nodos, las actualizaciones de software solo se tendrán que hacer en los elementos inteligentes centralizados y no en todos los elementos de la red.
- Ahorros en espacios y energía.- Se tendrán ahorros debido al desarrollo de la tecnología utilizada en los equipos Softswitch y AGw's, el cual estará reflejado en la reducción de espacios y consumos de potencia utilizados por estos elementos.
- Reducción de tiempos de aprovisionamiento.- Al centralizar la inteligencia el aprovisionamiento de servicios será de manera más rápida debido a que solo sea hará en los nodos Softswitch y no en todas las centrales, reduciendo el tiempo en el despliegue de servicios, comparado con el tiempo que hoy se invierte por cada una de las centrales digitales donde se realiza este aprovisionamiento provocando una reducción en los gastos de operación y mantenimiento.
- Esquemas de escalabilidad independientes.- Al separar la capa de acceso y la capa de control con la implementación del Softswitch Clase 5, con la independencia de estas capas se podrá tener crecimientos conforme las necesidades lo requieran.
- Nuevos servicios.- Esta solución permitirá ofrecer los servicios actuales y nuevos servicios como los del tipo Multimedia o servicios que requieran un ancho de banda mayor como el video.

Señalización

En el área de las telecomunicaciones la señalización siempre ha jugado un papel fundamental, sin ella no sería posible el intercambio de información de control entre los diferentes elementos de una red para el establecimiento, supervisión y liberación de las conexiones. En una red de Nueva Generación la señalización sigue siendo igual de importante.

El dispositivo central en la Red de Nueva Generación es el SoftSwitch, este dispositivo tiene que ser capaz de llevar el control de las conexiones en diferentes escenarios, para cada uno de ellos se utilizan diferentes protocolos de señalización como:

- SS7-ISUP.
- H.248 (MEGACO).
- SIP.
- H.323.
- SIP-T.
- Parlay.
- SIGTRAN.

Señalización con la RTPC

La señalización para el establecimiento de llamadas hacia y desde la RTPC se realiza conjuntando las funciones de un par de protocolos. Por una parte el softswitch tiene que estar conectado a la red N7 y ser capaz de interpretar, enviar y recibir mensajes ISUP con las centrales telefónicas.

Ya que las centrales telefónicas se conectan a la RNG mediante Trunking Gateway, el softswitch tiene que controlar la conexión a través de él, para lograrlo puede utilizar el protocolo MGCP o bien su sucesor H.248 también conocido como MEGACO.

Cuadro 7. Variantes de Señalización con usuarios IP.

Protocolo	Descripción
H.323	En realidad es todo un conjunto de protocolos definido por la ITU cuyo fin es la comunicación entre terminales multimedia, dentro de este conjunto existen protocolos de señalización como H.225 y H.245 y serán utilizados cuando los usuarios IP se conecten bajo este ambiente
SIP	Es un protocolo definido por la IETF para el establecimiento de comunicaciones multimedia, a diferencia de H.323, SIP es mucho más simple y se ha posicionado como la mejor opción para la conexión de usuarios IP

Señalización con los Access Gateway

Los AGw son dispositivos de adaptación capaces de conectar directamente a los usuarios a la RNG mediante una gran variedad de tipos de acceso, el control de las conexiones a través de estos dispositivos también se encuentra bajo el dominio del Softswitch. El protocolo de señalización utilizado para ello es, de igual forma que en los TG, MGCP o H.248.

Señalización con otros Softswitch

La señalización hacia otro Softswitch es necesaria cuando una conexión salga del dominio de un softswitch, es decir se origine en un usuario controlado por un softswitch y termine en un usuario bajo el control de otro softswitch. En este escenario los softswitch deben intercambiar información para el control de la conexión y utilizan para ello el protocolo SIP-T.

Protocolo H.248

El protocolo MEGACO/H.248 proporciona los mecanismos necesarios para el control de los MGW's. Como sus antecesores, MEGACO/H.248 está basado en el principio de que toda la inteligencia para el procesamiento de las llamadas reside en MGC (Media Gateway Controller). La función del MGC se implementa en el Sotswitch.

De acuerdo a lo anterior, el MGw (dispositivo esclavo) no tiene información del estado de las llamadas, esto lo habilita para manejar la conmutación de diferentes tipos de flujos de información bajo el control de un MGC y para detectar y transmitir varios tipos de señalización asociados con los flujos. Esta arquitectura maestro/esclavo reduce inmensamente la complejidad del Gateway, lo cual hace más sencillo y factible su despliegue masivo. MEGACO está basado en el protocolo MGCP el cual aún es utilizado en algunas implementaciones.

Terminaciones

MEGACO/H.248 ve a los MGw como una colección de terminaciones, cada una de las cuales representa un cierto tipo de flujo de información. Una terminación puede ser una entidad física y fija, como:

- Línea analógica.
- Troncal digital, E0.
- Troncal digital E1.

O bien una entidad lógica como un flujo de paquetes de voz sobre IP. Las conexiones creadas en los MGw por medio de los comandos de MEGACO requieren que dos o más terminaciones sean puestas en el mismo contexto.

Si los flujos de información asociados con las terminaciones en el mismo contexto son de diferente tipo, por ejemplo: un E0 y un flujo de paquetes de VoIP, el MGw debe hacerse cargo de la apropiada adecuación para la codificación y compresión de la voz.

Cuadro 8. Descripción de protocolos.

Protocolo	Función
H.225	Cubre servicios de video teléfono en banda angosta
H.245	Establece condiciones del flujo de información, uso del canal y capacidades
H.450	Define servicios suplementarios H.323
H.261	Transporte de un flujo de video usando transporte en tiempo real
H.263	Protocolo para el transporte en tiempo real de un flujo de bits
Q.931	Protocolo para el manejo de llamadas telefónicas
RAS	Administración del registro, admisión y estado de las comunicaciones
RTP	Protocolo para transporte en tiempo real
RTCP	Protocolo para el control del transporte en tiempo real

Protocolo SIP

El protocolo de iniciación de sesión SIP (Session Initiation Protocol) es un protocolo de control de capa de aplicación que puede establecer, modificar y terminar sesiones o llamadas multimedia. Estas sesiones multimedia incluyen conferencias multimedia, telefonía por Internet entre otras aplicaciones similares. SIP es un protocolo clave en el desarrollo de la voz sobre IP.

Arquitectura cliente- servidor

Basado en una arquitectura cliente-servidor el protocolo contiene los mecanismos necesarios para proporcionar diferentes servicios a los sistemas de usuario final, como son:

- Redireccionamiento de llamadas en diferentes escenarios como: no contesta, ocupado, etc.
- Identificación de llamada.
- Movilidad personal.
- Autenticación de usuario Llamante y llamado.
- Multiconferencia.
- Distribución automática de llamadas (ACD).

Además utiliza una estructura de protocolo simple que le permite una rápida operación, flexibilidad, escalabilidad y soporte de multiservicios.

Los mensajes de invitación SIP usados para la creación de sesiones incluyen descriptores los cuales permiten a los participantes verificar su compatibilidad con el tipo de medio.

También soporta movilidad de usuario por medio de un Proxy y peticiones de redireccionamiento hacia la ubicación actual del usuario. El servidor SIP normalmente se implementa como parte de las funciones del Softswitch.

Direccionamiento

Los participantes en la llamada son identificados por direcciones SIP, cuando se hace una llamada SIP, el usuario que llama, primero localiza el servidor apropiado y luego envía una solicitud SIP, la solicitud más común es la invitación. (Mensaje INVITE).

SIP puede utilizar direcciones URL utilizadas comúnmente en la WEB y por consiguiente es una parte importante en servicios novedosos como Click to Talk.

Los usuarios SIP son identificados por una URL SIP la cual sigue el formato del direccionamiento del correo electrónico user@dominio, la parte del usuario puede ser un nombre o un número telefónico y la parte del host, puede ser un nombre de dominio de host o una dirección numérica, como ejemplo:

- sip:luis@telmex.com.
- sip:52235853@telmex.com.
- sip:luis@host5.telmex.com.
- sip:luis@148.235.10.12.

Funcionamiento

Para poder establecer conexiones en el ambiente SIP los usuarios previamente tienen que estar registrados en un servidor de registro SIP en donde se verifica su autenticidad y además se determina su ubicación (dir IP), este registro se realiza en el momento en que el usuario SIP se conecta a la red.

Con los usuarios SIP registrados, el procedimiento para establecer una sesión SIP es el siguiente:

- Para iniciar la sesión, el origen (agente cliente del usuario) envía una solicitud con el URL SIP del cliente llamado.
- El servidor SIP intentará resolver situación del usuario llamado y enviar la solicitud. Hay muchos caminos para poder hacer esto, buscando un ONS o accediendo bases de datos.
- Alternativamente, el servidor puede ser un servidor de direccionamiento, un servidor SIP puede redireccionar la llamada a servidores adicionales hasta que la llamada llegue a uno donde se conozca la dirección IP donde el usuario llamado puede ser encontrado.
- Una vez que el usuario llamado ha sido encontrado, la solicitud es enviada al usuario. En el más simple caso el teléfono del usuario recibe la llamada, es decir, suena su teléfono, si es usuario toma la llamada, el cliente responde a la invitación con las capacidades designadas del software cliente y una conexión es establecida. Si el usuario declina la llamada, la sesión puede ser direccionada a un servidor de correo de voz o a otro usuario.

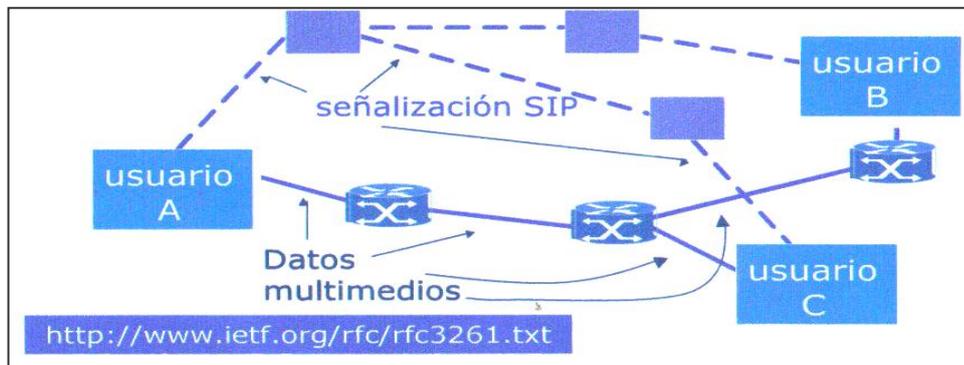


Fig. 4.6 Señalización y direccionamiento SIP.

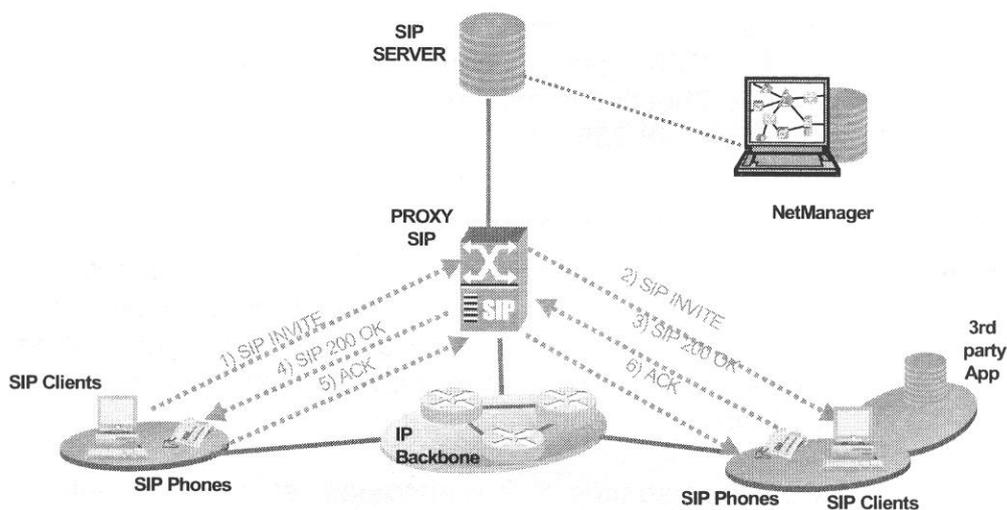


Fig. 4.6 Señalización SIP.

