REVISTA DE TELECOMUNICACIONES DE ALCATEL

IP MULTIMEDIA, SEGURO Y EN TIEMPO REAL:
EL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN "TODO EN UNO"

La Revista de Telecomunicaciones de Alcatel es una publicación técnica de Alcatel que presenta de manera rigurosa sus investigaciones, desarrollos y productos en todo el mundo.

Revista técnica editada por Alcatel España, S.A.
Domicilio social: c/ Ramírez de Prado, 5
28045 Madrid, España
Depósito legal: M21998/1998
ISSN: en curso
Imprime: COBRHI, S.A.
Edición española: 8.000 ejemplares

REVISTA DE TELECOMUNICACIONES DE ALCATEL

2º Trimestre 1999

IP Multimedia, Seguro y en Tiempo Real: el Protocolo de Comunicación "todo en uno"

Si desea recibir más información sobre cualquiera de los temas de este número, contacte por favor con Thierry.Van_Landegem@alcatel.be

ALCATEL

VINTON G. CERF

EDITORIAL

Escalando la Montaña Digital

Lo chocante cuando se escalan montañas es que, a veces, uno no puede decir hasta donde ha llegado sin darse la vuelta y mirar hacia atrás. En enero de 1988, existían aproximadamente unos 28.000 sistemas host conectados a Internet. En enero de 1999, este número se había incrementado hasta superar los 43 millones. El ritmo de crecimiento se está más que duplicando cada año. Suponiendo que este aumento continúe durante los próximos años, Internet tendrá casi mil millones de dispositivos conectados a comienzos del 2007. Para que este fenomenal crecimiento tenga lugar, se tendrían que añadir más de 250 millones de dispositivos en el año 2006. Tal crecimiento no parece plausible si sólo hablamos de ordenadores personales, estaciones de trabajo o servidores de cualquier tipo. Lo que parece más probable, para que estas estadísticas sean válidas, es que tendrán que aparecer una enorme cantidad de dispositivos de bajo costo con acceso a Internet ¿Cómo sucederá esto? Y ¿qué efecto tendrá en la operación, capacidad y prestaciones de Internet?

Podemos encontrar en las tendencias actuales algo de la Internet del mañana. Existen miles de estaciones radio que sitúan su sonido sobre Internet y que son escuchadas gracias a un software de cliente que interpreta los flujos de paquetes como sonido. Se podría pensar fácilmente en un dispositivo de propósito único cuya principal función fuera "sintonizar" en la web fuentes de sonido digital para convertirlas en audibles. Esto ya sucede con el sonido codificado en MPEG-3, el cual puede ser descargado y escuchado en los ratos libres o en tiempo real, tras un intervalo de almacenamiento para evitar las variaciones entre los tiempos de llegada de los paquetes. Además de poner a la industria musical patas arriba, sustituyendo la distribución física de la música por la digital en línea, dispositivos de este tipo pueden apuntar hacia otros de propósito especial para interpretar el contenido digital obtenido de Internet en una diversidad de formas: vídeo, texto formateado, imágenes, sonido, o una combinación de todas ellas. Por otro lado, la riqueza del contenido sólo se ve limitada por nuestra capacidad para digitalizar, codificar, comprimir, entregar e interpretar ya sea en tiempo real o después de grabarlo en los puntos receptores. Se han realizado muchos avances en la multidifusión de contenido digital, pero hay todavía un importante camino que recorrer para mejorar la eficacia en la implantación de dichas aplicaciones.

Estas aplicaciones alimentarán el tipo de demanda de capacidad digital que resaltó Fred Briggs en el editorial del número de la Revista de Telecomunicaciones de Alcatel correspondiente al 3er trimestre de 1998. Además de la enorme demanda de capacidad de transmisión, los requisitos de prestaciones serán igualmente agresivos. Los retrasos en Internet deben minimizarse y los caudales optimizados. Naturalmente, todas estas aplicaciones también se pueden contemplar en redes privadas o redes privadas virtuales que dependen de tecnologías de paquetes similares, o incluso idénticas, a las usadas en Internet por su eficacia y flexibilidad.

Cuando miramos hacia atrás y observamos como estábamos hace diez años, nos preguntamos qué es lo que llegaremos a ver. Primero, encontraremos que un gran abanico de dispositivos de propósito único o al menos de propósito simple se habrán unido a la masa de ordenadores personales, servidores, mainframes y superordenadores que hay en la Internet (o intranets). Segundo, estos dispositivos serán capaces de absorber e interpretar nuevo software, de tal forma que los "nuevos" modelos de productos podrán ser meramente cargados con software de actualización en vez de utilizar nuevos dispositivos físicos. En tercer lugar, como los dispositivos serán programables y capaces de responder a controles externos, se espera que los nuevos servicios podrán gestionar, controlar o, al menos, interactuar con estas nuevas criaturas del zoo Internet. Un efecto lateral a esta versatilidad es que productos, que desde otro punto de vista serían simples productos, podrán formar parte de un servicio ofrecido en la red en conjunción con otros dispositivos cooperantes. Por ejemplo, una caja de detergente podría formar parte de un servicio si la lavadora está unida a Internet y puede recibir instrucciones de configuración desde la Red. Un usuario podría visualizar un nodo web, buscando como poner a punto la lavadora para cierto tipo de tejido, y conseguir las instrucciones apropiadas para el lavado, a través de la red. Evidentemente, los controles de acceso serán importantes para evitar que el joven vecino de la puerta de al lado pueda reprogramar nuestras aplicaciones do-

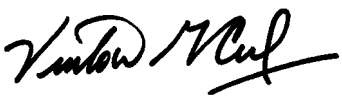
mésticas mientras que estamos de vacaciones o en el lugar de trabajo.

Los aparatos de vídeo también podrían estar en Internet y, controlados por software en sites web remotos, estar preparados para grabar programas de televisión seleccionados bien sobre canales de transmisión analógicos clásicos o mediante canales digitales modernos. Naturalmente, el casete de vídeo convencional ya habrá sido sustituido por una memoria holográfica de estado sólido, de alta densidad, y el aparato de televisión convencional por un dispositivo holográfico capaz de ofrecer escenas tridimensionales sin necesidad de gafas especiales. Además, al igual que tenemos que hacer un gran esfuerzo para imaginar como será el escenario dentro de una década, estamos enfrentándonos con el reto de imaginar nuevas formas de hacer las cosas habituales, así como intentando pensar en nuevas cosas que serán permitidas por las tecnologías del futuro.

Parece que las comunicaciones sobre la red jugarán un papel clave en la evolución de Internet y en sus aplicaciones. Es evidente que la comunicación vía radio continua es muy valiosa en la sociedad actual. En algunos países en vías de desarrollo, donde la telefonía normal ha tenido un desarrollo muy lento, el servicio de telefonía celular está creciendo a ritmos que superan el 65% anual. En parte, este fenómeno se debe al bajo coste de la implantación del servicio, pero también es un resultado directo de la competitividad de los mercados en virtud de la liberalización de los servicios de telecomunicaciones. Mientras las economías de la comunicación asíncrona mediante satélites de órbita baja permanezcan, se podrá estar preparado para la multidifusión inalámbrica de los paquetes Internet sobre satélites de difusión digital. Además, tales servicios podrían encontrarse también en los sistemas digitales de cable. La combinación de servicios de geo-posicionamiento, como el servicio Global Positioning Satellite, con comunicación y conectividad inalámbricas con Internet puede abrir una variedad de nuevas aplicaciones. Dispositivos que "saben donde están" pueden usar esta información para acceder a bases de datos indexadas geográficamente en cualquier sitio de Internet para proporcionar información dependiente de la posición, incluyendo direcciones para ver desde dónde estamos hasta donde queremos ir.

Este deseo de "permanecer siempre en contacto" puede llevar a dispositivos apropiados que se integran con la ropa o, al menos, estar convenientemente colocados para un fácil acceso. Quizá en el 2010, sea natural llevar incorporado un "cinturón de Batman" con una variedad de dispositivos alimentados por batería capaces de interactuar a través de la Internet inalámbrica con dispositivos similares y con servidores de todos los tipos. Uno espera que para ese momento ya se habrá alcanzado una comodidad equivalente para el software de estos artilugios. No es atractivo imaginar que se tenga que esperar cinco minutos con el teléfono descolgado para que el sistema operativo se configure a sí mismo cada vez que se activa el dispositivo. Los usuarios no tolerarán menos que una disponibilidad inmediata, una fiabilidad cercana al cien por cien y el mínimo retardo posible para acceder a los servicios soportados por estos dispositivos.

Que estos escenarios sean posibles y puedan llegar a convertirse en una realidad es algo sobre lo que hoy día se está especulando, pero no cabe duda de que algunos elementos de estas ideas prevalecerán en el futuro. No hay duda de que se superarán importantes barreras tecnológicas para que dichos servicios estén ampliamente disponibles: entre ellas la robustez de los dispositivos, la duración de las pilas, la facilidad de uso y el coste. Será sencillo ver lo lejos que hemos llegado y cómo lo hemos conseguido dentro de diez años, pero tendremos que convivir con ello para verlo. Hay muchos caminos a seguir en el futuro, pero saber cuáles tomaremos es tan impredecible como el que llevó al descubrimiento del transistor en 1948 o al del circuito integrado en 1958. Lo que podemos saber, sin embargo, es que el camino se llenará con cosas inesperadas, interesantes, sorprendentes y, a veces, desconcertantes, lo que nos permitirá escalar más y más la montaña digital que tenemos delante.



Vinton G. Cerf
Vicepresidente de Arquitectura
y Tecnología Internet
MCI WORLDCOM

ESTRATEGIA DE RED IP DE ALCATEL: CREAR LA INTERNET DE SERVICIO

M. DE PRYCKER
J. PIROT

La estrategia IP de Alcatel satisface las necesidades de los operadores cuyos clientes requieren redes IP de servicios.

■ Los ISPs son los Primeros Creadores de POP

Cuando Internet comenzó a funcionar comercialmente, apareció un nuevo tipo de operador conocido como Proveedor de Servicios de Internet (ISP). Estos ISPs utilizaban modelos simples de negocio y de red para proporcionar marcación y acceso fijo a toda la Internet con una cuota fija. La identificación básica de los usuarios de marcación era el principal servicio de red, y todo el tráfico era manejado del mismo modo como "mejor esfuerzo". Sin embargo, los ISPs se diferencian entre ellos hasta cierto punto al proporcionar servicios locales, como el correo electrónico y los grupos de noticias.

En la parte de la red, los ISPs progresaron a través de varios ciclos tecnológicos, comenzando con módems independientes conectados a servidores de terminales y evolucionando hasta los actuales Nodos de Acceso Remoto (RAN) integrados, altamente escalables y fiables. Esto fue el principio de la década de oro para los suministradores de routers. Los routers proporcionaron interconexión de área local y amplia entre los dispositivos de red y rápidamente los diferentes ISPs se convirtieron en componentes claves de la red. El enfoque principal consistía en proporcionar una amplia gama de protocolos de encaminamiento más eficaces para asegurar la estabilidad de un crecimiento de red exponencial. Los Protocolos incluían el Protocolo de Información de Encaminamiento (RIP), Primer Camino más Corto Abierto (OSPF), Sistema Intermedio a Sistema Intermedio (IS-IS), Protocolo de Pasarela Exterior (EGP) y Protocolo de Pasarela de Borde (BGP). Funcionalmente, no hay gran diferencia entre los diferentes routers localizados en diferentes puntos de la red.

Gradualmente, los ISPs construyeron sus Puntos de Presencia (POP) de acceso, con los cuales estamos familiarizados hoy en día. Estos POPs llevan juntos RANs de Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) y de Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) de marcaje con routers para acceso fijo y para interconexión de diferentes RANs. Algunos ISPs también utilizan ahora RANs de banda ancha, tales como el Adaptador de Redes de Aplicaciones de Datos (DANA) de Alcatel, para terminar el tráfico originado en nuevos tipos de redes de acceso, incluyendo la línea de abonado digital asimétrico (ADSL) y los módems de cable de híbrido coaxial-fibra (HFC). La gestión de los servicios permanece generalmente limitada a la identificación y a algunas funciones de contabilidad.

Algunos ISPs, principalmente los mayores, están también utilizando el Protocolo Internet (IP) en sus redes principales, optimizadas algunas veces por la utilización de una red central Frame Relay (FR) o de Modo de Transferencia Asíncrono (ATM), como se muestra en la **Figura 1.**

Los clientes empresariales usan cada vez más redes IP, no solamente para fines promocionales, sino también para aplicaciones críticas de los negocios. Esto impone completamente nuevos requisitos en la red. Un servicio que garantice la cobertura de fiabilidad, prestaciones, direccionamiento privado y seguridad se ha convertido en algo de importancia básica. Los operadores de IP están dirigiendo este mercado construyendo redes IP de "negocios de clase" dedicadas a transportar el tráfico de negocios. Sin embargo, las nuevas técnicas que tienen en cuenta los requisitos de Calidad de Servicio (QoS) y de seguridad ya permiten que el tráfico de negocios se combine con el tráfico Internet de usuarios residenciales mientras se mantienen las garantías de servicio para los usuarios de negocios.

Los operadores IP también se enfrentan con un tráfico Internet que se duplica cada año, una tendencia que los estudios de mercado confirman que continuará en los próximos años. Por esta razón, los POPs deben ser ampliables, es decir, que deben construirse de forma que los nuevos elementos de red (también ampliables) se puedan añadir fácilmente, protegiendo así las inversiones de los operadores. El apartado POPs IPs describe como se construyen estos nuevos POPs.

■ Los Operadores de Telecomunicaciones entran en el Mundo Internet

La estrategia utilizada por los operadores establecidos de telecomunicación para entrar en el mercado Internet estaba esencialmente basada en considerar a Internet como un servicio de valor añadido en sus redes existentes de telefonía

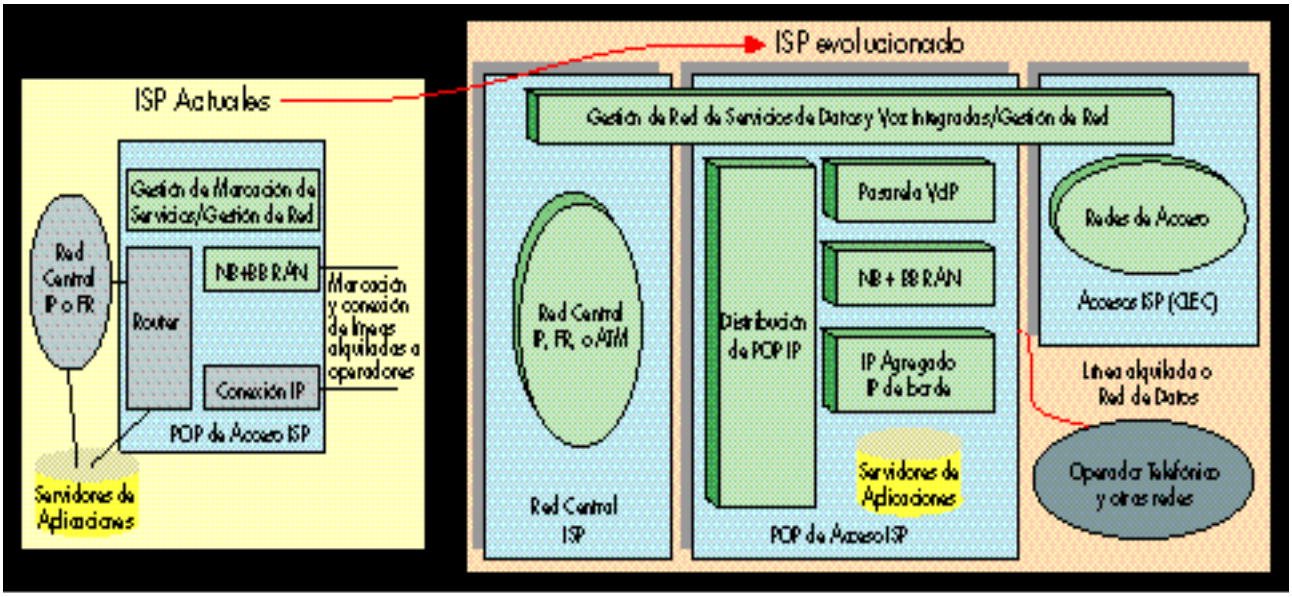


Figura 1 – Evolución de los POPs de ISP.

o datos. Se añadieron elementos específicos de red, tales como los RANs para marcación de acceso a Internet. Los operadores de datos también añadieron routers que podían convertir la entrada IP a sus protocolos propietarios de red de datos, principalmente X.25 y FR, con objeto de proporcionar acceso a usuarios con conexiones permanentes Internet. Esto les permitió utilizar su mayor potencia: transporte de datos de área amplia (nacional o internacional). El tráfico IP era justamente de otro tipo de datos, que se transportaban junto a los tipos existentes. La **Figura 2** muestra la evolución de los POPs de operadores.

Los operadores establecidos de telefonía introdujeron RANs en sus redes. Sin embargo, como resultado del éxito de Internet, algunas redes propietarias se saturaron y comenzaron a congestionarse. Los operadores se anticiparon a esto extrayendo el tráfico Internet en una etapa anterior de su red legalizada (por ejemplo, introduciendo RANs en la red) o introduciendo tecnologías de Línea Digital de Abonado (DSL) y construyendo redes superpuestas.

Las tecnologías DSL, particularmente el ADSL, han permitido a los operadores establecidos dirigirse al mercado creciente de accesos a Internet a alta velocidad. El ADSL ha convertido sus bucles de

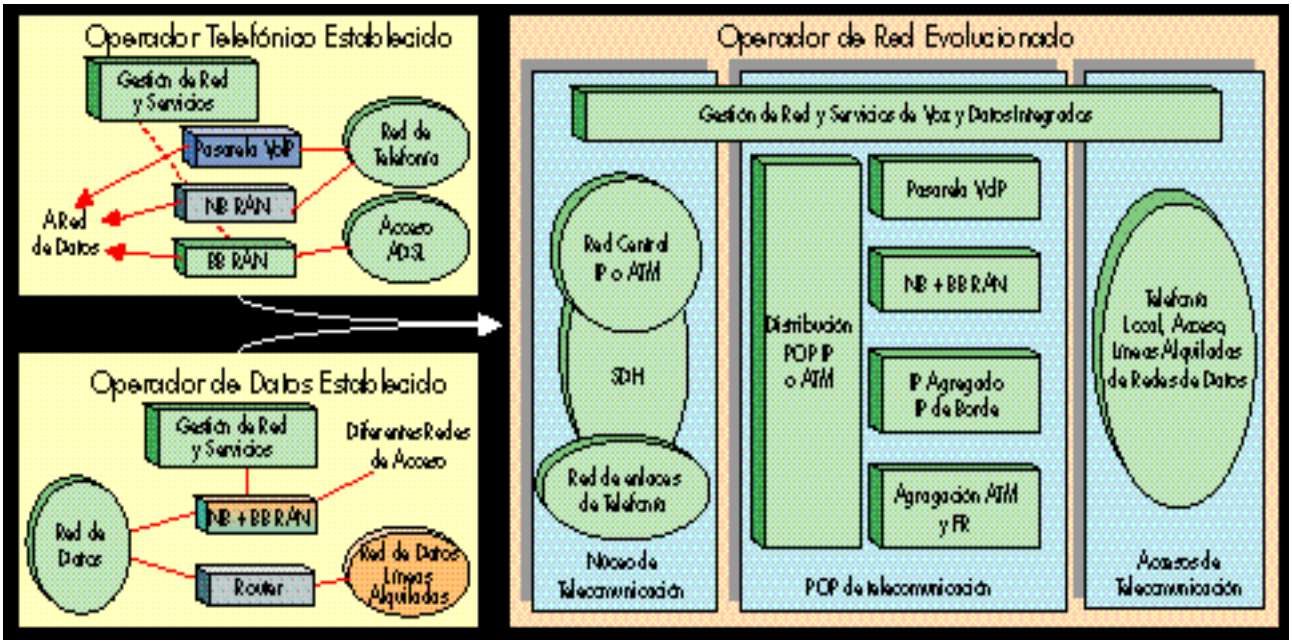


Figura 2 – Evolución de los POPs de operadores.

cobre de acceso en los usuarios finales en "conexiones de oro", aumentando unas 200 veces la velocidad del canal de datos (comparado con un módem de marcación) mientras conservan el canal telefónico. Todo esto puede ser realizado con una simple mejora tanto en el lado del usuario, como en el de la central, permaneciendo la línea de cobre intocable. En consecuencia, no es necesaria una inversión importante en infraestructuras.

Muchos operadores ven Internet como una importante oportunidad de negocios. Uno de los modelos de negocios que están usando es actuar como Proveedores de Acceso a Internet (IAP) ofreciendo operaciones al por mayor. En este modelo, los propósitos principales del operador son atraer ISPs y clientes de grandes empresas que desean subcontratar sus equipos de acceso y su operación. Los operadores ya tienen acceso a grandes grupos de clientes. Además, ellos tienen la importante necesidad de afianzar la dirección de este mercado, incluyendo operaciones y técnicas de facturación, así como operaciones convenientes y sistemas de soporte para gestionar estas redes altamente fiables y de alto rendimiento. Como resultado, pueden vender a sus clientes soluciones de acceso flexibles, fiables y al estado del arte a precios muy competitivos.

Sin embargo, como el tráfico Internet continúa creciendo muy rápidamente, los operadores requieren estrategias para hacer frente a este crecimiento:

- Cada operador de red de telefonía y datos puede construir su propia red IP superpuesta, totalmente separada de su red propietaria. Esto proporciona un arranque nuevo, pero no se aprovecha de la potencia de la red establecida. Por supuesto, los operadores pueden utilizar otros medios propios, incluyendo procedimientos operacionales, sistemas de facturación, grandes bases de usuarios y respaldo financiero.
- Los operadores de la red de datos pueden mejorar también sus redes de datos. Las redes de FR y de ATM pueden transportar datos IP a coste muy atractivo haciendo corresponder las características de los datos y QoS de la capa 3 IP en características de Capa 2 FR/ATM. Hoy, y mientras que se normaliza e implementa completamente el QoS de IP, ésta es la única forma fácil y satisfactoria de proporcionar QoS diferenciado y Redes Privadas Virtuales (VPN). Las nuevas normas, como la Conmutación Multi-Protocolo de Etiquetas (MPLS), proporcionarán aún soluciones mejores.
- Los operadores de la red de telefonía pueden mejorar sus redes existentes a una infraestructura multimedia de conmutación aumentando sus conmutadores de telefonía y creando una solución de IP integrado y de circuito conmutado.

Los operadores deberán tener en cuenta varios parámetros cuando escojan entre estas alternativas, y pueden incluso introducir algunos escenarios intermedios. Uno de los parámetros más importantes será la evolución de la relación entre su tráfico propietario y el tráfico IP. Los operadores que rápidamente consigan un gran porcentaje de tráfico IP probablemente convergerán más rápidamente hacia soluciones basadas en IP, ya que éstas dominarán pronto al tráfico existente. En tales casos, incluso proyectarán el transporte de los datos propietarios en sus nuevas redes IP. Los operadores con más tráfico propietario optarán probablemente por un escenario evolucionado basado en la mejora y extensión de sus existentes infraestructuras. Para asegurar la rápida implementación, los operadores primero añadirán a sus redes sistemas de IP y de pasarelas dedicados para capturar y transportar el nuevo tráfico. En consecuencia, los sistemas existentes podrán ser mejorados o reemplazados.

■ Nuevas Características de los POPs

Las redes IP de servicios requieren muchas más funciones que las que son ofrecidas por los routers tradicionales. Es esencial que los operadores sean capaces de proporcionar un valor añadido que pueda ser adaptado a diferentes usuarios finales (diferenciación). Esto es definido principalmente por:

- *Diferentes niveles de Calidad de Servicio:* En el pasado, diferentes mecanismos complejos, como el Protocolo de Reserva de Recursos (RSVP), fueron puestos en práctica análogamente con el QoS en las redes ATM. Debido a su complejidad y no escalabilidad, ninguno tuvo éxito. Sin embargo, la emergente norma de Servicios Diferenciados (DiffServ) proporciona una nueva y fácil forma de implementar QoS diferenciado. Utiliza los bits del Tipo de Servicio (TOS) en la cabecera del protocolo IP para indicar que los paquetes IP pueden ser tratados de diferentes formas. Esto requiere dos tipos de routers: de borde que señalan los bits de acuerdo a ciertas "políticas", y centrales que encaminan los paquetes con diferentes prioridades.
  El principal reto aún por resolver es definir y manejar dichas "políticas". Las "políticas" serán definidas como una combinación de varios elementos, tales como la prioridad dada al usuario final, las prioridades asignadas a ciertas aplicaciones (las cuales pueden cambiar varias veces al día), y las prioridades dadas a ciertos recursos (red), destinos, etc. Estas políticas serán definidas y gestionadas en el Centro de Gestión de Servicios (SMC).

- *VPN IP que proporciona soluciones de intranet y extranet seguras:* Hoy, los usuarios corporativos han implementado VPNs IP con un software dedicado para clientes en sus estaciones finales (PCs) o routers de VPN dedicados en sus redes corporativas. Ambos utilizan Internet como una red de comunicaciones transparente, barata y de larga distancia. Los operadores están empezando a ofrecer completamente tipos diferentes de VPN, como VPNs de intranets basadas en sus redes IP. En este caso, los dispositivos en el borde de la red de los operadores proporcionan:
  - encaminamiento virtual, reteniendo los planes privados de numeración y proporcionando la adaptación a las direcciones públicas, cuando sea necesario;
  - garantía de prestaciones y QoS mediante la gestión extendida del ancho de banda;

- seguridad mediante mecanismos extendidos de identificación y autorización junto con técnicas de túnel, aplicando cifrado cuando sea necesario.

Desde una perspectiva del servicio, la complejidad de gestionar VPNs es de un orden de magnitud mayor que el de gestionar las políticas de QoS. En consecuencia, el éxito de mejorar y explotar los VPNs dependerá principalmente del SMC. Los sistemas de gestión de servicios permiten a los operadores diferenciar y crear valor añadido en sus redes y son, por lo tanto, los elementos básicos que logran un beneficio extra en la red. Toda la garantía de servicios QoS y VPN que un operador proporciona a sus clientes se establece en contratos conocidos como Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA), que se gestionan en el entorno de gestión de servicios.

- *Incrementar la velocidad de acceso:* A causa del rápido crecimiento del tráfico, los usuarios residenciales y de negocios están ávidos de un ancho de banda adicional. Esta petición puede ser proporcionada a los usuarios residenciales introduciendo la tecnología ADSL, que les ofrece velocidades doscientas veces mayores que las de los módems de acceso. Existen varias soluciones para que los usuarios de negocios accedan a Internet a través de las redes fijas. Estas varían desde productos basados en transporte [por ejemplo, multiplexores de extracción-inserción SDH (Jerarquía Digital Síncrona) que permiten IP y ATM], a multiplexores de acceso a negocios dedicados (líneas alquiladas IP/ATM y transparentes), y diferentes técnicas de DSL.

También, desde que los tamaños de las redes de los operadores están aumentando rápidamente, su coste se hace cada vez más importante. Los factores principales son:

- Densidad de los puertos de acceso en los routers de agregación, y la densidad de módems y codecs en RANs y pasarelas. Estos son los elementos clave en la optimización del uso del espacio del bastidor y en la implementación económica (es decir, uno con un bajo coste por puerto). De esta forma, elementos comunes, como los procesadores e interfaces de línea, se pueden compartir entre más usuarios.
- La fiabilidad y escalabilidad son las características claves cuando se implementan redes de clase de operadores. Esto se puede realizar distribuyendo funcionalidad a la línea y otras placas, y por la construcción en la redundancia de sistemas, placas y líneas.
- Los sistemas de gestión de elementos y de red son esenciales para la explotación económica de las redes. Tales sistemas no sólo tienen que hacerse cargo de la configuración, reporte de alarmas y solución de problemas, sino también incluir informes de las prestaciones y previsiones de planificación, de forma que los cuellos de botella puedan ser detectados rápidamente a tiempo y proporcionarse pronósticos fiables.

Todo esto conduce a la construcción de POPs utilizando varios elementos convergentes. Ya no es posible utilizar un router como llave maestra para abrir todas las cerraduras. El POP de Alcatel cumple todos los requisitos anteriores.

■ Descripción del POP

Nuevo POP para Operadores ISPs y de Telecomunicaciones

Los POPs realizados por diferentes operadores tienden a convergir. La principal razón es que los ISPs y los nuevos operadores IP, así como los operadores establecidos, están apuntando tanto a un gran número de usuarios residenciales como a clientes de negocios con altas demandas. Una buena mezcla de ambos optimiza la carga de la red a lo largo del día. Desde un punto de vista funcional, las características del POP están definidas principalmente por los requisitos de los usuarios de negocios.

Para satisfacer las necesidades de los usuarios de negocios, los operadores ISPs y de telecomunicaciones están implementando POPs de servicios. Comparando con la infraestructura utilizada para realizar el Internet en el pasado, los POPs de servicios son mucho más que de "clase de operador" y típicamente proporcionan facilidades mejoradas de QoS y VPN.

La solución IP de Alcatel usa un método completo de borde que se dirige económicamente a los clientes residenciales y de negocios.

POP IP

Los POPs aquí descritos son POPs completos, es decir, contienen todos los elementos requeridos para servir a gran número de usuarios residenciales y de negocios. En la práctica, los POPs no tienen todos estos elementos en productos separados ya que algunas funciones no deben ser implementadas. Además, funciones que son puestas en práctica en elementos diferentes en grandes POPs pueden a menudo ser integradas en POPs menores.

El POP IP de Alcatel (**Figura 3**) consta de los siguientes elementos:

- *Nodos de acceso* que terminan las líneas de la red de acceso. Típicamente son ADSL, HFC, bucle local inalámbrico (WLL) y otros multiplexores. Los multiplexores de inserción-extracción también pueden ser empleados cuando, por ejemplo, el operador utiliza equipos de transmisión para conectar (grandes) usuarios de negocios. En el caso de un operador de telecomunicación, también deben usarse centrales telefónicas locales (conmutadores de circuitos).

  Alcatel ha desarrollado una solución ADSL de altas prestaciones basada en un equipo en las instalaciones del cliente (CPE) ADSL dedicado y Multiplexores de Acceso DSL de central (DSLAM). Más del 35% de los operadores que ponen en práctica ADSL utilizan equipos Alcatel. Además, hay más de 210 millones de líneas telefónicas Alcatel 1000 E10 y Alcatel 1000 S12 instaladas en el mundo, muchas de ellas utilizando diferentes productos Alcatel de acceso a líneas con hilos. Alcatel proporciona estos productos de accesos a líneas con hilos tam-

bién en combinación con otros conmutadores, particularmente en Estados Unidos. Alcatel es el primer proveedor de equipos de transmisión de Red Óptica Síncrona (SONET) en Estados Unidos, así como de SDH en Europa y otras partes del mundo. Alcatel también está trabajando en otros proyectos de futuro, tales como SkyBridge que proporciona comunicaciones de alta velocidad por satélites.

- Los RANs de banda estrecha y de banda ancha (producidas por la recientemente adquirida Assured Access) junto con el producto DANA de Alcatel, comprenden un primer nivel de productos IP. Se utilizan para terminar diferentes tipos de marcación IP originada en llamadas RTPC, RDSI y móviles, así como de ADSL, HFC, WLL y otras tecnologías de accesos a baja y alta velocidad. Los RANs de Alcatel tienen altas densidades de módems y líneas basadas en las últimas tecnologías de módems, junto con un alto nivel escalabilidad para proveer soluciones IP en las diferentes placas. Estas características, combinadas con redundancia a nivel de sistema, placas y puertos, garantizan un sistema de alta fiabilidad.

  Los RANs, en combinación con el sistema de gestión de servicios, proporcionan funciones de identificación amplias, autorización y contabilidad, así como funciones como el encaminamiento virtual y el túnel seguro para la implementación completa de VPNs. De esta forma, los operadores IP y los establecidos de telecomunicación, actuando como ISPs o IAPs, están provistos de una gama completa de facilidades. Estos componentes son un elemento crucial en la creación de redes IP de servicios.

- Los routers de agregación de IP, implementados por Alcatel en un producto recientemente adquirido a Xylan (OmniS/R), pueden conectar un gran número de líneas de acceso fijo. A causa del importante incremento en la necesidad de líneas de acceso económicas E1/T1, DS3 y STM-1/OC3 con canal y sin canal, está creciendo rápidamente el uso de los routers de agregación.

  Las bases de estos nuevos productos son su capacidad para conectar económicamente un gran número de líneas, así como sus muchas funciones similares a las RAN. En combinación con el sistema de gestión de servicios, ejecutará algunas funciones de control de accesos, señalando los datos entrantes en base a políticas y encaminamiento virtual.

- Las pasarelas de Voz sobre IP, basadas en la plataforma de Assured Access, ejecutan la traducción entre voz y datos. Las funciones que van asociadas pueden ser o relativamente limitadas o muy amplias, dependiendo principalmente de la posición de la pasarela en la red de voz. En el caso de una pasarela de tránsito de voz, solamente se requieren funciones limitadas. En contraste, cuando el operador utiliza la pasarela como una central local, todas las funciones normalmente proporcionadas por las centrales telefónicas locales deberán ser implementadas. Para llevar a cabo este proceso de forma escalonada, algunas de estas funciones se proporcionarán por un sistema separado de control, no por la propia pasarela.

- El router de distribución POP IP interconecta todos los otros elementos POP y proporciona acceso a los servidores de aplicaciones (correo electrónico, noticias, web principal). Hoy, Alcatel ya hace amplio uso de estos elementos para construir grandes mega –y giga– POPs de marcaje. En tales casos, el router de distribución interconecta todas las RANs para construir una RAN lógica muy grande. Esto deja al POP con un circuito virtual o un túnel a cada desti-

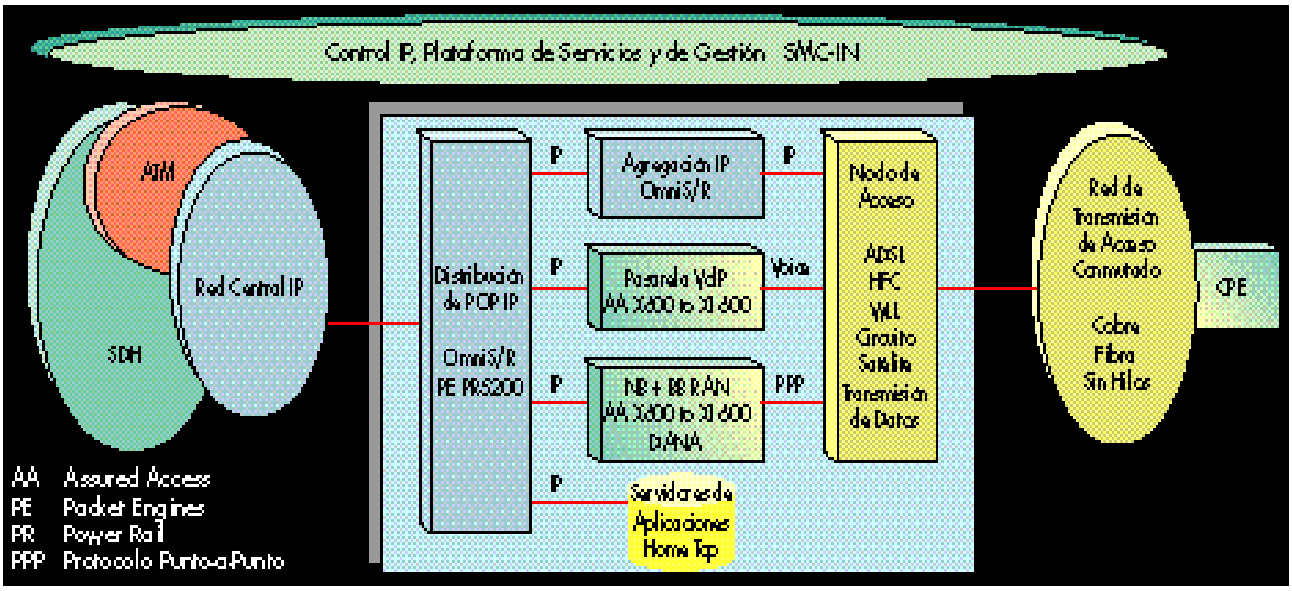


Figura 3 – POP IP de Alcatel.

no (por ejemplo, clientes ISP o corporativos), sin tener en cuenta el RAN al que se conectan los usuarios individuales. Con objeto de llevar a cabo esto, todo el sistema POP necesita soportar encaminamiento virtual y túnel interno POP. Estos elementos también deben permitir QoS para proporcionar un soporte extremo-a-extremo de QoS.

Los routers de distribución POP también pueden soportar funciones tales como gestión de ancho de banda extendida, traslación de direcciones de red, cortafuegos virtuales e iniciadores/terminadores (seguros) de túnel, de forma que puedan ser construidas intranets y extranets virtuales. Esto permite al operador ofrecer a los clientes una red corporativa más rentable, más económicas, con mayor seguridad y de mucha mayor escala que las actuales.

Alcatel ofrece soluciones basadas en productos de Xylan y Packet Engines, dependiendo de las funciones requeridas y de su escalabilidad.

- Alcatel ofrece su gama Home Top de servidores de aplicaciones, basada en una plataforma abierta de software normalizada, que proporciona a los usuarios el acceso fácil a una extensa colección de servicios de valor añadido a través de nuevos terminales Internet, incluyendo el WebTouch de Alcatel, set-top boxes y productos GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles) con Internet, como los Alcatel One Touch Pocket y View. La solución basada en servidor permite a cualquier operador, tanto si es establecido o nuevo, fijo o móvil, lanzar, gestionar y promocionar servicios en línea, tales como el correo electrónico, el correo de voz, la información personalizada diaria, el comercio electrónico o el banco en casa de estos nuevos escogidos clientes de Internet.

El tráfico se dirige desde el POP a la red central IP, de donde se puede transportar a una red central ATM o directamente a la red de transmisión SDH, SONET, o de Multiplexación por División de Longitud de Onda Densa (D-WDM). El núcleo de red IP puede ser implementado utilizando equipos de Packet Engines en combinación con productos de transmisión y de datos de Alcatel. Alcatel también está trabajando en nuevos productos, tales como una Central de Banda Ancha (BBX), con los cuales se alcanzan velocidades de terabits y proporcionan características de clase de operador como QoS de IP, integradas en interfaces de transmisión de alta velocidad y características de ingeniería de tráfico para redes centrales IP.

Esta solución completa IP es gestionada por una plataforma de control, gestión y servicios IP coherente, que es la base de "2IP", la plataforma inteligente IP de Alcatel. El Alcatel SMC y la Red Inteligente (RI) de Alcatel para servicios de voz juntos se dirigen a todos los aspectos de la gestión de servicios, permiten a los operadores diferenciar y crear valor añadido en sus redes. Así, son los elementos básicos que crean beneficios extras en la red.