Protocolo H.323

El protocolo H.323 es un estándar creado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, ITU. H.323 en realidad es un conjunto de protocolos que proporciona especificaciones para aplicaciones en tiempo real como la videoconferencia interactiva o la telefonía IP.

Su objetivo original era conectar sistemas multimedia basados en redes de área local (LAN) con sistemas multimedia basados en redes de cualquier tipo.

Protocolos

H.323 incluye protocolos individuales que han sido desarrollados para aplicaciones específicas como se describe en la siguiente cuadro:

Cuadro 9. Descripción de protocolos.

Protocolo	Descripción
H.323	En realidad es todo un conjunto de protocolos definido por la ITU cuyo fin es la comunicación entre terminales multimedia, dentro de este conjunto existen protocolos de señalización como H.225 y H.245 y serán utilizados cuando los usuarios IP se conecten bajo este ambiente
SIP	Es un protocolo definido por la IETF para el establecimiento de comunicaciones multimedia, a diferencia de H.323, SIP es mucho más simple y se ha posicionado como la mejor opción para la conexión de usuarios IP
H.225	Cubre servicios de video teléfono en banda angosta
H.245	Establece condiciones del flujo de información, uso del canal y capacidades
H.450	Define servicios suplementarios H.323
H.261	Transporte de un flujo de video usando transporte en tiempo real
H.263	Protocolo para el transporte en tiempo real de un flujo de bits
Q.931	Protocolo para el manejo de llamadas telefónicas
RAS	Administración del registro, admisión y estado de las comunicaciones
RTP	Protocolo para transporte en tiempo real
RTCP	Protocolo para el control del transporte en tiempo real

Arquitectura

H.323 define una arquitectura que permite el establecimiento de conexiones de forma directa entre un par de terminales H.323 o bien bajo el control de un Gatekeeper cuyas funciones normalmente se implementan en el Softswitch, en esta arquitectura se aprecian 4 componentes principales:

- Terminales H.323 (PC, videoteléfono, etc),
- Gatekeeper, para el control de las conexiones.
- MCU, para conferencias múltiples.
- Gateway, para interconexión con otros ambientes.

Esta arquitectura es ampliamente usada en entornos LAN para comunicaciones multimedia en las redes empresariales.

Gateway de Señalización

El sistema de señalización SS7-ISUP es de suma importancia, el total del intercambio de información de control entre las centrales telefónicas tradicionales se realiza mediante mensajes ISUP a través de la red de señalización N7.

Con la aparición de los softswitch está condición no es modificada ya que para que un softswitch pueda interactuar con la red telefónica tradicional es necesario que esté conectado a la red N7.

Además de entender SS7-ISUP un softswitch debe ser capaz de trabajar con otros protocolos de señalización como SIP, H.323 y H.248 y traducir los diferentes elementos de control entre los distintos protocolos.

Esta función puede estar implementada en el propio softswitch o bien en un dispositivo especializado conocido como Gateway de Señalización (Signaling Gateway).

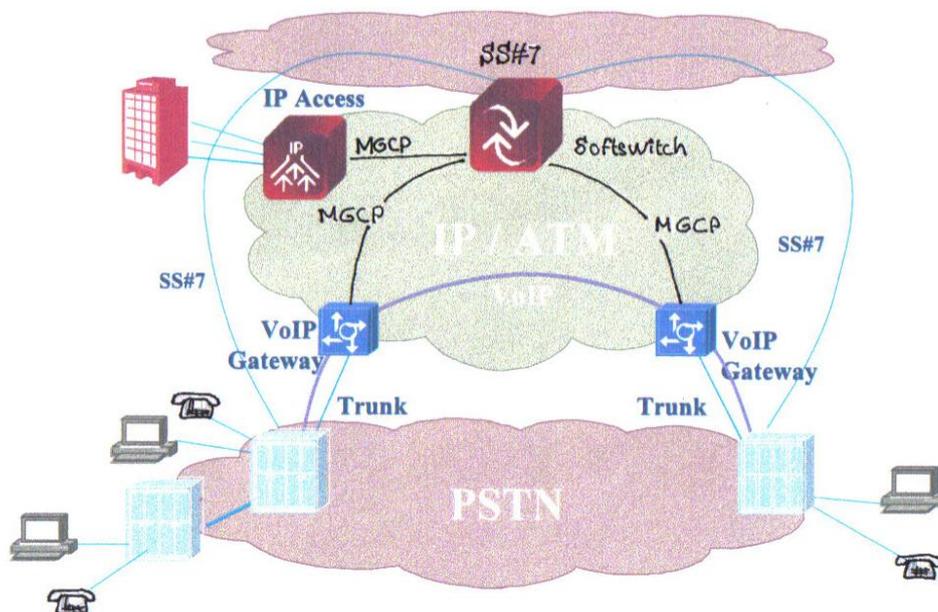


Fig. Sistema de señalización SS7, SIP, H.323 y H.248.

Función del Gateway de señalización

La función de Signaling Gateway se implementa mediante interfaces bidireccionales entre la red SS7 y varios elementos de control de llamada hacia una red IP.

La responsabilidad clave del Signaling Gateway es el reempaquetar la información SS7 en formatos que sean entendibles por los elementos en cada red y presentar una visión exacta de los elementos en la red IP a la red SS7.

Por definición, los Signaling Gateways deben implementar mensajes SS7 altamente confiables, los cuales obedezcan todas reglas de la red SS7, mientras que también acomoda una variedad de comportamientos en la red del IP.

Para habilitar realmente elementos IP, tales como MGC, para que ejecuten sus funciones administrativas designadas, el Signaling Gateway reempaqueta la información contenida en protocolos de mensaje 887 de alto nivel, (como ISUP -Integrated Services Digital Network User Part y TCAP -Transaction Capabilities Application Part) y los convierte en formatos que puedan ser entendidos por los elementos de red IP.

SIGTRAN

Normalmente un MGC no está equipado con las interfaces físicas necesarias para conectar y terminar protocolos de señalización basados en circuitos, esto es comprensible ya que el modo nativo de comunicación de los MGC está basado en IP, la solución obvia es mapear los protocolos de señalización basados en circuitos aun transporte basado en IP .

Este es el propósito de SIGTRAN, una propuesta inicialmente desarrollada en la IETF como un método para transportar protocolos de señalización basados en circuitos sobre redes IP. El componente clave de esta solución es el SCTP (Simple Control Transmission Protocol), este protocolo puede transportar múltiples sesiones de varios protocolos de señalización eficientemente sobre una simple conexión IP.

Los protocolos SIGTRAN soportan eficientemente los requerimientos del SS7 de acuerdo a las recomendaciones emitidas por la UIT -T.

Arquitectura de SIGTRAN

La arquitectura de SIGTRAN está definida en la RFC 2791. La arquitectura define tres componentes de señalización:

- Modulo de adaptación.
- Transporte común de señalización.
- Transporte estándar IP.

La señalización sobre IP utiliza un protocolo de transporte común para asegurar una entrega fiable de los mensajes y un nivel de adaptación que soporta primitivas específicas, requeridas por alguna aplicación de señalización particular.

Esto es, la parte de transporte común asegura la entrega de los mensajes libres de error y en secuencia, ocultando las deficiencias que presentan en este aspecto las redes IP. El nivel de adaptación proporciona una interfaz hacia las aplicaciones SS7.

Protocolos SIGTRAN

SIGTRAN es un conjunto de protocolos que especifican la manera en la cual los mensajes SS7 son transportados eficientemente por una red IP, estos se listan a continuación:

- M2UA.
- M3UA.
- SCTP.
- IUA.
- TUA.

En general, los protocolos de SIGTRAN proporcionan las siguientes funciones:

- Control de flujo.
- Secuencia de mensajes.
- Identificación de puntos de señalización de origen y destino.
- Identificación de circuitos de voz.
- Detección de errores, retransmisiones.
- Recuperación de fallas en componentes en las trayectorias de tránsito.
- Control de congestión en la red.
- Detección del estado de las entidades.
- Mecanismos de seguridad.

Capítulo 5

Servicios

En un mercado tan competitivo como el de la industria de las telecomunicaciones, la capacidad de hacer que el cliente vea que los servicios que ofrece Telmex son distintos que los ofrecidos por nuestros competidores, es un asunto de supervivencia.

La clave del éxito no es la tecnología, sino lo que se puede hacer con la tecnología. En una situación ideal la tecnología sería en sí misma invisible.

Definición de servicios

El término "servicio" en el contexto de las comunicaciones parece ser obvio. Tiene que ver con la capacidad de intercambio de información a través de un medio de comunicaciones proporcionado a un cliente por un proveedor de servicio.

Un servicio, ahora en un ambiente IP es definido por la UIT como "un servicio proporcionado por el plano de servicios a un usuario final (sistema final) el cual utiliza las capacidades de transferencia de IP y el control asociado y las funciones de administración, para la entrega de la información especificada al cliente a través de acuerdos de niveles de servicio".

Responsabilidad de la capa de servicio

La capa de servicios es la responsable del aprovisionamiento de los diferentes servicios tales como servicios Clase 5, servicios de valor agregado y servicios multimedia. Algunos de los servicios mencionados cuentan con su propia lógica de control y serán accedidos directamente en esta capa y/o haciendo un (apoyo) trigger desde la capa de control.

Funciones

Las funciones de esta capa son las siguientes:

- Configuración y creación de servicios.
- Habilitar interfaces con la capa de control.
- Desplegar servicios a toda la red.
- Habilitar servicios de Red Inteligente.
- Diseñar servicios con base en acuerdos de niveles de calidad (SLA: Service level Agreement) que permitirán ofrecer al usuario un servicio más adecuado a sus necesidades.
- Habilitar interfaces programables de aplicaciones para soportar aplicaciones de terceros proveedores y su conexión a la capa de control.
- Habilitar funciones AAA (Accounting, Authentication, Authorization) .Activar servicios con distintos mecanismos de reconocimiento de datos de entrada (por ejemplo voz).
- Administrar directorios de aplicaciones.
- Configurar automáticamente los parámetros de operación de los servicios, es decir, que sólo sea necesario la conexión de equipos terminales y una llamada al centro de atención para que la configuración adecuada se actualice y se preste el servicio.
- Interoperabilidad con los servicios de Red Inteligente y otras aplicaciones proporcionadas por la red.

Evolución de la red inteligente

Las aplicaciones que se desarrollan en esta capa se basan en el uso cada vez más mayor de servidores especializados por aplicación tales como: servidores de telefonía, servidores de multimedia, servidores de AAA.

Las interfaces utilizadas para interoperar con la capa de control son interfaces del tipo SIP o Parlay e INAP CS1 hacia la Red Inteligente.

Un elemento importante dentro del concepto de red de nueva generación se encuentra en la plataforma de Red Inteligente (RI), la cual actualmente desarrolla y crea algunos de los servicios suplementarios y de valor agregado.

Al igual que las centrales de conmutación, la plataforma de RI tendrá que evolucionar en primera instancia para soportar, dentro de la migración hacia la red de nueva generación y al final de esta, los servicios que actualmente se proporcionan y los nuevos servicios tales como convergentes que conjuguen voz, datos y videos.

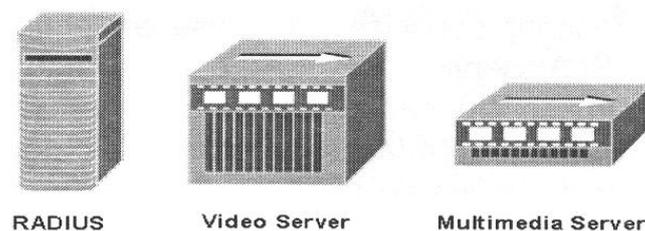


Fig. 5.1 Servidores de apoya a la Red inteligente.

Tipos de servicios

Puede decirse que la cantidad de servicios diferentes que pueden ser proporcionados en la RNG está limitada solo a la imaginación de los desarrolladores independientes que el nuevo modelo ha generado.

Aunque las posibilidades son muy grandes, actualmente existen algunos servicios ya definidos y estos pueden ser agrupados en lo siguientes tipos:

- Servicios clase 5.
- Servicios de valor agregado.
- Servicios multimedia.

Servicios clase 5

Son proporcionados en el modelo de RNG por el Softswitch y son los siguientes:

- Servicios de usuarios tales como llamada en espera, sígueme, identificación de llamada, tripartita, marcación abreviada, etc.
- Servicios PABX dentro de estos servicios se encuentran identificación de usuario llamante para PABX, prescripción para PABX-ROF, consulta y conferencia para líneas analógicas, etc.
- Servicios de Telefonía pública como Operadores de telefonía pública, terminación de llamadas en teléfonos de previo pago, etc.
- Facilidades de operación tales como preselección a operador de red pública de larga distancia, líneas sin prescripción, máquina y mensajes de abonado, interrupción calibrada (botón R), marcaciones especiales utilizando las señales * y#, facturación en formato variable, marcaciones especiales, Interfaces de Sincronización, etc.

Servicios de valor agregado

Los servicios de valor agregado son servicios que son proporcionados por una plataforma de red inteligente a los usuarios, dentro de estos servicios, entre otros, se encuentran:

- LADA 800
- Servicios 900 (cobro por mensaje).
- Telencuesta Telmex (Televoto).
- Multifón.
- Telmex Precisa.
- VPNet (Virtual Private Network, Redes Privadas Virtuales).
- IVPNet (International Virtual Private Network, Redes Privadas Virtuales Internacionales).
- Número universal.

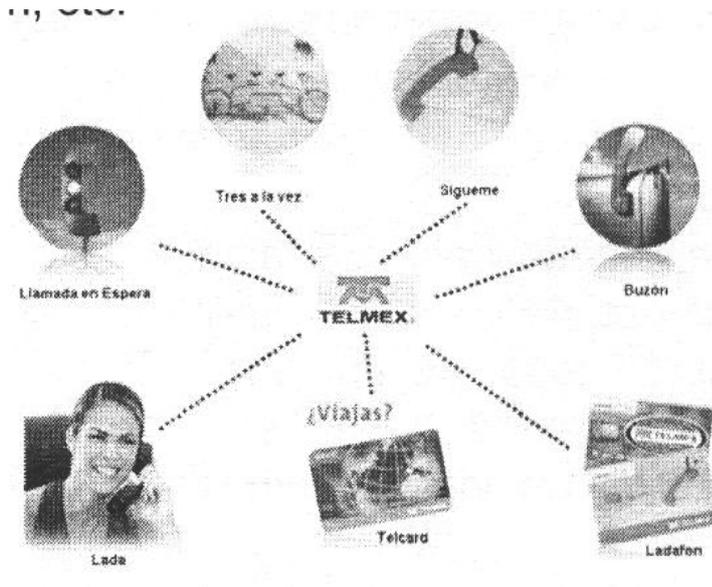


Fig. 5.2 Servicios Telmex Clase 5

Servicios multimedia

Los servicios Multimedia son los que combinan voz, datos y video en una sola aplicación. En términos generales, los servicios multimedia son los que se listan a continuación y es pertinente mencionar que por el momento, no todos son prestados por Telmex.

- Voz de forma inteligible y reconocible.
- Fax de bajo costo (basado en IP probablemente).
- Video bajo demanda (VoD, Video on Demand) con una amplia selección de películas.
- Video interactivo.
- Transporte de imagen.
- Acceso a Internet en cualquier momento y en cualquier lugar.
- Correo electrónico.
- Servicios de datos en banda estrecha y banda ancha.

IP ha llegado para quedarse, y está cambiando profundamente la naturaleza de las telecomunicaciones en su nivel más profundo. Lo mejor de todo, es que todos los niveles de capacidad han sido posibles gracias a que se encontró una aplicación a IP en las telecomunicaciones modernas y se ha ido implementando de manera acelerada.

Arquitectura de servicio

El modelo de las redes de nueva generación ha creado oportunidades para implementar nuevos servicios de contenidos y comunicación, pero el modelo de inteligencia de red es totalmente opuesto a los servicios tradicionales como los de RI. En la RI los servicios son prestados y gestionados por el operador de la red, la RNG abre la posibilidad de que cualquier entidad con infraestructura para ello pueda ofrecer sus servicios.

El entorno de telecomunicaciones de hoy se caracteriza por la coexistencia de estos dos modelos. Uno de los problemas clave para los operadores de red es proporcionar Servicios de Valor Añadido y mantener SLA en un entorno mucho más complejo que la red tradicional de telefonía. El esfuerzo por tratar de que este nuevo entorno en la prestación de servicios pueda desarrollarse ha generado una serie de estándares para la integración de las funcionalidades proporcionadas por distintas entidades dentro de la red, entre ellos podemos encontrar a OSA como un modelo genérico ya Parlay como una interfaz ya estandarizada para proporcionar los servicios propuestos en OSA.

OSA

OSA (Open Service Architecture) es un estándar del 3GPP, que define una arquitectura que permite al operador de la red ya las aplicaciones de terceras partes utilizar la funcionalidad de la red, a través de una interfaz abierta y estandarizada. Es decir, es una forma de publicar las facilidades de la red para que puedan ser fácilmente utilizadas, ocultando las características y problemáticas de implementación de los distintos proveedores de redes de telecomunicación. La arquitectura de OSA define tres niveles en la frontera con el operador de red, estos niveles se ilustran en la siguiente figura:

:

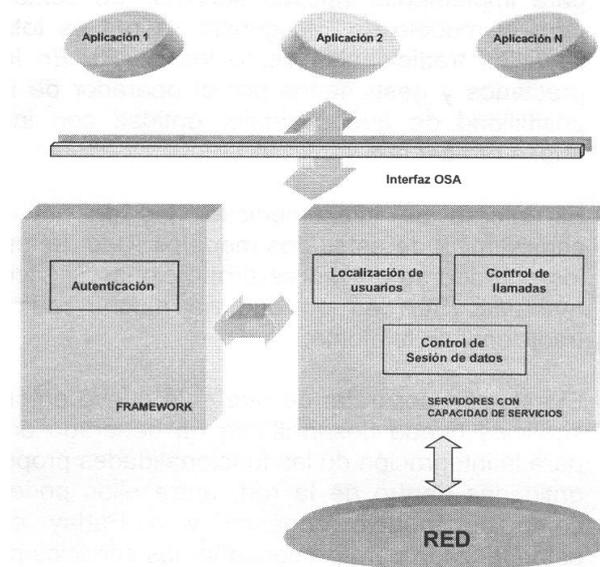


Fig. 5.3 Arquitectura OSA.

Nivel de aplicaciones

El nivel de aplicaciones es el espacio de las aplicaciones que implementan los Servicios de Valor Añadido, SVA. Estas aplicaciones son las que utilizarán la interfaz OSA para acceder a los recursos de la red. Las aplicaciones pueden ser propias o de terceros.

Nivel de servicios básicos o Framework

El nivel de servicios básicos es donde se encuentran las aplicaciones básicas necesarias para establecer el entorno apropiado para utilizar las facilidades de red. Algunos ejemplos son: autenticación, búsqueda de capacidades de servicio, etc.

Nivel de servicios de capacidad de servicio

El nivel de servidores de capacidad de servicios, SCS, es el espacio de las aplicaciones donde se proporciona una interfaz OSA sobre de las funciones de la red del operador.

Facilidad de Red que puede tener acceso a través de los SCS son

- Control de llamada.
- Sesiones de datos.
- Localización de usuarios.
- Estado de usuarios.
- Capacidades de Terminal.
- Transferencia de mensajes.

Interfaz Parlay

Parlay es una interfaz estandarizada y abierta para permitir el acceso a los recursos de las redes de los operadores a aplicaciones que no tienen por que residir en el dominio del operador.

La interfaz Parlay está descrita en UML y CORBA IDL. Esta interfaz, además de permitir el acceso a los servicios de la red del operador de telecomunicaciones, define los servicios para asegurar que el acceso a los recursos se realice de forma controlada y sólo a aquellas zonas que permita el operador de la red.

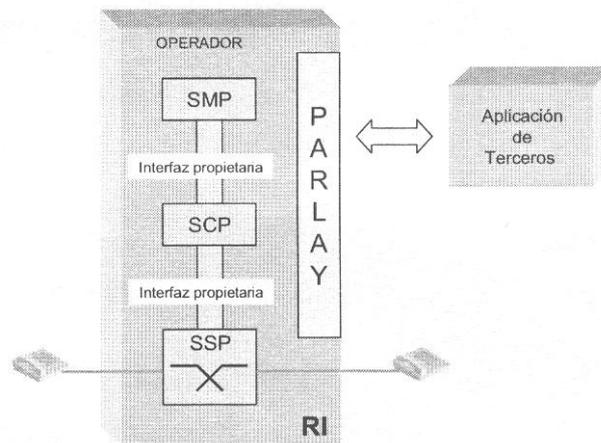


Fig. 5.4 Interfaz Parlay

Aplicaciones Típicas

Algunas de las aplicaciones típicas que podrían realizarse utilizando Parlay son:

- Los servicios B2B (Business to Business), por ejemplo, los centros de traducción simultánea distribuidos utilizan Parlay para redirigir las llamadas entrantes al traductor disponible y relevante.
- Los SVA (Servicios de Valor Agregado) tanto para redes GSM como para voz sobre IP.
- Las aplicaciones de control de flota, en las que empresas como centrales de taxis o transporte público pueden disponer de información de localización de vehículos a través de la interfaz Parlay.

Calidad de servicio

El término "calidad", definido en la recomendación ISO 8402 es "la totalidad de las características de una entidad que tiene que ver con su habilidad para satisfacer las necesidades establecidas y las implicadas".

De hecho, el significado de este término es muy amplio. En telecomunicaciones, el término calidad es comúnmente usado en valorar si el servicio satisface las expectativas del cliente.

Los clientes la evalúan sobre la base de la impresión personal y en comparación con sus expectativas del mismo, mientras que un Operador de Telecomunicaciones expresa a la calidad en los términos de los parámetros técnicos de la tecnología necesaria para implementar dichos servicios.

Esta discrepancia podría llevar a malos entendidos. De cualquier forma, el término QoS es usado en muchos significados desde la percepción del cliente, hasta un conjunto de parámetros de conexión que tienen que ser considerados para ofrecer un servicio en particular.