La Plataforma de Gestión de Alcatel (ALMAP) es la plataforma de gestión de red y de elementos que integra la gestión de configuración, software, alarmas, prestaciones y seguridad de los elementos de red. El método de gestión, control y servicios IP se debate en otro artículo de este número **Inteligencia IP: Creando Valor Añadido en las Redes IP**.

Las soluciones Alcatel cumplen con las necesidades de los operadores de "solución total IP" y de los "evolutivos" que desean construir redes IP de servicios. Los elementos red central y de POP IP de Alcatel proporcionan una solución extremo a extremo para operadores que requieran un método IP completo. Los requisitos de los operadores evolutivos se cumplen con la adición de componentes IP e integrando componentes y tecnología IP con sus equipos propietarios. Los elementos de red de Alcatel también pueden ser adaptados como componentes individuales en redes de multi-proveedor.

Alcatel también actúa como un integrador de sistemas, introduciendo sus propios productos junto con productos de Fabricante de Equipo Original (OEM) para construir soluciones de Internet y de datos completas.

POP IP-ATM

La solución POP IP-ATM (**Figura 4**) difiere del puro POP IP en lo siguiente:

- Puede aceptar datos ATM y FR de los clientes de negocios y tráfico concentrado de los usuarios residenciales.
- Convierte todos los datos, incluyendo IP, en una capa ATM.

Muchos elementos en el POP IP-ATM son iguales o similares a los del puro POP IP. El RAN de banda estrecha y banda ancha, el router de agregación IP, la pasarela de voz y el router de distribución POP ejecutan las mismas funciones que en un POP IP, pero, además, convierten o adaptan el IP a ATM.
Hay dos nuevos elementos principales:

- El agregado ATM/FR que realiza una función similar al agregado IP, pero no para líneas de datos no-IP.
- El elemento de integración, que es ahora el conmutador de distribución POP ATM.

Ambos elementos están implementados por productos Xylan como el OmniSwitch, que presenta una escalabilidad muy alta y un amplio conjunto de funciones.

■ Evolución Futura

La evolución en el mundo IP está dominada por la implementación de las funciones QoS y VPN, junto con el aumento de la escalabilidad, fiabilidad y economía de los productos de routers. Como se ha dicho anteriormente, esto da como resultado una serie de productos de núcleo y POP diferenciados.

Otra importante tendencia de evolución es el dramático incremento de la importancia de los servicios y sistemas de gestión debido a la necesidad de gestionar los altos niveles de inteligencia en las redes IP de servicios. Alcatel proporciona una amplia gama de sistemas adecuados de gestión de servicios. El SMC proporciona una completa gama de funciones para controlar las RANs y las pasarelas de Voz sobre Protocolo Internet (VoIP) desde el punto

de vista de servicios y señalización. También proporciona enlaces inteligentes para otros sistemas (por ejemplo, de clientes VPN). La RI proporciona un conjunto muy amplio de servicios de voz.

Un enlace entre ambos sistemas proporciona un primer nivel de servicios de voz-datos integrados de forma que los usuarios VoIP puedan disfrutar de servicios RI, como VPN de teléfono y tarjeta de llamada, mientras que la RI puede utilizar datos IP inteligentemente para poner en práctica servicios como click-to-dial y click-to-fax. A largo plazo, nuevos enlaces deberán añadirse para más servicios, y esto proporcionará una mayor integración.

La tendencia a la implementación del control e inteligencia es tener elementos sencillos de red, y localizar toda la complejidad en los sistemas de control central. Esto se ilustra claramente en la nueva normalización y realización de soluciones VoIP.

Una forma posible en la cual toda la red evolucionará se muestra en la **Figura 5.** Las capas de red de acceso, red de transporte y medios ejecutan el transporte y conversión de toda clase de datos multimedia. Estas capas contendrán diferentes elementos de red que serán localizados en los futuros POPs y complementarán los actuales elementos POP. Todo el control básico de estos elementos se realizará en la capa de control. Para realizar esto, se añadirán controladores de pasarelas de señalización y de medios a los POPs principales. Los servicios (es decir, la inteligencia que define los correspondientes modelos de negocios) y operaciones de red son proporcionados en la capa de servicio de red.

Además de esto, el operador puede también proporcionar ampliamente servicios independientes de red, tales como el correo electrónico, la conferencia y los grupos de noticias.

■ Conclusiones

Internet ya ha experimentado varios cambios fundamentales durante su periodo de vida. Ha crecido desde su origen militar y de red universitaria sin afán de beneficio, a una red comercial que trata a todos los clientes de la misma forma. El modelo sencillo de negocios de tarifas planas para acceso mundial (casi) ilimitado está atrayendo continuamente a un número muy grande de usuarios. Este crecimiento en el número de usuarios junto con el crecimiento de aplicaciones (incluyendo cada vez más y más contenido multimedia) está desencadenando un progresivo crecimiento exponencial de tráfico.

Hoy, Internet está entrando en una nueva fase. Hasta ahora, los clientes de negocios han estado utilizando intensivamente Internet para fines promocionales. Ahora, sin embargo, están empezando a utilizar tecnología IP para otras aplicaciones, incluso algunas críticas. Esto impone nuevos requisitos a la red, en específico para soportar QoS y VPNS.

Alcatel está dispuesta para ofrecer su Internet de servicios basada en elementos de red que proporcionan nuevos niveles industriales de fiabilidad, riqueza de funciones, capacidades de QoS, densidades de líneas, módems y codecs, de economía, evolución a alta velocidad, e integración con los equipos existentes. Estos elementos son complementados con un Centro de Servicios, Gestión y Control de IP que sirve a las soluciones convergentes de redes de datos y voz, añadiendo y gestionando negocios de valor en la red, creando nuevos servicios en la red y diferen-

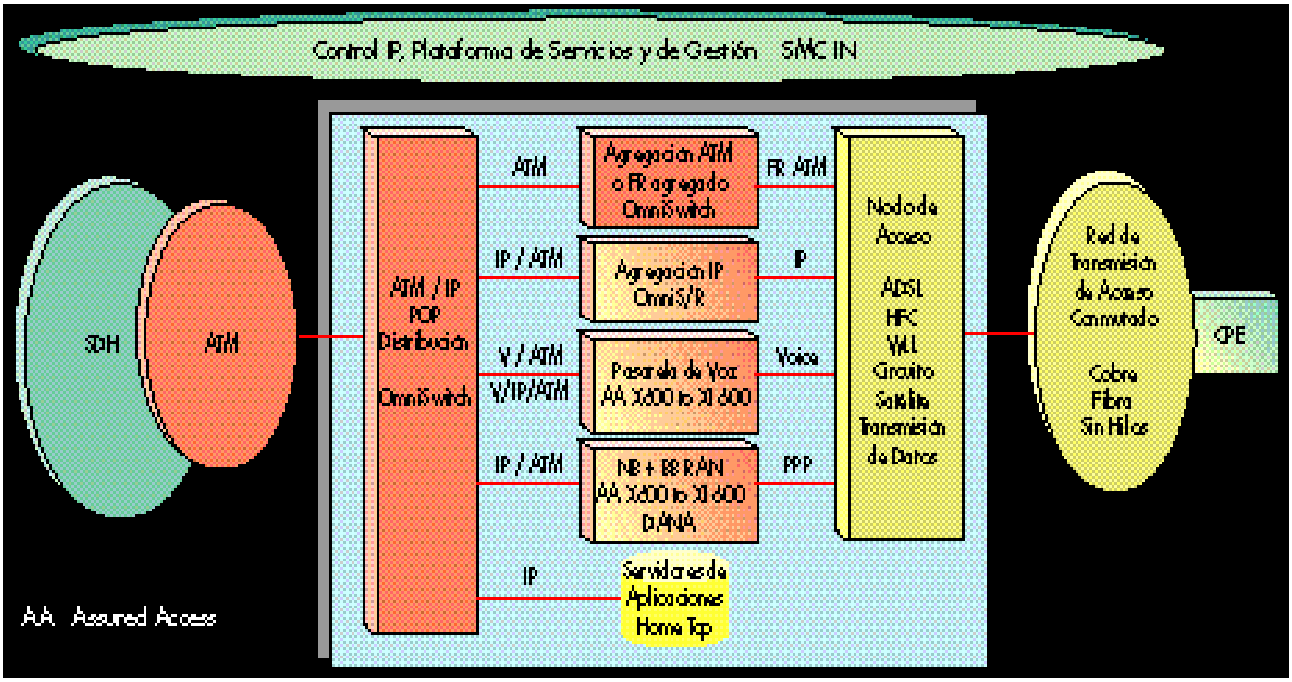


Figura 4 –POP IP-ATM de Alcatel.

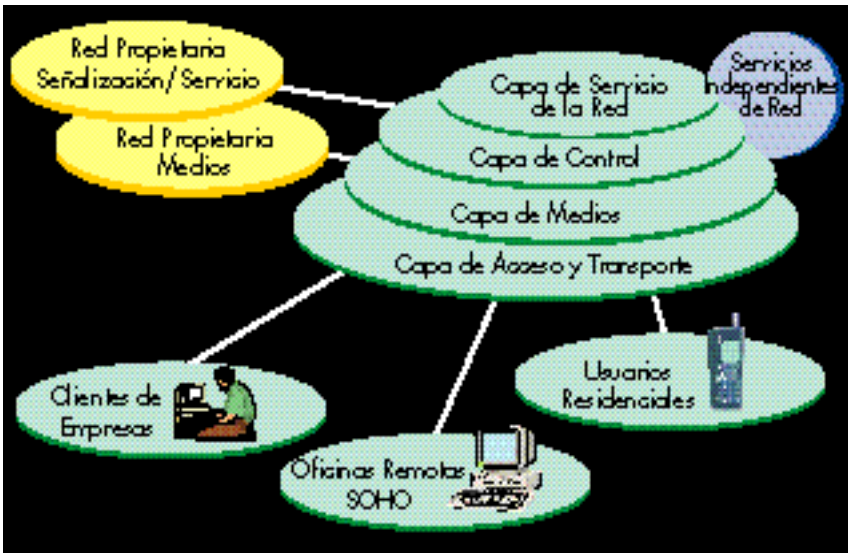


Figura 5 – Red Futura.

ciando servicios y grupos de clientes. Estos centros de gestión de Alcatel son la base para soluciones a largo plazo, de alto valor y de soluciones Internet de servicios, anuncian un nuevo futuro para las redes basadas en IP.

Martín De Prycker es Presidente de la recientemente creada División de Acceso Internet. También es jefe del Grupo de Estrategia de Redes de Alcatel.

Johan Pirot es Director de la Red Estratégica Internet del Grupo de Estrategia de Red de Alcatel.

SOLUCIONES DE CONMUTADORES DE ENRUTAMIENTO DE NUEVA GENERACIÓN

D. RECKLES

Los nuevos conmutadores de enrutamiento y Gigabit Ethernet ofrecen las altas prestaciones necesarias para manejar el tráfico creciente de las redes IP.

■ Introducción

Ethernet surgió como una tecnología de red de área local (LAN). Las LAN, que varían en tamaño desde pocos a varios miles de usuarios, conectan grupos de usuarios de ordenadores en áreas geográficas limitadas, generalmente dentro de un simple edificio o campus. Hoy, Ethernet es la tecnología LAN dominante, contando con más del 80% de las conexiones LAN y comprendiendo una base instalada de más de 70 millones de usuarios.

Los primeros productos Ethernet operaban a 10 Mbit/s y utilizaban medios compartidos, lo que significaba que todo el tráfico era transmitido a todos los dispositivos en un mismo segmento de red. Cada ordenador personal (PC) en la red se unía a los otros a través de un hub. Desgraciadamente, el número de personas que podían utilizar la red estaba severamente limitado puesto que todos ellos compartían el mismo ancho de banda de 10 Mbit/s.

Para vencer esta limitación, los gestores de la red tuvieron que añadir un segundo segmento de red, el cual estaba normalmente conectado al primero a través de un router. Un router solamente pasa mensajes de un usuario conectado a un segmento de hub/LAN a otro usuario conectado a otro segmento. Esto limitaba el número de transmisiones a lo largo de la red y permitía el crecimiento de la red.

El aumento de las velocidades de los PC y de las estaciones de trabajo, el incremento de los tamaños de las redes, así como las demandas de aplicaciones de red, hace que el funcionamiento de la red llegue a ser inadecuado. Para resolver los problemas de congestión de la red, se han introducido dos nuevas tecnologías: la conmutación de Capa 2 y Ethernet Rápida, que opera a 100 Mbit/s, diez veces la velocidad de la Ethernet tradicional.

A diferencia de los hubs, los conmutadores de Capa 2 no transmiten todo el tráfico en el segmento LAN a todas las otras estaciones finales en este segmento. En su lugar, solamente envían tráfico directo de una estación final a los destinos para los cuales está planificado. Esto fue muy parecido a la evolución de las redes de telefonía desde las líneas compartidas a las llamadas persona a persona. Los conmutadores de Capa 2 hacen más eficaz la utilización de la red de banda ancha, permitiendo el aumento de los tamaños de los segmentos individuales LAN.

Según crecían en tamaño los segmentos de la red, el Ethernet tradicional (10 Mbit/s) no proporcionaba un ancho de banda adecuado para el tráfico que iba desde los conmutadores de Capa 2 a los routers. Para adaptar el aumento de las demandas, se desarrolló el Ethernet Rápido para utilizarlo en los elementos principales de red y para aplicaciones de servidores alta velocidad. Actualmente, estas tecnologías pueden encontrarse en las redes corporativas LAN a lo largo del mundo.

Los gestores de redes se enfrentan ahora con desafíos todavía mayores. Las estaciones de trabajo y servidores de alta velocidad, y el extenso despliegue de conmutadores de Capa 2 producen cargas enormes en las infraestructuras existentes de la redes de empresas. Además, el volumen de tráfico de la red se ve desbordado como resultado de la creciente utilización de aplicaciones ávidas de ancho de banda, tales como el multimedia, las nuevas aplicaciones críticas de negocios, la multidifusión, Internet, intranets y extranets.

Para complicar más este asunto, el tráfico de estas nuevas aplicaciones cruza más cada vez los límites entre los segmentos LAN. La regla del 80/20 –80% del tráfico es local, mientras que el 20% cru-

■ Packet Engines

El 11 de diciembre de 1998, Alcatel adquirió Packet Engines, una compañía de 200 empleados con sede en Spokane, Washington, EE.UU. Packet Engines diseña, desarrolla, fabrica y comercializa una serie completa de soluciones de altas prestaciones de encaminamiento rápido por hilos y funcionamiento con gigabits. Estas soluciones resuelven las necesidades masivas de banda ancha, aumento de inteligencia y fiabilidad superior, las cuales están en el centro de las exigencias actuales más críticas de las redes. La adquisición está en línea con la estrategia de Alcatel de entrar en el mercado de Protocolo Internet (IP) con tecnologías estrechamente controladas y extender su presencia en Estados Unidos. En línea con esta intención, Alcatel también ha adquirido recientemente Xylan, un líder en redes inteligentes, y Assured Access, que está a la cabeza como proveedor de concentradores de accesos multiservicio. Los productos de Packet Engines complementan los productos de Alcatel y los de otras adquisiciones de le empresa, con conmutadores Ethernet de Gigabits y routers de alta gama.

za los límites de los segmentos– que era utilizada por los gestores de redes para diseñar sus redes, ya no es aplicable. De hecho, las muestras de tráfico se dirigen rápidamente hacia el 20/80. Como el tráfico cruza los límites de los elementos principales y de los segmentos LAN, debe pasar a través de un router, pero las infraestructuras de routers existentes no son suficientemente potentes para manejar el incremento de la demanda.

Para resolver este problema se han desarrollado varias soluciones tecnológicas: LANs Virtuales, encaminamiento distribuido, enfoque "route once, switch many", Modo de Transferencia Asíncrono (ATM), Multi-Protocolo sobre ATM (MPOA); la lista como se ve es larga. Sin embargo, todas estas "soluciones" sólo son realmente trabajos circundantes; no se dirigen directamente al problema. "Volviendo" alrededor del router, estas soluciones o bien sacrifican la inteligencia del router o añaden complejidad y gastos significativos en la red.

Afortunadamente, la Ethernet de Gigabits y las tecnologías de encaminamiento rápido por hilos, resuelven estos problemas con muy pocos inconvenientes. Además, añaden ciertas posibilidades nuevas, simplifican las redes y hacen mucho más fácil el trabajo de los gestores de red.

■ Ethernet de Gigabits y Encaminamiento a la Velocidad del Hilo

Ethernet de Gigabits es una tecnología normalizada que opera a 1000 Mbit/s –diez veces el ancho de banda de la Ethernet Rápida– y que tiene numerosas ventajas sobre las tecnologías alternativas a alta velocidad, incluyendo ATM. Entre las ventajas están:

- *Mejora de la compatibilidad con las redes instaladas:* un 80% de las conexiones existentes son Ethernet.
- *Coste global más bajo* tanto de la implementación como del soporte como resultado de la simple configuración y gestión de las redes Ethernet en comparación con otras alternativas.
- *Fácil instalación* en las redes existentes con mínima interrupción.

El encaminamiento a la velocidad de hilo es implementado por una nueva clase de dispositivo llamado conmutador de encaminamiento, el cual es esencialmente un router, pero con una diferencia fundamental. Los routers tradicionales manejan todas las funciones de encaminamiento utilizando software complejo y de proceso intensivo. En contraste, los conmutadores de encaminamiento ejecutan funciones de encaminamiento en el hardware de Circuitos Integrados de Aplicación Específica (ASIC). Como resultado, los conmutadores de encaminamiento proporcionan:

- *Aumento significativo del comportamiento de encaminamiento:* La nueva generación de conmutadores de encaminamiento de Packet Engines proporciona más funcionalidad que un router tradicional de alta gama y tráfico en rutas en una proporción de 70 veces más.
- *Significativa reducción del coste de encaminamiento:* La utilización de ASICS reduce significativamente el coste por puerto comparado con los productos tradicionales de enrutamiento, al mismo tiempo que se proporciona un incremento de prestaciones.
- *Características de valor añadido:* Las habilidades para filtrar, enviar y priorizar el tráfico basado en la aplicación de la información (a menudo referido como encaminamiento de Capa 4) son ahora soportados.

Significativamente, no hay intercambio entre la inteligencia y prestaciones con estos nuevos conmutadores de encaminamiento. Las prestaciones de los routers tradicionales se deterioran cuanto más dependen de la funcionalidad. Sin embargo, a causa de que los conmutadores de encaminamiento son hardware, la utilización de características de valor añadido (por ejemplo, filtrado) no afecta a sus prestaciones.

Estas nuevas variedades de conmutadores de encaminamiento han emergido para obtener altas prestaciones, encaminamiento rápido por hilos, calidad de servicio (QoS) y conexión a tecnologías múltiples y medios. A diferencia de los métodos de trabajo mencionados antes, los conmutadores de encaminamiento representan una evolución natural, combinando la realización de conmutación de Capa 2 con la funcionalidad del encaminamiento tradicional basado en software. El resultado es una solución hardware que es escalable para satisfacer tanto las de las redes de hoy como las de mañana.

Es significativo que la Ethernet de Gigabits y el encaminamiento rápido por hilos emerjan en paralelo. Una sin otra ni con mucho podían haber tenido un impacto tan importante en las prestaciones de la red. Si se considera una analogía con el servicio postal. El paso de la Ethernet Rápida a la Ethernet de Gigabits podría ser como aumentar el límite de velocidad del transporte del correo para llevar y traerlo a la oficina de correos. Esto puede aumentar ligeramente la velocidad del sistema, pero si su proceso en la oficina sigue durando lo mismo (lo cual es análogo al router), sólo hay un beneficio pequeño. Las restricciones deben eliminarse en la velocidad de los enlaces y en el encaminamiento.

■ Cuatro Principios Clave

Las empresas, operadores y Proveedores de Servicios Internet (ISP) desean implementar el equipo de encaminamiento basándose en cuatro principios clave: encaminamiento altamente ampliable, exigencia de fiabilidad, evolución preservando las inversiones existentes y disponibilidad de aplicaciones de trabajo en red.

El encaminamiento ampliable significa la eliminación del encaminamiento como una restricción en el diseño de la red. Históricamente, a causa de la limitación de las prestaciones de los routers, las arquitecturas de la red tenían que ser diseñadas cuidadosamente para minimizar los requisitos de encaminamiento. La nueva generación de routers de conmutación de alta velocidad puede eliminar varios de los requisitos arquitecturales soportando totalmente el encaminamiento rápido por hilos y multidifusión, tablas de encaminamiento de información y capacidades de multi-protocolo, mientas se simplifica el proceso de arquitectura de la red.

Estos conmutadores de encaminamiento, los cuales se colocan en el nú-

cleo de las redes con muy altos requisitos de disponibilidad, deben ser construidos con exigencias de fiabilidad. Para garantizar la fiabilidad de estos nuevos productos, son esenciales un diseño e ingeniería muy cuidadosos. Las características que soportan el nivel requerido de fiabilidad incluyen hardware y software modulares, redundancia total e intercambio rápido de todos sus componentes clave y supervisión del entorno.

De la misma forma, es importante que las soluciones actuales sean capaces de evolucionar para llevar a cabo cambios de la demanda en las redes. La ampliación, modularidad e interfaces abiertos soportan todas las facilidades de esta evolución, permitiendo que los módulos de interfaz sean añadidos e intercambiados entre conmutadores, preservando de esta forma la inversión en equipos existentes y en tarjetas en los puertos.

Finalmente, con los volúmenes de tráfico siempre crecientes de las redes actuales, el ancho de banda y la alta velocidad en los encaminamientos pueden no ser bastantes para asegurar la disponibilidad y comportamiento de las aplicaciones clave. Nuevas avanzadas capacidades QoS, incluyendo la capacidad para identificar una aplicación y proporcionarla un nivel específico de servicio, son necesarias para asegurar que los nuevos tipos de tráfico, y el tráfico sensible del nivel de servicio, puedan ser libremente realizados. Esto es conocido por Packet Engines como "Conectividad con Aplicaciones™".

■ Productos de Packet Engines

Packet Engines inició el trabajo industrial en Ethernet de Gigabits presentando los primeros anuncios públicos, albergando la primera industria, reuniendo y conduciendo la formación del grupo de estudio de normalización de la Ethernet de Gigabits en el Instituto de Ingenieros de Electricidad y Electrónica (IEEE), que ratificó la norma IEEE 802.3z. La compañía fue también un miembro fundador de la Alianza Ethernet de Gigabits (GEA), un foro abierto para promocionar la cooperación industrial en el desarrollo de una normalización de Ethernet de Gigabits.

Packet Engines ha estado distribuyendo productos desde mitad del año 1997, incluyendo conmutadores de encaminamiento, hubs de Ethernet de Gigabits y placas de interfaz de red (NIC) Ethernet de Gigabits. La compañía también desarrolla y tiene licencia para núcleos probados de silicio para Ethernets de 10/100 Mbit/s y de Gigabits, es decir, bloques de construcción Ethernet en forma de código para diseñadores de circuitos integrados de redes y dispositivos de sistemas.

Packet Engines comenzó distribuyendo sus familias Power Rail de conmutadores de encaminamiento –Power Rail 5200, Power Rail 2200 y Power Rail 1000– en abril de 1998. El conmutador de encaminamiento Power Rail 5200 de alta gama soporta una capacidad adicional de 52 Gbit/s y unas prestaciones de encaminamiento de más de 37 millones de paquetes por segundo. El hub FDR de la Ethernet de Gigabits y los NICs de la Ethernet de Gigabits G-NIC proporcionan un complemento perfecto a la línea de productos de conmutadores centrales de encaminamiento. Esta nueva generación de productos está ligada junto a la solución de gestión de red Track View, que incluye facilidades de interfaz de usuario basadas en Java y de Control Remoto (RMON).

Nueva Generación de Conmutadores de Encaminamiento de Empresas

Conmutador de Encaminamiento PowerRail 5200

El conmutador de encaminamiento PowerRail 5200 está diseñado para hacer frente a las demandas actuales y futuras de las redes de empresa a gran escala, redes de área metropolitana (MAN) e ISPs, así como para entornos de operadores de centrales locales competitivos (CLEC). Soporta el encaminamiento rápido por hilos de Capa 3 y el filtrado de Capa 4 y una transferencia de más de 37 millones de paquetes por segundo para IP y tráfico de Central de Paquetes Internet (IPX). Su arquitectura de "Memoria Compartida de Acceso Paralelo™" (descrita a continuación) proporciona una capacidad de no bloqueo para 52 Gbit/s de ancho de banda, soportando completamente cargas de hasta 73 puertos Ethernet de Gigabits o 240 puertos auto sensibles 10/100 o combinaciones de puertos de Ethernet de Gigabits y Rápida. El conmutador soporta hasta 64.000 Medium Access Control (MAC) o rutas en subredes IP por puerto, o más de 1,5 millones de direcciones por conmutador. Además, ofrece una amplia gama de opciones de conexión con interfaces para Ethernet de Gigabits, Ethernet Rápida, Interfaz de Distribución de Datos por Fibra (FDDI), paquetes sobre Red Óptica Síncrona (SONET) y ATM.

El conmutador de encaminamiento Power Rail 5200 proporciona la alta fiabilidad requerida para los críticos entornos actuales. Todos los componentes claves existen independientemente, son opcionalmente redundantes y de cambio rápido. El conmutador proporciona un entorno de presentación avanzado y versiones múltiples de sistemas operativos pueden ser almacenadas para simplificar su actualización. También ofrece aplicaciones de trabajo en red, en donde se efectúa análisis rápido por hilos de las Capas 2, 3, y 4 y de los atributos de aplicaciones para encaminar el tráfico de la ruta de acuerdo a la política seguida en la gestión. Esta inteligencia simplifica la gestión de la red y protege la exigencia del tráfico de las aplicaciones menos importantes. Las interfaces de gestión basadas en mantenimiento y los elementos de encaminamiento basados en hardware, proporcionan la inteligencia y realización necesarias para las aplicaciones multimedia críticas, y de estado latente. La ampliación, capacidad de encaminamiento, fiabilidad, inteligencia y flexibilidad son todas cruciales para las redes actuales, siempre cambiantes rápidamente y siempre crecientes.

Conmutador de encaminamiento Power Rail 2200

El conmutador de encaminamiento Power Rail 2200, es una versión más pequeña del conmutador Power Rail 5200 y soporta toda la fiabilidad y características de encaminamiento y gestión de su versión de origen. En particular, Power Rail soporta

el encaminamiento rápido por hilos de Capa 3 y el filtrado de Capa 4 y enruta el tráfico de cerca de 15 millones de paquetes por segundo para los tráficos IP y IPX. Proporciona capacidad no bloqueada para un ancho de banda de 22 Gbit/s, soportando totalmente cargas de hasta 10 puertos de Ethernet de Gigabits o 100 puertos 10/100 autosensibles, o combinaciones de puertos Ethernet de Gigabits y Ethernet Rápida. El conmutador soporta hasta 640.000 rutas MAC o rutas de subred IP por conmutador. Está diseñado como un producto de gama media para redes centrales de empresas, centros de datos u otros entornos de red de altas prestaciones. El Power Rail 2200 comparte módulos comunes de conexión con el Power Rail 5200, incluyendo interfaces para Ethernet de Gigabits, Ethernet Rápida, FDDI, paquetes sobre SONET y ATM. Esto permite la flexibilidad para los cambios en la red y reduce la complejidad y coste de almacenamiento de los repuestos.

Conmutador de encaminamiento Power Rail 1000

El conmutador de encaminamiento Power Rail 1000, el cual está diseñado para cubrir las demandas crecientes e imprevisibles de las redes actuales de empresa conducidas por intranets, tiene la misma arquitectura que el conmutador Power Rail 5200. Soporta encaminamiento rápido por hilos y cerca de 6 millones de paquetes por segundo para tráficos IP e IPX. Su capacidad de 10 Gbit/s no bloqueada soporta cargas completas en sus 2 puertos de Ethernet de Gigabits y 20 puertos 10/100 autosensibles.

El Power Rail 1000 está bien adecuado al encaminamiento "off-loading" IP e IPX de los routers tradicionales en la capa principal, soportando entornos con requisitos de encaminamiento distribuido y proporcionando conectividad de altas prestaciones en las Capas 2 y 3 en recintos cableados. Trabajando con la infraestructura de la red existente, puede aumentar las prestaciones de la red y permitir nuevas aplicaciones.

Tecnología de Memoria Compartida de Acceso Paralelo

Los conmutadores de encaminamiento Power Rail de Packet Engines utilizan una arquitectura única de Memoria Compartida de Acceso Paralelo para proporcionar a cada puerto una conexión dedicada totalmente dúplex en la memoria del sistema (**Figura 1**). Como resultado, todas los puertos tienen acceso simultáneo dentro y fuera de la estructura del conmutador. Esto proporciona un fundamento ideal para obtener altas prestaciones y una red fiable en infraestructuras altamente congestionadas.

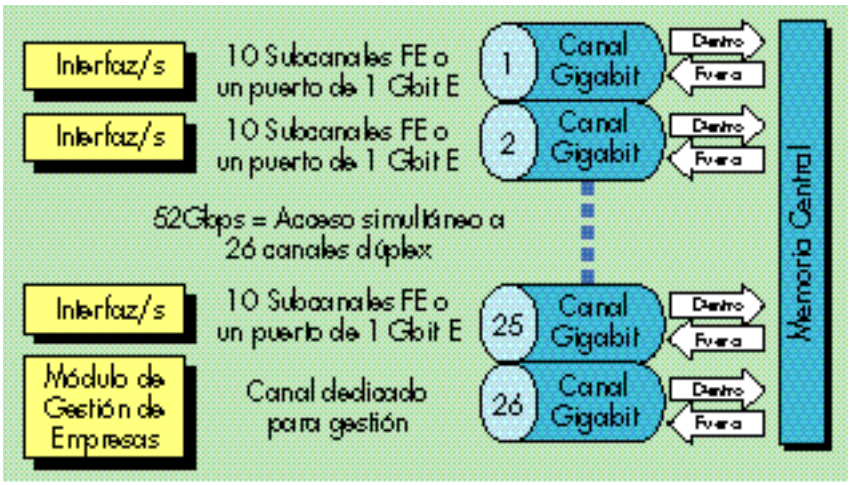


Figura 1 - La Memoria Compartida de Acceso Paralelo de Packet Engines proporciona a cada puerto, acceso simultáneo dúplex dentro y fuera del conmutador mejorando su implementación y escalabilidad.

A diferencia de la arquitectura tradicional de barras cruzadas, la Memoria Compartida de Acceso Paralelo permite a los conmutadores de encaminamiento obtener unas prestaciones igualmente altas con cargas máximas de tráfico, aun cuando se permitan todas las características de inteligencia, tales como el filtrado de niveles de aplicación y envío. Formando parte integral de esta arquitectura, está la capacidad para seleccionar e independizar el tráfico conjunto de la memoria central basado en su prioridad. El tráfico preferente puede ser enrutado en alguna de las ocho colas prioritarias que salen por el puerto sin dejar bloqueada la cabeza de línea.

Hub FDR de Ethernet de Gigabits

El hub de Packet Engines FDR Ethernet de Gigabits considera los conceptos de diseño de conmutación y compartición para llevar a cabo prestaciones como conmutador mientras se mantienen el costo y la facilidad de usar las ventajas del hub. El hub FDR es una buena solución para grupos de servidores, estaciones de trabajo en alta velocidad, sistemas geográficos, servidores agrupados, copias de seguridad rápidas y aplicaciones especializadas que requieren rapidez y redes fiables. Cuando se junta con el conmutador de encaminamiento, el hub FDR maximiza la utilización de la puerta de gigabits y optimiza la relación precio/prestación al agregar conexiones de red al servidor. Por ejemplo, un servidor puede ser capaz de generar tráfico de más de 100 Mbit/s, pero significativamente menos de 1000 Mbit/s. Más que restringir la realización del servidor utilizando una puerta de 100 Mbit/s, o infrautilizar una puerta de conmutador de 1000 Mbit/s, el hub FDR es capaz de agregar el tráfico de un grupo de servidores a una simple puerto de conmutador de 1000 Mbit/s. Esta simultaneidad lleva al máximo la utilización del puerto (disminuyendo así el coste) al mismo tiempo que proporciona prestaciones óptimas a los servidores individuales. El hub FDR de Ethernet de Gigabits tiene posibilidades amplias de gestión y se hace con puerto propietario de 10/100 para la conexión a las redes existentes.

NIC de Ethernet de Gigabits G-NIC

Los equipos G-NIC II de Packet Engines cumplen la norma industrial para los

NICs Ethernet de Gigabits. Disponible para interfaces de Interconexión de Componentes Periféricos (PCI), el producto G-NIC está diseñado para maximizar las prestaciones de los servidores de estaciones de trabajo de gama alta. Ofrece una excelente solución para intranets, servidores agrupados, sistemas gráficos, copia de seguridad rápida y aplicaciones especializadas que requieran alta velocidad y conexión fiable de red. G-NIC tiene soporte de drivers para los sistemas Windows 95, Windows NT, Novell l NetWare, Solaris, DEC UNIX, LINUX y FreeBSD. Además tiene posibilidades de configuración automatizada para instalación plug and play.

Gestión de Red Track Views

Track Views es una aplicación de gestión de red que simplifica la administración de la red unificando las funciones de gestión. Permite a los gestores de red configurar centralmente los diversos productos Packet Engines, establecer políticas de seguridad, seguir y optimizar al máximo la realización de red, administrar la contabilidad del tráfico y procedimientos de facturación, y proteger las prestaciones de las aplicaciones de otras aplicaciones menos exigentes con funcionalidad QoS. Una interfaz gráfica proporciona una configuración integrada fácil de usar y simplifica la forma de la gestión "point and click" y "drag and drop".

Todos los conmutadores de encaminamiento y el hub FDR soportan cuatro grupos RMON en cada puerto: historia, acontecimientos, estadísticas y alarmas. Además, los conmutadores soportan puertos secundarios, los cuales posibilitan al gestor de red supervisar sin obstrucción el tráfico de un simple puerto o de múltiples puertos. Esta funcionalidad posibilita que el tráfico sea duplicado (reflejado) a través de conmutadores múltiples de encaminamiento en un analizador central de red de forma que el gestor de red pueda fácilmente localizar las averías de la red.

Los productos pueden ser gestionados con un editor web, una aplicación intuitiva de gestión basada en Java, una interfaz tradicional de comandos de línea o con Telnet. Un soporte adicional es ofrecido por los sistemas de gestión de red de empresa de HP OpenView.

El sistema de gestión de red soporta un amplio conjunto de aplicaciones de gestión utilizando:

- Protocolo Sencillo de Gestión de Red (SNMP): Soporte estándar basado en la normalización de la Base de Gestión de la Información (MIB), incluyendo el producto MIB de Packet Engines
- Cuatro grupos RMON en todos los puertos
- Puerto reflejo de puertos múltiples, incluyendo el desborde de tráfico a través de conmutadores múltiples.
- Interfaz basada en Java: interfaz gráfica de usuario para plataforma de gestión de red con soporte "point and click", "drag and drop" y "cortar y pegar" para la gestión, configuración, presentación y localización de averías de política.
- Interfaz tradicional de línea de comando basada en texto con plantillas y scripts.
- Interfaz basada en Web: plataforma de configuración y plataforma de gestión de mantenimiento accesible utilizando cualquier interfaz de exploración.
- HP Open View: una aplicación instantánea para NT y UNIX de HP Open View.
- Gestión intuitiva de mantenimiento: La utilización de plantillas facilita la instalación y simplifica la configuración de las funcionalidades.

■ Conclusiones

La nueva generación de soluciones Packet Engines de encaminamiento de conmutación que han encontrado su camino en una amplia gama de industrias, incluyendo la aeroespacial, medios, banca y finanzas, centros de salud, investigación y fabricación. Estos productos están siendo usados en una variedad de entornos de redes de altas prestaciones desde grupo de servidores redes centrales de empresas y desde ISPs y CLECs a MANs privadas.

Todos estos usuarios valoran las nuevas soluciones por su ejecución, fiabilidad, flexibilidad e inteligencia –principios en los cuales están basados estos productos. Ahora que Packet Engines forma parte de Alcatel, las oportunidades son más grandes que nunca. Incrementados los recursos de desarrollo, las tecnologías de las centrales de conmutación y ampliación de soporte, prometen una innovación continuada y un aumento de beneficios para nuestros clientes.

Don Reckles es actualmente Director de Investigación de Marketing de Packet Engines, una parte de Soluciones de Datos de Alcatel, en Spokane, Washington, Estados Unidos.

IP EN LA PERIFERIA DE LA RED

R. MISSAULT
D. NATTKEMPER
N. RANSOM
W. VERBIEST
J. DE VOS

Las arquitecturas inteligentes de red y los productos localizados en la periferia de las redes van a permitir que los operadores proporcionen valor añadido a sus servicios de conexión.

■ Introducción

Internet ha evolucionado desde sus principios académicos hasta llegar a ser una herramienta estratégica en el negocio de las comunicaciones. El crecimiento extraordinario en número de usuarios y proveedores conectados, junto con la aparición de aplicaciones consumidoras de ancho de banda, está generando la necesidad de accesos y dispositivos de encaminamiento con mayores prestaciones y, quizás lo más importante, la necesidad de funcionalidad adicional en los dispositivos frontera al Protocolo Internet (IP).

La visión de red de acceso de Alcatel es una red IP mallada, capaz de gestionar la Calidad de Servicio (QoS), lo que redefiniría los papeles de los elementos tradicionales de la red de acceso. La estrategia de migración de Alcatel es añadir progresivamente a la red de acceso, funciones IP cada vez más sofisticadas, tal como requerirán los servicios futuros de red. El papel de la red de acceso se ampliará para incluir más funciones de conmutación y características que permitan servicios de directorio; siguiendo así, la tendencia reciente de desplazar la inteligencia hacia los bordes de la red. La red IP va a coexistir con los elementos de red tradicionales. Para ello, se van a implementar pasarelas entre los elementos IP y los tradicionales, para proveer funciones de inter-funcionamiento de protocolos de acceso y transporte.

Las redes de acceso resultantes, IP con QoS, van a reducir significativamente los costes a los operadores de red, permitiendo al mismo tiempo la provisión de servicios de banda ancha efectivos desde el punto de vista de coste.

Este artículo describe cuatro aplicaciones, para las que los dispositivos de periferia de red IP tienen un papel crucial:

- agregación de accesos,
- servidor Remoto de Acceso en Banda Ancha (BB-RAS),
- redes IP Privadas Virtuales (RPV IP) subcontratadas,
- servicios de voz en la red de acceso.

Éstos son sólo algunos de los dominios que se están encarando en la nueva división IP de Alcatel. Las aplicaciones que se describen aquí, se basan en los estándares americanos, más avanzados en estos temas. Sin embargo, se pueden aplicar las mismas con las normativas del Instituto Europeo de Estandarización de Telecomunicaciones (ETSI).

■ Router Agregador de Accesos

Hoy la mayoría de los Proveedores de Servicios Internet (ISP) están agobiados por la gran cantidad de equipos necesarios para la terminación de circuitos digitales. Históricamente, las líneas de acceso DS-1 y fraccionales de T1 (FT1) terminaban directamente en un router (encaminador) a un coste muy alto por puerto. A medida que crecía el número de tales interfaces, los ISPs comenzaron a instalar conmutadores Frame Relay (FR) frente al router como mecanismo de liberación (en el caso típico en que el tráfico entrante venía sobre FR). Esto funcionó como solución temporal. Los circuitos FT1 y DS-1 continúan creciendo rápidamente, lo que origina que el router se convierta ahora en el cuello de botella desde el punto de vista de prestaciones. Además, al ampliar la red añadiéndole más routers y más conmutadores se crea una arquitectura compleja de red lo que implica, difícil de manejar.

La solución consiste en introducir routers de altas prestaciones con velocidades altas y gran densidad de interfaces de acceso. Por ejemplo, en lugar de utilizar interfaces DS-1 individuales, ahora los ISPs pueden alquilar circuitos DS-3 canalizados al operador local tradicional (ILEC) o al competidor alternativo (CLEC) y terminarlos directamente en el router. Como un circuito DS-3 canalizado contiene 28 circuitos DS-1, se pueden alcanzar ahorros significativos en coste.

A un DS-3 canalizado se le conoce normalmente como una interfaz M13, indicando que el dispositivo multiplexa 28 DS-1's en un DS-3. Un DS-3 también puede dar acceso a circuitos DS-0 individuales dentro de cada DS-1, se le nomina entonces interfaz M013, y es capaz de multiplexar 672 DS-0s en los 28 DS-1s de un DS-3.

En el caso de las Líneas de Abonado Asimétricas Digitales (ADSL) y de los módems de cable, el problema de concentración es especialmente severo. En los despliegues comerciales típicos de ADSL, el tráfico se transporta y multiplexa sobre redes ATM (Modo de Transferencia Asíncrono) hasta el router de la

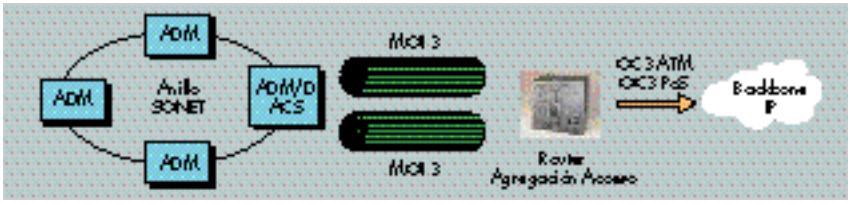


Figura 1 – Aplicación de agregación de accesos.

periferia de los ISPs. La red ATM provee un gran factor de concentración en términos de ancho de banda, pero no en términos de canales lógicos. El router periférico se va a encontrar con un gran número de canales lógicos (igual al número de conexiones de camino virtual / circuito virtual (VP/VC)) en un solo puerto ATM DS-3 ó ATM OC3c. Pero, los routers tradicionales no se diseñaron para procesar tráfico distribuido sobre un gran número de canales lógicos.

El Router Agregador de Accesos soluciona este problema compactando un gran número de flujos IP canalizados sobre uno sólo o unas pocas interfaces OC3 no canalizados, con ATM o Paquetes sobre Sonet (POS) (ver **Figura 1**). El producto de Alcatel Omni S/R (Conmutador/Router), de la recientemente adquirida Xylan, provee esta interfaz canalizada DS-3 de alta densidad. El Omni S/R es el líder en densidad de puertos y precio en este segmento de mercado. Puede procesar 1028 canales HDLC (control de alto nivel del enlace de datos) por ventana a nivel de DS-0, y terminar 884 DS-1s por nivel.

■ Servidor Remoto de Acceso de Banda Ancha

El BB-RAS es un dispositivo de banda ancha equivalente al NB-RAS de banda estrecha utilizado para conexiones a Internet por acceso conmutado. Debe proveer los servicios típicos de Autenticación, Autorización y Contabilidad (AAA), asignación de direcciones IP, control de sesiones, etc. Además debe realizar la función de selección del servicio, debido a la utilización habitual de circuitos virtuales permanentes entre él mismo y el usuario DSL (Línea de Abonado Digital). De esta forma, un BB-RAS puede seleccionar un ISP concreto o cualquier otro destino, como puede ser una red corporativa. El BB-RAS provee varios métodos para reenviar tráfico de usuarios a sus destinos apropiados.

Habitualmente, utiliza el concepto RPV (ver **Figura 2**) mediante la aplicación de routers virtuales o del método de tunelado (tunneling).

El concepto de router virtual se usa principalmente para conectar varios ISPs. Cada router virtual en un BB-RAS forma parte de la red IP encaminada por el dominio administrativo de un ISP. Los usuarios que hayan seleccionado un ISP determinado podrán enviar y recibir tráfico sólo dentro de esa RPV del ISP. El BB-RAS mantiene una tabla de encaminamientos por RPV; por lo que contiene una multiplicidad de tablas e instancias de encaminamiento.

El método de tunneling se usa fundamentalmente para conectar localizaciones de una corporación. Cuando un usuario pide conexión con una localización concreta, se crea un túnel (usando habitualmente el Protocolo de Entunelamiento de Nivel 2 (L2TP) entre el BB-RAS y el Servidor de Red L2TP en dicha localización corporativa. A partir de ese momento, los usuarios sólo pueden enviar y recibir tráfico por ese túnel dedicado.

Se pueden combinar ambos mecanismos. Se puede crear un túnel sobre una de las RPVs del ISP. La selección de características va a depender fuertemente de los modelos operacionales y de negocios del operador. Los ISPs van a usar las funciones básicas del BB-RAS por ser equivalentes a las de los servidores NB-RAS, es decir, carecen de la capacidad del ISP para seleccionar servicios. Algunos ISPs van a preferir el adquirir el estado legal de CLECs y ofrecer directamente servicios DSL desde el ILEC sobre bucles no estructurados. Sin embargo, muchos ISPs van a preferir una solución más simple mediante asociación con un ILEC o un CLEC de datos.

Los CLECs de datos son los más interesados en las capacidades de selección de servicio, mientras que las compañías operadoras locales en EE.UU. (RBOC) y los PTTs que no proveen directamente servicios IP, están más bien interesados en ofrecer un servicio completo de ADSL, asociándose con ISPs locales. El método de tunneling permite que los usuarios se conecten a un ISP o a una localización de una corporación en una forma dinámica. En algunos casos, tendrá sentido para el ISP, el contratar las funciones típicas del BB-RAS (por ejemplo, AAA o asignación de direcciones IP) al CLEC de datos, al ILEC

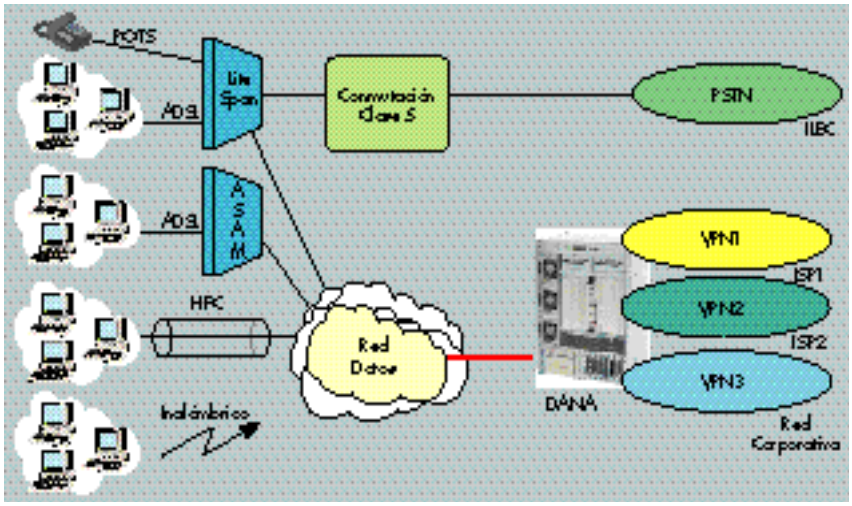


Figura 2 – Alcatel DANA para aplicaciones BB-RAS.
HFC – Híbrido Fibra Coaxial. POTS –Servicio Telefónico Tradicional.

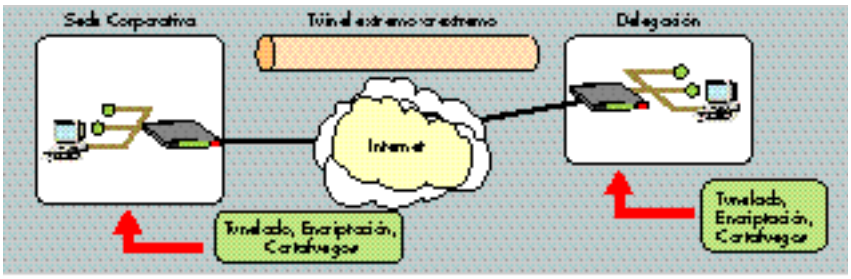


Figura 3 – Implantación de RPV IP basado en CPE.

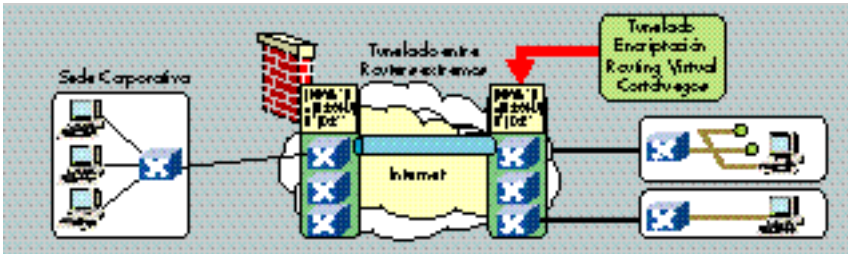


Figura 4 – Modelo de RPV IP subcontratada.

o al PTT, de forma que estas funciones puedan ejecutarse en el mismo punto en que se selecciona el servicio.

El BB-RAS de Alcatel, conocido como Adaptador de Red para Aplicaciones de Datos (DANA), provee el conjunto completo de funciones del BB-RAS. Se puede utilizar con el Alcatel 1135 SMC (Centro de Gestión de Servicios) en equipos RAS tanto banda estrecha como banda ancha. Ambos productos se han desplegado con éxito en redes operacionales en todo el mundo.

Además, Alcatel dispone actualmente de productos de la empresa Assured Access, recientemente adquirida, que proveen también funcionalidad de NB-RAS y características de BB-RAS. Esto es especialmente ventajoso para configuraciones pequeñas de Puntos de Presencia (POP) donde se puede servir a los dos tipos de abonados mediante un dispositivo con un modulo único.

■ RPV IP Subcontratada

La Red Privada Virtual (RPV) IP subcontratada es una aplicación de emergencia que se puede implementar en la periferia de las redes IP. Tradicionalmente, las RPVs se crearon utilizando Frame Relay para conectar entre sí las localizaciones de una corporación o las oficinas de una compañía. Sin embargo, la conectividad global que ofrece Internet junto con su estructura de precios, independientes de la distancia, han llamado la atención de los responsables de información de las corporaciones, como una capacidad de RPV alternativa, especialmente cuando se tienen que conectar muchas localizaciones y muy dispersas. Las RPVs IP se construyen con equipos de usuario (CPE) (ver **Figura 3**) que crean caminos seguros en Internet, utilizando técnicas de tunneling, encriptación y barreras de protección (cortafuegos). Las soluciones actuales son implantaciones propietarias que requieren el mismo tipo de equipos en todos los puntos de terminación. Frecuentemente, un grupo de una compañía de tecnología de la información gestiona estos equipos. Sin embargo, algunos operadores permiten que sus clientes alquilen los equipos pero manteniendo ellos mismos su gestión.

Muchos usuarios finales prefieren no verse involucrados en la configuración de los cortafuegos, en la encriptación, etc. Además la lógica requerida en el dominio del usuario es bastante cara, y sólo las grandes empresas son capaces de enfrentarse a este tipo de implantación, tanto desde el punto de vista de las licencias como de los costes operacionales.

Tan pronto como aparezcan normativas de implantación de RPV, se podrán ofrecer estos tipos de servicios RPV IP desde routers periféricos colocados en los dominios de los operadores. En este caso, lo único que tiene que instalar el usuario es un equipo de acceso en sus oficinas; todas las funciones de tunelado, encaminamiento, encriptación, protección, detección de intrusismo, etc., las realizará el router periférico del Punto de Presencia (POP) del operador (ver **Figura 4**). Esto, conocido como "RPV IP subcontratada", es equivalente al modelo Centrex existente para servicios de voz. Las RPVs IP subcontratadas requieren una conexión segura entre el POP y la residencia del abonado (es decir, no un medio compartido, como el coaxial usado en las soluciones de módem de cable, a no ser que la capa de transmisión pueda garantizar la seguridad necesaria).

El producto Alcatel DANA ya provee las características más importantes de RPV, tales como encaminamiento virtual y tunelado. Esto se va a complementar gradualmente con características específicas de un modelo de RPV IP subcontratada, tales como seguridad, encriptado/desencriptado, cortafuegos y traducción de direcciones de red.

■ Servicios de Voz en la Red de Acceso

En las redes existentes TDM/SONET, las redes de acceso proveen una función de agregación de servicios tradicionales de voz. Típicamente, el bucle digital de abonado (DLC) provee interfaces de voz para terminales remotos y los agrega en interfaces de sistemas de conmutación de clase 5 vía Multiplexores por División en el Tiempo (TDM) (interfaces superpuestos TR-08 o concentrados GR-303). Los anillos de acceso SONET y Multiplexores ADM transportan el tráfico TDM cuando se necesita salvar distancias. El sistema DLC de Alcatel Litespan, fabricado por la compañía recientemente adquirida DSC, se está utilizando en 30 millones de bucles de abonado en USA. Estos bucles se pueden convertir en soporte de ADSL y proveer la funcionalidad mencionada anterior-

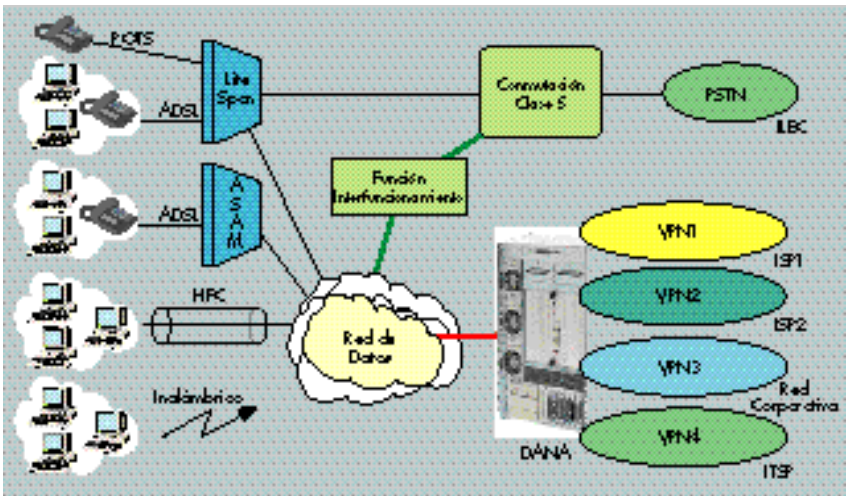


Figura 5 – Modelo de Voz sobre ADSL.

mente mediante una simple sustitución de la placa de línea.

Los multiplexores de acceso DSL (DSLAM), como el Multiplexor de Accesos ATM de Abonados (ASAM) en funcionamiento en múltiples redes, aumenta significativamente el ancho de banda en el bucle de abonado. Se puede usar este ancho de banda tanto para servicios de voz como para servicios de datos. Los servicios de voz se pueden transportar usando IP sobre ATM o directamente sobre ATM. En este último caso, se pueden aprovechar las clases de tráfico ATM soportadas por la capa de enlaces de datos. Una pasarela (gateway) provee la interfaz a un conmutador clase 5 existente, vía un GR-303 o una interfaz TR-08 (ver **Figura 5**). En el caso de voz sobre IP (VoIP), se puede pasar directamente el tráfico a otro usuario de VoIP a través de la red IP. Este producto sería particularmente útil a los operadores CLEC, como un medio de extender sus servicios de voz en los bucles no estructurados.

Los estándares de VoIP están evolucionando. Sin embargo, todavía deben resolverse muchos problemas, antes de conseguir una inter-operatividad global y amplia, incluyendo los siguientes aspectos:

- protocolos para garantizar IP con QoS;
- interfuncionamiento entre dos proveedores de servicios de red IP;
- protocolos de interfuncionamiento entre la Red Pública Telefónica
- Conmutada (PSTN) e Internet;
- lenguajes de procesamiento de llamadas;
- protocolos de localización de pasarelas;
- protocolos de control de pasarelas;
- encaminamiento entre o a través de redes múltiples de proveedores de servicios para optimización de costes;
- escalamiento de protocolos de encaminamiento a dominios administrativos más allá del provisto por el protocolo de encaminamiento OSPF (Open Shortest Path First);
- aspectos de control/escalamiento/facturación.

■ Implantación de Red ADSL

La introducción de la tecnología ADSL en las redes de acceso ha llevado al despliegue de servicios avanzados "IP de valor-añadido". Se dirige tanto a los usuarios de empresas (IP fijo) como a los residenciales (IP conmutado), usando múltiples grados de servicio para suministrar los requisitos diferenciales de cada tipo de cliente. Es interesante ver cómo se podrían conjuntar ATM e IP para proveer un servicio coherente extremo-a-extremo.

Se puede conseguir una potente mezcla de escenarios. El operador puede ofrecer una variedad de servicios locales al mismo tiempo que consigue ahorros estadísticos agregando el tráfico IP dirigido a los ISP y a las empresas. La **Figura 6** ilustra esta arquitectura.

Se ofrecen dos grados de servicio, cada uno de ellos caracterizado por dos parámetros: pico del ancho de banda y ancho de banda garantizado. Por ejemplo, el servicio básico podría proveerse con un pico de 1 Mbit/s. El servicio primario también podría tener un pico de 1 Mbit/s, pero tendría que tener 256 Kbit/s de ancho de banda garantizado. La garantía se consigue usando un conformador de tráfico Estos parámetros se miden desde el punto de entrada a la red hasta el ISP o cliente corporativo. Depende de ellos el tomar las precauciones necesarias para asegurar una QoS completa extremo-a-extremo.

El tipo de servicio con que se provee al usuario se configura en el momento de hacer la suscripción. La intención es que los usuarios residenciales se suscriban al servicio básico, mientras que las empresas lo hagan al servicio primario. Ambos servicios proporcionan capacidades diferentes de selección de servicios. El servicio para usuarios residenciales permite seleccionar el ISP o la red corporativa al comienzo de cada sesión, mientras que el servicio de empresa está configurado para reenviar todo el tráfico asociado con una línea dada, a la empresa que alquila el servicio.

El operador de red actúa como un ISP, ofreciendo una gama de servicios locales vía servidores locales. Ello incluye no sólo de conectividad de banda ancha a Internet, sino también servicios de vídeo y audio.

Por cada IP o cliente corporativo se crea una RPV para que no se mezclen sus tráficos. Las direcciones privadas IP se pueden usar porque las direcciones son únicas dentro de una RPV. Los mensajes que se difundan sólo llegarán a los usuarios que estén activos dentro de una RPV dada.

Se pueden ofrecer capacidades de facturación avanzada. Por ejemplo, aplicando pesos diferenciales de facturación a cada servicio y a cada RPV; estos pesos pueden variar con la hora del día y el día de la semana. Se pueden implementar facturaciones dependientes del volumen para servicios de RPV. En el caso de servicios dependientes de sesión, además de estas facturaciones dependientes del volumen, se podrían implementar facturaciones dependientes del tiempo.

El DANA envía información al centro de gestión de servicios del operador usando el protocolo RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service). Es-

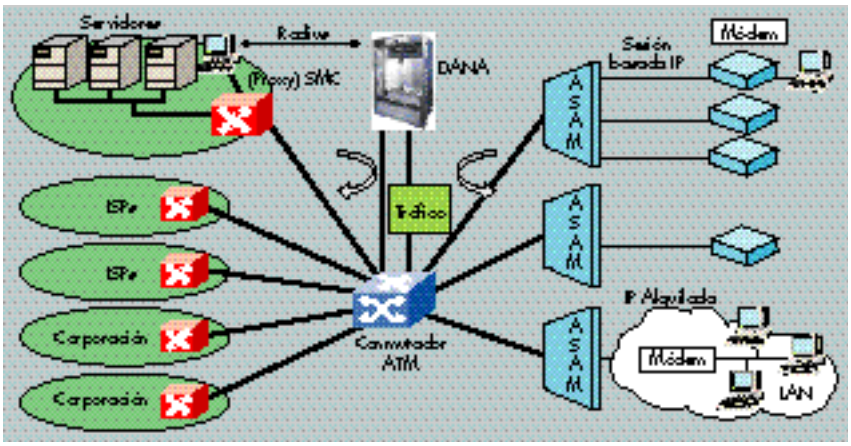


Figura 6 – Modelo mixto de servicios.

te centro puede entonces manejar la información requerida para servicios locales o reenviar la información de facturación recibida, al centro de gestión de servicios del ISP (servidor AAA).

Así pueden usarse las tecnologías de acceso de banda ancha disponibles actualmente para obtener servicios IP comerciales de banda ancha. Se ofrecen una mezcla de servicios a los usuarios finales. Y esta variedad de servicios es manejable gracias a los sistemas avanzados de facturación.

■ Conclusiones

La presión del mercado, exigiendo accesos de datos de alta velocidad para clientes de negocios y residenciales ha impulsado el desarrollo de nuevas arquitecturas de red y productos situados en la periferia de la red. Hay una clara tendencia a incluso incrementar la funcionalidad y la inteligencia en estos productos, proporcionando a los operadores de red la posibilidad de dar valor añadido a sus servicios de conexión.

Cuando adquieran funcionalidad e inteligencia, la periferia de la red se convertirá en su centro. Los productos DANA de Alcatel, Omni S/R de Xylan y X1000 de Assured Access –junto con el centro de gestión de servicios de Alcatel– se hallan bien posicionados en este nuevo área de negocios.

Rik Missault es responsable de Marketing en la División de Acceso Internet en Alcatel, Amberes, Bélgica.

Dieter Nattkamper es director de Planificación Estratégica para para Productos de Redes de Acceso en la Alcatel USA Portfolio Planning Division, Petaluma, California, EE.UU.

Niel Ransom es Vicepresidente de la Advanced Systems Business Unit en Raleigh, N.C., EE.UU.

Willem Verbiest es responsable de la Unidad de Negocio de Accesos DSL en la División de Acceso Internet en Alcatel, Amberes, Bélgica.

Johan de Vos es responsablede producto DANA en Alcatel's Internet Access Division en Amberes, Bélgica.

VOZ SOBRE DATOS Y DATOS SOBRE VOZ: EVOLUCIÓN DEL ALCATEL 1000

A. C. LEMKE
A. MAQUET

La continuada evolución del sistema de conmutación Alcatel 1000 soportará el paso hacia la convergencia de voz y datos.

■ Voz sobre Datos y Datos sobre Voz

El acceso a Internet y otras redes de datos, mediante servicios telefónicos básicos (POTS), líneas RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) y vía interfaces aéreas (datos sobre voz), así como el suministro de servicios de voz sobre redes de datos (voz sobre datos), son servicios ofrecidos en la actualidad por todos los operadores de redes de telecomunicación. Alcatel proporciona un completo y extenso conjunto de soluciones para estos servicios.

La **Figura 1,** muestra un típico escenario de voz (y fax) sobre datos (VoData). El abonado recibe un servicio comparable al proporcionado por redes de voz extremo-a-extremo TDM (Multiplexión por División en el Tiempo). En algún punto en la red, una pasarela VoData convierte la señal de voz TDM en celdas o paquetes. Ejemplos de pasarelas VoData son, voz sobre pasarelas ATM (Modo de Transferencia Asíncrono) y voz sobre pasarelas IP (VoIP). El mismo escenario es aplicable a fax sobre datos.

Las pasarelas pueden estar situadas en una red de voz pública o privada o, en algún caso dentro de un aparato telefónico especial.

La **Figura 2** muestra un típico escenario de Datos sobre Voz (DoV). El dato es codificado previamente a su transmisión, sobre una red de voz TDM utilizando dos módems: uno situado en el mismo lugar del cliente y otro dentro de un Servidor de Acceso de Red (NAS).

Los dos escenarios pueden combinarse (ver **Figura 3**) para ofrecer servicios de voz a usuarios locales de VoData (es decir, usuarios con una pasarela VoData integrada en un PC multimedia).

■ Situación del Mercado

Controladores para Datos sobre Voz

Para muchos usuarios, los canales de voz establecidos entre su lugar de residencia y las centrales locales de banda estrecha, son su única posibilidad de acceso a las

Figura 1 – Voz sobre datos.

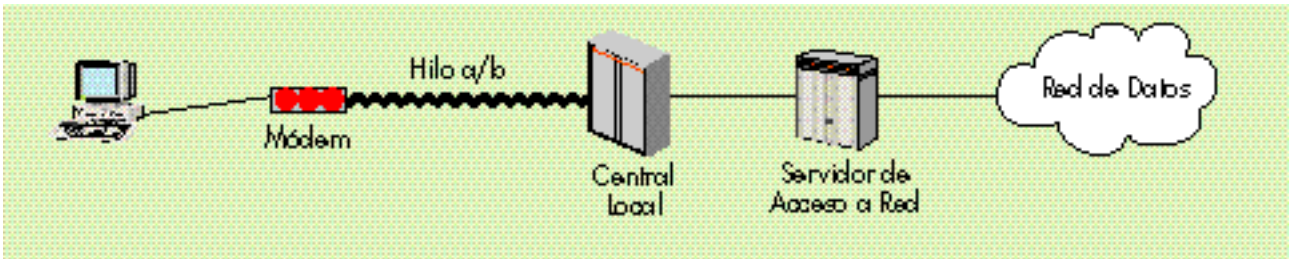


Figura 2 – Datos sobre voz.

Figura 3 – Escenario combinado.

redes de datos. Nuevas tecnologías, tales como tecnología sin hilos, accesos a líneas de potencia, módems de cable, líneas de abonado digital asimétricas (ADSL) y segunda y tercera generación de móviles, ofrecen nuevas opciones, pero nunca podrán reemplazar el canal de voz como la principal tecnología de acceso para usuarios particulares y pequeñas oficinas, en los próximos años.

Controladores para Voz sobre Datos

Transporte de voz "gratis"
El crecimiento exponencial en el tráfico de datos ha llegado a superar al de voz en algunos países, al igual que sucederá en muchos otros en un corto espacio de tiempo. A medio plazo, el tráfico de voz solo será un porcentaje limitado del tráfico de comunicación total, por lo cual, no puede garantizarse para siempre el funcionamiento de redes de voz especializadas. Sin embargo, actualmente, el servicio de voz es la mayor fuente de ingresos para la mayor parte de los operadores de telecomunicación, justificando su permanencia en (o introduciéndose) el mercado de voz.

Omisión de impuestos
La reglamentación (cuotas de interconexión, normas de liquidación internacional) ha distorsionado la economía de mercado para servicios de voz. Voz sobre datos se ha utilizado para sortear esos factores de regulación, aunque su importancia como fuerza impulsora, está disminuyendo.

FAX sobre datos
Aunque el correo electrónico está parcialmente reemplazando al fax, el tráfico de fax todavía sigue creciendo hasta el punto de ser responsable de un alto porcentaje de minutos de llamadas nacionales e internacionales. Fax sobre datos permite que este tráfico sea descargado de las redes telefónicas

Centralitas software
De forma paulatina y continuada, los abonados accederán a la red pública con voz ya convertida a datos (abonados locales de VoData). Un ejemplo de ello pueden ser las redes corporativas (soft PBX), redes de acceso por cable, líneas de abonados digitales (DSL) y en redes de acceso móviles.

Como cada vez más empresas ofertan voz integrada y redes de datos en sus sitios, la voz esta siendo convertida a paquetes de datos. Para la comunicación entre las diferentes sedes de una empresa (intranets), entre empresas cooperadoras (extranets), y con el público, a veces no es rentable la conversión de voz en señales estándar de banda estrecha. La alternativa es transportar la voz como datos a través de redes públicas y convertirla a banda estrecha cuando se accede a un abonado de estas características.

Módem de cable
Es más eficaz transportar la voz junto con los datos sobre una estructura de TV por cable, usando VoData, que utilizar separadamente teléfono y módems por cable.

Líneas virtuales a través de módem y Abonados Digitales (xDSL)
La capacidad de muliplexación de las conexiones de datos, permite el transporte de canales adicionales de voz a bajo costo utilizando las tecnologías de acceso de datos tales como los módems sobre POTS, RDSI y xDSL.

Redes Móviles
La segunda generación de redes móviles esta reforzándose y mejorando cada día en la comunicación de datos vía el servicio general de radio por paquetes (GPRS). Además, la tercera generación de redes móviles estará basada en voz sobre ATM, utilizando la Capa 2 de adaptación de ATM (AAL2) y VoIP. La operación sin tándem, es decir, comunicación directa de móvil-a-móvil o móvil-a-VoData sin tener siempre que retransmitir la voz a 64 kbit/s, mejora la calidad de voz y optimiza la utilización de los recursos.

■ Escenarios de Red

La voz sobre datos y los datos sobre voz, pueden aplicarse de diferentes formas. Los siguientes apartados describen algunas de las principales.

Teléfono a Teléfono: Enrutamiento de Voz sobre una Red de Datos

En el caso más simple, la tecnología de voz sobre datos se utiliza para conectar centrales de voz locales/de tránsito por medio de una red de datos en paquetes/celdas, en lugar de enlaces vía TDM (ver **Figura 4**). Esta tecnología está encaminada a crear una red unificada de voz y datos.

Este escenario requiere (uno o varios) controlador/es de servicio al igual que pasarelas de borde en los bordes de la red de datos. El control trata la señalización de la Parte de Usuario RDSI (N-ISUP) de banda estrecha recibida vía la pasarela de señalización, y controla las pasarelas de acercamiento y los nodos de la red de paquetes. El controlador de servicio, enruta las llamadas desde una pasarela origen a la pasarela destino correcta.

Los abonados no tienen que ser conscientes, necesariamente, de que se está utilizando una red de datos para el tra-

tamiento de sus llamadas. Por lo tanto, para asegurar la continuidad del servicio, se debe dar acceso a los usuarios a todos sus servicios suplementarios, así como a los de Red Inteligente (RI). Pueden también ofrecerse otros servicios adicionales por una Red Inteligente, a nivel de servidor/es de llamada.

Escenario Pasarela de Acceso y Enlace

En el escenario de pasarela y enlace, se conecta una central local a una red de datos vía una pasarela VoData. Un servidor de llamada, que proporciona los servicios de una central de tránsito, puede integrarse con la central local o ser elemento de red independiente.

En el escenario de pasarela de acceso, los abonados se conectan directamente o vía equipo de acceso a una pasarela. El servidor de llamadas proporciona todos los servicios de acceso de una central local.

Por razones de optimización, las funciones de pasarela pueden estar integradas dentro de la central local, como más tarde se explicará.

Abonados Locales de VoData

Además de a POTS/RDSI y usuarios móviles, los abonados locales de VoData se conectarán a la central local bien mediante un acceso de voz conmutado tradicional, o por un nuevo acceso de datos permanente (por ejemplo, TV por cable, línea alquilada, etc.). Como se muestra en la **Figura 5,** el Servidor de Acceso de Red (NAS) controla sus accesos. El servidor de llamadas proporciona servicios de usuario final y controla el tránsito de una red basada en paquetes.

Las centrales locales actuales, facilitan a esos nuevos usuarios los mismos servicios RI y suplementarios que los ofrecidos a usuarios POTS/RDSI.

Además, los terminales locales VoData, tales como PCs y otros dispositivos IP, pueden ser más inteligentes que los terminales POTS y RDSI, permitiendo a los usuarios recibir una más amplia y mejorada gama de servicios:

- Diálogo usuario–operador basado en interfaces/menús gráficos, con dirección basada en un alias.
- Los usuarios pueden manejar sus propios parámetros de servicio (consulta y posibilidad de modificación) vía páginas web.
- Videoteléfono.
- Llamadas voz+datos.
- Servicios On-line, publicidad, etc.
- Presentación de llamada (o Mira y Habla): Una llamada entrante a un abonado analógico conectado, en ese momento, a un proveedor de servicios de Internet (ISP) se presenta al abonado llamado, el cual puede elegir recibirla en su PC.
- Establecimiento, vía un servidor dedicado, de una conferencia multimedia (voz y/o vídeo) entre abonados IP.
- Segunda línea telefónica.

Servicios Globales de Acceso de Red y Pasarela VoData

Una gran parte de proveedores de servicios de Internet (ISPs) con una base instalada de servidores de acceso de red (NASs) y/o pasarelas VoData utilizan esta infraestructura no solo para sus propios abonados, sino también como una adicional fuente de ingresos proporcionando servicio de acceso a otros ISPs y operadores de redes corporativas (ver **figura 6**). Proporcionan un primer nivel de autenticación de usuario y crean una conexión a los usuarios de ISP o redes corporativas. Además, es posible el suministro de servicios telefónicos de voz.

■ Principales Retos para los Operadores

La separación de las funciones de control y transporte y la convergencia de voz y datos en la comunicación, son actualmente los principales retos y nuevas oportunidades:

- Nuevas oportunidades de ingresos gracias a la rápida introducción de servicios innovadores.
- Bajo costo de suministro y aprovisionamiento.

Los usuarios locales de VoData pueden conservar los servicios ya facilitados por las centrales locales, con la posibilidad de ser dados de alta en nuevos servicios. El objetivo de Alcatel es proporcionar servicio de una forma transparente, no importando si:

- la llamada está situada en un TDM, paquete/celda, red fija o móvil.
- el usuario está en su casa, en el trabajo o paseando.

Los usuarios estarán dotados de acceso transparente a su ISP, proveedor de servicios telefónicos Internet (ITSP) y suministradores de redes corporativas, si lo de-

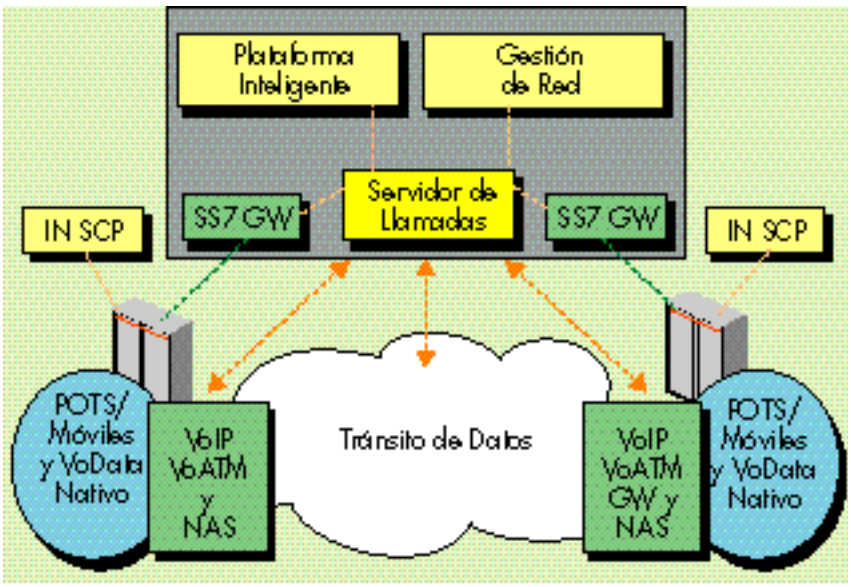


Figura 4 – Voz local sobre datos.

sea, con idénticos servicios suplementarios y una única factura.

La introducción de servicios de voz en tecnología IP y ATM debe permitir a los operadores mantener los niveles de servicio actuales.

■ Productos y Soluciones Alcatel

Alcatel proporciona soluciones especializadas para todo tipo de usuarios. Sin embargo, todas estas soluciones se benefician de una serie de características comunes.

Una solución integrada es más conveniente para operadores con una base instalada de conmutadores Alcatel 1000 o aquellos interesados en la instalación de conmutadores al estado del arte. En contraste, hay disponible una solución independiente para operadores con una red de banda estrecha de otro fabricante o para aquellos interesados en la instalación de una red autónoma de voz-sobre-datos.

Características Genéricas

Sin reducción de servicios
Los sistemas de conmutación Alcatel 1000 soportan cientos de servicios, incluyendo los servicios suplementarios, función de conmutación de servicio RI, y servicios de contabilidad con un alto grado de seguridad. Todos ellos pueden contratarse y ponerse en funcionamiento en la modalidad integrada e independiente –algunos datos puramente de los operadores de red, no son suministrables–. Añadiendo nuevos protocolos, como H.323, al experimentado control de llamada del Alcatel 1000, el control puede operar como un agente de llamada VoData local o remoto, facilitando esos servicios a los clientes telefónicos así como a usuarios locales de VoData. (Notar que el protocolo de señalización del juego de protocolo H.323 se deriva del de señalización de abonado de banda estrecha DSS1).

Nuevos servicios
La solución Alcatel es también una plataforma ideal para los nuevos servicios que están apareciendo sobre el tapete, de voz tradicional y nuevas redes de datos. El servicio de arquitectura IP de Alcatel, proporciona servicios tales como la seguridad de acceso a Redes Privadas Virtuales corporativas (VPNs), servicios de marcación web, servicios de segunda línea virtual, mensajería unificada y pago por navegar por la red. Estos servicios están implementados sobre plataformas integradas de servidores UNIX de altas prestaciones, basadas en una arquitectura cliente/servidor entre el control de llamada banda estrecha y los servidores UNIX. Esto está bien establecido en el Punto de Control de Servicio IN local de Alcatel (SCP).

Interfaces abiertos e integración Gestión de Red de Telecomunicación (TMN)
La solución integrada y la autónoma proporcionan interfaces abiertas entre los elementos de red, conforme a las especificaciones establecidas y las normas emergentes, tales como H.323 y el Media Gateway Control Protocol (MGCP), que controla el protocolo entre el servidor de llamadas y pasarelas VoATM/VoIP. Esto permite a los operadores reutilizar el equipo existente e instalar equipo Alcatel en redes multi-vendedor. La Plataforma de Gestión Alcatel (ALMAP) soporta la integración de elementos de red de otros suministradores no Alcatel.