Modelo general

Existen tres nociones de calidad de servicio definidas, las cuales constituyen el modelo general. Estas son: las intrínsecas, las percibidas y las evaluadas. Esto se puede apreciar en la figura:

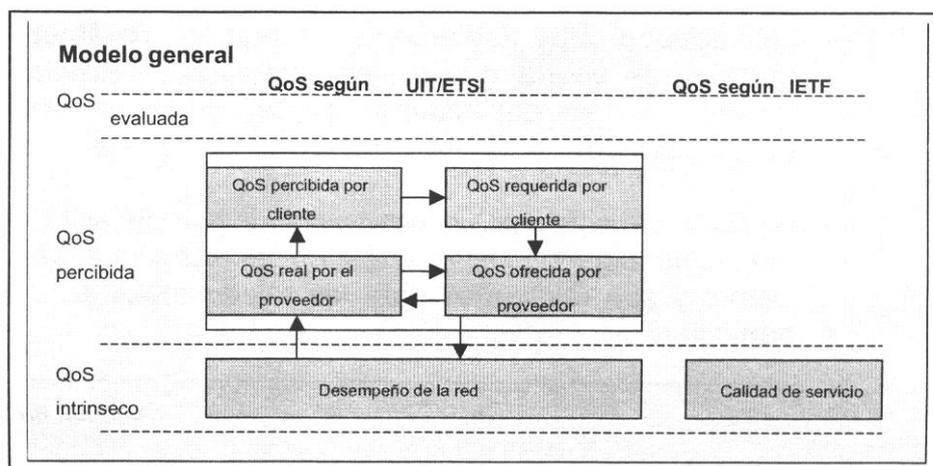


Fig. 5.5 Modelo general de QoS.

QoS intrínsecos

QoS intrínseca pertenece a las características del servicio con relación a los aspectos técnicos. Es determinada por lo tanto por el diseño de la red de transporte y el aprovisionamiento de las redes de acceso, sus terminaciones y sus conexiones.

La calidad requerida es llevada a cabo, entre otras cosas, por la apropiada selección de los protocolos de transporte, los mecanismos de aseguramiento de la calidad de servicio y los valores relativos a sus parámetros.

La calidad intrínseca es evaluada en comparación con las medidas de desempeño esperadas y las medidas. La percepción que del servicio tenga el cliente, no tiene influencia sobre el valor de la calidad intrínseca.

QoS Percibida

La QoS percibida refleja la experiencia del cliente en el uso de un servicio en particular. Es influenciada por las expectativas del cliente comparadas con el desempeño observado del servicio. A su vez, las expectativas personales son usualmente afectadas por la experiencia del cliente con un servicio de telecomunicaciones similar y por otras opiniones del cliente.

Por lo tanto, la QoS con los mismos valores intrínsecos podría ser percibida de manera diferente por varios clientes diferentes. De aquí se deduce que solamente asegurar parámetros de servicio particulares podría no ser suficiente para satisfacer a los clientes, quienes no se dan cuenta de la forma en que el servicio es proporcionado.

La QoS ofrecida por un proveedor debe reflejar la calidad intrínseca así como algunos parámetros no técnicos que son significativos al cliente y son relevantes para las expectativas de una comunidad en particular.

QoS evaluada

La QoS evaluada empieza a ser vista cuando el cliente decide si continua usando el servicio o no. Esta decisión depende de la calidad percibida, el precio del servicio, las respuestas del proveedor a las quejas de sus clientes y los problemas.

De aquí se deduce que aun una actitud representativa de la calidad del servicio por el cliente podría ser un factor importante en la evaluación de la QoS. Ni el UIT, ni el ETSI, ni el IETF tienen que ver con la calidad evaluada.

Enfoque IETF

El IETF se enfoca a la calidad QoS intrínseca y no hacer referencia a la calidad percibida. No tiene que ver con los objetivos del IETF los cuales se relacionan a la arquitectura del Internet y su desarrollo y efectividad. La calidad la define el IETF como "un conjunto de requerimientos del servicio para ser cumplidos por la red mientras transporta flujos de información".

El IETF propuso dos arquitecturas significativas: IntServ y DiffServ. Estandarizó el protocolo de señalización RSVP originalmente orientado al modelo IntServ y extendido después a otros propósitos. También desarrolló la noción de arquitectura IP QoS como una aproximación comprensiva de QoS y ha propuesto varias soluciones.

Parámetros QoS

La calidad de servicio intrínseca a una red de paquetes es expresada al menos por el siguiente conjunto de parámetros:

- Velocidad de transferencia de bit o razón de transferencia efectiva llevada a cabo.
- Retardo experimentado por los paquetes al pasar por la red.
- Jitter, o variación del retardo en la transferencia del paquete.
- Razón de pérdida de paquetes.

Adicionalmente, los parámetros de QoS intrínsecos dependen de la arquitectura de red y de las demandas de la aplicación:

- Extremo a extremo (en el modelo IntServ) o limitado (en el modelo DiffServ).
- Aplicado a todo el tráfico o solo a una sesión o sesiones particulares.
- Unidireccional o bidireccional.
- Garantizado o estadístico.

Los parámetros percibidos no son fáciles de definir pero en general corresponden a los siguientes puntos:

- Soporte al servicio.
- Operabilidad del servicio.
- Utilidad del servicio.
- Seguridad del servicio.

Acuerdos de Nivel de Servicios, SLA

Los acuerdos de Nivel de Servicio (SLA, Service level Agreement) son definidos por la UIT como "acuerdo negociado entre un cliente y su proveedor de servicio sobre características de niveles de servicio y su conjunto asociado de métricas. Su contenido varía dependiendo del servicio ofrecido e incluye atributos requeridos para el acuerdo negociado".

El IETF define SLA como un contrato de servicio entre un cliente y su proveedor de servicio que especifica el servicio de reenvío que un cliente debería recibir. En suma SLA es un término amplio que incluye características técnicas y parámetros del servicio así como aspectos legales y de cobro.

Un SLA se define por varias especificaciones:

Service Leve Specification (SIS, Especificación del Nivel de Servicio), es introducido para separar la parte técnica del contrato del término SLA. Es definido como un conjunto de parámetros y sus valores, los cuales de manera conjunta definen el servicio ofrecido para un tráfico. Especifica un conjunto de valores de parámetros de red relativos aun servicio en particular.

Traffic Conditioning Agreement (TCA, Acuerdo de Condiciones de Tráfico), es un acuerdo que especifica las reglas de clasificación de paquetes y los perfiles de tráfico así como una descripción de las propiedades temporales de un flujo de tráfico, tales como la velocidad y el tamaño de la ráfaga. El cliente estará obligado a ajustar sus flujos de tráfico generados aun perfil contratado. Se definen métricas, marcado, descarte y reglas de conformación particulares para tal efecto.

Servicio de DiffServ (SLA, El tratamiento de paquetes), fuera de lo acordado también es definido en el TCA. De acuerdo al IETF J el TCA engloba todas las condiciones de tráfico explícitamente especificadas dentro del SLA junto con todas las reglas implícitas de los requerimientos relevantes del servicio y/o desde una política de aprovisionamiento del servicio de DiffServ.

Traffic Conditioning Specification (TCS, Especificación de las Condiciones de Tráfico). Es un conjunto de parámetros con valores asignados que de manera clara especifican un conjunto de reglas de clasificación y un perfil de tráfico. El TCS es una parte técnica del TCA. También es un elemento del SLS.

La relación entre los aspectos anteriores se visualiza en la figura 5.6:

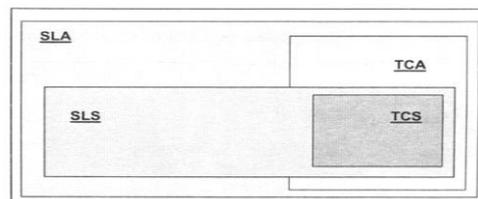


Fig. 5.6 Relación entre los parámetros que influyen en la QoS.

Servicios integrados (IntServ)

Servicios integrados (IntServ) inicialmente fue diseñado para aplicaciones sensibles al retardo en tiempo real, considera que un servicio particular proporcionado a una velocidad ligeramente mayor que la velocidad de datos del servicio tiene un retardo limitado y que la red puede garantizar este retardo limitado gracias a la reservación de recursos para cada flujo particular.

Los bloques de construcción aplicables a IntServ son: control de admisión, encolamiento, reservación de recursos, clasificación de tráfico, y aplicación de políticas de tráfico.

Servicios Diferenciados (DiffServ)

Servicios Diferenciados (DiffServ) se basa en el tratamiento del paquete con base en su clase de servicio indicada de manera codificada en su encabezado de IP. El proveedor de servicio establece con cada usuario un SLA, el cual define entre otras cosas la cantidad de tráfico a ser enviado por cada clase de servicio.

Este tráfico es enviado al nodo frontera en donde el nodo otorga un trato diferencial al tráfico. A diferencia del estándar IntServ, el tratamiento de DiffServ no es sobre cada flujo, sino únicamente sobre la clase de servicio indicada en el encabezado IP.

Los bloques de construcción aplicables a DiffServ son: administración de buffer, marcado de paquetes, SLA, medición de tráfico y registro, aplicación de políticas de tráfico, traffic shaping y ordenamiento.

Expectativas del cliente

En el mundo de los negocios de la economía globalizada, los servicios, las soluciones y las ventajas competitivas se convierten en las metas reales.

El elemento más importante, el cual permite diferenciarlos es la Calidad de Servicio (QoS, Quality of Service), la cual es la medida del nivel con el que las aplicaciones y los servicios que se ofrecen, los cuales son transportados en la infraestructura de la red, satisfacen a los clientes.

La Calidad de Servicio no es una medida en términos de disponibilidad de la red, tiempo de respuesta ni tiempo medio entre errores, ya que todos ellos son medidas de las que ya se ocupa Telmex. La Calidad de Servicio debe medirse en los términos que especifique el cliente.

El punto de vista que un Operador de Telecomunicaciones tiene respecto a los servicios es por mucho, diferente al que tiene el cliente. Muchos clientes, principalmente del sector juvenil, buscan servicios de telecomunicaciones que a sus ojos sean innovadores y además, competitivos.

Para que esto sea así en efecto, Telmex debe ver el mundo de los servicios a través de los ojos de sus clientes. De lo contrario, se caería en la tentación de pensar que el servicio y la tecnología son sinónimos.

Telmex debe entregar los servicios a través de una interfaz única o un número reducido de éstas. la calidad de servicio a entregar al cliente estará en relación al Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA, Service level Agreement) firmado por ambas partes y siempre a la vista del cliente.

El concepto de Calidad de Servicio, tiene significados distintos desde el punto de vista del cliente y desde el punto de vista de Telmex.

Para el cliente, tiene que ver más con aspectos relacionados con disponibilidad del servicio en cualquier tiempo y lugar, voz clara y servicios innovadores. En resumen, satisfacer sus expectativas. Para Telmex, está más relacionado con los aspectos técnicos de la tecnología requerida para satisfacer las expectativas de sus clientes.

Televisión IP

Servicio de distribución de señales de televisión sobre una red IP que se entrega finalmente al usuario sobre un acceso de cobre con tecnología ADSL2+, el servicio puede complementarse con telefonía y acceso a Internet, solución conocida como servicios triple play.

Arquitectura del servicio

La arquitectura del servicio está compuesta de tres partes principales:

- El Head End en donde se encuentran los servidores de vídeo principales y en donde se bajan las señales del satélite para su distribución.
- La red de distribución, compuesta por la red IP, los IPDSLAM y la línea ADSL2+ hacia el usuario.
- Y finalmente la instalación en el sitio del cliente, en donde se encuentran el modem ADSL2+ y los set-top boxes, que pueden ser vistos como computadoras personales muy poderosas y especializadas, o tal vez como una versión modificada de los televisores.