Convergencia fijo/móvil
La segunda y tercera generación de voz móvil y comunicación de datos es solo otra tecnología de acceso a la red de telecomunicación mundial. Las soluciones de red permiten a un operador crear una perfecta infraestructura de servicio ofreciendo acceso fijo y móvil a los mismos servicios. Las pasarelas aseguran la posibilidad de conexión entre abonados fijos y móviles y permiten a los usuarios enviar y recibir llamadas sobre terminales fijos y móviles de acuerdo a sus preferencias.

Añadir terminales de datos de alta velocidad
Alcatel es el suministrador líder en el mundo, de tecnología xDSL. Las interfaces integradas xDSL dentro de los equipos Alcatel simplifican mucho la emigración de los clientes a accesos Internet de alta velocidad. El objetivo de Alcatel es fabricar "continuamente" accesos económicos a Internet, para todos, bien sea RDSI o xDSL. RDSI es una solución a bajo costo, porque no se necesitan módems, mientras que xDSL está disponible para mayores demandas residenciales y empresas.

Solución integrada: Conmutador multiservicio multimedia Alcatel 1000
Los operadores con una base instalada de conmutadores Alcatel 1000, así como todos aquellos que quieran una solución optimizada todo-en-uno, deberían elegir la solución integrada basada en Alcatel 1000.

Hoy en día, hay casi un millón de abonados conectados a centrales de banda estrecha. Estas redes operan con total fiabilidad y ofrecen un amplio y completo conjunto de servicios. Alcatel permite a los operadores, salvaguardar el 95 % de sus inversiones de red y la utilización de las centrales locales y de tránsito como plataforma para ofrecer nuevos servicios a sus clientes, añadiendo terminales xDSL, funciones de pasarela de transporte y nueva señalización y funciones de control en las centrales.

Esta, comparativamente pequeña inversión adicional reduce significativamente el coste total de la propiedad. La integración en la capa de gestión de red reduce el costo de las operaciones de administración y mantenimiento (OAM), incluyendo entrenamiento y costos de personal experto en redes de datos. Alcatel ofrece una visión homogénea y completa del equipo de OAM y la consistencia en todos los servicios de mantenimiento, reparación y suministro. La inversión es reducida y el equipo requiere un menor espacio para su ubicación, debido a la integración física en un chasis común del suministro de potencia, reloj, alarma, etc. Interfaces optimizadas minimizan el cableado y reducen el consumo de potencia, mejorando el índice de servicio relativo a cortes y caídas. No obstante, los operadores no están encerrados y dependientes de las soluciones propietarias, porque las interfaces estándar están completamente soportadas.

La **Figura 5** ilustra soluciones integradas de red Alcatel.

Los conmutadores Alcatel 1000 proporcionan TDM estándar y ATN así como IP sobre interfaces ATM a una gran variedad de sistemas de acceso, incluyendo fijo, móvil y satélite. El tráfico de datos sobre voz es finalizado por la función integrada NAS de banda estrecha, mientras que la voz sobre datos es soportada mediante funciones de pasarela VoIP y VoATM.

El control de llamada y servicio se proporciona por la altamente fiable y probada plataforma de control Alcatel 1000, mejorada con la industria de servidores de UNIX estándar.

Alcatel 1000 sirve también como un centro de conmutación móvil de segunda y tercera generación, soportando GPRS y el Sistema de Telecomunicaciones Móviles (UMTS), al igual que una central de tránsito combinada de banda estrecha/banda ancha.

La **Tabla 1** resume las principales ventajas para operadores y usuarios.

Solución Autónoma

Los operadores con una red de banda estrecha de otro suministrador y aquéllos que deseen una arquitectura de red compuesta por elementos de red especializados con interfaces estándar, deberían elegir soluciones de red autónoma Alcatel (ver **Figura 6**). Proporcionan los mismos servicios de abonado que la solución integrada, pero pueden ser desplegadas al lado de, o como sustitutos de redes tradicionales RTP/RDSI.

Las soluciones autónomas constan de los siguientes productos:

- Pasarelas NAS y VoData de Alcatel Assured Access.
- Conmutadores Alcatel 1000.
- Alcatel 1135 SMC (Centro de Gestión de Servicios) que soporta las siguientes facilidades: servicio de base de datos de usuario, autentificación, autorización y contabilidad; facturación; delegación proxy; gestión VPN; estadísticas; proveedores múltiples de NAS , guardián de puerta integrado.
- Alcatel 1400 IN que soporta: servicios de estilo de vida, servicios de llamada con tarjeta, servicios de empresa, traducción de número y encaminamiento, servicios especializados, servicios de llamada colectiva, y servicios de operador.
- Conmutadores Alcatel Xylan de pequeño a medio tamaño, IP y ATM.
- Encaminadores centrales IP Alcatel 1000 BBX.
- Redes de área metropolitana IP de máquinas de paquetes Alcatel.
- Plataforma de gestión Alcatel, que soporta: tickets de fallos; correlación, topología y gestión de enlace; gestión de recursos; discriminador de reenvío de eventos; administración del log; ges-

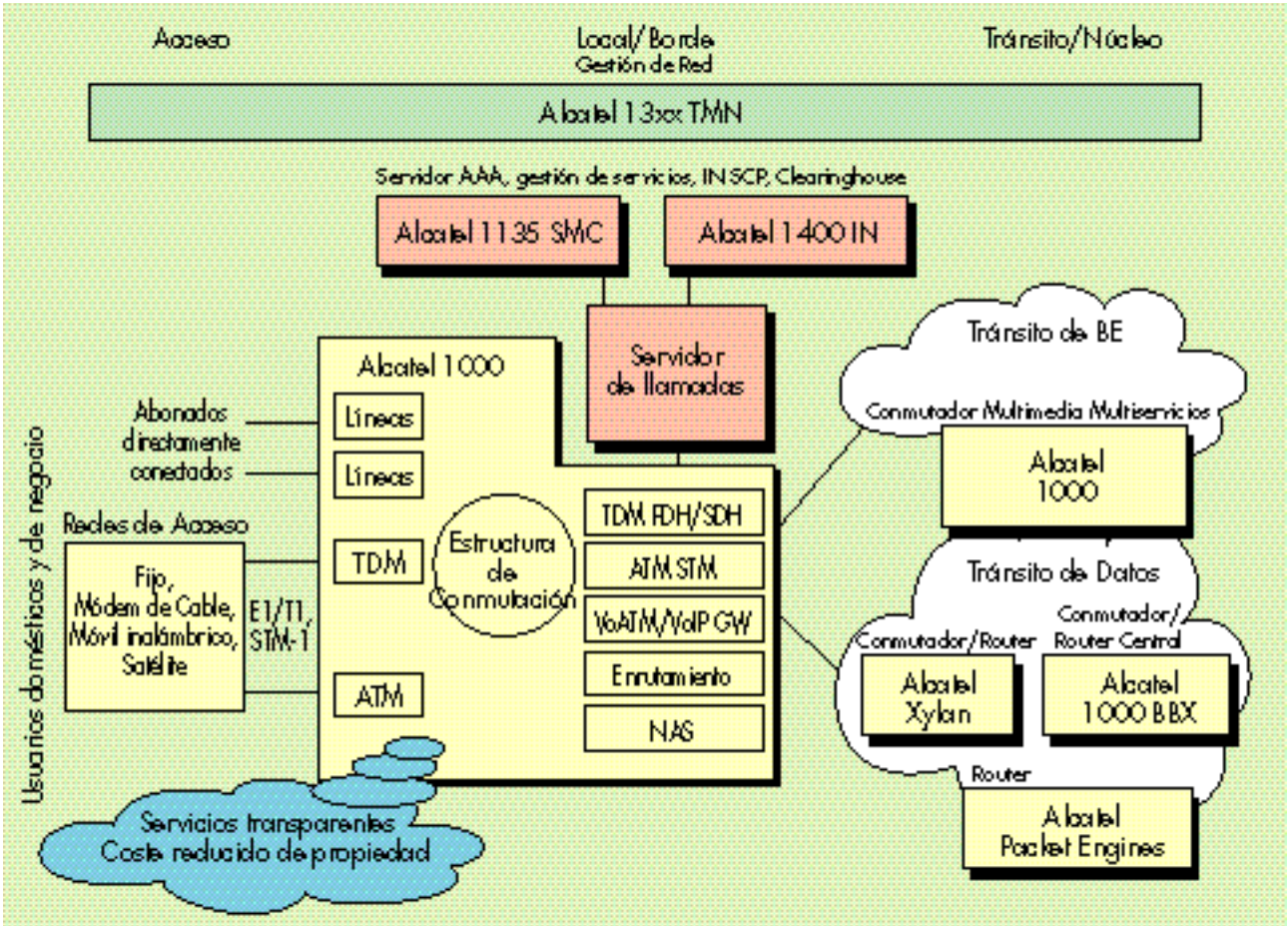


Figura 5 – Solución integrada.

Función	Beneficios al cliente
Alta velocidad, estructura de conmutación de alta capacidad	Centrales mas grandes (varios millones de intentos de llamadas). Clave para optimización de red Preparado para servicios de banda ancha
Terminales de Jerarquía Digital Síncrona (SDH)	Espacio reducido, cableado, potencia y costo
ATM	Permite el conjunto de acceso xDSL Integración UMTS
Voz sobre datos (VoIP, VoATM)	Integra voz dentro de redes de datos Servicios VoData con QoS Proporciona servicios estándar sin fisuras y mejora los servicios de abonados locales de VoData (por ejemplo, LAN PBX, módem de cable con VoIP, segunda línea virtual)
Datos sobre voz (integración NAS); Servicio Internet/extranet ; IP VPNs; enrutamiento IP	Accesos completos a servicios de datos con gestión de servicio integrada
Nuevas interfaces de acceso: "Siempre On"/Dinámico RDSI (AO/DI), xDSL	Acceso de datos "siempre-on" y alta velocidad (IP)
Gestión de Red Integrada	Operaciones unificadas para servicios y equipo.

Tabla 1 – Beneficios del Conmutador Multimedia Multiservicio Alcatel 1000.

tión de la seguridad; y administración del sistema.
- Alcatel E Com que da soporte para diseño web, e-comercio, intranets y extranets.
- Alcatel HomeTop soporta servicios de usuarios finales, tales como servicios de promoción, que activamente transfieren información a su terminal, servicios de portal o de captación (por ejemplo, Yahoo y Excite) que muestran una página de arranque con enlaces a direcciones de utilidad y mensajería unificada.

Combinaciones de la solución integrada y autónoma pueden también ser suministradas.

Arquitectura de Servicio Alcatel IP

La arquitectura del servicio de Protocolo de Internet Alcatel IP proporciona un completo conjunto de servicios para redes IP, redes de circuitos conmutados (SCN) y servicios de convergencia en el límite de estos dos tipos de red (ver **Figura 7**). Un sistema flexible de gestión, herramientas de control y un potente entorno de creación de servicio son partes integrantes de esta arquitectura.
Hay tres categorías de servicios:

- *Servicios IP:* Servicios de directorio, servicios de nombre de dominios, política de servicios QoS, servicios de enrutamiento, servicios de autentificación, servicios VPN de contabilidad, etc.
- *Servicios SCN:* control de llamada vocal, servicios suplementarios, servicios IN , servicios de contabilidad, etc.
- *Servicios de convergencia:* servicios de notificación y de finalización de la llamada utilizando comunicación de datos, gestión del perfil de abonado, servicio de unificación de mensajes, servicio de ubicación de pasarelas, pago por navegar, servicios de marcación web, etc.

La arquitectura del servicio IP Alcatel comprende los siguientes productos:

- Conmutadores Alcatel 1000,
- Red inteligente Alcatel 1400 IN,
- Centro de gestión de servicio Alcatel 1135 SMC,
- Gestión de red Alcatel ALMAP,
- Servicios de usuario final Alcatel HomeTop.

Servidor de Llamada

El servidor de llamadas de Alcatel es una versión autónoma de alta densidad del control Alcatel 1000 junto con sus servidores basados en UNIX. De este modo, se hereda todo el conjunto de banda estrecha, IP, ATM y servicios de convergencia ya operativos en dicho

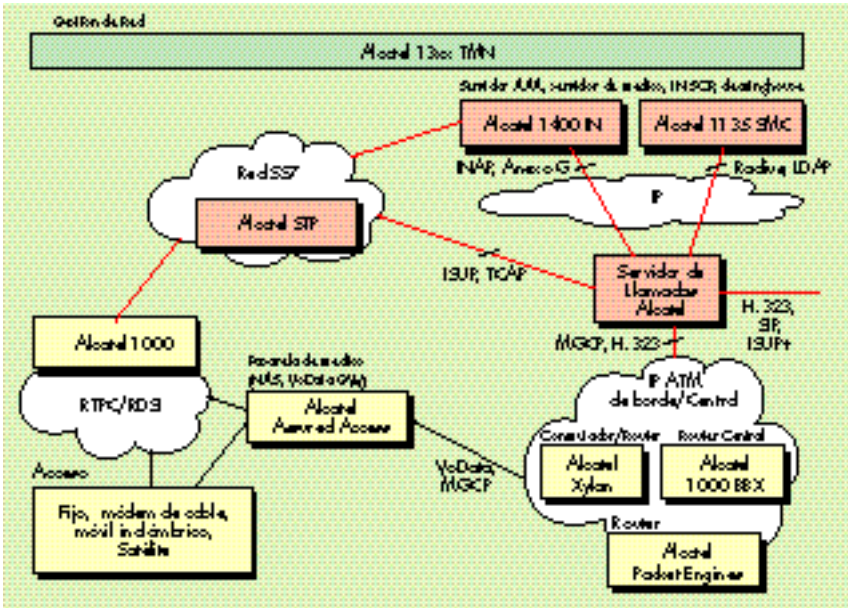


Figura 6 – Solución autónoma.

LDAP – Protocolo Acceso Directorio Ligero
INAP – Interfaz de Aplicación a Redes Inteligentes
RADIUS – Servicio Remoto de Autentificación de Marcaje de Usuario
SIP – Protocolo de Inicio de Sesión
STP – Punto Transferencia Señalización
TCAP – Puerto Aplicación Capacidades Transacción

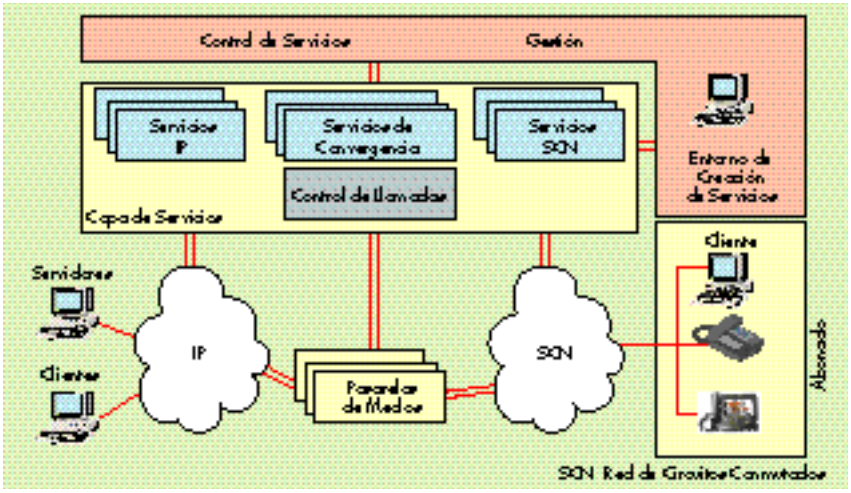


Figura 7 – Arquitectura de servicio IP Alcatel.

sistema de control. Puede utilizarse el mismo servidor en ambas redes VoIP y VoATM. Este servidor corre sobre plataformas informáticas estándar en aplicaciones abiertas.

Las configuraciones multi-bastidor pueden soportar millones de abonados. El servidor de control puede darse en combinación con una pasarela o conmutador o, estar situado en unidades de control centralizadas que manejan pasarelas dispersas geográficamente.

Alcatel 1000 BBX

Alcatel puede proporcionar un terarouter de operador para redes de interconexión. Esto complementa al conmutador multiservicio de borde multimedia Alcatel 1000.

■ Conclusiones

La solución Alcatel voz sobre datos y datos sobre voz, proporciona servicios de voz y datos a todas las funciones de circuitos y abonados locales de VoData. No es necesario reducir la cartera de servicios cuando se introduce la tecnología VoData.

La comprobada especialización Alcatel está disponible para todo tipo de clientes. Los operadores que construyen nuevas redes y aquellos con redes de otros suministradores pueden también utilizar soluciones autónomas al estado del arte e integradas. Operadores con una base existente Alcatel 1000 pueden aprovecharse de todas sus posibilidades con solo una mínima inversión adicional. Alcatel está lista para aplicar toda su oferta de servicios a la red de cualquier operador. Dependiendo de los resultados, puede decidirse que escenario es el más apropiado, si el de voz sobre datos ó datos sobre voz.

La arquitectura de servicio IP de Alcatel proporciona servicios con una gran innovación, tales como Mira y Habla (Browse & Talk), sobre una plataforma servidor integrada a la perfección con los servicios existentes.

Alcatel 1000 elimina la duda, con frecuencia asociada a la planificación de nuevos servicios, ya que es una óptima plataforma para TDM, IP y ATM. Este poderoso conmutador es el centro de la estrategia Alcatel de voz sobre datos y datos sobre voz y está continuamente siendo mejorado para proteger la inversión del cliente y proporcionar la mejor solución posible para nuevos clientes.

Andreas C. Lemke es Director de Estrategia de Producto en el Departamento de Gestión de Producto Alcatel 1000 S12, División de Conmutación y Enrutamiento (SRD), en Stuttgart, Alemania.

Alain Maquet es Director de Producto de Alcatel 1000 E10, Unidad de Negocios Estables (FBU) de la SRD, en Vélizy, Francia.

LA PRÓXIMA GENERACIÓN DE REDES: UNA COMBINACIÓN RENTABLE DE LAS CAPAS DE CONMUTACIÓN Y TRANSMISIÓN

M. HUTERER
J. MINNIS
P. O'CONNELL
E. TRAUPMAN

La combinación de las capas de conmutación y transporte ofrece una solución rentable en la gestión de múltiples servicios sobre una infraestructura común.

■ Introducción

Enfrentados a un rápido crecimiento de la demanda de servicios de conectividad de datos por parte de los clientes de negocios y de los usuarios de Internet, los operadores están buscando formas de gestionar los servicios múltiples sobre una infraestructura común. Por otro lado, la integración de servicios de voz, datos y vídeo en una única red ha sido un objetivo importante de los operadores durante muchos años. Adicionalmente, otros proveedores de servicios y empresas demandan redes privadas virtuales (VPN) que proporcionen un alto nivel de flexibilidad.

El actual movimiento hacia redes basadas en datos está creando un nuevo paradigma en la forma como los planificadores ven las redes emergentes. Ya no

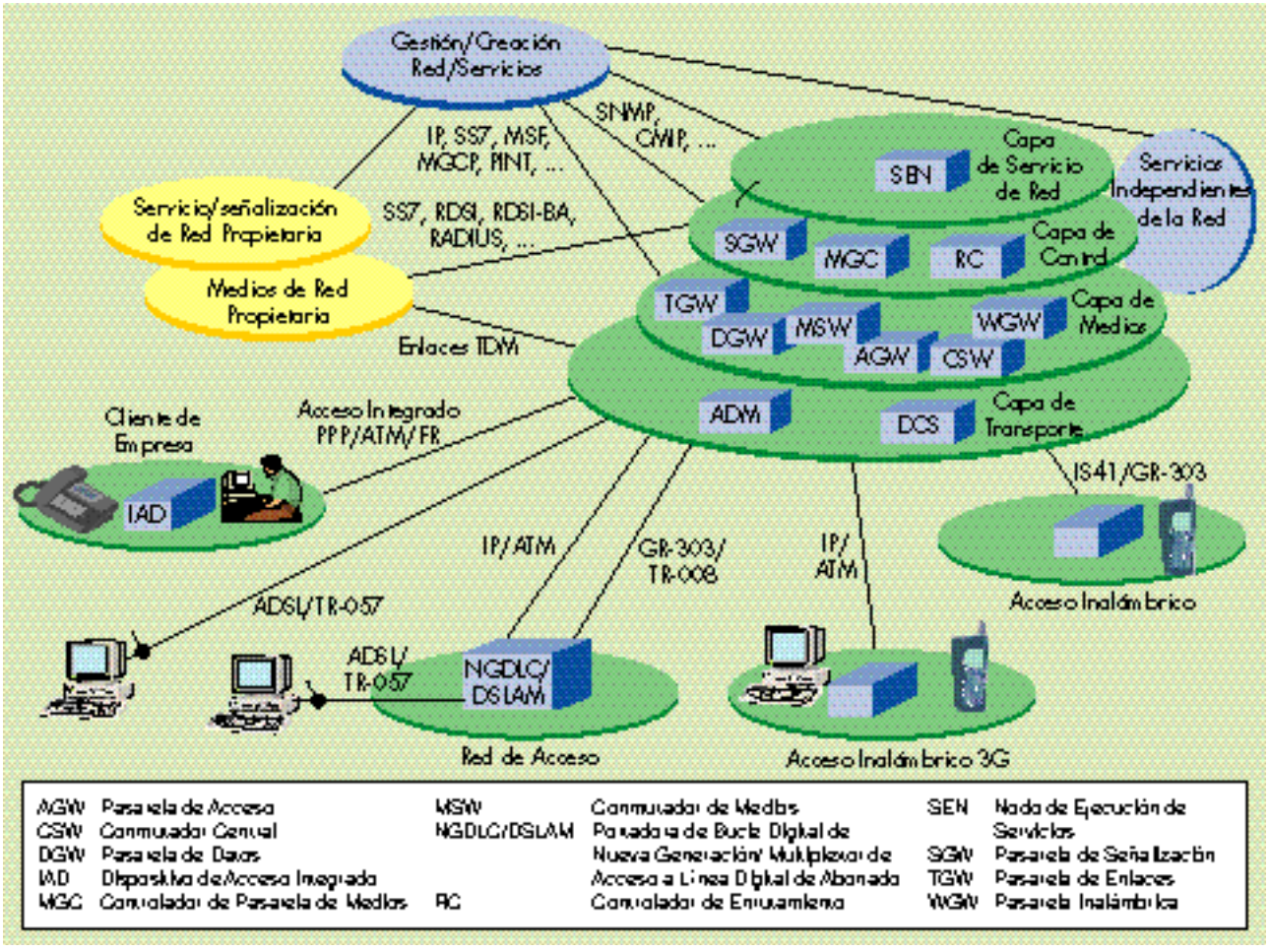


Figura 1 – Visión de la evolución hacia la conectividad centrada en datos.

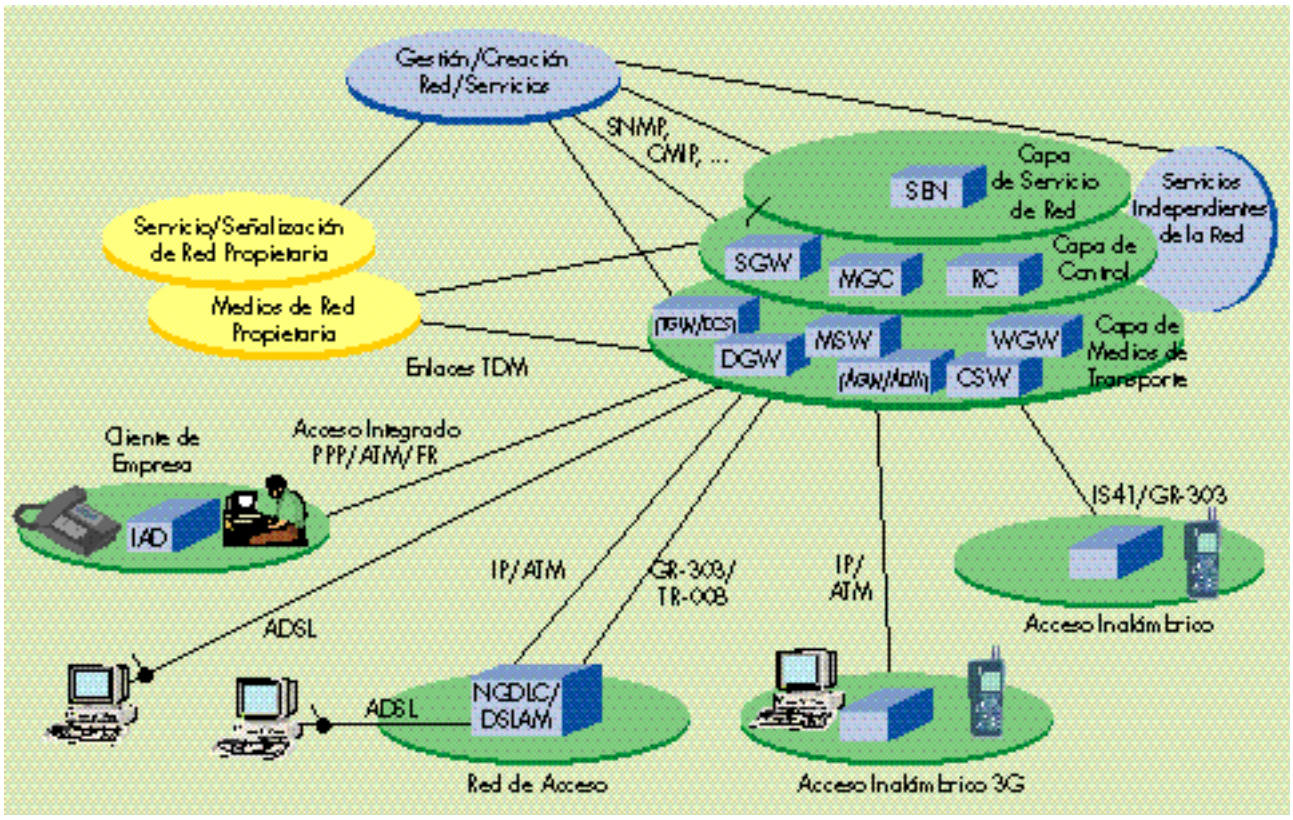


Figura 2 – Red de datos capa de medios/transporte integrada.

hay arquitecturas de red basadas en centros de conmutación que contienen grandes centrales locales, grandes centrales de tránsito, o ambos tipos. En su lugar, se están diseñando nuevas redes para aprovecharse del transporte de datos por paquetes. Soportan más servicios centralizados, control de llamada, interfaces de red distribuidos y tratamiento de datos. Este paradigma ha llevado a una visión de la red parecida a la mostrada en la **Figura 1.** Introduce una capa de medios –la capa básica para el tratamiento de paquetes de información– que trabaja conjuntamente con la capa de transporte para proporcionar conectividad total en la red. La gestión y encaminamiento de la información a través de la capa de medios se realiza mediante datos generados en las capas de control y servicios.

Esta visión de la red se basa en unas capas de control y servicios más centralizadas, mientras que las capas de medios y transmisión están distribuidas con las interfaces de red. La capa de medios está diseñada con interfaces y pasarelas, que no sólo son los puntos de entrada/salida de la red, sino también los elementos responsables de llevar los paquetes por la red (por ejemplo, routers, conmutadores de paquetes). La capa de transporte proporciona las guías (por ejemplo, SDH/SONET, ópticas) por donde van los paquetes, y las herramientas para gestionarlas y mantenerlas.

La **Figura 2** muestra una visión modificada de la red basada en la integración de las capas de medios y de transmisión. Esta arquitectura combina la potencia de transmisión de los existentes múltiplex de adición y sustracción (ADM) y sistemas de interconexión digital (DCS) con servicios de paquetes de pasarelas o conmutadores de medios (es decir, routers IP o conmutadores de paquetes).

■ Convergencia de las Capas de Medios y Transporte a través de ISA

La **Figura 3** introduce los elementos de transporte ADM y CDS, mejorados con un módulo suplementario ATM/IP (Modo de Transferencia Asíncrono/Protocolo Internet). El hardware suplementario adyacente puede tratar simultáneamente flujos de tráfico basados en celdas y en paquetes, proporcionando un elemento de red de transporte ISA (ATM SDH IP).

Las cargas útiles de IP, ATM y STM (modo de transmisión síncrono) propietarios se transmiten por la misma red física pero en contenedores SDH/SONET diferentes. Para mejorar la eficacia del transporte, se asignan grandes guías de transmisión (contenedores SDH/SONET) entre los nodos ISA; el tráfico basado en paquetes o en celdas comparte el ancho de banda del contenedor SDH/SONET. Debido a que los contenedores se terminan en cada nodo, al soportar la funcionalidad ATM/IP, el elemento de red SDH/SONET ISA puede añadir, quitar, pasar y descartar tráfico en base a paquetes o celdas, así como en intervalos STM (**Figura 3**).

La funcionalidad suplementaria ATM/IP sólo se proporciona donde se necesita añadir o eliminar tráfico ATM/IP (**Figura 3**).

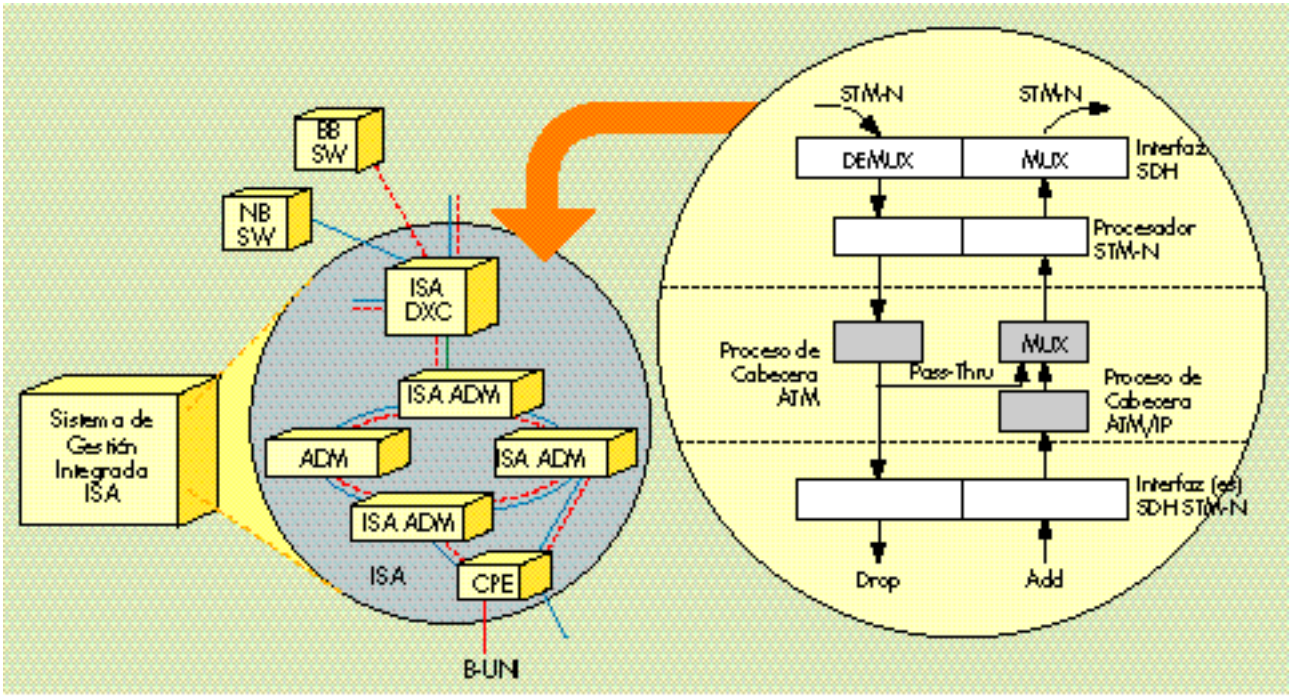


Figura 3 – Funcionalidad añadida ATM e IP en elementos de red SDH/SONET.

La actual funcionalidad STM para tratar tráfico STM propietario permanece inalterable; la telefonía básica y las líneas alquiladas no se convierten a ATM, aunque esto puede facilitarse por la emulación del circuito ATM. Por otro lado, el tráfico VoIP (voz sobre IP) se transporta en modo paquete, utilizando la funcionalidad IP de la red ISA.

■ Entorno Mixto de Tráfico en la Red de Transporte ISA

La importancia de la funcionalidad IP crece día a día, dirigida por el paradigma total de desplazarse hacia el modo IP de operación en redes de empresas y de operadores públicos. Un aspecto esencial de esto es la introducción de la Calidad de Servicio (QoS) en IP, algo que a primera vista era inesperado, o considerado irreal en el mundo sin conexiones IP.

Actualmente, el QoS del IP se está debatiendo en el IETF (Grupo de Tareas sobre Ingeniería de Internet) en relación con la arquitectura de "Servicios Diferenciados". Es el primer paso hacia la diferenciación de servicios (no necesariamente un "hard" QoS se garantiza para cada flujo) en Internet, que es importante para los Proveedores de Servicios Internet (ISP). Para soportar servicios diferenciados, se propone dividir los paquetes en tres clase de tráfico para best effort (actualmente la mayoría del tráfico Internet), prioridad (se ofrecen garantías de ancho de banda y jitter) y tráfico de control de red (protocolo de enrutamiento y tráfico de gestión de red).

Los actuales protocolos de enrutamiento suelen calcular las rutas por el método del camino más corto, por lo que algunos enlaces se cargan demasiado. Por ello, debe ser posible reencaminar los flujos de tráfico agregados a lo largo de trayectos específicos para evitar la carga de estos enlaces.

Otra facilidad esencial es la capacidad para crear VPNs basadas en IP, y ofrecer multidistribución y otras aplicaciones IP seguras sobre la red pública IP.

El IETF ha hecho un considerable esfuerzo al definir los estándares para dichas facilidades; como resultado, se pueden concebir nuevos equipos de redes IP con el soporte de QoS IP en mente.

Los servicios QoS IP no erradicarán el servicio Internet "best effort". El tráfico "best effort" seguirá siendo con probabilidad el tipo de tráfico más extendido. Sin embargo, el nacimiento del QoS IP, las mejoras en la seguridad, el soporte de VPN, y otras facilidades, anuncian una nueva era de los servicios de capa 3, donde se transportarán tipos más diversos y mayores volúmenes de tráfico en modo IP. Como estos diferentes factores están alimentando el crecimiento de los servicios basados en IP e Internet, se espera que el IP se convierta en la plataforma multiservicios del futuro.

Al contrario de lo que dicen algunos suministradores de equipos, la transición a un modo de operación predominantemente IP no sucederá en una noche. Aquí se citan algunos de los factores que lo prueba. Comprender estos factores es importante ya que ellos determinan el entorno real de red en los años venideros y, por ello, que equipo tendrá que desplegarse en la red para satisfacer dicha necesidades de la forma más económica.

Muchos operadores no están empezando desde una situación "limpia", en la cual uno podría inmediata y exclusivamente implementar el nuevo modo de operación de la capa 3. Existe más pasado en el futuro de lo que normal-

Demanda STM POTS y líneas alquiladas	Demanda ATM/IP Ningún PVCs (10 Mbit/s)	Ningún VC-3s requeridos con S-NEs	Ningún VC-3s requeridos con ISA-NEs	Velocidad de anillo necesarios con S-NEs	Velocidad de anillo necesarios con ISA-NEs
1	1	2	3	STM-1	STM-1
1	3	4	2	STM-4	STM-1
7	7	14	9	STM-16	STM-4

Tabla 1 – Efecto sobre el ancho de banda al introducir la funcionalidad ATM/IP.

mente pensamos, e incluso los operadores noveles están obligados, por razones de negocio, a invertir en un equipo técnico propietario. Los servicios de la capa 1, basados las tradicionales líneas alquiladas SDH/SONET y PDH (Jerarquía Digital Plesiócrona), así como los servicios de capa 2, como Frame Relay y ATM, seguirán siendo demandados durante algún tiempo. Además, muchos analistas prevén significativos crecimientos de los beneficios por los servicios tradicionales de Frame Relay y líneas alquiladas durante los próximos años.

El IETF ha completado mucho trabajo para llegar a una plataforma ubicua de redes/servicios de capa 3. Además, los prototipos y experiencias con redes de producción están proporcionando nueva información. Igualmente, se necesita tiempo para actualizar las existentes redes de capa 3 desde routers de dispositivos basados en software a nuevos basados en hardware, necesarios tanto para la diferenciación del servicio QoS del IP como para incrementar las tasas de reenvío de llamadas. Otro nuevo aspecto importante es la necesidad de resolver el interfuncionamiento entre las redes/servicios propietarios y modo IP.

La erosión de los servicios de las capas 1 y 2 por los de la 3 no tiene virtualmente discusión, pero llevará su tiempo. Mientras, los operadores tienen que obtener todavía beneficios de los existentes servicios de las capas 1 y 2.

Un corolario es que la red se dirige a tratar tráfico combinado de las capas 1, 2 y 3. La proporción de cada tipo de tráfico en esta combinación es incierta y cambiará con el tiempo, durante el cual la red de transporte debe operar eficazmente. Tiene que proporcionar una plataforma rentable para necesidades actuales, ofrecer nuevos servicios de conectividad en las capas 2 y 3 y asegurar una transición gradual a la conectividad de capa 3. Junto a esto, tiene que ofrecer escalabilidad para poder con el crecimiento del tráfico.

■ Ventajas de la Funcionalidad ATM/IP ISA en los Elementos de la Red de Transporte

Extensión de los Servicios de la Red de Transporte

El tradicional servicio de línea alquilada SDH/SONET se puede extender con el nuevo servicio PVC (Circuito Virtual Permanente) ATM y los nuevos servicios IP con diferentes garantías QoS y capacidades de transferencia. Esto deja al operador un amplio campo para la diferenciación de los servicios, incluyendo las capacidades de protección y restauración así como las estrategias de precios.

Mayor Disponibilidad y Resistencia

Distribuir la funcionalidad ATM/IP por la red ISA, en lugar de concentrarla en los nodos de borde o centrales, aumenta inherentemente la disponibilidad y resistencia de la red. Para aumentar la disponibilidad en el elemento central o de borde, los nodos se suelen duplicar y cada nodo es dual. Sin embargo, esto último duplica el coste de los equipos y lleva a una alta demanda en el ancho de banda de interconexión.

Evitar las Redes de Superposición completas

La capacidad ATM/IP de las redes ISA actúa como un transconector ATM distribuido y/o un router distribuido. Ya que se puede ofrecer conectividad ATM e IP por ISA, no es necesario desplegar ampliamente elementos de red superpuestos (conmutadores ATM, routers) para crear una infraestructura de red de enrutamiento y/o ATM. ISA conectará eficazmente CPE (equipo de las instalaciones de los clientes) ATM y conmutadores de borde a grandes conmutadores ATM, donde sea necesario. Alternativamente, ISA ofrecerá capacidad directa CPE-a-CPE ATM PVC. Por ello, se podrán realizar fácilmente aplicaciones VPN con ATM.

Utilización Óptima del Ancho de Banda

La concentración del tráfico ATM y/o IP lleva a substanciales ahorros de ancho de banda (**Tabla 1**). La tabla muestra las demandas de ancho de banda (en equivalentes VC-3) y el tamaño de los anillos requeridos para soportar ciertas demandas de tráfico ATM y combinado de líneas alquiladas/POTS en el caso de elementos de red STM (S-NE), es decir equipo SDH ordinario, así como en el de elementos de red ISA (ISA-NE).

Al usar el método STM, cada conexión ATM (o un flujo IP agregado) de 10 Mbit/s (**Tabla 1**) requiere un VC-3 completo extremo a extremo, es decir, aproximadamente 50 Mbit/s. En las más actuales redes de acceso SDH/SONET (por ejemplo, anillos), el ancho de banda suele ser STM-1 o STM-4 (OC-3 OC-12). Como se muestra en la **Tabla 1,** un opera-

dor necesitará actualizar un anillo de STM-1 a STM-4, o a STM-16, incluso para unos pocos clientes ATM (o IP). (El análisis del entorno SONET es completamente análogo).

Es sencillo no economizar para rellenar parcialmente los trayectos SDH/SONET con tráfico ATM y/o IP, en particular ya que la demanda de conectividad aumentará. Sin embargo, con la funcionalidad ATM/IP integrada en los elementos de red SDH/SONET varios PVCs (o flujos IP agregados) ATM compartirán la misma guía SDH/SONET, minimizando así cualquier infrautilización.

Reducir el Coste Total de la Red

La concentración del tráfico en los anillos de acceso reduce el coste total de la red. Además, la capacidad de añadir/extraer tráfico basado en celdas y/o paquetes en los elementos de red SDH/SONET también evita la necesidad de tráfico de retroceso hacia los conmutadores y routers centrales.

Flexibilidad y Escalabilidad del Tráfico Variable: Necesidades

Las proporciones del tráfico STM, ATM e IP son difíciles de predecir. Sin embargo, la funcionalidad combinada STM/ATM/IP proporcionará la flexibilidad y escalabilidad necesaria para tratar las demandas de tráfico variable.

Preservar las Inversiones en SDH/SONET

Es importante que cualquier solución sea un añadido a los actuales elementos de red SDH/SONET, ya que se aprovecharían las existentes inversiones en la red de transporte. En el caso de ISA sobre los ADMs, un elemento de red SDH/SONET se puede poner "en servicio" sin efecto sobre el tráfico de red existente.

Inversión Incremental

La funcionalidad añadida ATN/IP asegura la transición gradual según crezca la proporción del tráfico ATM/IP en el futuro ya que se puede desplegar solo cuando y donde sea realmente una necesidad.

■ Integrar WDM en la Red de Transporte

Mientras ISA es la respuesta a la migración de las redes SDH/SONET actuales, permitiéndolas soportar eficazmente tráfico IP y ATM, y ofrecer nuevos servicios de usuario, el WDM (multiplexión por distribución en longitud de onda) es la respuesta a loa requisitos de ancho de banda muy grande. Es también la base de las redes ópticas del futuro.

El WDM posibilita proporcionar numerosos canales, llevando cada uno información de alta velocidad. Una señal multiplexada se transporta por la red óptica sin ninguna conversión óptica/eléctrica, ya que no es necesario demultiplexar la señal. La transmisión transparente de señales no SDH/SONET es también factible, aunque el grado de servicio extremo a extremo debe ser reducido como resultado de la falta de supervisión de las prestaciones extremo a extremo en la conexión.

El primer equipo comercial de red WDM ha sido instalado para aplicaciones punto a punto. Sin embargo, las estructuras ópticas malladas y en anillo serán factibles cuando estén disponibles los nuevos componentes ópticos (por ejemplo, fuentes ópticas sintonizables, filtros, amplificadores y conversores de longitudes de onda). Serán posibles caudales extremadamente elevados y velocidades de enlaces de varios cientos de gigabits por segundo. Podrán ser alcanzadas velocidades de protección ultra altas, y la capa óptica necesitará su propia facilidad OAM&P (operación, administración, mantenimiento y aprovisionamiento).

Es importante que una estrategia de red de capa óptica incluya un interfuncionamiento sin fisuras con las redes existentes (PDH/asíncronas, SDH/SONET, ATM) y futuras. El actual equipo (por ejemplo, SDH/SONET, ATM) se usará como equipo de multiplexación de acceso con la capa óptica de transporte. La Figura 4 muestra una red óptica que se interconecta a los actuales sistemas SDH/SONET y ATM, así como a sistemas IP como los gigarouters.

Dependiendo de la topología de red y de la matriz de tráfico, puede ser necesario realizar la agregación en diferentes capas de red. Por ello, una pasarela óptica debe incorporar funciones de reagrupamiento STM, ATM y IP. ¡La facilidad combinada IP SDH/SONET ATM en ISA es el módulo natural para lograr dicha funcionalidad! Esta función se representa en la pasarela óptica mostrada en la **Figura 5.**

Es importante el uso de transpondedores para permitir el interfuncionamiento multidistribuidor y procedimientos de mantenimiento normalizados en una red de transporte multicapa. Se prevé que, según se disponga de más facilidades en la capa de red, habrá una ampliación de la funcionalidad OAM&P desde la capa de cliente (por ejemplo, SDH/SONET, ATM, IP) a la capa óptica. Así podemos esperar cambios en las facilidades de la capa de red respecto a la que existen en los sistemas WDM punto a punto.

Un aspecto clave es la ampliación de la plataforma común de gestión de red para SDH/SONET y ATM a la red óptica. En particular, SDH/SONET y la capa óptica necesitan realizarse como una capa de red homogénea ya que la ampliación de la funcionalidad de protección y OAM&P tendrá lugar entre estas dos capas de red. La superposición de las funciones OAM, o de las acciones de protección concurrentes, debería ser evitada. La gradual ampliación a OAM&O de capa óptica se debería realizar sin fisuras ya que estas funciones estarán disponibles en la capa óptica,

Se necesita una substancial experiencia, análisis completo de los sistemas y trabajo en la arquitectura de los sistemas para adaptar el sistema de gestión de red y satisfacer dichos requisitos. Las soluciones elegidas serán aquellas que puedan ser integradas a lo largo de diferentes técnicas de transmisión. Existen substanciales ventajas operativas y se reducirá significativamente el coste de propiedad. La **Figura 5** muestra un elemento de pasarela óptica integrada que soporta transconexión y multiplexación de los circuitos de voz (PDH) así como tráfico de paquetes (IP y ATM). Las funciones necesarias para soportar la conversión de los circuitos de voz a formato de paquete también se puede integrar dentro de este elemento.

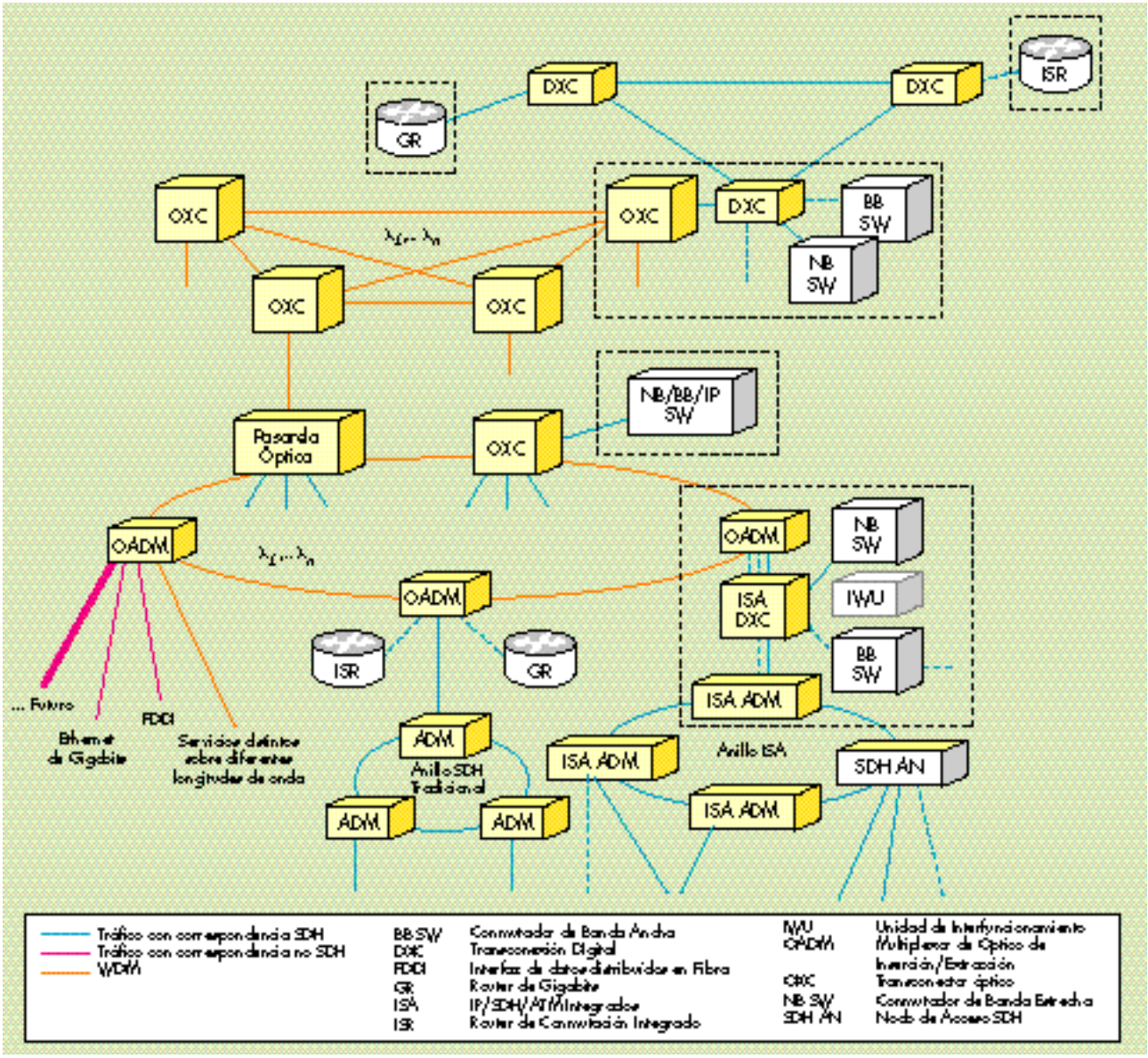


Figura 4 – Integración de la capa óptica en el entorno de la red de transporte.

■ Arquitectura Integrada de Red

La siempre creciente competencia entre operadores, significa que los costes operativos se convertirán tan críticos como los costes de los equipos. La mayoría de los operadores de facilidades establecidos han invertido mucho en el desarrollo de procedimientos operacionales y sistemas de soporte para supervisar y mantener sus redes. Tradicionalmente, los productos de solo datos han sido débiles a la hora de soportar los sistemas de soporte de red telefónica normalizada. Al integrar la funcionalidad de paquetes con los elementos de red SDH/SONET y ópticos, los operadores puede mantener sus actuales normas de prestaciones y operacionales. Adicionalmente, la integración facilitará la transición gradual desde las redes centradas en voz actuales a las redes centradas en datos del mañana.

Alcatel piensa soportar las redes VoIP y otras tecnologías emergentes de paquetes distribuyendo la funcionalidad de paquetes horizontalmente en su línea de productos desde el CPE hasta la red central, y verticalmente desde el tratamiento del medio físico, todo el camino hasta la creación del servicio. Al emplear la misma tecnología en todos sus productos de la capa de medios, Alcatel permite a un operador simplificar la arquitectura para tratar el tráfico de llamada y optimar la densidad de abonados en la central pública.

La solución a corto plazo para una capacidad de distribución de servicios y conectividad de voz totalmente integrada entre la RTPC (red telefónica pública conmutada) y las redes IP se muestra en la **Figura 6.** La solución de red de paquetes de Alcatel proporcionará la traducción básica de protocolos entre redes, transporte y servicios de usuario final, red y gestión a nivel de servicios, así co-

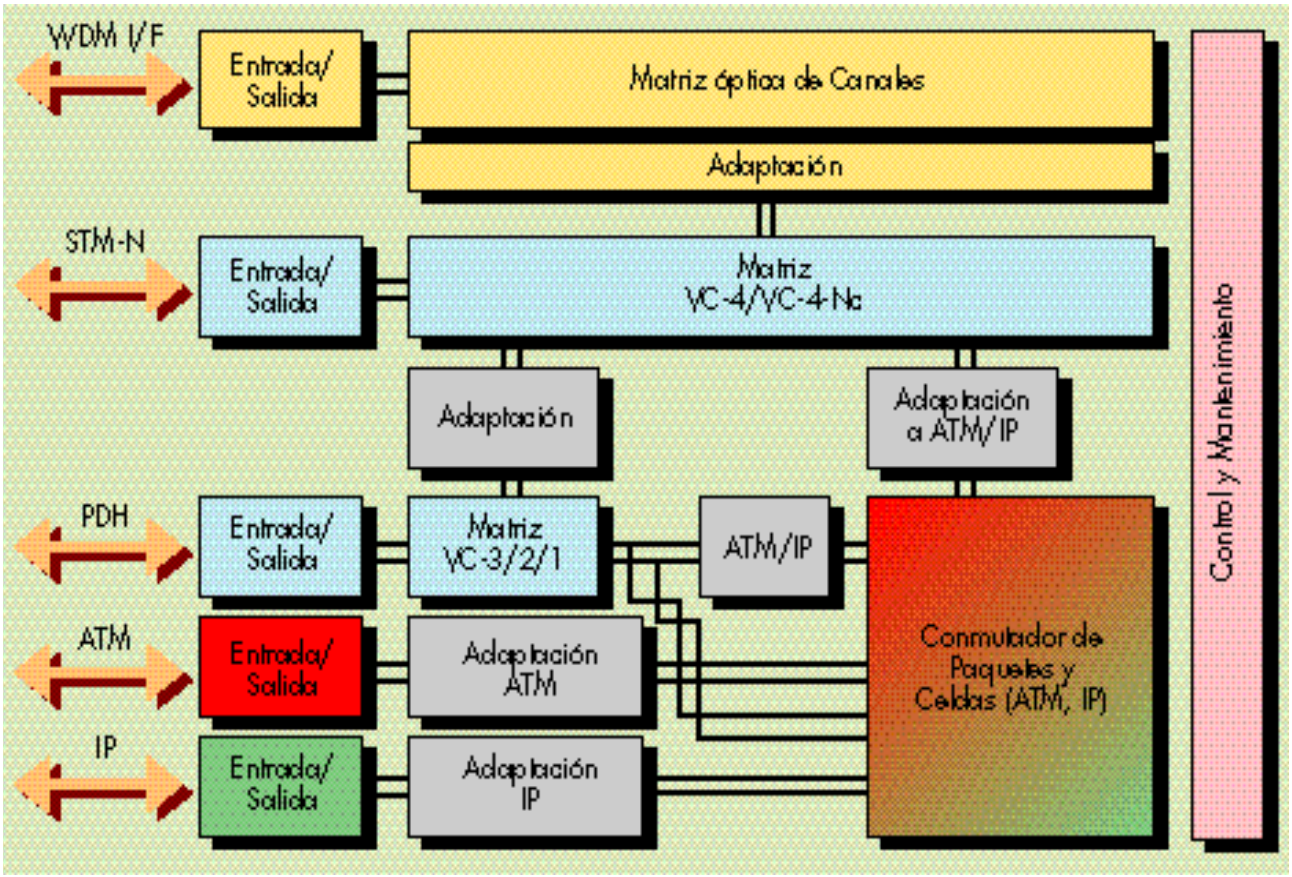


Figura 5 – Pasarela óptica integrada.

mo la interoperatividad con los sistemas de soporte a la operación propietaria. todo ello en un entorno seguro.

La pasarela (GW) traduce entre la RTPC y la red IP, el control de llamada se gestiona por la interfaz de control de las pasarelas de medios. El guardián de puerat proporciona servicios de transporte y se extiende a lo largo del centro de gestión de servicios (SMC) Alcatel 1135 para soportar servicios mejorados a través de la interfaz TCP/IP (Transmission Control Protocol/Protocolo Internet). El SCP (Punto de Control de Servicios) ejecuta programas software de datos que han sido generados por el SCE (Entorno de Creación de Servicios) y desplegados en SMP (Plataforma de Gestión de Servicios). Estos elementos de red serán gestionados básicamente a través de las interfaces SNMP (Protocolo Simple de Gestión de Red). Aunque no se muestra explícitamente en la figura, se proporcionará la seguridad de red por contrafuegos en cada interfaz de plataforma.

La oferta inicial de productos de Alcatel para la capa de medios/transporte involucrará al menos tres nuevos elementos funcionales: una pasarela multiservicios, un conmutador/router de borde o un conmutador/router central. El soporte de la capa de control será proporcionado por cada una de estas funciones. Este escenario se representa en la **Figura 7.** La pasarela multiservicios soportará varios servicios de red (por ejemplo, VoIP, nodo de acceso remoto, emulación de circuitos) simultáneamente. Inicialmente, este dispositivo será desplegado en una configuración autónoma. Sin embargo, el objetivo de Alcatel a largo plazo es integrar la funcionalidad de esta pasarela multiservicios en los existentes dispositivos de borde y de oficina, y después llevar estos nuevos servicios de paquetes mas allá de los bordes de la red o al CPE.

La pasarela multiservicios esta siendo diseñada para su uso en un entorno entre-centrales. Terminara los enlaces SS7 y multifrecuencia dentro de banda y proporcionará todas las necesarias funciones de conmutador tandem. Además, esta pasarela soportará interfaces RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) de velocidad primaria, y servirá como un servidor de acceso a red remoto para conexiones de enrutamiento en el borde de ISP en la infraestructura de conmutación de circuitos. Como la pasarela de acceso, la pasarela multiservicios extraerá la carga útil de la guía TDM o SDH/SONET, y la recodificará para la WAN (red de área extensa) IP.

Las pasarelas Alcatel están siendo diseñadas como “grado de operador”. Se ha hecho así para permitir a los operadores ampliar su red basados en los requisitos de tráfico en lugar de las unidades determinadas por los productos de datos existentes. La arquitectura distribuida asegura que la terminación y capacidades de proceso puedan crecer independientemente. Estas unidades cumplen totalmente la Network Equipment Building Specification y

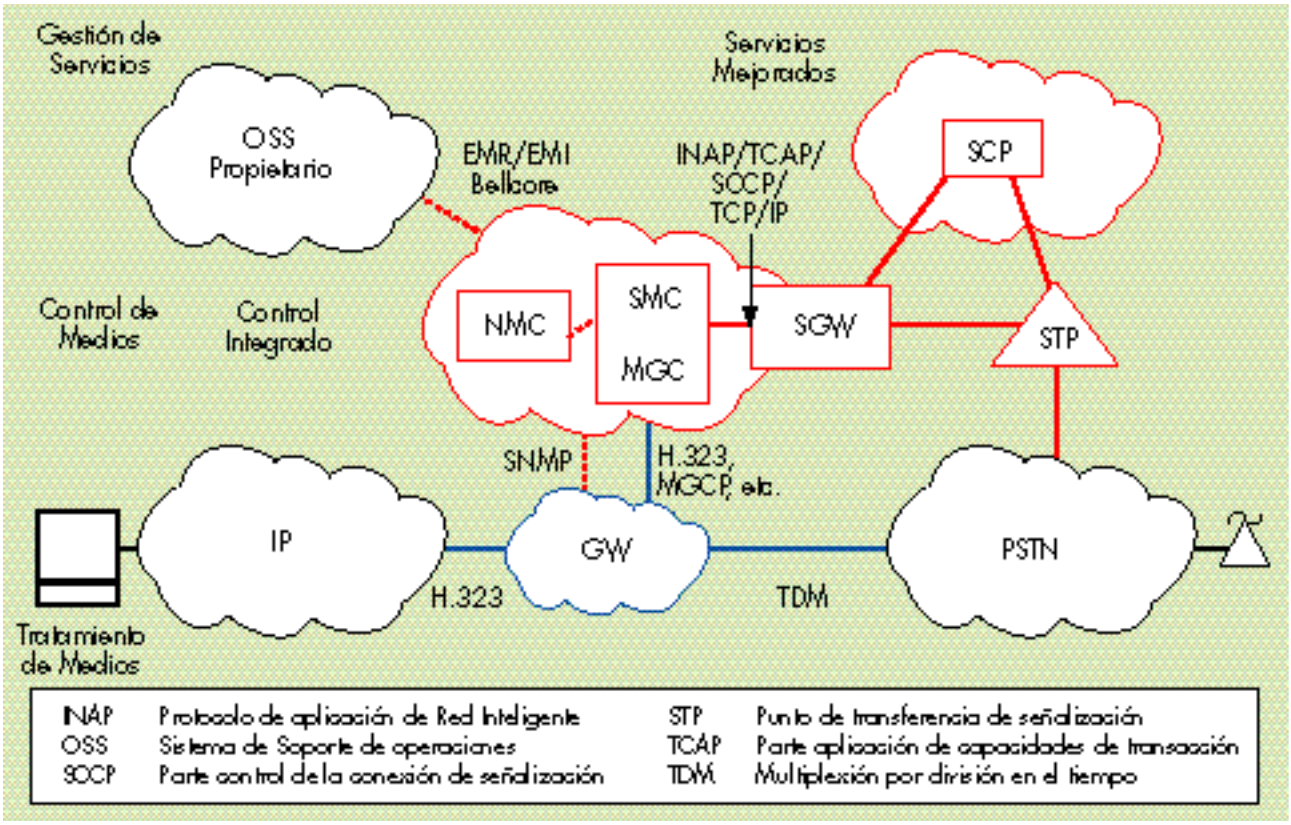


Figura 6 – Visión de Alcatel.

están siendo diseñadas de acuerdo a las tradicionales normas de los elementos de red RTPC.

Cada una de las pasarelas proporcionará la conectividad física entre la RTPC y la WAN IP. Están siendo configuradas para funcionar como pasarelas H.323 puras con guardián de puerta integrado, o servirán como pasarelas de

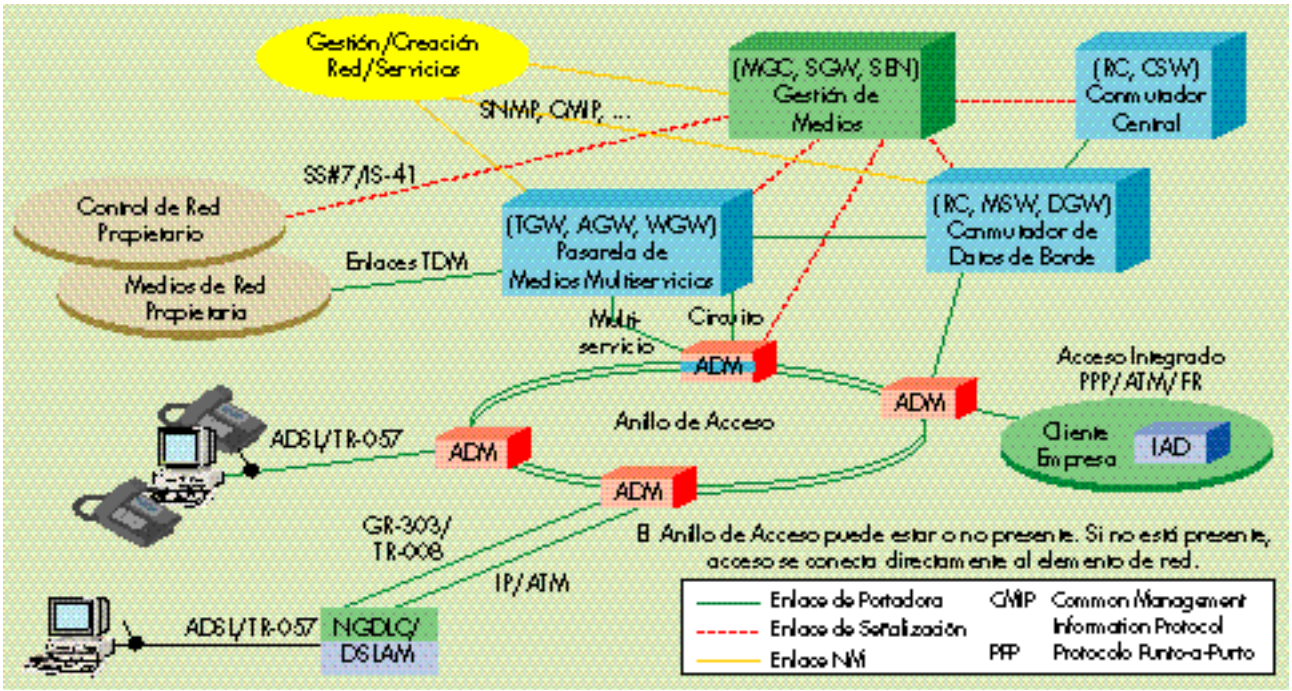


Figure 7 –Soporte de Alcatel de la capa de transporte/medios.

medios bajo el control de un controlador de pasarela de medios.

■ Conclusiones

Las redes de la próxima generación constarán de combinaciones rentables de las capas de transporte y conmutación.

Las propuestas hechas en este artículo proporcionan una forma de implementar las redes de la próxima generación sin desmarcarse totalmente de sus actuales arquitecturas y servicios. El plan es, por tanto, permitir la evolución de red en lugar de una revolución para hacerlas, es decir, iniciar con las redes de hoy y actualizarlas a redes basadas en paquetes. Al tiempo, la arquitectura ofrece a los operadores noveles una óptima arquitectura sobre la que introducir nuevos servicios basados en IP, que aún tienen que crecer y proliferar, junto a los servicios establecidos que ya están generando considerables beneficios.

Mario Huterer es manager de Funcionalidades Avanzadas y Evolución de Red con responsabilidad en la estrategia IP y ATM de Alcatel Business Division, en la División de Sistemas de Transmisión en Vimercate, Italia.

John Minnis es ingeniero responsable de planificación estratégica, evolución de red, y arquitectura de productos en la organización de Planificación Avanzada de la División de Sistemas de Conmutación de Alcatel USA en Plano, Texas, Estados Unidos.

Pete O'Connell es Director Senior de Planificación de Producto en Plano, Texas, Estados Unidos.

Edward Traupman es ingeniero principal en la organización Planificación de Producto en la División de Transmisión de Productos de Alcatel USA en Plano, Texas, Estados Unidos.

INTELIGENCIA IP: CREANDO VALOR AÑADIDO EN LAS REDES IP

M. JADOUL
J. PIROT

La Red Inteligente está en el corazón de las soluciones de Alcatel para la convergencia de las redes de voz a datos del futuro.

■ Introducción

Los escenarios de la convergencia están convirtiéndose en requisitos indispensables para sistemas con inteligencia ampliada de Protocolo Internet (IP).

Convergencia del Mercado

Una de las más importantes revoluciones en las telecomunicaciones son, sin duda, el crecimiento explosivo de Internet y de las redes y servicios basados en IP.

Todos los análisis están de acuerdo en que el volumen de transferencia de datos excederá al de la voz en los años venideros. En efecto, este es ya el caso para un número grande de operadores. Esto tendrá un impacto dramático en la naturaleza de las redes de telecomunicación y en lo relacionado con la gestión de los sistemas. Gran parte de las redes de hoy día dominando la conmutación de voz serán probablemente reemplazadas por redes dominando los datos, tales como las redes basadas en IP. Sin embargo, esto no ocurrirá de la noche a la mañana: la transición de redes con conmutación de voz a redes con conmutación de datos será evolutiva más que revolucionaria.

Ha habido una gran tendencia a considerar la red tradicional de circuitos conmutados y la red emergente IP como mundos separados, los cuales son complementarios (red conmutada para acceso, red IP para transporte) y competitivas, por ejemplo, Voz sobre Protocolo Internet (VoIP) y telefonía. Sin embargo, hay un mercado que necesita con urgencia de "ir juntos" en una red global de comunicaciones que ofrezca lo mejor de ambos mundos.

Otro factor que conduce a esta convergencia es el empuje hacia redes conductoras de servicio. El transporte simple es el principio fundamental de todas las redes, pero los operadores reconocen ahora que los productos y servicios serán las principales fuentes de ingresos en la regulación futura. Esto significa que un producto consistente y un servicio eficaz se requieren dentro y a través de todas las redes para asegurar supervivencia competitiva y ventaja sobre competidores.

Redes y Convergencia de Servicios

Las redes con conmutación de circuitos de voz, han dominado las telecomunicaciones en el pasado, y más de un billón de usuarios todavía generan una enorme cantidad de tráfico de voz. Sin embargo, las aplicaciones de negocios producen un aumento muy rápido del tráfico de datos, Las redes de datos han evolucionado del X25 a la Estructura "Frame Relay" (FR), al Modo de Transferencia Asíncrona (ATM) y a las redes basadas en IP. Las redes FR y ATM todavía son usadas ampliamente, pero la mayoría de aplicaciones navegan en IP. El IP puede ser conducido sobre varios tipos de capas fundamentales de la red, tales como todos los tipos de Red de Area Local (LAN), FR y ATM, Redes de Banda Ancha (WAN), o directamente sobre redes de transporte de Jerarquía Digital Síncrona (SDH) / Red óptica Síncrona (SONET). Todas ellas están aquí representadas como redes IP, de forma que se puede asumir que las redes de datos han evolucionado a redes basadas en IP.

En un pasado cercano, las redes de voz y datos estaban completamente desacopladas; estaban basadas en diferentes filosofías y ofrecían diferentes mecanismos para servicio y características de distribución:

- En la conmutación de voz, el modelo de Red Inteligente (RI) utiliza el control centralizado de llamadas dentro de la red para distribuir hacia los terminales telefónicos. La introducción de IN permite una gama amplia de servicios generadores de beneficios que sean rápidamente desplegados en la Red Pública de Telefónica Conmutada (PSTN).
- La red de datos transporta principalmente datos y servicios básicos de red; la información se distribuye a través de múltiples aplicaciones residiendo en los puntos finales de red.

Hoy, dos desarrollos están abriendo estos dos mundos tan cerrados:

- Aumento sustancial en trabajos de red de acceso remoto (Internet) por medio del cual el mundo de conmutación de voz es interconectado con las redes de datos (IP).
- Introducción de VoIP.

Adicionalmente, el entorno de datos IP está comenzando a necesitar servicio claro de control en orden a:

- Realizar las Redes Virtuales Privadas (VPN) para permitir a muchos abonados y grupos de usuarios utilizar la infraestructura de la red en un camino virtual como si fuera su propia red privada.
- Proporciona diferentes mantenimientos para diferentes usuarios. Los diferentes usuarios y las diferentes aplicaciones requieren diferentes niveles de Calidad de Servicio (QoS).

Sistemas de gestión de servicio de puesta a punto IP están siendo introducidos para poner en práctica estos elementos en un camino efectivo y factible.

Desde un punto de vista operacional, el principio de unificación de los dominios de voz y datos está en la necesidad de integrar los servicios y la gestión de dichos servicios. Los servicios son capaces de converger solamente cuando los datos de usuario almacenados dentro de las redes, son compatibles, o al menos transferibles. En ambas redes, los servicios son los que proporcionan la oportunidad para aumentar los benéficos además del transporte simple, y es la gama de transportes y el posicionamiento de productos empaquetados y servicios los que hacen capaz al usuario final de diferenciar entre proveedores de servicios.

La convergencia total solamente será realizada cuando la misma red sea usada para todas las comunicaciones de voz y de datos. Esta red común será accedida en varias formas incluyendo conmutadores fijo/móvil de red. Una "plataforma de información" integrada será esencial en este establecimiento. Proporcionará voz normal y servicios de datos junto con los nuevos servicios de red que aumentará la aplicación, utilidad y simpatía del usuario de la red, así como elevará grandemente la rentabilidad de las redes basadas en IP.

■ Evolución a un Entorno de Servicio Integrado

Comparando las funciones en redes de IP y voz, vemos que las dos tienen características muy diferentes así como diferente granularidad del control (circuitos sobre paquetes, llamadas sobre flujos):

- Las funciones de la red de voz son enfocadas en la ejecución y manejo de la conmutación de circuitos. Los circuitos son el principal recurso en la red de voz. Todas las funciones sobre las diferentes capas (por ejemplo, transporte, capa de control y servicios) se marcan con elementos relacionados con la llamada.
- En las redes IP hay más elementos para control. Está la función de transporte básica, la cual encamina los datos (cada paquete es encaminado individualmente). Sin embargo, los paquetes (y flujos de paquetes) también pueden ser "manejados" en diferentes caminos:
  - Diferentes niveles de calidad
  - Ancho de Banda flexible puesto que no hay circuitos
  - Los paquetes pueden ser modificados utilizando técnicas como Translación de Direcciones de Red (NAT) y filtrado.
  - Los paquetes pueden ser agrupados o enviados a través de túneles sobre la red (encapsulación).

Todos estos elementos son gestionados y contabilizados utilizando la vigilancia IP y los sistemas de gestión de servicio de contabilidad, respectivamente.

En marcación y sistemas VoIP, las complejidades de ambos mundos se combinan con elementos adicionales, tales, como:

- Utilización y gestión de sistema adicional de recursos (módems, adaptadores de terminales y codificadores en productos de red) el cual proporciona la conversión entre los dos mundos.
- Funciones de identificación y autorización, las cuales proporcionan los niveles de seguridad necesarios para acceso a la red así como los servicios en la red (como es también el caso en las redes conmutadas de voz).
- Funciones de guardabarrera efectúan la translación de IP al número E.164 (y viceversa) –además de un enlace entre los dos mundos– y registro de usuarios activos en la red de datos.

La **Figura 1** muestra cómo están funcionalmente repartidos en capas los elementos de la red.

Está claro que la gestión de la red convergente es compleja puesto que incluye la gestión de voz así como los recursos de datos, junto con algunos recursos intermedios adicionales. La gestión de la red convergente será algo simple, puesto que algunos de los recursos intermedios desaparecerán eventualmente, pero permanecerán mucho más desafiantes que la gestión de red de voz o datos.

Otro desafío será el ofrecimiento de servicios de valor añadido. Como las fuentes de ingresos de los operadores son cambiantes de la voz y transporte de datos a servicios, es preciso que la plataforma soporte la creación integrada, control y gestión de estos servicios.

Este artículo primero explica los sistemas actuales de Alcatel para los servicios de despliegue y gestión en redes de voz y datos. Hoy, productos tales como Red Inteligente Alcatel 1400 IN, Centro de Servicio de Gestión Alcatel 1135 SMC y la Plataforma de Gestión Alcatel (ALMAP) son los fundamentos de la gestión de redes convergentes. Gradualmente, estos servicios serán interconectados, ofreciendo servicios VoIP integrados e incorporando más gestión para los elementos y servicios de la red IP. Todos los servicios desplegados dentro y posiblemente también fuera de la red, serán dirigidos eventualmente por un dispositivo compartido de mantenimiento y perfiles.

Para concluir, el artículo presenta una visión de la arquitectura futura para controlar los mundos heterogéneos de voz y datos desde el punto de vista de controlar la red y servicios.

■ Plataformas de Servicios Actuales en Alcatel (Basados en IP)

Elementos de Red y Sistemas de Gestión de Servicios

La **Figura 2** esquematiza los productos existentes en el mundo convergente de telecomunicación de acuerdo a sus funciones. Los componentes principales de la red son:

- Enrutadores y centrales de conmutación (local y tránsito) voz/datos en

banda estrecha y banda ancha son los elementos que realizan la separación de las redes de datos y voz.

- Los Nodos de Acceso Remoto (RAN) proporcionan marcación de acceso a la red de datos. Esto es el caso tanto para banda estrecha, en donde los usuarios que marcan (módem, Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) son terminados en RANs banda estrecha, como para los usuarios de banda ancha conectados vía sistemas tales como Línea Digital Asimétrica de Abonado (ADSL).
- Las pasarelas VoIP hace posible el transporte de voz sobre la red de datos.
- Típicamente, estos elementos no solo proporcionan funciones de transporte de capas, sino también varias funciones de control.

Hoy, hay tres sistemas principales de gestión de servicios:

- El Centro de Gestión de Servicio (SMC) realiza principalmente funciones relacionadas con el servicio y algunos de IP, marcación y funciones de control VoIP.
- El IN proporciona funciones de servicio para redes de voz (circuito y VoIP). Puede también proporcionar funciones de servicio relativas a circuitos en un entorno de marcación.
- La Pasarela de Señalización (SG) es una nueva función que proporciona el Sistema de Señalización nº 7 (SS7) basado en el control del RANs y de la pasarela VoIP.

La gestión física de los elementos de red es llevada cabo por el sistema de gestión de red (no mostrado en la **Figura 2**).

SMC para Servicios de Red basados en IP

La selección de una plataforma de gestión de servicio es importante para el operador. Define los modelos de negocios que el operador de red será capaz de soportar, la eficacia en establecer diferentes modelos de negocios, así como la gama de productos de red que pueden ser utilizados ahora y en el futuro. Por lo tanto, es una opción estratégica con consecuencias a medio y largo plazo

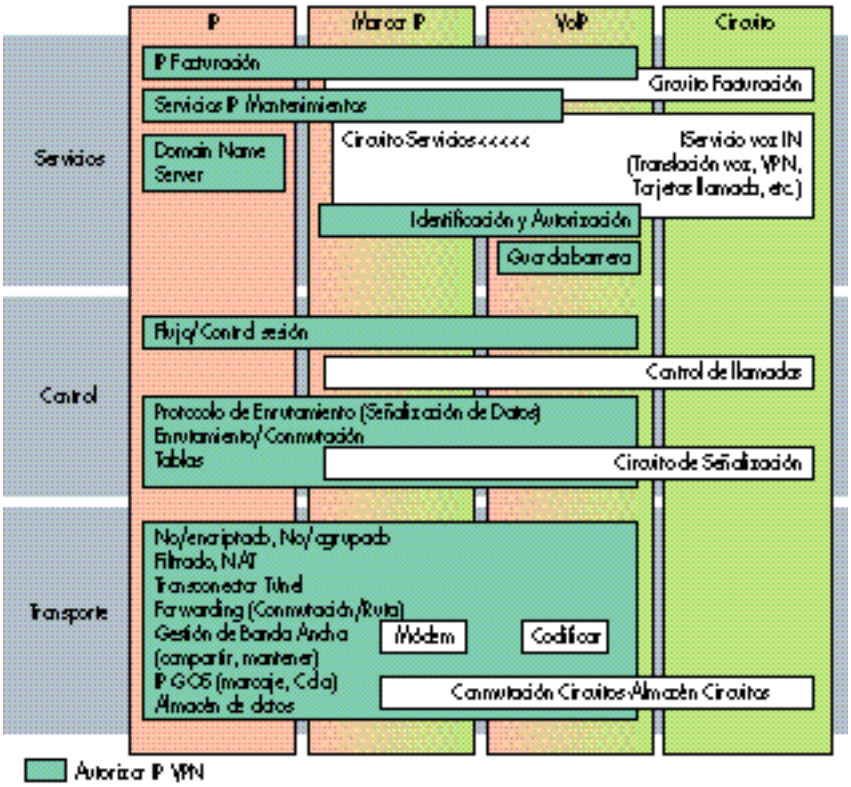


Figura 1 – División funcional de elementos de red en diferentes capas.