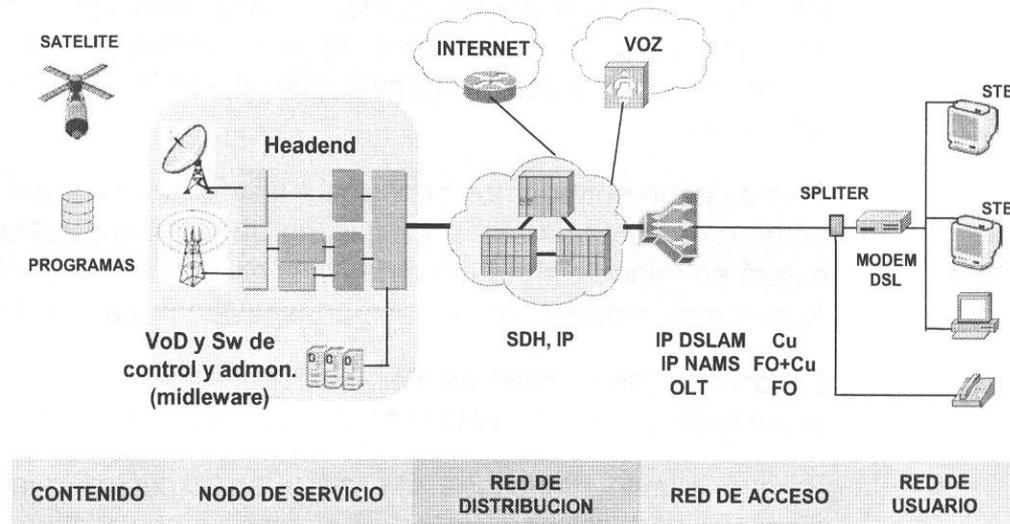


Fig. 5.7 arquitectura de un servicio de Televisión IP.

1

Variantes

El servicio de Televisión sobre IP puede ser proporcionado en varias modalidades:

- Televisión de difusión masiva (Broadcast Televisión, BTV) en un par de variantes: TV abierta y TV restringida.
- Video bajo demanda, VoD.
- Pago por evento, PPV.

BTV

En BTV se distribuyen un cierto número de canales de televisión bajados directamente de satélite y se entregan al usuario a través de la red de distribución IP, los canales que se entreguen al usuario corresponden al paquete básico definido por el prestador del servicio y con la posibilidad de contratar canales de acceso restringido. Esta modalidad es muy parecida a la TV por cable.

VoD

Se define video por demanda (Video on Demand, VoD) como la habilidad de distribuir una película u otro programa de video aun monitor de TV individual, al momento en que es solicitado por el consumidor. Algunas veces es comparado con una tienda electrónica de alquiler de video. El usuario (consumidor) selecciona algún video, de una gran lista de videos disponibles, y lo toma para verlo en su casa.

En esta modalidad el usuario tiene el control total sobre la sesión, con capacidades completas de un reproductor de video virtual, incluyendo selección de programas, reproducción adelantada o retrasada a diferentes velocidades, congelamiento y posicionamiento aleatorio de imágenes de una manera similar a el control de un reproductor de video casero.

PPV

Pago-por-evento (Pay-per-View, PPV) permite al usuario el acceso a una selección de eventos en vivo o películas, parecido a los servicios existentes PPV de televisión por cable.

Distribución de video, el IP DSLAM

Uno de los puntos más importantes en la red de distribución de las señales de video son los puntos en los cuales finalmente se tiene acceso a los usuarios finales, el elemento encargado de esta función es el IP DSLAM.

El IP DSLAM se conecta directamente a la red IP mediante una interfaz Gigabit Ethernet por fibra óptica que proporciona el ancho de banda suficiente para la recepción de las señales de video. Internamente el IP DSLAM posee un Bus de Difusión de Video (BVB, Bus of Video Broadcast) de 622Mbps del tipo unidireccional, el cual pondría a disposición del cliente hasta 175 canales de televisión, si finalmente el ancho de banda para cada uno de ellos es de 3.5Mbps. Un ejemplo de un IP DSLAM es el ASAM 7301 cuya arquitectura interna se muestra en la siguiente figura:

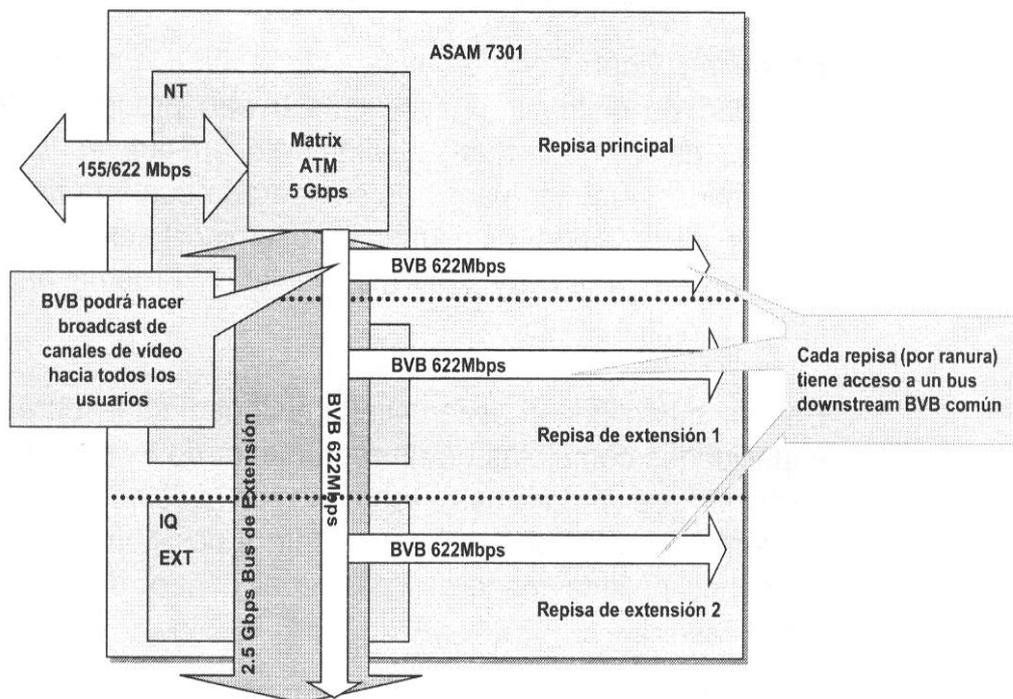


Fig. 5.8 Integración entre el servidor de Video y el IP DSLAM.

IP Centrex

IP Centrex es un servicio que proporciona al usuario las facilidades de un conmutador IP con cobertura Nacional sin necesidad de invertir en ello. Las facilidades que el cliente puede obtener en cada uno de sus sitios son las siguientes:

- Servicios digitales tradicionales
- Localízame (Sígueme avanzado)
- Funcionalidad de Interphone entre extensiones
- Multiconferencia (hasta 10 participantes)
- Mensajes y/o Música de fondo en modo de espera
- Red Privada Virtual de Voz
- Directorio Corporativo en línea
- Aplicaciones de datos en línea
- Integración de Mensajes en la PC o en el aparato IP
- Buzón de Voz
- E-mail
- SMS
- Notificación de nuevos mensajes

Arquitectura del servicio

La arquitectura del servicio se muestra en la siguiente figura:

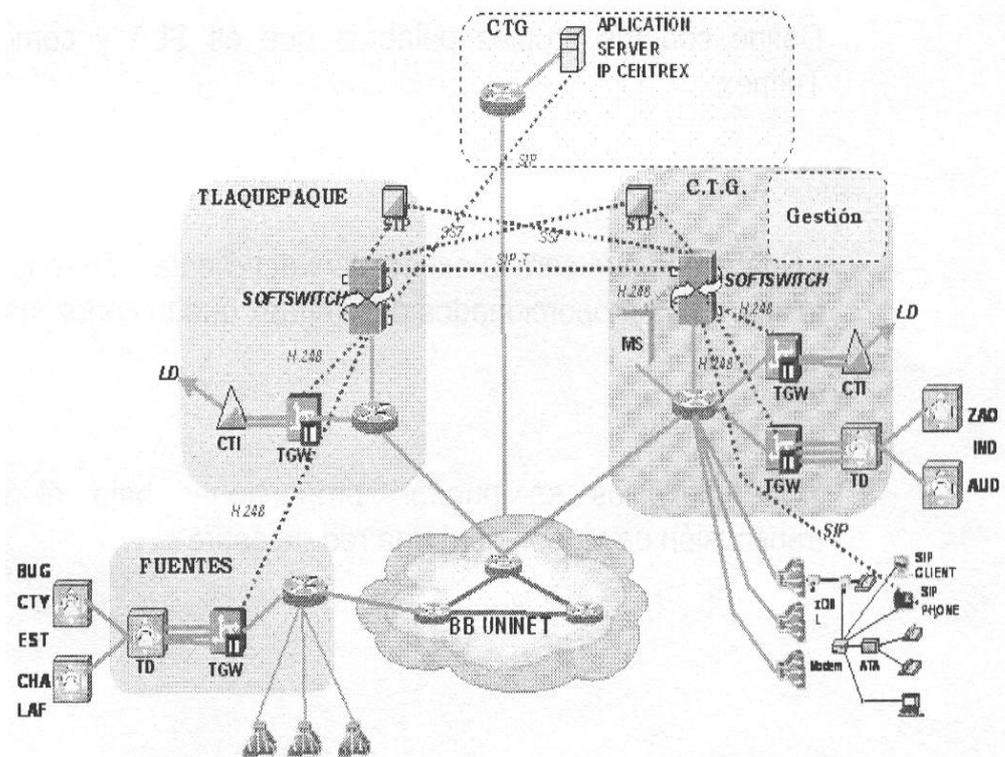


Fig. 5.9 Arquitectura de servicios IP Centrex.

Capítulo 6

Capa de Gestión

La evolución de los servicios de telecomunicación, motivada por el auge de las tecnologías de la información, plantea nuevos retos al operador de red para gestionar los sistemas que conforman las Redes de Nueva Generación.

El modelo TMN adquiere relevancia debido al hecho de que plantea soluciones para llevar a cabo una gestión eficiente de redes y de servicios cuando el operador de telecomunicaciones ofrece diferentes servicios multimedia con diversas tecnologías, a través de redes de telecomunicaciones y de cómputo.

Capa de gestión

Un sistema de gestión tiene como propósito manejar los estados de las entidades que gestiona. La función de gestión se relaciona con el conocimiento del estado de las identidades gestionadas, lo cual implica aptitudes de interpretación, así como en algunos casos la posibilidad de ofrecer una respuesta de control sobre los mismos.

De este modo, la gestión de un sistema de redes de datos se convierte en una herramienta poderosa para la tarea de administración, función básica de un buen funcionamiento. A medida que la comunicación entre elementos gestionados y sistema de gestión se optimiza, se acelera el proceso de respuesta ante eventos relevantes, este hecho impacta directamente no sólo en la eficiencia del servicio sino también en los costos relacionados con el mismo.

Modelos de gestión

Ante la explosión en el crecimiento de los sistemas de redes de datos, la necesidad de un sistema de gestión efectivo es cada vez más evidente. La disponibilidad de medios eficientes de conexión, favorecieron el surgimiento e implementación de estándares de gestión.

De los múltiples modelos creados, el de mayor aceptación es el modelo de TMN (Telecommunication Management Networks-Red de Administración de Telecomunicaciones) definido por la ITU- Ten su recomendación M.3010. Este modelo, cuya característica principal es la gestión distribuida, especifica el "esqueleto" a partir del cuál es posible definir y analizar dentro de un marco común, los distintos sistemas de Gestión de Redes de Telecomunicaciones.

Se posibilita de esta manera la generación oportuna de estándares para gestión, con capacidad de incorporación de tecnología existente y futura.

Generalidades de TMM

TMM, Sistema de administración de red

TMN ha venido convirtiéndose en la mejor opción para resolver problemas involucrados en el transporte de diversos tipos de información a diferentes tasas de transmisión con distintos niveles de sofisticación de equipos.

Para que TMM

En la industria de telecomunicaciones, TMN es un término utilizado vagamente que cubre todas las clases de soluciones de gestión de red. Sin embargo, en el sentido estricto, TMN se refiere únicamente a las soluciones de gestión de red que satisfacen y se ajustan a los estándares de gestión de red de la ITU-T.

TMN plantea una arquitectura organizada por capas que permita la interconexión de diversos sistemas de soporte de operaciones y equipos de telecomunicaciones y cómputo para el intercambio de información de gestión. TMN contempla aspectos de monitoreo, control y coordinación de recursos en redes de telecomunicaciones. Los Recursos son componentes de un sistema que proporciona servicios. Estos recursos pueden ser: equipo, software, hardware o inclusive clientes.

Elementos de TMN

Los Administradores y los Agentes son conceptos básicos muy importantes en la gestión de redes y TMN:

- Un Administrador lleva a cabo el monitoreo y el control de los diferentes agentes que se encuentran dentro de su cobertura de acción.
- Los Agentes interpretan los comandos enviados por los administradores y realizan la gestión de los recursos de la red.
- Los administradores y los agentes se comunican intercambiando información de gestión. Este intercambio de información se puede realizar pasando mensajes entre ellos o utilizando un enfoque orientado a objetos.

Las redes de comunicación de datos y TMN usan el enfoque orientado a objetos para representar recursos e intercambiar información de gestión entre administradores y agentes. Los recursos proporcionan servicios y pueden ser físicos (hardware) o lógicos (software).

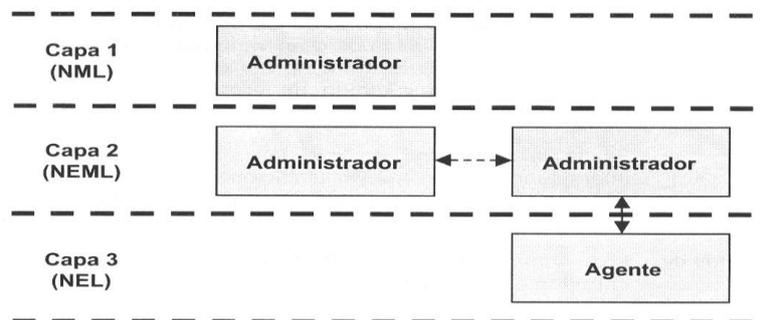


Fig. 6.1 Descomposición de la Funcionalidad de Administración.

Funciones TMN

Entre otras funciones, TMN permite:

- Gestión remota de los componentes de los sistemas, tanto hardware como software, involucrados en la transmisión de los diversos tipos de información: voz, video, imagen, datos, etc.
- Provisión de interfaz e interacción sencillas con los clientes para configurar y solicitar los servicios requeridos. La interfaz con los clientes tiene que tomar en cuenta los distintos niveles de habilidad de los usuarios finales o clientes.
- Incremento constante de automatización para rectificar problemas concernientes a los recursos involucrados ya los usuarios finales.
- La automatización.
- Auto corrección.
- Auto restauración de las redes.
- Integración y gestión transparentes de los equipos y protocolos heredados de diferentes redes con equipos y protocolos nuevos.

Modelos TMN

Por otra parte en TMN, se usa un modelo jerárquico para dividir las actividades de gestión en diferentes capas y simplificar su implementación. Cuando un sistema se complica es normal dividir sus funciones. En la computación y las telecomunicaciones, las funciones se dividen en capas.

El mismo principio se aplica en TMN. Cada capa tiene sus propias funciones, papeles y reglas para interactuar con las capas inferiores y superiores. La división de las funciones de TMN facilita su implementación paso por paso.

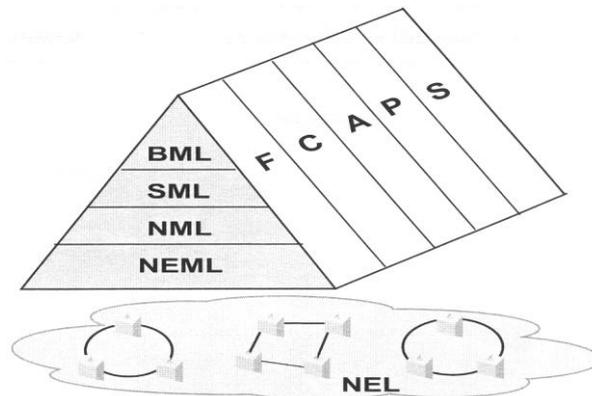


Fig. 6.2 Modelo en capa de la Red de Administración de Telecomunicaciones.

Capas funcionales de TMN

Las diferentes capas TMN se denominan capas funcionales de gestión, las cuales son:

- Capa de Administración del Negocio (BML -Business Management Layer).
- Capa de Administración de Servicios (SML -Service Management Layer).
- Capa de Administración de la Red (NML -Network Management Layer).
- Capa de Administración de los Elementos de Red (NEML - Network Element Management Layer).
- Capa de los Elementos de Red (NEL -Network Element Layer).

FCAPS

Administración de red

La Administración de Red es un servicio avanzado de red. Las funciones de Administración de Red tradicionales, tales como administración de servicios, aislamiento de fallas, administración del desempeño, administración del tráfico, también se encuentran en las redes de nueva generación. De cualquier manera, las características del tráfico de paquetes de datos, la introducción de una variedad de nuevos elementos de red, y la interacción entre redes sitúan nuevas demandas extraordinarias en la Administración de Red.

Áreas funcionales

La Administración de una Red de Telecomunicaciones se puede dividir en cuatro o cinco áreas funcionales clave:

- Administración del Desempeño (Performance Management).
- Administración de Fallas (Fault Management).
- Administración de Configuraciones (Configuration Management).
- Administración de la Seguridad (Security Management).
- Administración de la Contabilidad (Accounting Management).

El nombre de FCAPS es un acrónimo formado por las siglas de cada una de las áreas funcionales de la Administración de Red mencionadas en el párrafo anterior.

- Fault Management.
- Configuration Management.
- Accounting Management.
- Performance Management.
- Security Management.

CONCLUSIONES

La utilización cada vez en mayor escala de las redes de telecomunicaciones, el elevado incremento de usuarios residenciales de Internet, y el crecimiento de las necesidades especializadas de los sistemas de información está produciendo una necesidad de integrar las redes de voz, datos y video.

Cabe recalcar y dar a conocer que las redes actuales están llegando a la saturación. El par de cobre tradicional y su utilización para el acceso en banda ancha con la tecnología ADSL tienen fecha de caducidad, debido a sus limitaciones técnicas, ya hemos llegado al término de su vida útil. En breve tiempo, las redes actuales quedarán obsoletas, por lo tanto, es necesario disponer de las nuevas redes con la máxima urgencia. El despliegue de fibra óptica y las redes móviles de nueva generación solucionarán las necesidades de ancho de banda de los nuevos servicios y aplicaciones y posibilitará el acceso masivo a ellas por parte de los usuarios.

Los servicios de nueva generación que ofrece mayores beneficios en el aprovechamiento de las redes por parte del usuario. Esta evolución está sustentada en una estrategia global de integración y uniformidad de servicios que unen los datos, telefonía, televisión, e Internet por medios de accesos integrados. El desarrollo de estas redes se da en una estructura óptica de comunicación modernizada de alta capacidad y disponibilidad; mientras que en el transporte, lo hace a través del Protocolo IP.

Difundir el conocimiento de las redes, potencialidades, aplicaciones y transferir el uso de las tecnologías montadas sobre redes de nueva generación de alta velocidad mediante el presente trabajo de investigación a la comunidad científica y académica nacional. Así como el planteamiento, la utilización y el aprovechamiento a lo máximo de las arquitecturas y los servicios de redes de nueva generación a través del uso de Protocolo IP, podemos efectuar el desarrollo de las redes avanzadas, las que tienen la misión de acercar mejor a las personas y beneficiar al mundo informático empresarial en las comunicaciones.

En este sentido, existe un cambio positivo y fundamental en el desarrollo del país y el mundo, su alcance, valor añadido, modernidad y mejores servicios competitivos. El uso en mayor escala de la VoIP, Informática especializada en Internet (redes de voz, datos y video), son quizás los protagonistas que han tenido mayor relevancia en esta nueva generación de las comunicaciones.

El debate abierto sobre la nueva regulación en el ámbito de las comunicaciones electrónicas y las negociaciones entre todos los agentes debe finalizar con un escenario favorable al despliegue de estas redes en México y el mundo.

Anexo 1

GMPLS

Conforme la infraestructura de las redes públicas evoluciona de un modelo basado en tecnologías de conmutación de circuitos a otro modelo más optimizado para el tráfico de datos, también deben hacerlo las redes ópticas de transporte subyacentes. El plano de control es clave en este cambio, y los esfuerzos se centran en la actualidad en GMPLS (Generalized Multiprotocol Label Switching).

GMPLS combinado con la conmutación fotónica representa el planteamiento más prometedor para la consolidación de las redes troncales. GMPLS, ofrece un plano de control integrado, el cual extiende el conocimiento de la topología y la gestión de ancho banda a lo largo de todas las capas de red, permitiendo de forma efectiva la consolidación de los servicios y el transporte.

El resultado final es un desplazamiento del punto de demarcación entre ambos. Ahora tanto los servicios como el transporte permanecen juntos y separados de la transmisión, dejando la transmisión de larga distancia como el único elemento sin conmutación.

El protocolo GMPLS consiste en una serie de extensiones a MPLS que proporcionan un control común sobre los servicios de paquetes, TDM y longitudes de onda. Estas extensiones afectan a los protocolos de señalización y de enrutamiento MPLS para actividades tales como distribución de etiquetas, ingeniería de tráfico o protección y restauración, permitiendo un rápido aprovisionamiento y gestión de los servicios de red.

Evolución del modelo Red Óptico

Las redes ópticas en la actualidad presentan un gran número de capas, cada una preparada para manejar un determinado tipo de tráfico y proporcionar servicios específicos. Actualmente existen equipos independientes que están especializados en una capa y en un tipo de tráfico como por ejemplo: enrutadores IP, conmutadores ATM, dispositivos SONET/SDH o conmutadores DWDM.

Este planteamiento permite simplificar el diseño de los dispositivos pero conduce a redes complejas y difíciles de gestionar. Por ello, últimamente la tendencia es reducir el número de dispositivos distintos que se encuentran en la red.

En este escenario, es necesario un plano de control común para todas las capas como el proporcionado por el Protocolo GMPLS. Para el correcto funcionamiento de una red basada en GMPLS, se requieren elementos de conmutación ópticos capaces de encaminar o conmutar tráfico de cualquier tipo: TDM, paquetes o longitudes de onda.

En la figura 3.22 se observa la Evolución del Modelo de Capas de las Redes Ópticas:

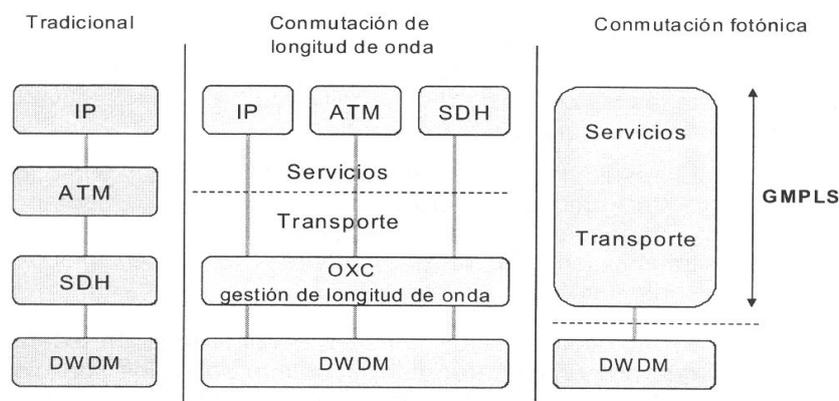


Fig. A 1.1 Evolución de Modelo de Red Óptica.