El Alcatel 1135 SMC ejecuta una característica completa de servidor y base de datos de Identificación, Autorización y Contabilidad (AAA), lo cual incluye las siguientes importantes facilidades:

- Fácil entrada del usuario y del servicio de datos a través de diferentes interfaces: entrada del operador, importación de ficheros, auto registro de usuarios.
- Enlaces entre usuarios y servicios proporcionan amplitud en los niveles de autorización para accesos a diferentes categorías de servicios (por ejemplo, utilizando filtros IP) o diferentes niveles de calidad de servicio (por ejemplo, gestión de accesos a circuitos virtuales y túneles).
- Extendiendo esta contabilidad, teniendo en cuenta la facturación basada en tiempo y volumen. El proceso de facturación es ejecutado en tres pasos:
  - Almacenaje de etiquetas de la facturación.
  - Valoración: conversión del formato en "etiquetas en efectivo" teniendo en cuenta numerosos parámetros orientados a telecomunicación, tales como tiempo, vacaciones y velocidad de acceso.
  - Cálculo de la factura para cada usuario.
- Interfaces con otros sistemas, por ejemplo, utilizando el Protocolo de Acceso al Directorio Ligero ("Lightweight") (LDAP), para permitir la incorporación de la facturación a través del correo electrónico, servidores World Wide Web a lo ancho del mundo (WWW), etc., y para utilizar la identificación SMC para otros servicios orientados a aplicaciones.
- El operador puede extraer datos de cada nivel en un base de datos normalizada (por ejemplo, datos puros, datos procesados, facturas).
- Resúmenes de datos: se proporcionan informes estadísticos pre-formateados, y pueden añadirse informes generados por usuarios.

Un operador VPN puede ejecutar un interface de usuario remoto SMC desde un PC, haciéndole posible que actúe de

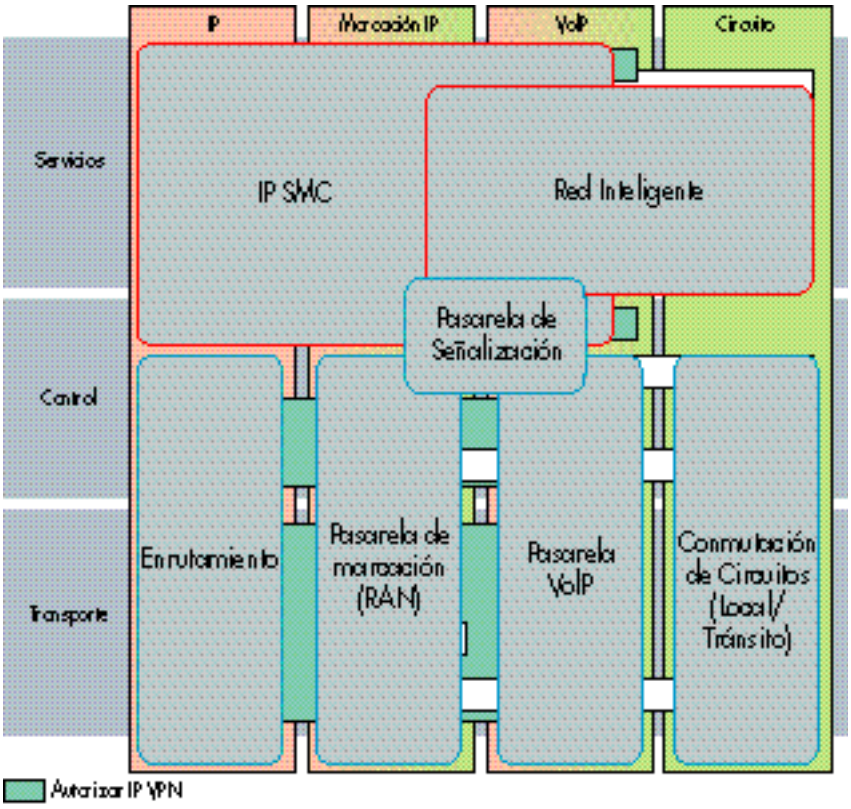


Figura 2 – Esquema de productos existentes de acuerdo a sus funciones.

interfaz con la base de datos de la red de operador AAA. El operador tiene las mismas características (definidas anteriormente) y puede manejar los mismos datos, pero está limitado a la visión VPN a la cual tiene acceso. El operador de red puede controlar la operación conjunta del VPN e imponer otras limitaciones. Además, el operador puede manejar y controlar el nivel de servicio de acuerdo con el operador VPN en el SMC, por ejemplo, aplicando la gestión de pasarela de acceso VPN, como se describe más adelante.

Alcatel 1135 SMC tiene algunas características únicas propias, las cuales son parte de los siguientes funciones:

- Peticiones de identificación de demandas y contabilidad para abonados VPN (servidor AAA de ISP) basadas en el número de llamada, número que llama, nombre de usuario, nombre del campo e identificación RAN, o cualquier combinación de ellas.
- Cada destino es considerado como un VPN; un destino puede estar compuesto de varios servidores físicos AAA en orden a realizar servicios fiables por cada VPN.
- Gestión de asignación de puerto: el SMC guarda las vías del número de puertos de acceso en la red utilizadas por un VPN. Un cierto número puede ser garantizado por cada VPN, y un máximo puede ser impuesto por VPN. Este es un parámetro clave para garantizar el acceso en una base VPN y para prevenir uno o unos pocos VPNs del bloqueo de acceso a la red completa (gestión de Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA)).
- Es posible un protocolo de traslación del Servicio Remoto de Identificación de Usuario Marcador (RADIUS) al Terminal de Acceso del Sistema Controlador de Acceso (TACACS) (y variantes), permitiendo al operador de red proporcionar servicios a abonados que no soportan (todavía) RADIUS como interfaces de gestión de servicio.
- Edición de parámetros que permitan al operador de red determinar qué datos está enviando al cliente y qué datos relacionados con el cliente son enviados a los elementos de red. Esto es muy importante en relación con la seguridad, confidencialidad de datos, y control de cómo funcionan los elementos de red.
- La gestión del conjunto centralizada IP en el SMC disminuye el número de direcciones IP utilizadas por el cliente. Esto es importante para pequeños clientes que tienen solamente una (muy) limitada gama de direcciones IP que pueden utilizar con los operadores de red.
- Otras limitaciones pueden ser impuestas en una base VPN, tales como el número de accesos simultáneos por usuario, el número de veces que los usuarios VPN están permitidos para acceder a la red, los servicios accedidos por los usuarios VPN (filtros IP) y los diferentes niveles de servicio que pueden utilizarse.

Otras funciones disponibles actualmente incluyen:

- Características específicas relacionadas con VoIP, tales como registro y traslación de puerta activa de usuario entre E.164 e IP. La VoIP utiliza las demás funciones SMC para identificación, autorización y contabilidad. Incluso pueden ser utilizadas funciones en que las demandas de pasarelas VoIP son trasladadas en demandas RADIUS. Todas las funciones IP VPN también pueden ser utilizadas de forma que los modelos de operador en general pueden ser introducidos fácilmente por RANs así como por clientes VoIP.
- Una pasarela de señalización SST puede ser introducida para permitir la intercomunicación directa de las pasarelas RANs y VoIP a la red, eliminando la necesidad de conmutación de voz. Esto no solo permite completamente la utilización de nuevos modelos de negocios, sino también un camino, con un buen coste efectivo, de despliegue en gran escala de estos elementos de red.
- Nuevas características resultantes del interfaz de IN con SMC y señalización SS7. Todas las funciones ac-

tuales IN (ver más adelante) se hacen entonces disponibles para llamadas VoIP así como para conexiones de circuitos RAN. La SMC también proporcionará algunas funciones a IN, permitiendo a IN proporcionar aumento de funciones IP (servicios de "tecleo", servicios de terminación de llamadas, etc.).
- Incrementar y facilitar la gestión de SLAs.
- Facturación más detallada y funciones estadísticas.

Servicios IN para Redes Datos-sobre-Voz y Voz-sobre-Datos

La introducción de la IN ha enriquecido considerablemente la gama de servicios disponibles, principalmente para enfrentarse a la necesidad de un continuo mercado cambiante. Hoy, el más popular de los servicios IN incluyen servicios de Llamada con Tarjeta, y servicios de Traslación de Número y Enrutamiento (por ejemplo, Teléfono Libre, Porcentaje de Descuento y Número de Acceso Universal) y servicios de Redes de Empresas (por ejemplo, Redes Virtuales Privadas y Concentración Areas Extensas "Wide Area Centrex").

La solución Alcatel 1400 IN es una respuesta a las demandas de usuarios y operadores de red para soluciones de servicio conducido, con insistencia en la necesidad de acortar dramáticamente el tiempo al mercado de nuevos servicios. A este respecto, los pilares principales de Alcatel IN son:

- Creación de mecanismos de servicios potentes para aumento de clientes –servicio de proveedores y servicio de abonados– para especificar, crear y adaptar los servicios a sus propios requisitos.
- Plataforma flexible orientada al futuro y plataforma de servicio independiente ofreciendo una amplia gama de servicios generando beneficios.
- Amplias facilidades de gestión para el servicio de proveedor así como para el servicio de abonado. La gestión también puede ser extendida a campos relacionados a la asistencia del cliente, tales como sistemas de facturación, bases de datos de clientes, manejo de fraudes y quejas, servicio de aprovisionamiento e integración con los sistemas que soportan el servicio de proveedores.
- La carga por servicios es soportada por mecanismos de control flexible construidos en la lógica de servicio la cual hace posible cambiar los porcentajes de carga normalmente aplicados.

La **Figura 3** muestra los componentes principales de la solución Alcatel IN.

Hoy, la plataforma Alcatel IN está desplegada en más de treinta países a lo largo del mundo; más de doscientos servicios IN están en funcionamiento o comprometido.

Aunque es un programa de IN@Internet, Alcatel está aumentando gradualmente su papel IN en servicios de acceso y oferta en redes basadas en IP.

Primero, y sucesivamente, los servicios IN de generación de beneficios están esquematizados en el contexto Internet. Mientras se controla la línea telefónica que conectan los excesos con el Proveedor de Acceso a Internet, el IN está idealmente empleado para una amplia gama de servicios de valor añadido basados en un enrutamiento flexible (para optimizar la calidad de la conexión con el ISP), facturación alternativa (tales como "pago por exceso" y servicios de "kiosko") y gestión remota de servicio (utilizando el World Wide Web a lo largo del mundo –WWW– con interfaces Java).

En una segunda fase, el servicio IN ofrecerá aumento de los (nuevos) servicios integrados con la infraestructura del servicio existente Internet. Las interfaces para estos servicios son establecidas con ISP's y puntos de presencia (RAN/SMC), pasarelas Voz-sobre-IP, servidores y visualizadores Web a lo largo del mundo (WWW) y aplicaciones de comercio electrónico. Una gama de posibles aplicaciones es la carga dinámica equilibrada en las líneas de acceso ISP's para establecer y distribuir llamadas sobre la red IP, para control y gestión del comercio electrónico extremo-a-extremo.

La red IN tiene un papel muy importante para actuar en la convergencia de la red voz-datos. Puesto que las principales funciones IN's están localizadas (lógicamente y físicamente) fuera de las respectivas subredes, la IN puede actuar como una herramienta "red inteligente" para la combinación de las redes. Dependiendo de los requisitos del cliente y mercado, la plataforma IN puede utilizarse en gamas de aplicaciones para la gestión (por ejemplo, gestión de central común de abonados para operadores de red, ISPs y proveedores de contenido), para puentes VoIP y servicios de directorio (por ejemplo, traslación entre E.164 y direcciones IP), para ser-

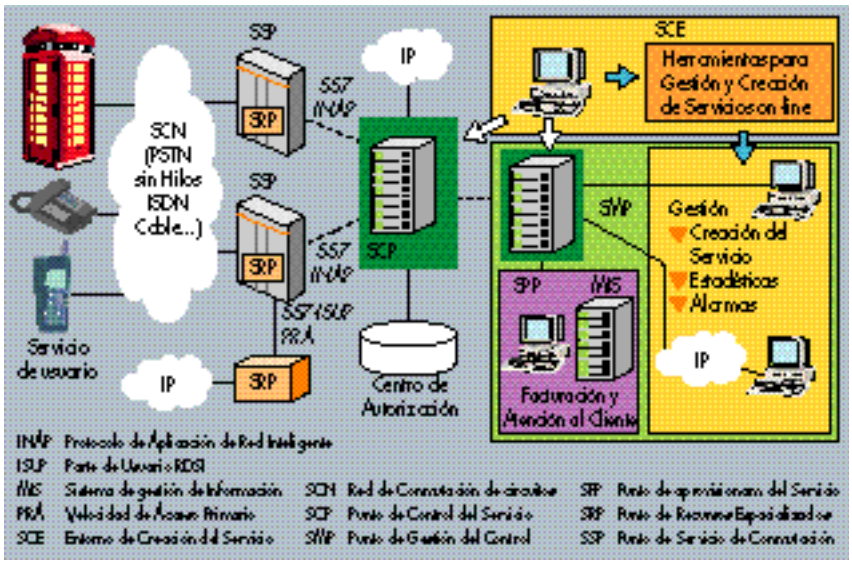


Figura 3 – Componentes principales de la plataforma Alcatel 1400 IN.

vicios comerciales en línea en los cuales los operadores de red actúan como "parte de confianza" para los clientes, ISPs y proveedores de contenido.

■ Arquitectura de la Plataforma Inteligente para la Red Convergente

En la red convergente, y de acuerdo a los recientes trabajos de normalización (por ejemplo, Protocolo de Control de Pasarela de Medios {MGCP}), todos los elementos de red, excepto los enrutadores, son agrupados bajo un nombre común de "pasarelas de medios", la cual proporciona servicios entre interfaces entrantes y salientes. La conducta de dichas pasarelas está completamente definida por el Controlador de la Pasarela (MGC), el cual contendrá toda la lógica de control. A más alto nivel, los servicios son aprovisionados y gestionados por los centros de gestión de servicios.

El Control, Servicios y Plataforma de Gestión incluyen varios componentes para la red y control del servicio de convergencia y redes de convergencia (ver **Figura 4**):

- *Controlador de pasarela de medios:* Realiza las funciones en tiempo real, es decir, hace de interfaz con la pasarela de medios y ejecuta el control y servicio de lógica escrita que define la conducta de estas pasarelas. La lógica utiliza datos de las bases de datos internas y externas y, cuando es necesario, interactúa con servicios de directorio para resolver nombre, campo y mejor posición. La MGC también conserva llamadas y el estado de la información en curso relativa a acciones actuales en la red.
- *Servicio de gestión y aprovisionamiento:* Proporciona facilidades para entrada de nuevos usuarios y servicios con la correspondiente vigilancia y perfiles. Provee interfaces para los operadores de red (por ejemplo, interfaz para sistemas legados) y sus clientes, tanto a los proveedores de servicios como usuarios finales.
- *Atención al cliente y facturación:* Incluye todos los elementos necesarios para gestión de abonados y facturas de clientes. En un entorno IP, es esencial el soporte para una variedad de esquemas de carga, como la disponibilidad de mecanismos flexibles para usuario (basado en Web) inspeccionando los datos cargados.
- *Creación de servicios:* Este no se limita a la simple "programación del servicio", sino que también cubre la fase entera del desarrollo del ciclo de vida del servicio. Incluye la especificación del servicio y requisitos de captura, "escritura" de la lógica de servicio (creación de estructuras apropiadas de bases de datos y gestión de interfaces por operadores, servicio de proveedores y usuarios, servicio de supervisión y estadísticas, procedimientos de distribución y facturación, etc.), simulación fuera del línea y validación de los servicios, e integración con la red principal.
- *Servicio de seguridad y monitorización:* Cubre todos los aspectos de servicio de acontecimientos de red manejando la gestión para un completo SLA. Las estadísticas y realización de la presentación deben proveer capacidades seguras al operador de la red y proveer el servicio de presentación y resolución de problemas. Potentes mecanismos estadísticos añadirán valor en áreas tales como gestión de red, análisis QoS, planificación de capacidad, soporte de datos comerciales y planificación de negocios.
- *Creación de red, aprovisionamiento y gestión:* Esta parte final se ocupa de todos los aspectos de la conducta física de la pasarela de medios.

■ Conclusiones

Hoy, Alcatel está ofreciendo una amplia gama de tecnologías, productos y servicios, cubriendo todas las áreas de la comunicación, incluyendo nuevas generaciones de productos que se centran en una emergente red de datos: ADSL, RAN, conmutación de datos, WebTouch, la plataforma de grandes edificios, etc.

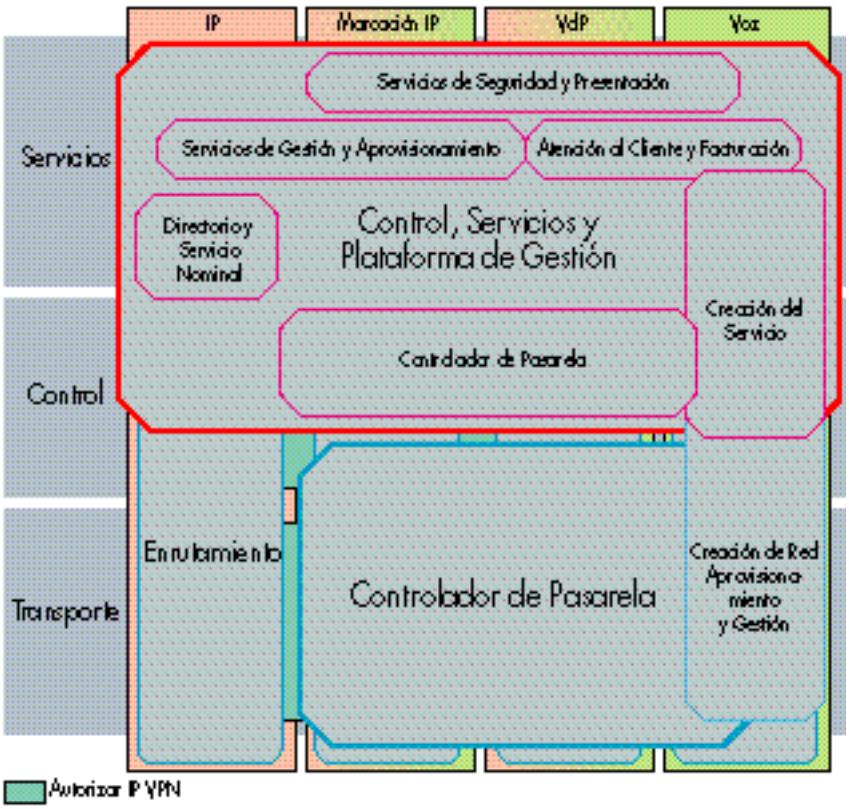


Figura 4 – Estructura de los elementos de la red futura.

Hay una necesidad de (nuevos) servicios que integren las posibilidades de la red tradicional de voz y la red de datos emergente. Se espera que en la red de datos IP, el control y servicios serán proporcionados en un camino más o menos centralizado.

Alcatel tiene ya una fuerte presencia de mercado en el campo de control y servicio con productos que prueban el mercado tales como el SMC (para acceso remoto en banda estrecha y banda ancha, así como para VoIP, y evolucionan para incluir vigilancia para acceso fijo de datos), IN (fijo, móvil y servicios Internet de voz, evolucionando a una plataforma inteligente para servicios de datos), y la plataforma ALMAP de gestión de red.

El control futuro IP, plataforma de servicios y gestión proporcionará servicios de red de valor añadido soportados en dispositivos actuales y nuevos de pasarela de medios. De acuerdo con las nuevas normas que actualmente están siendo definidas, estará orientado a un control conjunto de (IP) red de datos sin olvidar todavía la red de conmutación de voz.

El control, sistema de servicio y gestión, jugarán un papel clave en el desarrollo de la red convergente que es como el operador define su modelo de negocio, donde la diferenciación es creada y contabilizada, y donde el operador genera sus beneficios.

Alcatel, como suministrador mundial en el campo de telecomunicaciones, está comprometida a proveer el equipo necesario, servicios y experiencia a los operadores del manejo de la red y a proporcionar un servicio seguro en la era de los datos.

Marc Jadoul es Dirigente de la Estrategia de Productos para Internet e IP relativos a los servicios de Red Inteligente (IN@Internet) en la División de Aplicaciones de Red, de Amberes, Bélgica.

Johan Pirot es Director de Estrategia de la Red Internet en el Grupo de Estrategia de Red de Alcatel, en Amberes, Bélgica, en donde es responsable de la definición del planteamiento Internet a través de las Divisiones de Negocios de Alcatel.

SERVICIO GENERAL DE PAQUETES POR RADIO

S. BAUDET
P. FRÊNE

El Servicio General de Paquetes por Radio proporciona, por primera vez, una forma de combinar los beneficios de las redes de móviles con el servicio Internet.

■ Introducción

Todos los indicios apuntan a una rápida demanda en los próximos años de servicios de datos tanto en redes fijas como en móviles. En el año 2002, se espera que los ingresos proporcionados por los servicios de datos alcancen un 11% del total (fuente: estudio Ovum 1998) generados por 11 millones de abonados (fuente: estudio Ceris, 1998).

Los servicios de datos proporcionados por el actual Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM) presentan severas limitaciones: utilizan canales radio en modo circuito para transmisiones de datos, mientras que una ranura (slot) de tiempo del Sistema de Acceso Múltiple por División en el Tiempo (TDMA) proporciona una conexión de hasta 14,4 Kbit/s sobre la interfaz aire. La llegada del servicio de Datos a Alta Velocidad por Conmutación de Circuitos (HSCSD), característico del GSM fase 2+, ofrece mayores velocidades de bit pero que resultan ineficientes para la transmisión de datos a ráfagas (por ejemplo, hojeando la WEB), ya que se asignan recursos (de radio) de forma permanente, cuando la necesidad es de un auténtico acceso radio por paquetes o a ráfagas.

Una consecuencia de la utilización de la tecnología de modo circuito (circuito conmutado) es la de ser impracticable económicamente para un operador que desee ofrecer una tarificación basada en el volumen de datos transmitidos.

Debido a estas razones el Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicación (ETSI) ha normalizado un nuevo servicio de datos basado en conmutación de paquetes dentro de la actividad del grupo GSM fase 2+: Servicio General de Paquetes por Radio (GPRS).

■ GPRS: El Canal de Oro

Se puede considerar al GPRS como una gran red de acceso de Capa 2 que proporciona acceso de paquetes auténticos a redes de paquetes basadas en X.25 o en Protocolo Internet (IP). En este sentido, el GPRS es sólo un "canal" que permite a los usuarios ejecutar aplicaciones de datos desde sus terminales móviles con coste económico (tarifa por volumen de datos) y de forma amigable (bajo tiempo de latencia, alta velocidad). A pesar de que el GPRS también se ha definido para proporcionar acceso a las redes X.25, este artículo sólo se concentra en el interfuncionamiento con las redes de paquetes IP.

El servicio GPRS ha sido concebido con las siguientes directrices:

- Introducción del modo paquete en la transmisión extremo-a-extremo en las redes GSM
- Mayor velocidad de datos que el suministrado por el servicio de datos de GSM en modo circuito.
- Conmutación de paquetes extremo-a-extremo basado en túneles.

Aspectos del BSS

Para poder introducir el servicio GPRS en el GSM es necesario modificar el Subsistema de Estación Base (BSS).

EL GPRS utiliza la misma modulación radio que el estándar GSM tradicional, así como las mismas bandas de frecuencia, la misma estructura de ráfagas, la misma norma de salto de frecuencia y la misma estructura de trama TDMA. Por lo tanto, desde el punto de vista de la capa física, los nuevos Canales de Paquetes de Datos (PDCH) son similares a los Canales de Tráfico de velocidad completa (TCH) utilizados para el servicio actual de voz en modo circuito. ¡GPRS es por lo tanto un producto de la familia GSM!. Consecuentemente se pueden reutilizar (con pequeñas adaptaciones) la Estación Base Transceptora (BTS), la Estación Base (BS), el Controlador de Estaciones Base (BSC) y los enlaces de transmisión para poder proporcionar una cobertura completa GPRS desde el primer momento.

Para poder introducir el GPRS en las redes GSM, el ETSI ha incorporado una nueva entidad funcional en el BSS llamada Unidad de Control de Paquetes (PCU).

Para permitir que los datagramas se transporten sobre la interfaz radio, se han estandarizado procedimientos específicos para optimizar el uso de los escasos recursos radio. Se establecen micro-conexiones asimétricas entre el BSS y el terminal móvil mientras se está transportando el datagrama en le aire, que se liberan al terminar la transmisión; lo que se denomina Flujo Temporal de Bloques (TBF) que se mantiene activo mientras dura la transmisión de los datos.

A nivel macroscópico, el sistema GPRS por radio asegura una compartición equitativa y eficiente de recursos entre los usuarios contendientes. El GPRS proporciona un auténtico acceso basado en pa-

quetes en el que se reserva los escasos recursos radio, sólo cuando es necesario. El beneficio consiste en que más usuarios pueden multiplexarse estadísticamente (en el tiempo) en un número dado de canales PDCH, y se pueden conseguir mayores velocidades de transferencia de datos cuando los recursos estén disponibles. Tampoco se llega al bloqueo cuando un alto número de usuarios GPRS está activo en la misma celda, cosa que sucede en caso de conexión en modo circuito (voz actual), sino que se "ralentiza" la velocidad de transmisión ofrecida a los usuarios. Ésto se produce como resultado del desplazamiento del modo orientado a conexión hacia el modo orientado a paquete y se consigue mediante técnicas de encolamiento y de secuenciación.

Aspectos de la NSS

El segundo aspecto más importante del despliegue GPRS consiste en la introducción de una nueva capa de red de datos llamada Subsistema de Red GPRS (NSS). El NSS de GPRS incorpora dos elementos de red el SGSN (Serving GPRS Support Node, Nodo de Soporte para Conmutación de Paquetes) y el GGSN (Gateway GPRS Support Node, Nodo de Soporte para Pasarela de Paquetes), que se hallan distribuidos arbitrariamente alrededor de la red principal (backbone) IP del GPRS (ver **Figura 1**).

El SGSN, que está al mimo nivel jerárquico que el Centro de Conmutación de Servicios Móviles/Registro de Posición de Visitantes (MSC/VLR), se conecta al BSS mediante Frame Relay. Mantiene el registro de las posiciones de las estaciones móviles individuales y realiza funciones de seguridad y de control de acceso. El SGSN se responsabiliza de:

- *Gestión de la movilidad:* Incluye procedimientos de unión GPRS [autenticación, procedimientos de establecimiento de cifrado, recuperación de derechos de usuario de datos GPRS desde el Registro de Posiciones Base (HLR) a través de una interfaz clásica Parte de Aplicación Móvil/Sistema de Señalización nº7 (MAP/SS7)], procedimientos de gestión de posiciones (actualización de celdas, actualización del área de enrutamiento, operación de la máquina de estados de la gestión de movilidad en GPRS)
- *Gestión de recursos radio GPRS:* Paginación.
- *Gestión de Sesión:* Establece un "túnel" entre una estación móvil y una Red de Paquetes de Datos (PDN) dada. Siempre que se establece una sesión se ha de iniciar un procedimiento de activación de contexto llamado Protocolo de Datos en Paquetes (PDP). El contexto PDP contiene la información necesaria para transferir Unidades de Datos de Protocolo (PDU) entre la estación móvil y el CGSN: información de enrutado, perfil de la Calidad de Servicio (QoS)
- *Tarificación:* La información de tarificación se almacena en un Registro de Datos de Llamada (CDR) para cada contexto PDP, incluyendo información tarificación del volumen de datos y de la duración
- *Retransmisión (relaying) de paquetes:* El SGSN está también al cargo de la retransmisión de paquetes de acuerdo con la pila de protocolos del plano de transmisión GPRS: cifrado, compresión de datos, reconocimiento de las PDUs, encapsulado/desencapsulado de PDUs.

El CGSN, que es aproximadamente similar a una pasarela MSC, gestiona el interfuncionamiento con las redes externas IP. Se conecta con el SGSN a través de la red principal interna de GPRS basada en IP. Procesa el encapsulado de los paquetes recibidos de redes IP externas, utilizando un Protocolo de Túnel de GPRS (GTP) hacia el SGSN. El estado del arte de las tecnologías IP (por ejemplo, túnel, protocolos de encaminamiento de intra e inter-dominios, cortafuegos (firewall), asignación de direcciones) proporcionan interfuncionamiento con redes IP externas, tales como intranets, extranets, Proveedores de Servicios Internet (ISP), Proveedores de Acceso a Internet (IAP), y la propia Internet. El GGSN también gestiona el Registro de Datos Llamados por PDP.

En esencia los GGSN son encaminadores GPRS mejorados. EL HLR está ampliado con información de abonados GPRS.

El ETSI ha estandarizado las interfaces entre los diferentes nodos de red y los subsistemas. La **Figura 2** muestra una visión de la arquitectura lógica de una red GPRS

La interfaz Gb (interfaz BSS-SGSN) es una interfaz de Frame Relay G.703/G.704. Los servicios de conmutación de paquetes se encaminan a través de las interfaces Gb y Gn a los SGSN y GGSN antes de su interconexión con los PDNs basados en IP. Gi es el punto de referencia entre un GGSN y un PDN.

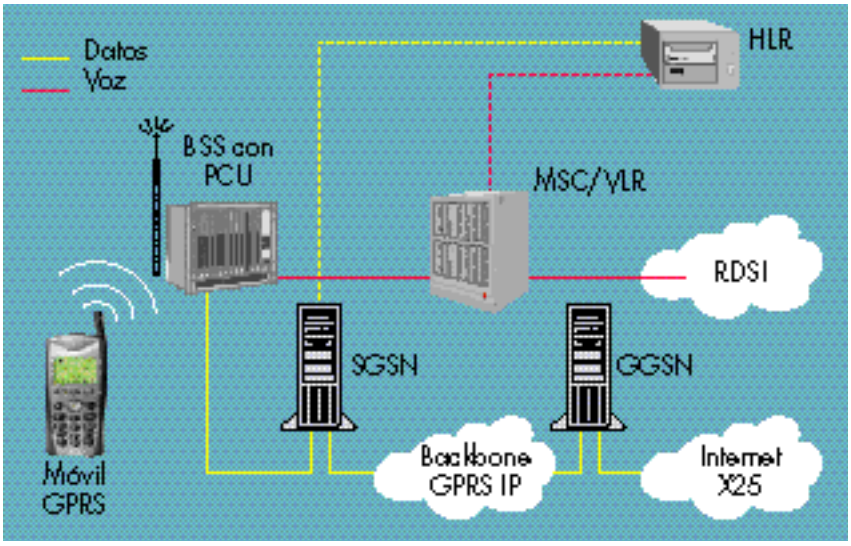


Figura 1 - Arquitectura de red de una red GSM/GPRS.

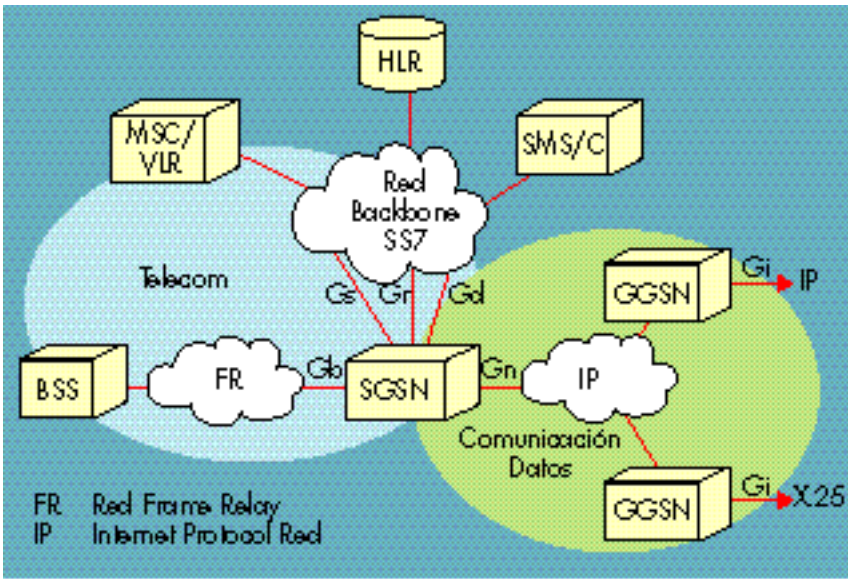


Figura 2 - Visión general de la arquitectura lógica de la red GPRS.

Terminales

Se necesitarán nuevos terminales GPRS. En particular, las estaciones móviles GPRS posibilitarán el uso del terminal como un módem vía radio conectado a un ordenador portátil o a un Asistente Personal Digital (PDA), proporcionando un servicio mejor que los actuales datos por GSM. Estos terminales también servirán para llamadas de voz.

Se tendrán que desarrollar ASICs baratos de radio para el modo exclusivo GPRS: el usuario itinerante estará "conectado" automáticamente tan pronto como encienda el ordenador portátil, permitiendo, por ejemplo, un acceso permanente a una red corporativa, a un ISP o a la Internet.

Algunos terminales móviles GPRS ofrecerán capacidades "multi-ranura", esto es la posibilidad de utilizar varios PDCHs simultáneamente. Un terminal GPRS podría ser capaz de utilizar hasta las 8 ranuras de tiempo, alcanzando una velocidad bruta de transmisión (incluyendo la tara de señalización) de 171,2 kbit/s con unas buenas condiciones de propagación.

Ejemplo de conmutación de paquetes extremo-a-extremo.

Se deben cumplir dos condiciones para enviar o recibir datos de una Red de Paquetes (PDN) (por ejemplo, recuperación de correos electrónicos): la red GPRS debe haber identificado a la estación móvil y localizado su paradero (gestión de movilidad) y se tiene que haber iniciado una sesión con la PDN (gestión de sesión). Ambas se controlan mediante la SGSN.

Los principios de gestión de la movilidad (acceso, gestión de localización en GPRS) son esencialmente los mismos que en GSM, aunque se han tenido que realizar algunas adaptaciones donde resultaron necesarias para hacer frente al carácter impulsivo del tráfico de paquetes.

La gestión de la sesión comprende aquellas acciones necesarias para permitir el intercambio de paquetes extremo-a-extremo entre una estación móvil y una PDN: ésto corresponde a la apertura de la sesión de datos entre el móvil y la PDN. Cada PDN es atendida por uno o varios GGSN. Una vez se ha identificado un acceso al GGSN, se asume el papel de ancla durante toda la sesión. En una sesión de datos, los datos del usuario se transfieren de forma transparente entre la estación móvil y la red externa de datos mediante un proceso conocido como encapsulado y túnel. Los paquetes de datos son equipados con una información de protocolo, específica del GPRS, y se transfieren entre el móvil y el GGSN. Este procedimiento transparente de transferencia, minimiza la necesidad de que la Red de Móviles Pública Terrestre (PLMN) tenga que interpretar protocolos externos de datos. Se pueden comprimir y proteger los datos del usuario mediante retransmisión de protocolos para una mayor eficiencia y fiabilidad.

De hecho, el establecimiento de una sesión de datos corresponde al establecimiento de dos túneles, uno desde el móvil al SGSN mediante el Protocolo de Convergencia Dependiente de la Sub-Red (SNDCP) y otro desde el SGSN al GGSN áncora utilizando el GTP (ver **Figura 3**).

Se denomina activación de contexto PDP a la apertura de una sesión. Un contexto PDP es el conjunto de parámetros vinculado a esa sesión, asociando el túnel SNDCP con el túnel GTP, parámetros QoS, tipo de GTP, dirección de la estación móvil, etc.

Se utilizan procedimientos IP al estado del arte en la red principal IP GPRS, es decir la red principal IP interconectándose con el Nodo de Apoyo de GPRS (GSN). En particular, cuando una

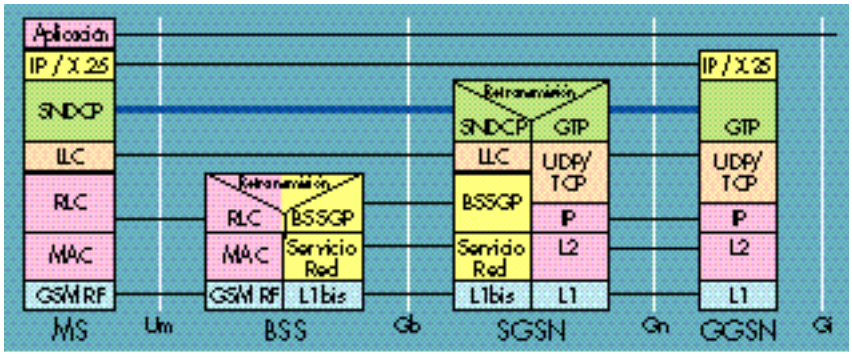


Figura 3 - Pila de Protocolos en el Plano de Transmisión.

estación móvil desea activar un contexto PDP hacia un PDN dado, digamos isp.gprs.country, el SGSN determina qué nodo de apoyo a pasarela proporciona el acceso al ISP mediante la emisión de una petición al Servidor de Nombres de Dominio (DNS) en la red principal GPRS IP.

Más aún, el procedimiento de activación del contexto PDP puede suponer la asignación de una dirección IP dinámica por el PDN o por el PLMN. El GGSN tendrá que enviar un Protocolo Dinámico de Configuración de Ordenador Principal (DHCP) o una petición de Llamada de Servicio de Usuario para Autenticación Remota (RADIUS), a un servidor utilizando terminales (clients) o "proxies". Los GGSN y PDN pueden conectarse a través de líneas dedicadas, mediante túneles de Capa 3 tales como conexiones de Enrutamiento Genérico de Encapsulación (GRE), de seguridad IP (Ipsec) o RDSI.

■ Servicios

La introducción del GPRS cambiará totalmente el mundo de las aplicaciones móviles de tres maneras:

- Mejorará la percepción de los usuarios del servicio como resultado de la mayor velocidad de transmisión.
- Cambiará los hábitos de los usuarios como resultado de la tarificación por volumen de información
- Posibilitara las aplicaciones con "conexión permanente" que resultaban antieconómicas en las conexiones modo circuito del GSM

A partir de ahora, los usuarios de ordenadores portátiles, podrán pasarse escribiendo y recibiendo correos electrónicas sin necesidad de preocuparse del tiempo de conexión al sistema GSM. ¡Los usuarios sólo pagarán por la información que envían o reciben durante la sesión de datos!

Ejemplos de aplicaciones con conexión permanente son los Protocolos de Aplicación Inalámbrica (WAP) sobre aplicaciones GPRS; la sesión de datos se abre sólo una vez al día y los usuarios pueden acceder (o ser informados) de resultados deportivos, información relativa a viajes, financiera, condiciones de tráfico y muchas otras más. Alcatel ya está distribuyendo soluciones WAP completas incorporando terminales (modelo "One Touch Pocket" con navegador WAP), infraestructuras GSM e interfaz WAP para pasarelas a suministradores de contenidos. La **Figura 4** muestra información de tráfico para la Périphérique de París visualizables en los terminales "One Touch Pocket".

También el GPRS puede proporcionar un acceso inalámbrico a servicios fijos conectados permanentemente, tales teleservicios incluyen alarmas antirrobo, telediagnóstico, distribuidores de bebidas, contestadores GPRS automáticos, etc.

Los mercados de aplicación concebidos para GPRS están divididos en cuatro grandes categorías:

- *Ordenador con conexión inalámbrica a red (portátiles, PDA, agenda electrónica):* Incluye oficinas móviles, acceso a redes corporativas (por ejemplo, correo electrónico), acceso a Internet (por ejemplo, navegadores de Web) compra electrónica y juegos.
- *Gestión del tráfico:* se prevén aplicaciones móviles de GPRS en automóvil, gestión de flotas y control automático de trenes.
- *Telemática remota (Circuitos integrados de GPRS incorporados a equipos):* incluye estadísticas periódicas, alarmas antirrobo control y lectura remotos de contadores
- *Aplicaciones Multimedia:* Noticias, boletines meteorológicos, charla electrónica en grupo, publicidad comercial, formarán parte de forma progresiva de la oferta de los operadores, especialmente asociado con la tecnología WAP.

La llegada del GPRS significará que las operadoras GSM se enfrenten a una rápida conversión desde los servicios de datos basados en conexiones en modo circuito a las de modo paquete. Los usuarios de negocio reemplazarán rápidamente sus terminales existentes para beneficiarse de las menores tarifas. Pronto las aplicaciones masivas basadas en el Servicio de Mensajes Cortos (SMS) se ofrecerán mediante tecnología GPRS y WAP/GPRS.

■ La Solución GPRS de Alcatel

Alcatel ha desarrollado una solución completa llave en mano con dos objetivos principales

- Minimizar el coste de la actualización de las BSS a GPRS
- Ofrecer soluciones GPRS NSS ampliables llave en mano con todas las opciones y con una baja inversión

La arquitectura Alcatel de GPRS se muestra en la **Figura 5.**

Figura 4 - Ejemplo de aplicación WAP: información sobre la congestión de tráfico en la circunvalación de París.

Solución en la BSS

Alcatel ha incluido todos los cambios de hardware del GPRS en un nuevo Servidor de paquetes Rápidos Multi-BSS (MFS), que se instala junto al transcodificador en cada ubicación MSC (ver **Figura 6**).

Las funciones clave del GPRS se han dividido entre la BTS (actualización software) y el nuevo Alcatel 935 MFS en la ubicación del transcodificador (por ejemplo, en la estación MSC).

Solución para la NSS

Ya que el GPRS representa la primera convergencia real entre el mundo de los datos y de los móviles, Alcatel ha basado su implementación del GPRS en colaboración con CISCO, un socio tecnológico líder en Internet . Además Alcatel ofrece una solución llave en mano que comprende los siguientes elementos: SGSN, GGSN, pasarela de frontera, HLR, Pasarela de Tarificación (CG) y servidores DHCP, soluciones de gestión, pasarela WAP, etc.

Este enfoque ha producido una clara división entre las áreas de telecomunicación y comunicación de datos. CISCO ha desarrollado el GGSN alrededor de su propia familia de enrutadores (serie 7200), y proporciona a Alcatel enrutadores especialmente desarrollados para su integración en el subsistema SGSN de Alcatel. Cisco también proporciona la pasarela de frontera DNS y al DHCP.

La parte de telecomunicación del SGSN se ha desarrollado sobre plataformas dedicadas Compaq Unix mejoradas con Nectar (Plataforma Telecom de Alcatel sobre Unix) y microprogramación (middleware) para los desarrollos de software GPRS específico. Se ha mejorado la plataforma existente de Alcatel 1000 VLR para gestionar los aspectos de movilidad y de SS7/MAP.

El HLR habilitado para GPRS se basa en una sencilla evolución del software del HLR del GSM de Alcatel.

La solución de gestión (Alcatel 1364 OMC-G) y la pasarela de facturación (recaudador de Alcatel 1338 CDR) han sido desarrolladas sobre la Plataforma de Gestión de Alcatel (ALMAP). El ALMA de Alcatel 1364, proporciona una concepción completa de red para configuración y gestión de equipos, gestión de fallos y de alarmas, gestión de eventos y archivo para la red completa GPRS. El ALMA de recaudación de Alcatel 1338 CDR se utiliza como un dispositivo de intermediación para servicio de control de control y facturación de clientes del operador, recaudación, procesos de consolidación y selección de cargos, formato y despacho del CDR.

Hay que destacar que el NSS GPRS de Alcatel puede integrarse en cualquier red GSM existente porque se han estandarizado completamente las interfaz con las BSS, HLR, MSC/VLR y lSMS-C (ver **Figura 2**).

El despliegue inicial de una red GPRS NSS basada en la solución de Alcatel requiere solamente algunos Nodos de Apoyo GPRS (GSN). A medida que el tráfico aumenta, se puede incrementar el número de nodos GSN sin ninguna discontinuidad.

■ Evolución hacia UMTS

GPRS es un paso intermedio hacia el Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS), que es la versión Europea del IMT2000 (Telecomunicaciones Móviles Internacionales 2000), familia de soluciones técnicas de la UIT para la tercera generación de comunicaciones inalámbricas. Existen dos aspectos fundamentales en esta trayectoria evolutiva: la tecnológica y la comercial:

- *Tecnológica:* Introducción de la tecnología de paquetes de datos.
- *Comercial:* Explosión del mercado de datos.

La transición hacia el UMTS, que tendrá lugar entre el 2000 y el 2010, se llevara a cabo en dos fases.

En la fase 1, el servicio de paquetes basado en GPRS estará soportado por la introducción de una red GPRS NSS global. Los operadores serán capaces de introducir facturación por volumen de datos de forma económica. El despliegue en gran escala de las redes GPRS se anticipa para no más allá de año 2000.

Los estándares GPRS se ampliarán con los elementos resultantes del tra-

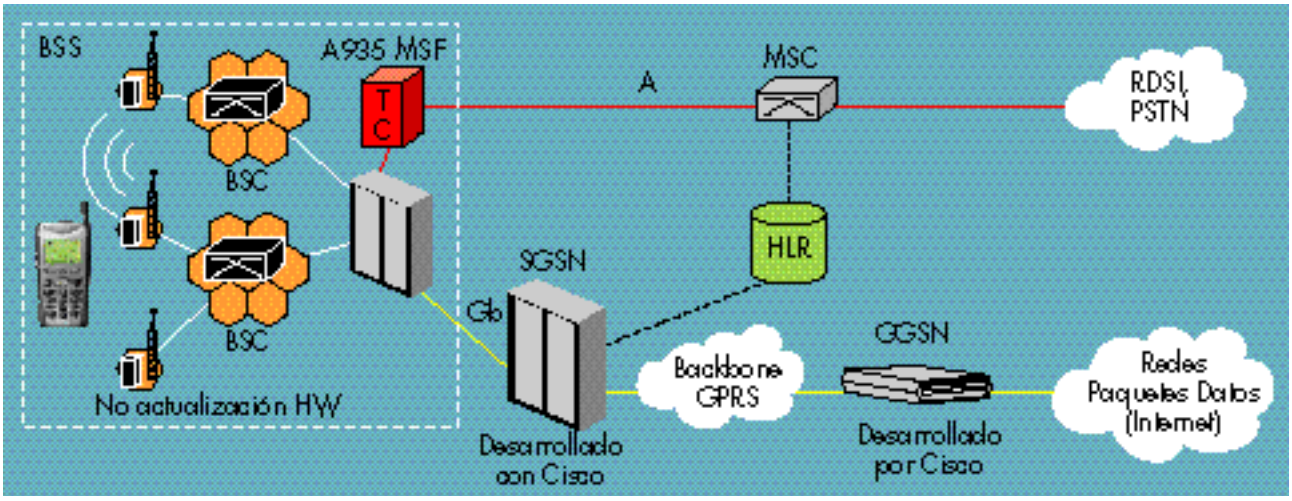


Figura 5 – Arquitectura Alcatel de GPRS.

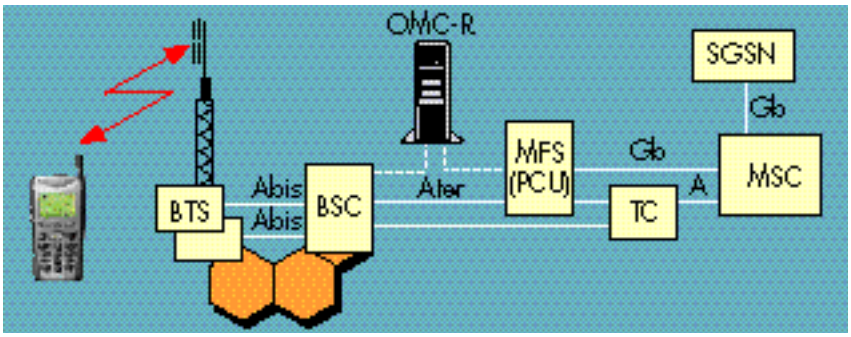


Figura 7 - Arquitectura Alcatel BSS GPRS.
OMC-R – Centro de Operación y Mantenimiento.
TC – Transcodificador Remoto.

bajo en la fase 2 (actualmente programada como parte de la Versión 99). Esto introducirá muchas opciones nuevas, incluyendo un mejor control QoS, "multicasting" e interfuncionamiento IN-Internet.

■ Conclusiones

En un contexto creciente y acelerado del mercado de servicios Internet y de servicios móviles, el GPRS es la primera tecnología que permite desplegar una tecnología de paquetes en GSM económicamente viable. Con la llegada de las tecnologías de apoyo para aplicaciones móviles, tales como la WAP, y tendencia a mayores pantallas en los terminales GSM, se vaticina que habrá una explosión real en los servicios de datos en un futuro próximo.

GPRS no solo ofrece un camino de evolución hacia el UMTS, sino una oportunidad para que los usuarios puedan comenzar a utilizar aplicaciones móviles de datos y una oportunidad para que los operadores de GSM se incorporen al mundo de la transmisión de datos por paquetes.

Alcatel entiende la importancia de esta tecnología y ya está ofreciendo soluciones GPRS llave en mano, incluyendo terminales, BSS, NSS y aplicaciones.

En los próximos años, el apilamiento de protocolos de transmisión más común será HTTP/TCP/IP/GTP/UDP/IP. Los usuarios serán capaces de navegar por la World Wide Web desde sus terminales GPRS sin percibir el grado de profundidad con que las técnicas de paquetes han entrado en su vida itinerante.

Serge Baudet es el Jefe de Producto de la BSS GPRS en la División de Comunicación de Radio de Alcatel en Vélizy, Francia

Patrick Frêne es el Jefe de Producto de la NSS GPRS en la División de Sistemas de Conmutación de Radio de Alcatel en Vélizy, Francia

LOS NUEVOS SERVICIOS IMPLICAN NUEVOS REQUISITOS EN LAS REDES IP

T. MC DERMOTT
T. VAN LANDEGEM

Las redes IP necesitarán cumplir muchos requisitos nuevos si se convierten en la plataforma común de los servicios futuros.

■ Las Nuevas Necesidades de IP y Multimedia

Hasta ahora, la mayoría del tráfico en las redes informáticas se ha correspondido con aplicaciones relativamente básicas, como transferencia de ficheros, acceso remoto a terminales y correo electrónico sencillo. Para estas aplicaciones, la sucesión IP (Protocolo Internet) creada en torno al modelo de servicios de la mejor calidad ha probado su flexibilidad y eficacia. Sin embargo, desde comienzos de los 90, ha existido una tendencia para ejecutar servicios cada vez más sofisticados sobre Internet, incluyendo transporte de voz (teléfono Internet, audio conferencia), vídeo (videoconferencia), aplicaciones basadas en grupos de trabajo (trabajo colaborativo) y multimedia. Estas aplicaciones requieren de nuevos servicios de red, incluyendo comunicaciones multipunto generalizadas, y garantizando elevado ancho de banda y calidad de servicio (QoS), que actualmente no los proporciona Internet.

Además, el despliegue de aplicaciones trituradoras ancho de banda, junto al crecimiento exponencial de Internet, creará un efecto de bola de nieve que congestionará la infraestructura actual. Soportar el QoS total de forma escalable es un problema importante que hay que resolver para permitir a Internet convertirse en una plataforma universal de voz, servicios multimedia y redes privadas virtuales (VPN). El IETF (Grupo de Tareas sobre Ingeniería de Internet) ha propuesto dos modelos –el modelo de Servicios Integrados y el modelo de Servicios Diferenciados– para hacer frente al problema del QoS. De aquí que es esencial soportar el QoS con tecnología IP, multidifusión, ingeniería avanzada de tráfico SLA (Service Level Agreements).

En este contexto, Internet está evolucionando hacia una red donde los usuarios compiten por recursos de red 'garantizados', lo que implica una necesidad de reforzar las políticas. Esto puede realizarse tanto en el borde de un dominio individual de un ISP (proveedor de servicios Internet), donde el usuario accede a la red, como en el límite entre redes ISP. Por ello, Internet debería abarcar una funcionalidad adicional para transformarse en una red que permite políticas.

Otro requisito vital es la coexistencia de las aplicaciones de Internet con las aplicaciones existentes, por ejemplo, las que son soportadas por la actual RTPC (Red Telefónica Pública Conmutada). Por supuesto, el principal reto del VoIP (voz sobre IP) reside en su interfuncionamiento con la infraestructura telefónica propietaria. El interfuncionamiento continuo de las nuevas redes VoIP con la RTPC es un requisito preliminar para un despliegue viable.

Estas y muchas otras facilidades son esenciales para que el sueño de Internet se haga realidad.

■ Calidad de Servicio

El soporte de red para QoS está estrechamente ligado con la forma como se gestiona el tráfico.

En telefonía, y ampliamente en el modo de transferencia asíncrono (ATM), el tráfico se gestiona de forma básicamente diferente de como se concibe la ingeniería de tráfico en el mundo IP. Varias diferencias estadísticas y operacionales lo justifican. Primero, el tráfico telefónico se basa en una distribución de Poisson bien conformada de los tiempos de llegadas, asociado con las mismas características de servicio para cada uno de estos eventos de llegadas (la necesidad de completar un circuito de 64 kbit/s). La capacidad que necesita ser gestionada se soporta fácilmente, ya que se conocen los perfiles del tráfico. Segundo, se utiliza una política de "control de admisión" tanto en telefonía como en ATM, por lo que se rechaza una petición de suscripción de un usuario cuando se superan los límites previstos de ancho de banda o recursos. Dicha política es eficaz en una estructura orientada a conexión, pero es difícil de implementar en un entorno sin conexión, como sucede en la mayoría de los servicios IP.

Contemplando Internet, está claro que el tráfico "best effort" (que se puede descartar en caso de congestión) forma parte de la mayoría del tráfico actual. Algún tipo de tráfico "best effort" se adaptará automáticamente a la congestión, por ejemplo, el TCP (Protocolo de Control de Transmisión). Si una red IP transmite básicamente tráfico best effort, se puede selectivamente deshacer de la carga cuando el tráfico de alta prioridad o crítico con el tiempo necesita actualizar el ancho de banda de la red. Sin embargo, la carga

se tiene que eliminar "justa" e "inteligentemente". Por ejemplo, es mejor eliminar un grupo de paquetes de una única sesión TCP, que muchas tramas de un grupo de sesiones TCP diferentes. Este último método podría ocasionar muchos más eventos de retransmisiones TCP que el anterior. Esta estrategia sólo es eficaz, sin embargo, cuando la carga total de la red está limitada de tal forma que el tráfico de "best effort" sigue predominando, y el tráfico total no supera significativamente la capacidad.

Los actuales esquemas de gestión de tráfico IP se basan en RSVP (Resource Reservation Set-Up Protocol). Hasta cierto punto, la propuesta MPLS (Multi-Protocol Label Switching) y sus extensiones también posibilitan establecer caminos sobre la red que soporten QoS. El RSVP (o MPLS) permiten a los routers poner aparte una cierta cantidad de ancho de banda sobre los enlaces o puertos del router para servicios críticos o de tiempo real.

El soporte de Internet para diferentes tipos de servicios se está normalizando bajo el nombre DiffServ. Es un protocolo que hace corresponder diferentes tipos de servicios en diferentes clases de envíos. No define un servicio, sólo el método que los routers deberían utilizar para realizar la función de envío de DiffServ permite enrutar preferentemente parte del tráfico. Sin embargo, la lógica del servicio aún necesita cambiar la combinación de RSVP y DiffServ en un servicio que esté personalizado únicamente para lo que necesite el usuario. Las simulaciones iniciales de DiffServ indican que esto puede ser eficaz cuando se proporciona servicio en tiempo real, cuan el número de clases de servicios es pequeño. Sin embargo, aún no se sabe como de bien puede funcionar cuando existe numerosas clases de servicios.

Los actuales routers IP no implementan RSVO o DiffServ, y la experiencia de los miembros de IETF usándolos en pruebas muestran que hace falta un pequeño ajuste de los protocolos y pruebas por los operadores y los clientes corporativos ante de poder llegar a cumplir con todos los aspectos de prestaciones. Se requiere un importante trabajo experimental y de investigación en las áreas de QoS, DiffServ, RSVP y MPLS antes de poder definir eficaces políticas, protocolos y parámetros. Por ejemplo, la gestión del tráfico agregado debe experimentar dificultades cuando trata con la distribución inteligente de la carga.

■ Multimedia y Servicios en IP

Una diferencia fundamental entre IP y los anteriores modelos de servicios usados por los operadores es la existencia de hosts inteligentes integrales en IP. En terminología IP, el host es un sistema final. Una de las suposiciones básicas es que el host es responsable de la transferencia fiable de datos dentro de una red IP. Si un host necesita garantizar la fiabilidad, puede ejecutar el protocolo TCP para asegurar que el destino recibe correctamente todos los datos que les envía. Además, como los routers (sistemas intermediarios) en IP ya tienen direcciones IP, un host puede hablar directamente con un router. Esto se ha usado más frecuentemente en los últimos años para facilitar el desarrollo de nuevos protocolos de servicios IP. Finalmente, las aplicaciones IP residen en el host, y están informadas de la capacidad del host para proporcionar comunicaciones extremo a extremo. Consecuentemente, cada host que se puede comunicar con otro (es decir, ambos están en Internet) puede definir un nuevo servicio entre ambos sin que la red IP tenga que acomodarse al cambio.

Por ejemplo, dos personas deciden realizar una videoconferencia IP. Teóricamente, cada usuario solo necesita tener que copiar el mismo software para establecer el servicio entre ellos. La red, y el operador en particular, no necesitan alterar el sistema de enrutamiento y transporte de cualquier forma para permitir que el servicio exista. En realidad, naturalmente, la red subyacente debe proporcionar el adecuado ancho de banda y la suficientemente pequeña latencia para que las características del servicio sean lo bastante buenas pasa los usuarios del servicio. Esto ha sido descrito como modo de operación "red tonta, terminal inteligente".

En el futuro, los clientes y empresas buscarán construir rápidamente servicios personalizados sin esperar que los operadores desplieguen las correspondientes facilidades en sus redes. Un clave de esto es que, en su mayor parte, los routers en IP son "sin estado", es decir, no transportan información sobre cada flujo individual de datos que manejan. Sin embargo, propuestas como RSVP y MPLS requieren de routers intermedios para almacenar información sobre algún flujo individual. Esto conduce al interés que dicho router no deba escalar fácilmente al número de flujos contemplados en la red IP de un gran operador. Así, se han propuesto flujos agregados como parte de los borradores de las normas.

Otro servicio muy debatido es el VPN (Red Privada Virtual IP), que proporciona una red IP que se presenta a los clientes como un subconjunto de una red IP completa. Por ejemplo, una empresa puede querer establecer conectividad IP entre sus sedes multinacionales. Además, necesitan seguridad eficaz, alta disponibilidad, anchos de bandas mínimos garantizados en toda la red y, quizás, un grupo cerrado de usuarios (evitando el acceso público a esa parte de la red). En lugar de construir una red de cliente, un operador puede dividir parte de su red unificada para proporcionar la ilusión de una red pequeña privada para dicha empresa. Esto, naturalmente, es de lejos más eficaz que crear un red distinta.

En dichos casos, el operador puede utilizar procedimientos de cifrado y túnel para proporcionar seguridad y una red cerrada, y también puede proporcionar cortafuegos u otros puntos de intercambio entre la VPN y la Internet pública. Estos servicios de valor añadido pueden llevar a importantes ganancias para un operador, aliviando al operador de complejas y costosas tareas. Una VPN podría proporcionar la suficiente demora para hacer el VoIP práctico para un cliente, y con todo aún necesita solamente una sola tarifa de red. Las más actuales facilidades VPN proporcionan solamente un pe-

queño número de dichos servicios. Los SLAs son importantes al especificar las prestaciones que un operador VPN garantizará a sus clientes.

■ Ingeniería del Tráfico

El enrutamiento es característica clave en una red con diferentes clases Diff-Serv. El papel del enrutamiento ha crecido más allá de proporcionar conectividad y distribuir paquetes a sus propios destinos. Los proveedores de red Internet requieren protocolos de enrutamiento que hacen el mejor uso posible de los recursos de red disponibles. Esto implica que los paquetes no deberían seguir siempre el camino más corto a través de la red, ya que si demasiados caminos más cortos usan los mismos enlaces, estos enlaces se podrían convertir en un cuello de botella. El protocolo de enrutamiento debería detectar dichos enlaces y reenrutar los paquetes alrededor de ellos.

El contexto en las redes IP es muy diferente del de las redes orientadas a conexión. Las aplicaciones TCP son codiciosas; incrementan su tasa de envío hasta tanto no experimenten cualquier pérdida de paquetes. La pérdida de paquetes es inherente a la operación de las redes IP y determina la tasa de envío de TCP de las aplicaciones. Si el tráfico se reenruta para que use el enlace 2 en lugar del enlace 1, los nuevos recursos disponibles en enlace 1 serán inmediatamente ocupados por los restantes flujos TCP. Este comportamiento, que es muy diferente del que hay en las redes orientadas a conexión, indica que en alguna parte habrá siempre enlaces ocupados al 100%. Consecuentemente, el papel del enrutamiento no es evitar que algunos enlaces se ocupen completamente, sino asegurar que cercano a alguno de los enlaces ocupados al 100% haya un enlace alternativo que no está usado.

Las actuales propuestas necesitan nuevas validaciones para ver como este tipo de inteligencia de enrutamiento podría amplificar las prestaciones de las redes IP. Este comportamiento del enrutamiento se hace aún más importante en el marco de los servicios diferenciados, donde los recurso de red se dividen entre una serie de clases de servicio. Como el enrutamiento será usado para hacer el mejor uso de los recursos disponibles, tendría que distinguir entre las diferentes clases de servicios.

■ Multidistribución

El propósito del enrutamiento multidistribución es proporcionar eficaces servicios de comunicaciones para aplicaciones que envían los mismos datos a múltiples receptores, sin incurrir en sobrecargas de la red. Por eso, en cada router, sólo se envía por enlace un paquete de multidistribución entrante, en lugar de enviar una copia de cada paquete por cada receptor accedido a través del enlace. Las aplicaciones que utilizan multidistribución son aplicaciones multiparte, como la videoconferencia, la enseñanza a distancia, el trabajo compartido, la simulación interactiva distribuida, la actualización del software y la asignación de recursos. Las primeras aplicaciones que se aprovecharán de la multidistribución IP son aplicaciones punteras, como la distribución de las cotizaciones de bolsa, la distribución de noticias corporativas y los eventos de medios de difusión (por ejemplo, deportes, conciertos de rock). La multidistribución en redes capaces de difusión se asocia con la noción de un grupo, identificado por una cierta dirección (por ejemplo, dirección D de clase IP), que comprende una serie de participantes.

Se necesitan dos mecanismos para la multidistribución IP. Hasta la creación del grupo de multidistribución, y durante toda la vida de la sesión, los participantes que se quieran convertir en miembros del grupo se necesitan subscribir. Adicionalmente, se requiere un protocolo de enrutamiento multidistribución para gestionar la dinámica (entrada/salida) de la participación.

Los servicios de multidistribución deben soportar la participación dinámica del grupo en la que los miembros del grupo pueden estar situados en cualquier punto de Internet. Los protocolos de enrutamiento multidistribución tienen que ser escalables, robustos a los bucles, tener una sobrecarga de red mínima, requerir un número mínimo de entradas de estado en los routers, e interoperar con otros protocolos (conceptualmente distintos) de enrutamiento multidistribución. ¡También deberían ser fáciles de implementar! Con esto, los protocolos de enrutamiento multidistribución se dividen entre aquellos que operan en un único dominio de enrutamiento (intra-dominios) y los que operan entre dominios (inter-dominios). Dicha solución aumenta la complejidad de la interoperatividad, pero alivia el problema de la escalabilidad.

■ Interfuncionamiento

El mayor reto del VoIP reside en el interfuncionamiento con infraestructuras telefónicas propietarias. El interfuncionamiento suave y sin fisuras de las redes VoIP con la RTPC actual es un requisito preliminar para el despliegue del VoIP. Las pasarelas juegan un papel central para alcanzarlo: implementan las funciones de interfuncionamiento, traduciendo los flujos de información entre la red de paquetes y la RTPC. Se tienen que traducir dos tipos de información: flujos de medios en el plano de usuario que contienen la voz real, y mensajes de señalización de la llamada en el plano de control. En el caso de una señalización dentro de banda en la RTPC, la información de medios y señalización llega a la misma interfaz de pasarela, donde se tienen que separar los dos tipos para su posterior procesado.

Por razones de escalabilidad y eficacia, las pasarelas se descomponen en pasarelas de medios, que contienen el hardware para la conversión del flujo de medios, pasarelas de señalización, que terminan los tradicionales protocolos telefónicos, y controladores de pasarelas de medios (MGC), que albergan la inteligencia del control de llamada y de conexión. El control de la pasarela de medios es un elemento valioso de la tecnología de interfuncionamiento VoIP, pero solamente es el primero. Importantes aspectos de inter-

funcionamiento se sitúan en las capas por encima del plano de medios. Asuntos como el protocolo de señalización entre MGCs, que consistiría en una combinación de los actuales protocolos de red IP y de circuitos conmutados, y la interacción con redes inteligentes y redes móviles, deberían tener una total atención por parte de los convergentes mundos de Internet y de telecomunicaciones

■ Restauración

Aunque existe un consenso para que esquemas de protección y restauración similares a los inicialmente desarrollados para las redes TDM (Multiplexación por División en el Tiempo) seguirán siendo relevantes en la futura interconectividad óptica de alta velocidad, la naturaleza de Internet pone condiciones de contorno en el problema de protección y restauración.

La sucesión de protocolos Internet se contempló como una tecnología inherentemente sin conexión con una propensión natural a la restauración del servicio. El amplio uso de los protocolos de enrutamientos dinámicos, resultando en continuos redescubrimientos de topologías de red de servicios, permite redirigir los flujos de tráfico evitando los fallos de nodos y enlaces. Sin embargo, basarse en su inherente reconfiguración extremo a extremo ya no es viable a las actuales velocidades de los enlaces, ya que puede llevar varios minutos alcanzar el restablecimiento en toda la red de las bases de datos de la información de envío, tiempo durante el cual puede haber importantes interrupciones y considerables pérdidas de datos. Otro problema inherente a la conectividad IP es planificar la capacidad de reserva en una red que es propensa a la congestión debida a la naturaleza del protocolo TCP, como se indicó anteriormente. La complejidad inherente a la naturaleza multicapas (protocolo Internet/modo de transferencia asíncrono/jerarquía digital síncrona/multiplexación por división de longitud de onda) de las redes, y la última tendencia a incluir facilidades de QoS en la capa de red, están impo-

■ Arquitecturas de los routers IP de módem

El IP está diseñado para proporcionar conectividad entre redes de paquetes conmutados basadas en diferentes tecnologías de red. IP es la capa común en la parte superior de Ethernet, FDDI (interfaz de datos distribuidos en fibra), ATM, SONET/SDH, etc., que permite la comunicación entre hosts conectados a diferentes tipos de red.

Las redes se interconectan por routers IP que conmutan paquetes IP. Un paquete IP se caracteriza por su dirección de destino IP y su "tipo de servicio". Cuando un router IP recibe paquetes IP en una interfaz entrante, elimina la cabecera de la capa de enlace del paquete, mira en la dirección de destino IP y consulta una tabla de enrutamiento para determinar cual es el siguiente router en el camino más corto hacia el destino final. Entonces, el paquete se dirige internamente a la correspondiente interfaz de salida y se pone en un cola de acuerdo al tipo de servicio que debería recibir. Antes de reenviar el paquete de nuevo, el router IP añade la cabecera de capa de enlace apropiada al paquete IP.

La tabla de enrutamiento se debería mantener dinámicamente para reflejar la topología actual de Internet. Un router cumple normalmente esto ya que participa en la ejecución de algoritmos de alcance y enrutamiento distribuidos con otros routers. Los routers sólo proporcionan transporte de datagramas, y buscan minimizar la información estado necesaria para sostener este servicio en el interés de la flexibilidad y robustez del enru-

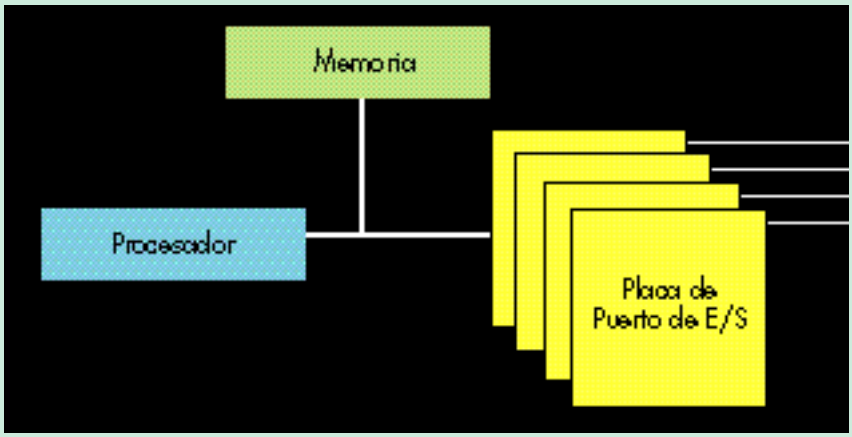


Figura 1- Router de primera generación.

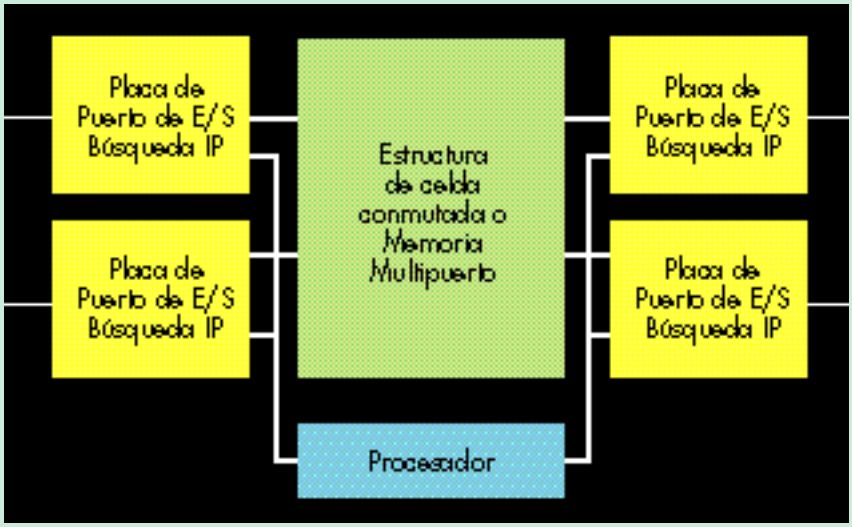


Figura 2- Router de segunda generación.

tamiento. Un router debería por ello tener las siguientes características:

- algoritmos avanzados de envío y enrutamiento
- alta disponibilidad
- facilidades avanzadas de operaciones y mantenimiento
- altas prestaciones.

La actual arquitectura Internet se basa en un conjunto de suposiciones sobre el sistema de comunicaciones. Las más relevantes son las siguientes:

- Internet es una red de redes;
- los routers no almacenan información del estado de la conexión;
- la complejidad del enrutamiento debería estar en los routers;
- el sistema debe tolerar amplias variaciones de la red.

Históricamente, los routers se han estado haciendo con software de conmutación de paquetes en un ordenador de propósito general, como se muestra en la **Figura 1**. Múltiples placas de entrada/salida (E/S) en el router se pueden conectar por una arquitectura de bus común y compartir la memoria. El software de conmutación de paquetes se ejecuta en un procesador común, que también maneja los protocolos de enrutamiento que son el medio para crear la tabla de enrutamiento.

El diseño original de IP en 1973 y 1974 contemplaba un total de 256 redes. No se suponía que 25 años más tarde, los protocolos de enrutamiento tendrían que manejar un número extremadamente grande de redes. Según se abarató el desarrollo de hardware a medida y se requerían caudales mas grandes, el hardware de propósito especial fue cada vez más común. Como muestra la **Figura 2,** la segunda generación de routers adopta tecnología similar a ATM para crear un router IP puro. La arquitectura está diseñada para ser un router desde lo fundamental. Los paquetes se conmutan en hardware mediante una memoria común multipuerto, o una estructura de celda-conmutada. La búsqueda de dirección IP se realiza en hardware en la placa E/S. Un procesador central controla el sistema, trata las excepciones y crea la tabla de enrutamiento.

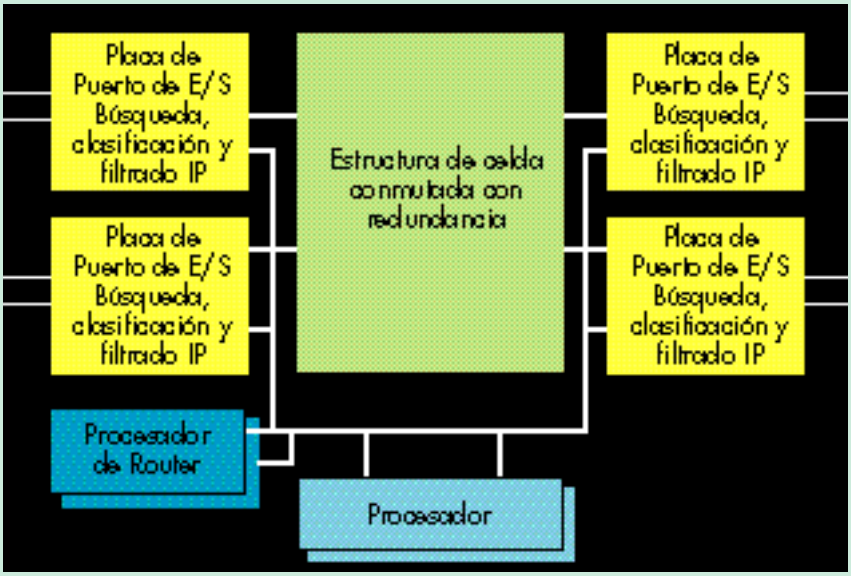


Figura 3- Router de tercera generación.

Hoy, Internet no solo lleva datos, sino también cada vez más tráfico en tiempo real, como voz y vídeo. El servicio best effort ofrecido por Internet ya no es lo bastante bueno para el sector empresarial, que se está acostumbrando al nivel de servicio ofrecido por la red de telecomunicaciones tradicional.

El enorme crecimiento de Internet ha sacado a la luz problemas de gestión y escala en un gran sistema de comunicaciones de paquetes basado en datagramas. Se están atacando estos problemas, y como resultado habrá una continua evolución de IP. Nuevos protocolos de enrutamiento, algoritmos y arquitecturas se están desarrollando de forma continuada. También están siendo regularmente imaginados nuevos protocolos de capa Internet, y modificaciones de los protocolos existentes.

El IETF está desarrollando normas y protocolos, como calidad de servicio (QoS), clase de servicio, seguridad, y Conmutación por Etiquetas Multiprotocolo. El router IP de la próxima generación será capaz de proporcionar facilidades y servicios que cumplan dicha normas de Internet.

Como muestra la **Figura 3,** el router de tercera generación se construirá en torno a estructuras de celdas conmutadas u ópticas con una considerable ampliación de la capacidad y escalabilidad. Se añadirán nuevas funciones hardware en la placas de los puerto de E/S:

- clasificación de paquetes;
- agrupamiento multidistribución;
- colas basadas en el flujo;
- determinación del QoS;
- segmentos de testigos;
- implementación de políticas (filtrado de paquetes);
- dispositivos de proceso de ruta especializados;
- soporte de un gran número de puntos;
- amplia redundancia –puertos, estructuras, control;
- funcionalidad QoS wire-speed en las placas E/S;
- adicional potencia de proceso dinámicos de protocolos de enrutamiento;
- un requisito clave es el 'no un único punto de fallo'.

Bing Liu es Director del Centro de Competencia de Protocolos Internet de Alcatel USA, en Richardson, Tejas, Estados Unidos.

niendo requisitos más rigurosos en el enrutamiento del tráfico.

■ Las SLAs y Redes que Permiten una Política

Operada esencialmente por una serie de competitivos operadores e ISPs, Internet tiene que abordar un enrutamiento de política crecientemente compleja. Hace algún tiempo, el IETF comenzó a especificar protocolos de enrutamiento de políticas "entre dominios". Aquí, un dominio se debería ver como un conjunto de enlaces y nodos, que es totalmente gobernado por una autoridad administrativa que determina la política de enrutamiento del dominio. Frecuentemente, dichas políticas incluyen restricciones en la clase de usuarios que pueden ser servidos por el dominio, QoSs que el dominio pretende ofrecer a los otros dominios, y requisitos en términos de trayectos de comunicación entre dominios usados por la paquetes generados dentro del dominio. Más precisamente, en este contexto, la política de enrutamiento determina las reglas relativas al flujo de paquetes a través de los recursos del dominio (nodos, enlaces), al usar este dominio como un dominio de tránsito, desde el dominio a otros dominios, y desde otros dominios al dominio, así las reglas que gobiernan la distribución de la información de enrutamiento.