Funciones en GMPLS

Existen tres componentes principales involucrados en el establecimiento de una trayectoria:

Exploración de recursos.- Se obtiene información acerca de los recursos de red tales como conectividad o capacidad de los enlaces. Los mecanismos utilizados para divulgar esta información se basan en extensiones a los protocolos de enrutamiento, como OSPF

- Selección de ruta: - Se utiliza para seleccionar una ruta apropiada a través de la red óptica inteligente en base a ciertas restricciones impuestas por el entorno y las limitaciones de la capa física
- Gestión de ruta.- Incluye distribución de etiquetas, así como establecimiento, mantenimiento y terminación de ruta. Estas funciones se realizan por medio de un protocolo de señalización extendido como Resource Reservation Protocol for Traffic Engineering (RSVP-TE) o Constraint-routed Label Distribution Protocol (CR-LDP)
- Al mismo tiempo, esta clase de red reduce el tipo de dispositivos desplegados, pues no son necesarios dispositivos específicos de cada capa de red, sino un único dispositivo.

Mejoras con GMPLS

GMPLS permite incrementar el número de enlaces paralelos entre nodos en una red. Esto es importante en redes fotónicas, en las que cientos de enlaces paralelos (por ejemplo, fibras individuales dentro de un cable de fibra óptica) pueden existir entre un par de nodos. GMPLS también facilita la rápida detección de fallas, el aislamiento de las mismas y la conmutación hacia canales alternos, minimizando el tiempo en el que la red esté caída.

GMPLS extiende el plano de control de MPLS, incluyendo:

- Controlar elementos de red heterogéneos (por ejemplo, enrutadores y SDH)
- Permite una infraestructura de control común (basada en IP)

Esto se muestra en la figura A 1.2.

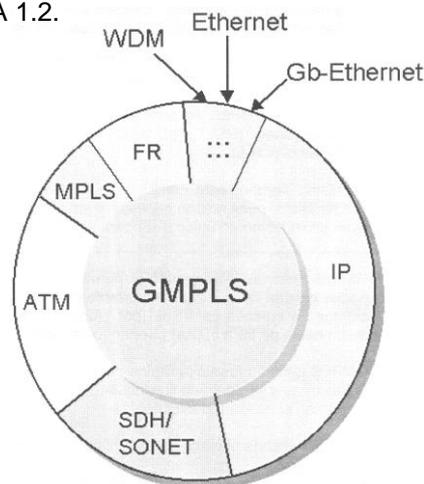


Fig. A 1.2 Plano de control extendido de GMPLS

Tal como lo mencionamos, MPLS está diseñado para separar lógicamente el plano de control del plano de datos. Existen muchos beneficios al separar estos dos planos, especialmente cuando se utilizan elementos de red ópticos transparentes (como DWDM).

GMPLS extiende este concepto al permitir que el plano de control sea físicamente diverso con respecto al plano de datos asociado.

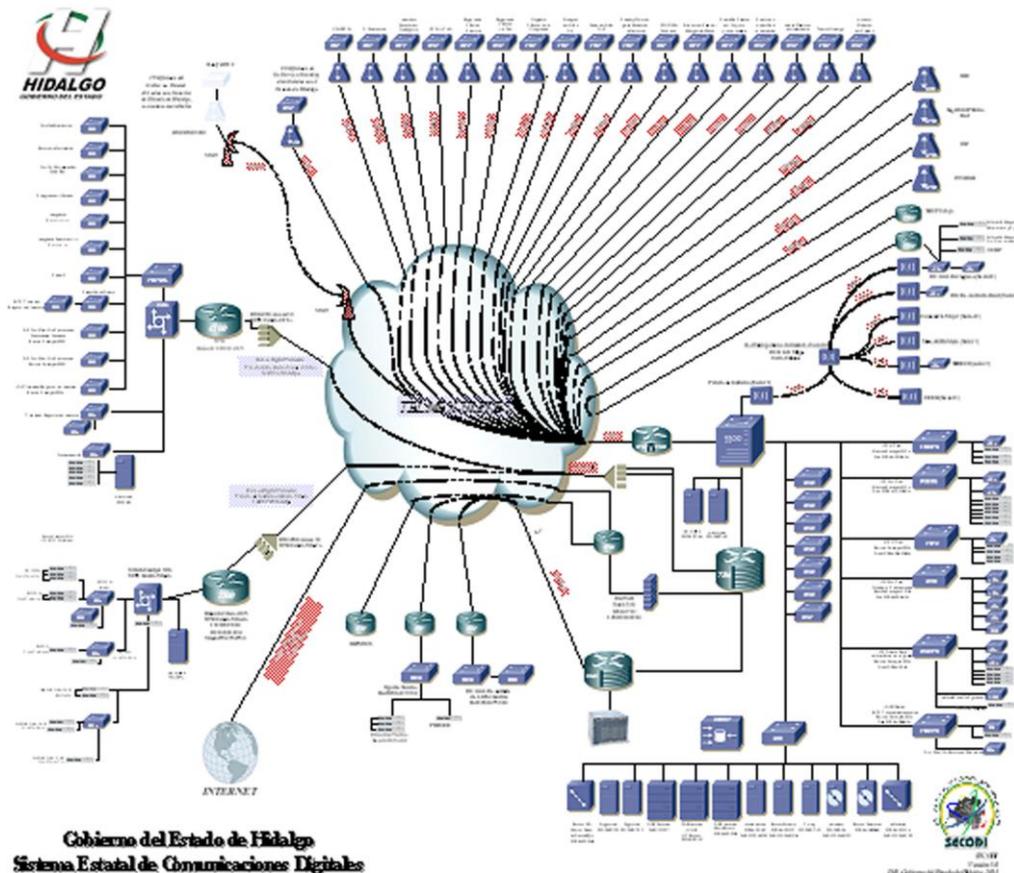
ANEXO Nº 2

LICITACIÓN PÚBLICA NACIONAL No. 42085001-150-07

CONTRATACIÓN DEL PROYECTO LLAVE EN MANO "ACTUALIZACIÓN Y MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES DIGITALES DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE HIDALGO"
SECRETARÍA DE ADMINISTRACIÓN DEL ESTADO DE HIDALGO

Proyecto llave en mano

Contratación del proyecto llave en mano denominado "Actualización y Modernización del Sistema de Comunicaciones Digitales del Gobierno del Estado de Hidalgo" que debe incluir lo siguiente: bases técnicas de licitación que debe cumplir la propuesta del licitante para el proyecto de actualización y modernización del sistema de comunicaciones digitales del gobierno del estado de hidalgo. en cumplimiento a las disposiciones que establece la constitución política del estado libre y soberano de hidalgo en su artículo 108 y la ley de adquisiciones, arrendamientos y servicios del sector público del estado de hidalgo, en sus artículos 36,37,38 y demás correlativos y su reglamento respectivo, convoca a las personas físicas y morales con capacidad técnica y económica que deseen participar en la licitación pública no. 42085001-150-07 para la contratación del proyecto llave en mano "actualización y modernización del sistema de comunicaciones digitales del gobierno del estado de hidalgo, conforme a las siguientes bases.



Capital contable mínimo requerido.

- el capital contable mínimo requerido será de \$37'500,000.00 (treinta y siete millones quinientos milpesos 00/100 m.n.). El cual se verificará en el documento. Registro del padrón de proveedores de la administración pública estatal vigente.
- En el presente documento se establecen los lineamientos técnicos a los que se apegará el licitante para la instalación, activación, operación y administración de un sistema de comunicaciones digitales convergente para telefonía digital/analógica, telefonía IP y transmisión de datos. Así como, servicios de valor agregado asociados, para interconectar las oficinas del gobierno del estado de hidalgo en adelante denominado GEH.
- La propuesta que presente el licitante debe ser una solución llave en mano, en la cual una sola empresa se haga responsable por todos los conceptos incluidos en una partida única. Se integrará una red privada de voz/datos a través de los servicios de una red basada en protocolo mpls (multiprotocol label switching, por sus siglas en inglés) para el caso de enlaces terrestres y una red inalámbrica metropolitana para la ciudad de Pachuca de soto, hidalgo, basada en protocolos 802.11x y con preparación de soporte a wimax. ambas con calidades de servicio garantizadas en adelante denominadas qos (quality of service, por sus siglas en inglés), realizando las altas, bajas, modificaciones y diseños de los servicios privados de voz/datos requeridos, conformando para esto un plan de direccionamiento IP (internet protocol, por sus siglas en inglés) y numeración homogénea, que considere las recomendaciones internacionales en la materia, de acuerdo a la capacidad requerida en estas bases, y que será implementado de común acuerdo entre el licitante y el GEH, contemplando darle continuidad a los esquemas de direccionamiento IP y numeración telefónica, actualmente operando.
- Garantizar que todo el equipamiento propuesto es nuevo, de la mejor tecnología en México y que tendrá al menos una vigencia de 10 años en el mercado, con la finalidad de garantizar el suministro de partes durante ese tiempo.
- Procesamiento de la señalización del tráfico que egresa/ingresa entre la capa de conmutación y transporte.

Integrar los Nuevos Servicios de Acuerdo a las Características Técnicas.

- Seguridad de la red de GEH, de manera que únicamente sitios pertenecientes a ésta y otros autorizados puedan intercambiar información entre ellos y sólo se debe habilitar la introducción de un nuevo sitio o servicio.
- Sitios y servicios de solución integral única y convergente para telefonía analógica, digital, telefonía IP y datos.
- Este sistema tendrá una cobertura dentro del territorio del estado de hidalgo, permitiendo la interconexión de las oficinas del GEH que se describen.
- Este sistema deberá operar las 24 horas, los 365 días del año con los niveles de eficiencia y disponibilidad solicitados.

Enlaces y anchos de banda requeridos por sitio.

- Todos los enlaces a los sitios considerados, deberán ser terrestres a través de cobre o fibra óptica con tecnología mpls, a excepción de los que se definen como WMAN que deben ser inalámbricos.
- Estos enlaces deberán mantener una disponibilidad mínima comprometida de servicio del 99.98% anual.
- Gestionar el direccionamiento, calidad en el servicio y monitoreo de toda la red mpls. en el caso de la red WMAN la infraestructura instalada pasará a ser activo del GEH.
- Para los sitios que incluyen telefonía digital/analógica se debe calcular el ancho de banda considerando una compresión de 16kbps para los canales analógicos y de 32 kbps para el caso de los canales digitales, más el ancho de banda requerido para el canal de datos.

Servicio de telefonía IP.

- Se debe incluir un sistema de telefonía IP distribuido que soporte el número de servicios. que integre un sistema en centro cívico, un sistema en centro minero, un sistema en el DIF y un sistema en palacio de gobierno. los cuales deberán de proporcionar el servicio correspondiente a cada sitio de telefonía IP .el sistema de palacio de gobierno deberá estar equipado para soportar por lo menos 5000 usuarios .en cada sitio el sistema de telefonía IP deberá de ir conectado al PBX local de telefonía digital, permitiendo un entorno integral de telefonía. los sistemas deberán permitir la subsistencia entre ellos. el sistema de palacio de gobierno deberá integrar los servicios de telefonía del edificio de palacio, los metropolitanos y foráneos que pudieran existir ofreciendo los servicios de telefonía a la red interinstitucional y la red pública.
- Este sistema debe proporcionar y ser compatible con los siguientes estándares y protocolos: 802.3af, 802.1P, 802.1Q, DHCP, TFTP, QOS, XML, SIP, H323, H.225, H.245, QSIG, MGCP, RTP/RTCP, RTSP, RSVP, SAP, SDP, G723.1, G729A y G711.
- El sistema de telefonía IP debe contar con un sistema operativo basado en Linux o UNIX con la finalidad de ofrecer un sistema menos vulnerable a ataques o virus y que permita tener la posibilidad de manejar aplicaciones telefónicas avanzadas en tiempo real integradas en el mismo sistema como las siguientes: telefonía híbrida, telefonía inalámbrica DECT, call Center, IVR, correo de voz, mensajería unificada, Softphone, administración basada en Web ó de manera gráfica, etc. se debe considerar la cantidad de servicios por sitio.
- Los sistemas de telefonía IP para los sitios principales deben reunir las siguientes características: el sistema de telefonía IP ofertado deberá permitir la convergencia en voz y datos mediante una solución de arquitectura integrada con telefonía digital analógica o arquitectura independiente. el sistema de telefonía IP deberá estar basado en procesadores operado por mando central, de configuración modular, controlado por software almacenado y arquitectura no bloqueable. el sistema de telefonía IP deberá ser escalable, confiable (99.999%) y robusto en switching, enrutamiento y control del flujo de las llamadas todo sobre IP y permitir al mismo tiempo conexión hacia la PSTN usando tecnología TDM.

Es requisito indispensable la habilidad de manejar dos técnicas de conmutación con la finalidad de que el sistema de telefonía IP soporte de manera transparente y con un 100% de funcionalidad la convivencia que pueda comunicar entre sí, extensiones analógicas y digitales con extensiones IP, extensiones IP con líneas conmutadas y entre extensiones IP. deberá soportar en la misma tarjeta troncales IP, teléfonos IP y teléfonos IP por software. los sistemas de telefonía IP deberán contar con la última versión disponible por el fabricante del sistema operativo que se determine, además, deberá contar con la facilidad de generar respaldos de su base de datos de forma automática y manual, la cual deberá hacer por medio de un disco flexible, CD-ROM o a través de la red. los sistemas de telefonía IP de los sitios principales (anexo t1) deberán contar con redundancia en el procesador principal, de manera que ante la pérdida del procesador activo entrará automáticamente el procesador de respaldo. el procesador de respaldo deberá sincronizarse con el procesador principal en tiempo real, de manera que en caso de falla del procesador principal, el tiempo de recuperación del procesador de respaldo sea inmediato, capaz de recuperar todos los servicios de telefonía en caso de que suceda lo anterior. de esta forma todas las llamadas activas al momento de la falla no deben perderse.

- La facilidad de convertir mensajes de texto de correo electrónico a voz. en este rubro se deberá incluir el soporte para los servicios de telefonía IP descritos en el anexo t1. Deberá de tener la posibilidad de acceder desde cualquier dispositivo (teléfono IP, teléfono móvil o vía Pocket PC en dispositivos PDA o Web-softphone).Cableado estructurado nivel 6.

Telefonía Digital/Analógica.

- Que permita la supervivencia de los servicios en caso de falla de los enlaces, además debe permitir el enrutamiento de llamadas entre los sitios principales hacia la comunicación al PSTN en el caso de falla de las troncales de cualquiera de estos sitios.
- Se puede definir un sistema totalmente compatible y convergente con el sistema de telefonía digital/analógica y el sistema de telefonía IP completamente transparente y sin pérdida de funcionalidad.
- El sistema de telefonía digital/analógica deberá contar con operadora automática con recolección de dígitos y con capacidad de enrutar a cualquier teléfono (analógico, digital o IP) u otro sitio de la red.
- El sistema de telefonía digital/analógica deberá contar con un sistema de correo de voz integrado. con una capacidad de configurar mas de 1,000 buzones (refiérase anexo t1) y que permita tener funcionalidades como operadora automática.
- Las características de SMDR que debe cumplir el sistema de parificación, son: tarificación de servicio telefónico sistema para distribución de costos en general y por departamentos reportes consolidados reportes basados en Web clases de servicio 6. red WAN.

Red LAN Y Red WMAN (Pachuca).

- Se deben incluir todos los sitios de enlace WMAN. estos sitios se encuentran ubicados en la ciudad de Pachuca de Soto, Hidalgo.
- Telefonía IP, QOS, CIR, MIR, TOS, 802.1p, y VLAN (802.1q). Mecanismos de seguridad avanzados que incluyan como mínimo WEP de 128 bits y encriptación AES. Interfase de conexión LAN de 100 mbps. Ancho de banda por canal de 20mhz. TELNET, SNMP y administración remota vía LAN o Wireless.
- El equipo radio base. se establecerá una célula inalámbrica que de conectividad a los sitios más cercanos a ella, de manera sectorial. Las antenas sectoriales deberán tener una apertura horizontal de 60 grados. Los Access-Point para las Radio bases deberán ser de tipo Carrier-Class.

- El enlace a cada sitio suscriptor de cada célula deberá hacerse a través de equipo inalámbrico que trabaje con frecuencia abierta de la banda de 5 Ghz. el alcance máximo de la Radio base a el suscriptor deberá ser de hasta 8 km. estos equipos deberán tener la capacidad de operar sin el requerimiento de línea de vista abierta.
- El sistema deberá ser redundante, de manera que exista auto reparación en caso de que una célula falle. se debe considerar la implementación de un sistema de ruteo entre las radio bases que soporte QSPF y BGP.
- Se debe incluir en la propuesta todos los elementos de soporte que se requiera para la instalación de los radios y antenas .así mismo, todo el cableado requerido. En caso de ser necesario, elementos de suministro de energía eléctrica como baterías y equipo de energía ininterrumpida.

Servicio de Internet Corporativo.

- La propuesta deberá incluir la contratación de un enlace por demanda de tipo e3 a 34 mbps con acceso directo nacional de internet.
- La administración, control de equipo y infraestructura de entrada/salida al país del backbone nacional de internet.

Mantenimiento y Servicio.

- Mantenimiento preventivo en dos periodos anuales.
- Mantenimiento en garantía el mantenimiento dentro de garantía (5 años) de todo el sistema involucrado en esta licitación será sin cargo para GEH.

Glosario

AAA	Accounting, Authentication, Authorization, Contabilidad, Autenticación y Autorización.
AGw	Access Gateway, Gateway's de Acceso
API	Application Programming Intetiaace, Interfaz programable de aplicaciones
BML	Bussines Management Layer, Capa de Administración del Negocio
BVB	Bus of Video Broadcast, Bus de Difusión de Video
CA	Call Agent, Agente de llamada CAR Centro de Atención a la Red
CDR's	Registros de detalle de llamada
CM's	Centros de Mantenimiento
CNS	Centro Nacional de Supervisión
COM's	Centros de Operación y Mantenimiento
CR-LDP	Constraint-routed Label Distribution Protocol
CWDM	Coarse Wave Division Multiplexing, Multiplexación gruesa por División de Longitud de Onda
Dominio	Es aquel en donde un Softswitch controle aun grupo de Trunking Gateway, Media Gateway y/o Access Gateway.
DWDM	Dense Wave Division Multiplexing, Multiplexación Densa por División de Longitud de Onda
E-LSR	Edge-Label Switch Router, Enrutador de conmutación por etiquetas de frontera.
FCAPS	Faults, Configuration, Accounting, Petiormance y Security, Fallas, configuración, facturación, desempeño y seguridad
FEC	Forward Equivalent Class
FR	Frame Relay
FTTB	Fiber to the Business, Fibra hacia el negocio
FTTH	Fiber to the Home, Fibra hasta el hogar
GMPLS	Generalized Multiprotocol Label Switching
GPON	Gigabit PON
H.248	Protocolo definido por la ITU para señalización entre el MGC y los MG.
IP	Internet Protocol, Protocolo Internet

ISUP	Integrated Services Digital Network User Part, Parte de usuario servicios integrados
ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones
LDMS	Local Multipoint Distribution System, Sistema de Distribución de Multipuntos Locales.
LDP	Label Distribution Protocol
LSP	Label Switch Path
LSR	Label Switch Router, Enrutador de conmutación por etiquetas
MAC	Media Access Layer, Capa de acceso al medio MCU Unidad de control multipunto
MGC	Media Gateway Controller, Controlador de los Media Gateway.
MGC	Media Gateway Controller, Control del Media Gateway MGw Media Gateway
MPLS	Multi Protocol Label Switching, Conmutación de etiquetas Multiprotocolo
NAM	Nodo de acceso Multiservicios
NEF	Network Element Function, Función del Elemento de Red
NEL	Network Element Layer, Capa de los Elementos de Red
NEML	Network Element Managemet Layer, Capa de Administración de los Elementos de Red
NML	Network Management Layer, Capa de Administración de la Red
NMS	Network Management System, Sistema de Administración de la Red
ODN	Optical Distribution Network, Red de Distribución Óptica
OFDM	Orthogonal Frequency División Multiplexing, Multiplexación por división de frecuencia ortogonal.
OLT	Optical Line Terminator, Terminador de Línea Óptica
ONT	Optical Network Terminal, Terminal Óptica de Red
OSF	Operations Systems Functions, Funciones de los Sistemas de Operaciones
OSPF	Open Shortest Path First, Protocolo abierto de selección de la trayectoria más corta primero.
OXC	Optical Cross Connect, Crosconectores Óptico.
Parlay	Protocolo para señalización entre el Softswitch y los servidores de aplicación.
PON	Passive Optical Networks, Red Óptica Pasiva
POP	Service Point of Presence, Puntos de Presencia del Servicio
PSS	Photonic Service Switching
OoS	Quality of Service, Calidad de servicio

RI	Red Inteligente
RNG	Red de Nueva Generación
RPR	Resilient Packet Ring, Anillo de Paquetes Robusto
RSVP- TE	Resource Reservation Protocol for Traffic Engineering
RTCP	Protocolo de control de tiempo real
RTP	Protocolo de tiempo real
RTPC	Red telefónica pública conmutada
SCTP	Simple Control Transmission Protocol
SCTP	Simple Control Transmission Protocol, Protocolo de control de transmisión simple.
SDH NG	Jerarquía Digital Sincrona de Nueva Generación
SDP	Protocolo de Descripción de Sesión
SGw	Signaling Gateway, Gateway de señalización
SIGTRAN	Protocolo para adaptar SS7 a IP
SIP	Session Initiation Protocol, Protocolo de iniciación de sesión SIP
SLA	Service Level Agreement
SLS	Service Level Specification, Especificación del Nivel de Servicio
SML	Service Management Layer, Capa de Administración de Servicios
Softswitch	Servidor de llamadas
TCA	Traffic Conditioning Agreement, Acuerdo de Condiciones de Tráfico
TCAP	Transaction Capabilities Application Part
TCS	Traffic Conditioning Specification, Especificación de las Condiciones de Tráfico.
TDM	Time Division Multiplexing, Multiplexación por División de Tiempo
TDMA	Time Division, Multiple Access, Acceso Múltiple por División de Tiempo
TDP	Tagging Distribution Protocol
TkGw	Trunking Gateway
TMN	Telecommunications Management Network, Red de Administración de Telecomunicaciones
UAC	Agente cliente del usuario
UAS	Agente servidor del usuario
VoD	Video on Demand, Video bajo demanda
VoIP	Voice over Internet Protocol, Voz sobre IP
VPN	Sistemas de Redes Privadas Virtuales
VPNs	Virtual Private Networks, Redes Privadas Virtuales
WDM	Wavelength Division Multiplexing, Multiplexación por División de Longitud de Onda

Wi-Fi	Wíreless Fidelity
WLAN	Wíreless Local Area Network

Bibliografía

Teléfonos de México, SA de CV E	PEETT2005 E1805 12 a 1 E1805 05 b 1 E1805 13 a 1 E2202 03 E2801 02 a 1
Sean Harnedy	MPLS primer Ed. Prentice Hall PTR
Steven Shepard Ed. McGraw Hill	Convergencia de las telecomunicaciones
Frank Ohrtman	Softswitch: Architecture for VoIP Professional Telecom TELEPHONY'S Complete Guide to WiMAX
ALCATEL UNIVERSITY MEXICO	A7301 O&M ASAM: (Advanced Services Access Multiplexer) IP D.S.L.A.M.

URL's

	www.softswitch.org
MRV Communications, Inc.	www.MRV.com CWDM GBIC solution www.ponforum.org
MRV Communications, Inc.	www.MRV.com CWDM Cross Connect www.acterna.com
MRV Communications, Inc.	www.MRV.com WDM Solutions From Do-it-Yourself to Carrier Grade Solutions WLL Systems http://www.phsmou.or.io/newsletter/issue4/WLLsystem.html
Enciclopedia	http://es.wikipedia.org