Además de estas reglas, una política de enrutamiento suele especificar las políticas de tarificación y contabilidad del dominio. Los protocolos de enrutamiento entre dominios deberían incluir mecanismos que permitan a cada dominio reforzar sus propias políticas de enrutamiento. Es importante hacer notar que cada dominio define su propia política independientemente de los otros dominios y que no hay una autoridad global que asegure que estas políticas son consistentes. Consecuentemente, un protocolo de enrutamiento entre dominios debería incluir mecanismos para detectar y remediar posibles políticas de inconsistencias. La arquitectura global de políticas incluirá no sólo el enrutamiento de políticas, sino también mecanismos para permitir la autenticación de usuarios, y para aceptar o rechazar flujos con ciertas características de usuarios específicos y tarificarlos de la forma adecuada (acuerdos a nivel de servicios).

■ Escalabilidad

Continuará la explosión de los servicios de datos, implicando la escalabilidad de Internet, y de las redes IP, en particular, también. Mientras muchos productos actuales soportan escalabilidad a nivel de empresas, o quizás la escalabilidad a nivel de redes de área metropolitana, en el futuro necesitarán ofrecer escalabilidad a nivel de operador. Dos aspectos fundamentales surgen cuando se intentan escalar los elementos de red IP actuales en redes grandes.

Más obviamente, según son más grandes las redes, el volumen de tráfico que pasa a través de nodos y enlaces individuales es mayor. La tecnología de ondas luminosas de multiplexión por división de longitud de onda densa puede proporcionar mayores capacidades de enlaces. Se están desarrollando routers IP muy grandes por diferentes fabricantes, aunque ninguno ha sido probado todavía en la operación real a la capacidad (terabit/s) necesaria para redes IP a escala de operador. Segundo, según la red crece, el número de puertos de interfaz (puertos de usuario y de red) aumenta rápidamente. Para alcanzar la suficiente fiabilidad y disponibilidad, es necesario ser capaces de aislar, buscar, gestionar y supervisar dichos puertos. La gestión de puertos necesita proporcionar información sobre el estado de fallos del puerto, y una indicación sobre como completarlo con el tráfico. Debe ser deseable aislar un puerto de usuario defectuoso o malo de la red para evitar la degradación del servicio a otros usuarios.

Otra aspecto de escalabilidad es que las redes planas de routers totalmente conectados se convierten en impracticables según crece el número de routers homólogos, debido al número de mensajes de rutas que se necesitan enviar entre los routers homólogos. Normalmente, Internet no es totalmente mallada; un problema de acuerdo entre redes pares ocurre en los puntos de intercambio donde los puntos de sistemas autónomos (AS) ISP son una gran cantidad. Un protocolo, como el BGP protocolo de pasarela de borde (BGP) IP, envía mensajes entre cada punto conectado proporcionando información sobre las rutas de todos los routers homólogos adyacentes.

El tráfico en tal tipo de red crece muy rápidamente. Los N routers conectados en una red plana proporcionan N(N-1) rutas, y cada mensaje de ruta incluye información sobre los otros (N-1) routers. Así, el tráfico crece N(N-1)(N-1) que es aproximadamente N elevado al cubo. Ya se necesita urgentemente alguna forma de jerarquía para resolver los problemas de acuerdo entre redes pares.

Se han propuesto un pareja de soluciones, una utilizando MPLS para proporcionar a una red puntos de entrada y de salida a y desde una red más central, divide eficazmente la red en partes más pequeñas. Esta red central utiliza el MPLS para tratar los paquetes internamente. En la actualidad se piensa que el MPLS es un protocolo para redes centrales Frame Relay y ATM, pero que podría hacerse fácilmente corresponder con las nuevas tecnologías, como el enrutamiento directo de paquetes ópticos.

Un nuevo aspecto de escalabilidad a tratar es el relacionados con la densidad de transacciones. Según son más grandes las redes y soportan más tipos de servicios, hay más peticiones de nombres (servicio de nombres de dominios), reservas de recursos, seguridad, etc. Esto implica que la arquitectura de servicios también tiene que escalar a mayores tamaños, y ser capaz de procesar muy fiablemente un gran número de transacciones por segundo. Una arquitectura escalable de servidores basados en transacciones es muy importante para la provisión de redes de operadores.

La industria telefónica tiene experiencia en este campo, ya que las plataformas de servicios basados en redes inteligentes y redes de sistema de señalización nº7 pueden valer bien para las necesidades del futuro. En verdad, los protocolos subyacentes de dichos siste-

mas se tendrán que cambiar para adaptarse a las necesidades IP, pero las plataformas básicas y los conceptos de creación y gestión de servicios transitan realmente bien hacia las necesidades de los operadores emergentes y establecidos según aumenta el tamaño y cartera de servicios de los operadores IP.

■ Los Móviles e Internet

No se puede ignorar el fenomenal crecimiento del número de usuarios móviles, lo que traerá consigo una creciente demanda de disponibilidad de servicios Internet a través de terminales móviles. Ya el GSM (Global System for Mobile Communication) está ofreciendo el GPRS (General Packet Radio Service), que proporciona la transferencia de datos en modo paquete. La próxima etapa es el UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Como ejemplo, se están especificando protocolos que permitirán que el contenido (servicios de obtención de información) de Internet se pueda cargar en terminales de baja gama a través del WAP (Wireless Application Protocol).

■ Conclusiones

Se están sucediendo muchos excitantes avances en la tecnología IP, y están apareciendo nuevos y útiles servicios y protocolos con gran rapidez. Aún quedan muchos interesantes retos por superar para una tecnología IP que pueda proporcionar una red a escala de operadores con la fiabilidad y amplitud de servicios necesarios en el demandante entorno de telecomunicaciones de hoy día.

El resto de artículos de este número examina una pocas área seleccionadas de investigación. En este momento, la tasa de crecimiento del tráfico IP supera substancialmente la tasa de crecimiento del proceso de silicio. La futura tecnología de enrutamiento óptico para aumentar espectacularmente la capacidad de los routers de paquetes se examina en el artículo "Convergencia de Datos, Voz y Multimedia sobre WDM: el Caso de los Routers Ópticos". En un artículo sobre "Calidad de Servicio en Internet", los autores consideran los méritos de la escalabilidad y aseguramiento de los comportamientos y clases de servicios diferenciados e integrados.

Finalmente, el artículo "Pasarelas de Voz sobre IP y de Protocolo de Control de Pasarelas de Medios" examina posibles arquitecturas para pasarelas de voz sobre IP, así como de los protocolos que se requerirán.

Otra área crucial de investigación es la restauración de facilidades dentro de redes IP ya que esto es esencial para asegurar la fiabilidad. Este tema se debate en un artículo "Restoration Schemes for Optical and SONET/SDH-based IP Networks", que considera el balance entre la restauración de la capa de enlace (SONET/SDH) y la restauración de la capa de caminos (IP L3) en redes IP. Notar, sin embargo, que debido a limitaciones de espacio este artículo sólo se puede encontrar en Internet en la dirección: www.alcatel.es

Tom Mc Dermott es Director Senior Director de Tecnología Estratégica de Alcatel USA en Richardson, Tejas, Estados Unidos..

Cuando se escribió este artículo, **Thierry Van Landegem** era Director de Investigación de Arquitectura de Redes en el Centro de Investigación Corporativo de Alcatel, responsable de la investigación en Internet. últimamente ha sido nombrado Vicepresidente de la Unidad de Negocio de Acceso a Multiservicios en la División de Acceso a Internet.

CONVERGENCIA DE DATOS, VOZ Y MULTIMEDIA SOBRE WDM: EL CASO DE LOS ROUTERS ÓPTICOS

D. CHIARONI
A. JOURDAN
F. MASETTI
M. RENAUD
L. S. TAMIL
M. VANDENHOUTE

Se necesitan routers ópticos de gran capacidad para tratar el crecimiento futuro del tráfico Internet debido a la convergencia de los servicios de datos y voz.

■ Introducción

El tráfico de Internet ha crecido cada año entre el dos y el cinco por ciento durante los últimos quince años, y no parece probable que decrezca esta velocidad de crecimiento. Al contrario, el crecimiento probablemente se acelerará en cuanto las redes de acceso de banda ancha y las nuevas aplicaciones con hambre de ancho de banda se encuentren ampliamente disponibles. A partir del 2000, se espera que el volumen del tráfico de datos en general sobrepase al tráfico de voz.

De acuerdo al Yankee Group, las ganancias de las compañías de telecomunicación (telcos) crecerán desde 190 mil millones de dólares en 1997 a 260 mil millones en el 2000, siendo los datos los principales responsables de este crecimiento. Un informe de CIMI Corp establece que más allá del año 2000, el 80% de los beneficios de las telcos se obtendrán de los servicios basados en datos. Hasta ahora ha habido una clara línea de separación entre las telcos y distribuidores asociados y la industria de datos. No obstante, los principales actores de ambas industrias ya están planificando el adaptar sus redes y sus productos para tratar la convergencia de los servicios de voz y datos.

Los servicios de datos también han cambiado significadamente las estadísticas del tráfico. Las medidas indican que las aplicaciones de datos, tales como el e-mail, la transferencia de ficheros y la navegación por la web, dan lugar a grandes e impredecibles fluctuaciones de tráfico, llevando a un tráfico que es casi parecido o fractal por naturaleza, esto es, el tráfico muestra variabilidad en todas las escalas de tiempo. Estas nuevas estadísticas están forzando a los operadores bien a un sobredimensionado significativo de sus capacidades de red, con implicaciones negativas en las inversiones, o bien a adaptar sus equipos para absorber eficientemente las rápidas fluctuaciones de tráfico. Para ello han introducido progresivamente los sistemas de conmutación de paquetes en sus redes centrales, metropolitanas y de acceso.

El Protocolo Internet (IP) se ha convertido en el protocolo de la capa de red (Capa 3) omnipresente y dominante para soportar el tráfico de datos. Debido a su gran base instalada y a su precio atractivo, el IP es un gran candidato para ser la plataforma común de red de todos los servicios (incluyendo voz y multimedia). No obstante, la primera generación de routers IP, aunque se adaptan bien a aplicaciones tales como el correo electrónico y la transferencia de ficheros, que no tienen fuertes requisitos de retraso (considerados como servicios “best effort"), no puede ofrecer las garantías de retrasos que se requieren para servicios tales como la voz y el vídeo. Por tanto, la definición de Clases de Servicios (CoS) ha llegado a ser muy importante. Actualmente el Modo de Transferencia Asíncrono (ATM) se ha introducido como protocolo de la capa de enlace (capa 2) por debajo del IP para ofrecer enrutamiento múltiple de Calidad de Servicio (QoS). Al mismo tiempo, la comunidad IP está desarrollando sus propios mecanismos QoS y CoS. El Conmutador de Etiqueta de Multi-Protocolo (MPLS) define, de una forma genérica, el transporte de IP sobre cualquier tecnología de la Capa 2, y es una forma de introducir la QoS en el IP]; el Protocolo de Reserva de Recursos (RSVP) permite que garantizar la provisión del QoS para tráfico de alta calidad. La instalación de estos protocolos abrirá el camino hacia el uso del IP como una plataforma universal para las aplicaciones de datos, voz y multimedia. Así la convergencia de voz, multimedia y datos revolucionará toda la arquitectura de las redes de telecomunicaciones, pasando de redes optimizadas de voz a redes optimizadas de datos.

■ Conmutación de Paquetes Ópticos IP

La infraestructura de transporte de la información se ha revolucionado con la llegada de la Multiplexión por División de Longitud de Onda (WDM). La escalabilidad que ofrece el WDM es una gran ayuda para el área de transporte, y se han anunciado productos de transmisión con una capacidad superior a 1 Tbit/s por fibra. En paralelo, se están haciendo esfuerzos en todo el mundo para definir una infraestructura de transporte óptima para las futuras redes centradas en datos. El protocolo de Red óptica Síncrona (SONET) (y la Jerarquía Digital Síncrona, o SDH, en Europa) se está desplegando ampliamente como protocolo de la capa física (capa 1); esto suministra provisión de capaci-

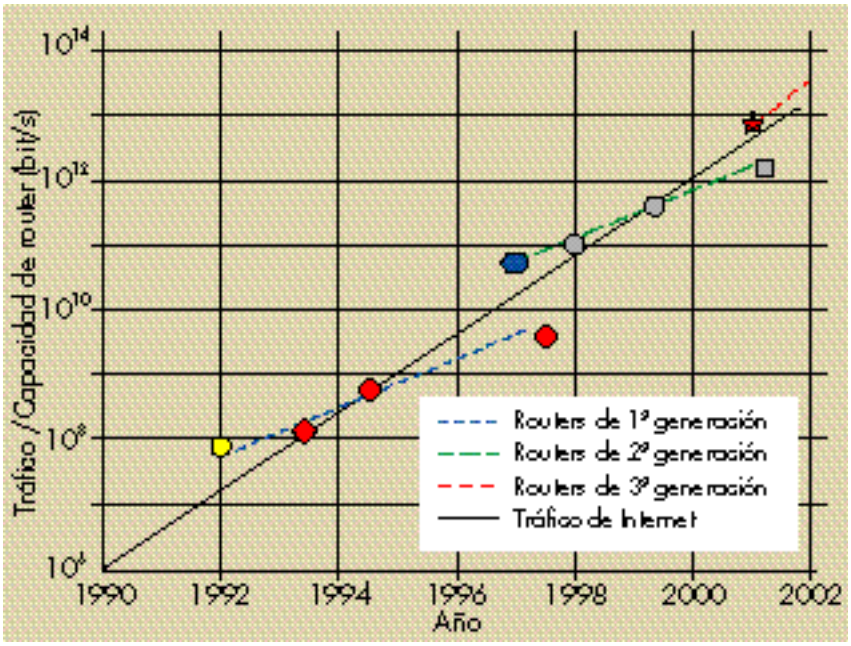


Figura 1 – Crecimiento del tráfico Internet comparado con la capacidad del router IP.

dad y funciones de reconstrucción mediante el uso de multiplexores y/o transconectores de extracción-inserción.

Las redes de telecomunicaciones actuales no están optimizadas para el tráfico de datos. En consecuencia, las capas múltiples de multiplexión y conmutación, tales como SONET y ATM, se usan por debajo del IP por razones de multiplexión y gestión. Se prevé que este método podría ser costoso y poco eficiente a la vista del número de capas y sistemas requeridos. No obstante, hay un movimiento para reducir el número de capas. Un ejemplo es el transporte de IP (con o sin ATM) directamente sobre WDM, en el que el entramado de SONET (pero no la conmutación) se usa principalmente para supervisar el rendimiento, mientras que la reconstrucción está a cargo bien directamente de los routers IP o bien de la capa WDM. Varias soluciones del diseño de las capas se adaptarán a las diferentes necesidades de los operadores, dependiendo de sus redes. El WDM no es una forma de aumentar la capacidad; ofrece un camino flexible para compartir la infraestructura de transmisión entre diferentes servicios.

Las áreas de conmutación y enrutamiento, para las cuales la óptica todavía está en su infancia, están experimentando las limitaciones del proceso electrónico. Los actuales routers electrónicos están luchando para escalar con el crecimiento del tráfico de datos, un problema que sólo puede llegar a ser peor. Mientras que la capacidad de proceso del silicio se duplica cada 18 meses, las demandas de tráfico IP están creciendo mucho más rápidamente. La **Figura 1** muestra routers de generaciones pasadas, emergentes y futuras. Eventualmente, la generación emergente de routers, que es una extensión de la primera generación, será incapaz de hacer frente al crecimiento del tráfico Internet, por lo que es esencial realizar un gran avance tecnológico. El método adoptado por muchas compañías al construir routers de tercera generación es el uso de técnicas de proceso paralelo para aumentar la capacidad actual de los routers electrónicos. No obstante, la viabilidad de este método aún tiene que demostrarse. Otro método consiste en diseñar routers ópticos basados en tecnología WDM, que debe a larga salvar las lagunas entre las áreas de transporte y enrutamiento.

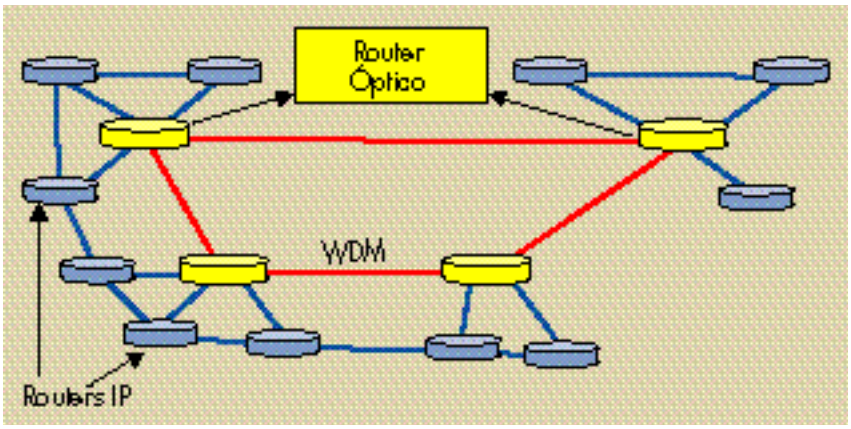


Figura 2 –Instalación propuesta del IP/WDM y del router óptico.

Alcatel Research está estudiando activamente nuevos conceptos para routers ajustables a escala de alta capacidad basados en tecnología interna, tales como el Router Óptico IP multi-Terabit (TIPOR). Los routers ópticos eventualmente sustituirán al actual equipo síncrono entre los routers tradicionales de IP de la capa 3 y los sistemas de transmisión WDM (**Figura 2**).

Entre las claves que permiten estas tecnologías se encuentran los equipos electrónicos de alta velocidad (10/40 Gbit/s), basados bien en Si-Ge o bien en material semiconductor III-V, y en la tecnología al estado-del-arte de la conmutación óptica de alta velocidad. Se puede usar una combinación de funciones de ambas tecnologías para construir routers ópticos de paquete multiterabit/s trabajando a una velocidad de línea que es escalable en términos tanto de velocidad de interfaz como de capacidad total.

Se espera que las tecnologías de conmutación ópticas ofrezcan ventajas significativas en la instalación de routers de paquete:

- *Capacidad y velocidad de interfaz:* Se ha probado que las tecnologías de conmutación óptica son independientes de la velocidad binaria, escalando al menos hasta la velocidad de interfaz actualmente prevista de 40 Gbit/s y a una capacidad total de múltiple Tbit/s.
- *Escalabilidad y modularidad:* El uso de las técnicas de enrutamiento WDM no sólo optimiza el equilibrio de los costes, sino que también aumenta la flexibilidad arquitectural, permitiendo una elegante evolución en términos de capacidad y de velocidad de línea, y permitiendo la diferenciación de servicios con diferentes requisitos QoS.
- *Simplicidad y fiabilidad:* Al procesar la información a velocidad de línea, la conmutación óptica simplifica los equipos electrónicos de control asociados al router, lo cual es un factor restrictivo en los métodos tradicionales. El proceso en serie de la información podría también mejorar la fiabilidad.

Aunque las tecnologías de conmutación óptica serán una parte importante de estos sistemas, el router de paquetes no será necesariamente "totalmente-óptico". Al contrario, una serie de funciones, tales como la generación de paquetes, el sincronismo, la regeneración y la lectura de la cabecera, tienen que hacerse total o parcialmente utilizando equipos electrónicos. De esta forma, los equipos electrónicos de alta velocidad son igualmente importantes para la tecnología, aunque su uso será limitado para que no se vea afectada la escalabilidad.

■ Router Óptico de Capacidad Multi-Terabit

El concepto de router óptico que se está estudiando actualmente en el proyecto TIPOR cumple las siguientes especificaciones generales:

- Capacidad y escalabilidad:
  - capacidad final de más de 10 Tbit/s;
  - capacidad escalable desde cientos de Gbit/s a la capacidad final;
  - evolución modular;
  - la tecnología central es independiente de la velocidad de línea y compatible con velocidades de línea de hasta 40 Gbit/s;
  - sistema de control eficiente y escalable;
  - rendimiento lógico al estado-del-arte en términos de equilibrio entre la velocidad de pérdida y latencia de los paquetes.
- Capacidad de enrutamiento y multidifusión multi-QoS.
- Combinado con facilidades de protección/reconstrucción a nivel de canal óptico y de transmisión WDM.
- Gestión integral.

La **Figura 3** muestra un esquema del router óptico, cuyos bloques funcionales son:

- Memoria óptica formada por un grupo (limitado) de Líneas de Retardo de Fibra (FDL) ópticas.
- Estructura de conmutación óptica (que no sería bloqueante en sentido amplio) formada por elementos de enrutamiento compuestos por un número mínimo de componentes. El conmutador sería capaz también de nultidifusión a nivel

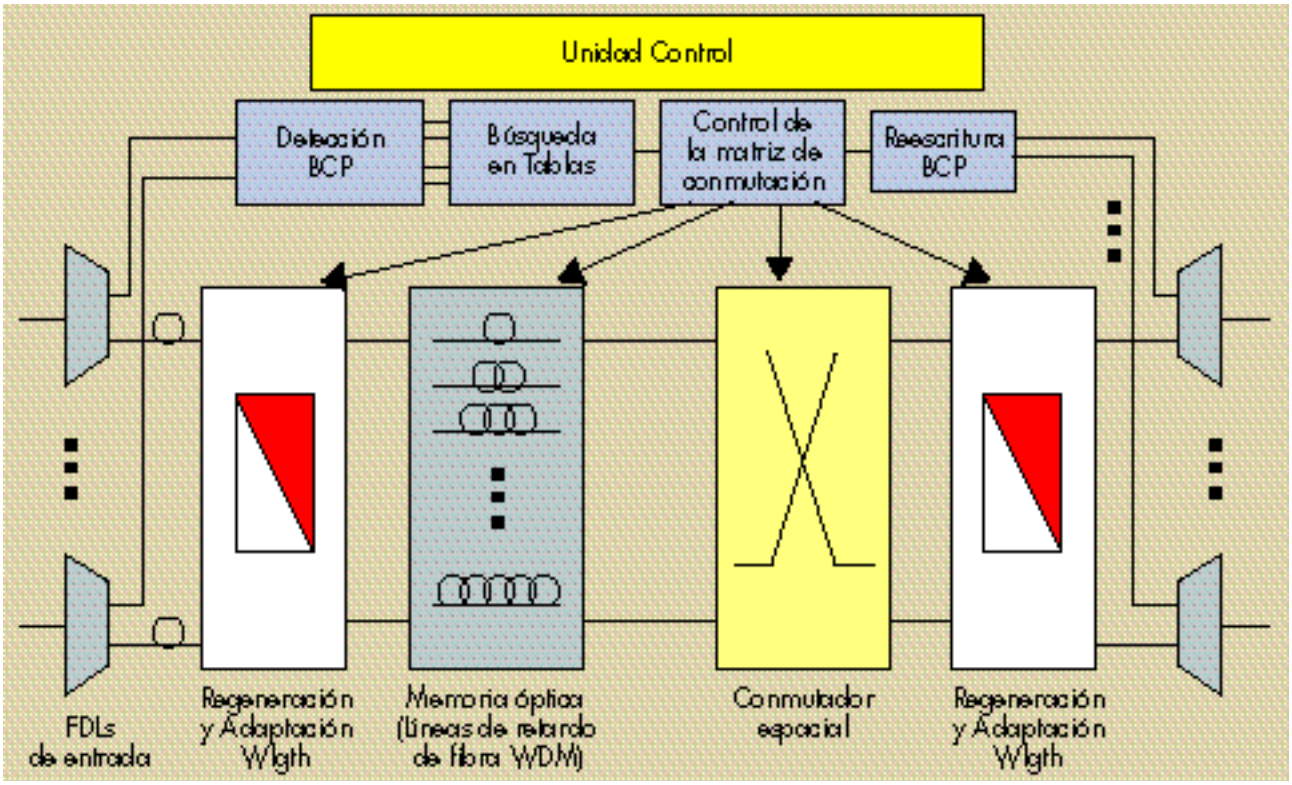


Figura 3 – Esquema de un router óptico de terabit/s. (BCP – Paquete de Control de Ráfagas).

natural debido a la necesidad de multidifusión en las redes IP modernas.
- Procesadores de paquete de entrada y salida para adaptar el plan interno de longitud de onda a los terminales de transmisión WDM asociados y para regenerar la señal. El procesador de entrada puede tener también una función de sincronización en los canales de entrada y/o control.
- Electrónica de control, incluyendo el proceso de cabecera, la búsqueda en tablas y el control de la matriz de conmutación.
- La lógica de enrutamiento y gestión para suministrar la plataforma de alto rendimiento necesaria para controlar el nodo, la planificación de eventos y la instalación/actualización de los algoritmos y protocolos de enrutamiento y transporte.

Formato del Paquete Óptico

A velocidades de datos de multi-terabit por segundo, no es viable ni necesario conmutar paquetes individuales de IP ya que estos routers de alta capacidad estarán localizados en la red Internet. Por lo tanto, en lugar de conmutar paquete IP por paquete IP, el router óptico de terabit está diseñado como un sistema de "capa 1 y 2" para conmutar "ráfagas ópticas", cada uno de las cuales contiene muchos paquetes IP.

El formato del paquete óptico es de primordial importancia, y se están considerando varias opciones. Se están estudiando temas como la duración fija o variable del paquete, limitaciones de la duración, duración de los tiempos de protección para permitir el tiempo de conmutación y el transporte de la cabecera:

- *Duración variable frente a fija del paquete:* El uso de una duración fija de paquete permite una operación casi síncrona del router, y de esta forma llegar a un rendimiento lógico óptimo y sencillo de los equipos electrónicos de control, aunque a expensas de costosas interfaces de sincronismo. La duración variable del paquete elimina la necesidad del sincronismo, pero requiere mecanismos de control y planificación más complicados, los cuales son en su mayoría software. En el último caso, se requieren algoritmos específicos de optimización para alcanzar el rendimiento que se requiere, tal como se detalla abajo.
- *Limitaciones de duración del paquete:* Se requiere una duración mínima del paquete de varios cientos de nanosegundos debido a los retrasos de la búsqueda en las tablas y de todos los equipos electrónicos de control. Por otro lado, la duración máxima del paquete se limitará a unos pocos microsegundos a la vista de los requisitos de profundidad de la memoria (1 km de fibra se corresponde con 5 μs de retardo). Los paquetes más largos reducen la complejidad de la búsqueda en tablas y de transporte, y aumentan el potencial de determinación del tráfico en la entrada de la red, aunque limitarán la flexibilidad de utilización de los recursos.
- *Duración de los tiempos de protección:* Se requieren tiempos de protección de al menos varios nanosegundos entre los paquetes ópticos para permitir los retrasos de conmutación y sincronización imperfecta.
- *Transporte de la cabecera:* La cabecera podría transportarse bien con la carga útil en la misma longitud de onda, o en una longitud de onda diferente. El método antiguo requiere equipos electrónicos de alta velocidad para leer la cabecera, pero reduce el riesgo de que la cabecera se disocie de la carga útil. En el último caso, la cabecera se puede transportar a una velocidad de datos más baja que la carga útil, y se pueden procesar utilizando equipos electrónicos comerciales. En este caso, tiene que seguirse la relación de fase entre la cabecera y la carga útil, pero esto suministra la flexibilidad para añadir un retraso predeterminado entre la cabecera y las ráfagas de datos en los nodos de borde para permitir los retrasos de establecimiento dentro de la red.

El formato del paquete también está afectado por el hecho que el conmutador de ráfagas funciona directamente en la capa WDM. El entramado también debería tener en cuenta la necesidad de supervisar el rendimiento, la reconstrucción y la protección. En el escenario Paquete sobre SONET (PoS), estas funciones son suministradas por SONET. Las actuales actividades en el Optical Interworking Forum (OIF) sugieren que la instalación a corto plazo del IP sobre WDM podría ser un entramado simplificado basado en SONET. Ya que en un principio SONET no se diseñó para esta aplicación, su gruesa granularidad (trama de 125 μs), la carga general y la dificultad de adaptarlo a transportar el IP a velocidades altas de datos no le hace candidato a largo plazo para el transporte del IP sobre WDM. Definitivamente existe una necesidad de un nuevo método, que podría diferir significativamente del SONET.

En cuanto a la protección, eliminar SONET tiene varias implicaciones. SONET utiliza una costosa protección basada en anillo ó reconstrucción mezclada en la capa más baja, lo cual no es adecuado dentro del marco de una red que transporta servicios diferenciados. En una red tal como la estudiada en TIPOR, la reconstrucción se puede asumir bien en la capa 1 o bien en la capa 3 (tráfico reconstrucción de punto fuente-a-punto destino). Las transacciones sensibles al tiempo (voz, vídeo) podrían también necesitar una protección o una reconstrucción rápida de la capa 1, mientras que las transacciones no sensibles al tiempo pueden confiar en la reconstrucción de la capa 3 usando un protocolo de retransmisión de la capa de transporte (capa 4), tal como el Protocolo de Control de Transmisión (TCP). La habilidad para diferenciar estos servicios y ofrecer dos tipos de reconstrucción podría quitar presión a la capacidad libre que se requiere para restaurar sólo la capa 1, y reducir considerablemente la inversión requerida.

Memoria Óptica

Aunque la mayoría de los ordenadores actuales están usando memorias ópticas con capacidades de varios Gbits (CD-ROM, DVD), la falta de una eficiente conversión óptica serie/paralelo y de un acceso rápido a memoria las hacen casi inutilizables en las aplicaciones de conmutación. Esto ha obligado a que las ar-

quitecturas electrónicas estén duplicadas en el campo de la óptica. No obstante, las líneas de retardo ópticas pueden sustituir a las memorias en este campo. Por ejemplo, 1 km de fibra óptica, utilizada como línea de retardo puede almacenar 50 000 bits por 5 μs a 10 Gbit/s en una única longitud de onda. Usando WDM y líneas conmutadas de retardo de diferentes longitudes, es posible almacenar unos pocos Mbits de datos en varias decenas de canales temporales cuando se utilizan en régimen síncrono. En este caso, el mecanismo de control es simple. Las líneas de retardo también tienen la ventaja de ser independientes de la velocidad binaria.

La profundidad requerida de la memoria se determina por la carga de la red (porcentaje de recursos utilizados) y el tipo del tráfico. Obviamente las memorias temporales más profundas minimizan la probabilidad de que un paquete sea eliminado por congestión. No obstante, son más costosas debido al número de componentes. Como se explicó antes, el tráfico Internet es casi similar, ya que fluctuaciones grandes, e imprevisibles de tráfico pueden llevar a requisitos de profundidades de memoria muy grandes y a retrasos acumulados también muy grandes, lo cual no es compatible con algunas aplicaciones. Por lo tanto es esencial buscar un equilibrio entre la profundidad de la memoria intermedia y la complejidad. Se pueden utilizar varias técnicas de optimización:

- *Optimización de la estructura de la memoria:* Una memoria no uniforme de línea de retardo (para la cual el retraso incremental entre líneas de retardo no es unidad de la longitud de paquete), y el uso de recirculación entre la salida del router y los puertos de entrada, reduce la pérdida de paquetes grandes sin añadir mucha complejidad. Esta solución es adecuada sólo para los servicios best effort y para servicios de alta calidad con algunas limitaciones de pérdida de paquetes, a causa del riesgo de pérdida de secuencias entre paquetes sucesivos desde la misma conexión (**Figura 4**).
- *Servicios diferenciados y uso de algoritmos adaptados de enrutamiento:* Como en los routers IP tradicionales, la diferenciación de servicios permite que el tráfico se separe de acuerdo a sus necesidades, y además permite que los algoritmos de enrutamiento se adapten a los requisitos del servicio. Esto podría permitir la optimización de diferentes colas para distintas CoS, o podría reducir las necesidades de encolamiento aplicando enrutamiento de desviación para el tráfico de baja prioridad, o sea, redirigiendo un paquete a una ruta no óptima en caso de contienda.
- *Uso de la dimensión de longitud de onda para reducir la congestión del tráfico:* Ya que el método de Alcatel de router óptico multi-terabit/s es adecuado para introducirse en un entorno donde se encuentran disponibles decenas o cientos de longitudes por enlace, la capacidad de salida añadida que puede tratar cualquier paquete óptico de entrada está en el rango de los terabit/s. Por lo tanto, se espera que haya una reducción importante en las variaciones estadísticas del tráfico como resultado de promediar sobre un gran número de canales ópticos.
- *Uso de algoritmos eficientes de planificación:* Como se indicó antes, una duración variable del paquete podría reducir considerablemente el rendimiento del tráfico comparado con el caso síncrono. No obstante, los algoritmos optimizados de relleno de interrupciones que tienen en cuenta el tamaño del paquete podrían reducir considerablemente las interrupciones en los enlaces, y proporcionar una profundidad de memoria temporal de tamaño razonable para una tasa aceptable de pérdida de paquetes.

Uso de Enrutamiento Multicamino en el Protocolo de Enrutamiento [10]

En el Enrutamiento Multicamino (MPR), la búsqueda en tablas contiene más de un camino, en contraste al Enrutamiento de Camino único (SPR) donde sólo hay una camino preferido. Cuando este camino está ocupado, el router se enruta hacia el segundo mejor camino. Aunque aumenta la complejidad de la búsqueda en tabla, es realizable y reduce considerablemente los costes. La instalación del MPR tiene un sentido especial cuando se asocia con la diferenciación de CoS. El tráfico que no es sensible al tiempo siempre se puede encaminar a una ruta distinta del camino óptimo (por "desviación") utilizado por los paquetes sensibles al tiempo. La **Figura 5** muestra la eficacia del MPR al disminuir el volumen de la memoria.

Todas estas técnicas, las cuales se pueden usar conjuntamente para optimizar el rendimiento y la complejidad de la memoria, se están estudiando actualmente.

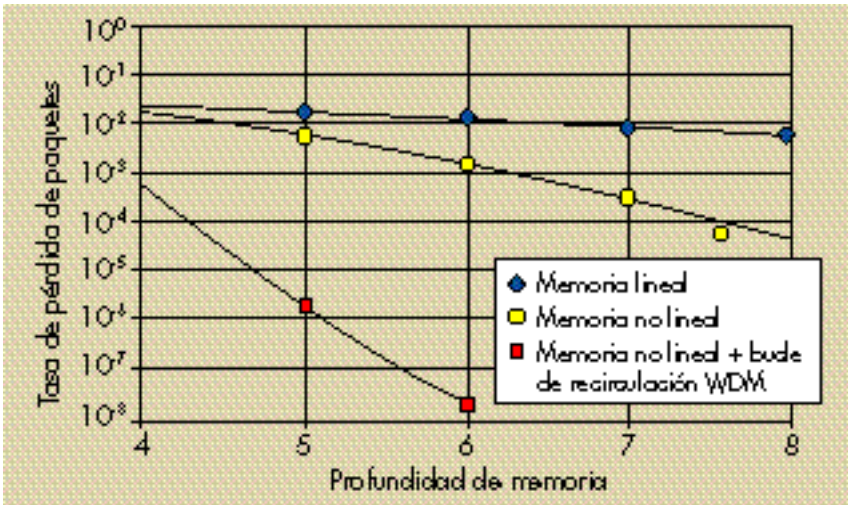


Figura 4 – Velocidad de pérdida de paquetes frente a profundidad de memoria para un conmutador de 16-puertos con una carga de 0.8 y estadísticas de tráfico aleatorio (duración fija del paquete); la distribución de las líneas de retardo de fibra es exponencial, y el número de recirculaciones se limita a 5.

Problemas de Control

El diseño del control de un router óptico presenta algunos retos únicos:

- Aunque es posible algún almacenamiento de memoria usando FDLs, el almacenamiento óptico no es tan flexible como el electrónico, que permite al diseñador en gran parte separar (en el tiempo) las operaciones de control de las placas de las líneas de entrada y salida. La naturaleza fly-through del conmutador óptico de ráfagas implica que el control trabaja con restricciones mucho más rigurosas en tiempo real: las puertas ópticas para la configuración de la memoria y de la matriz se deben configurar antes de que llegue la ráfaga. Las ráfagas que no se pueden procesar a tiempo se pierden irrevocablemente, mientras que en los routers electrónicos, las memorias temporales de paquetes grandes pueden absorber los picos temporales. En consecuencia, es necesario diseñar un sistema de control (transporte, planificación, etc.) que siempre trabaje a velocidad pico y con fuertes restricciones de latencia.
- Las redes ópticas tienden a mostrar productos de gran ancho de banda–retardo, esto es, el volumen de datos en tránsito normalmente es muy grande. Aunque esta característica es común a todas las tecnologías de conexión de redes de alta velocidad, la ausencia de un almacenamiento de memoria temporal equivalente en el campo óptico hace más exigente el control de la congestión. Por ejemplo, la interacción del control del flujo TCP con el comportamiento específico de la tecnología de capa de enlace Conmutador óptico de Ráfagas (OBS) necesita ser analizada rigurosamente. Mientras que la ausencia de grandes memorias temporales podría demostrarse perjudicial en este caso, la latencia mínima (como se traduce en el tiempo del viaje) podría demostrarse como altamente beneficiosa para todo tipo de rendimiento del TCP.
- Un efecto secundario de productos de gran ancho de banda–retardo es que los esquemas clásicos de señalización (por ejemplo, para establecimiento de caminos y reserva de recursos anexo) tienden a ser menos eficientes. Al contrario, se necesitan almacenar grandes volúmenes de datos en memorias temporales en los bordes de las redes OBS mientras se hace el establecimiento de camino/reserva. Dependiendo de la duración/granularidad típica de la transferencia de datos a lo largo de un camino señalizado, el transporte orientado a conexión precedido por el establecimiento del camino podría no ser una solución viable.
- Independientemente de los beneficios relativos al transporte orientado a conexión y sin conexión, ambos métodos son compatibles con el OBS. En consecuencia uno puede aprovecharse de la mayor parte de la experiencia desarrollada para las redes clásicas IP, incluyendo MPLS, cuando se diseñan los protocolos de señalización y enrutamiento de TIPOR.
- El transporte de las unidades de datos del protocolo de control es un reto por sí mismo, ya que es necesario evaluar los beneficios relativos del transporte de este tipo de información fuera de banda, en distintas longitudes de onda, o dentro de banda, bien como ráfagas en las longitudes de onda de los datos ó multiplexados con la información de la cabecera OBS.
- Por último, ya que las ráfagas podrían incluir múltiples paquetes individuales, los criterios que determinan la asignación de un paquete a una determinada ráfaga en el borde de una red OBS fijarán la eficiencia del TIPOR. Los criterios incluyen características de router de borde en el destino de salida, de miembro del árbol de multidifusión y de tipo-de-servicio.

La tentadora perspectiva de capacidad sin límites del router óptico se desencadenará solamente mediante el diseño innovador tanto de plataformas de control como de protocolos. Para hacerlo posible se tendrán que desarrollar propuestas novedosas no relacionadas completamente con el actual conocimiento en el diseño del router.

■ Tecnologías que lo Permitirán

Alcatel ha realizado experimentos para validar las tecnologías ópticas que se requieren para construir estos sistemas utilizando un banco de pruebas experimental basado en una arquitectura de conmutación de emisión-y-selección [8]. La **Figura 6** muestra esta arquitectura, que se ha validado en el contexto de los paquetes de duración fija utilizando tecno-

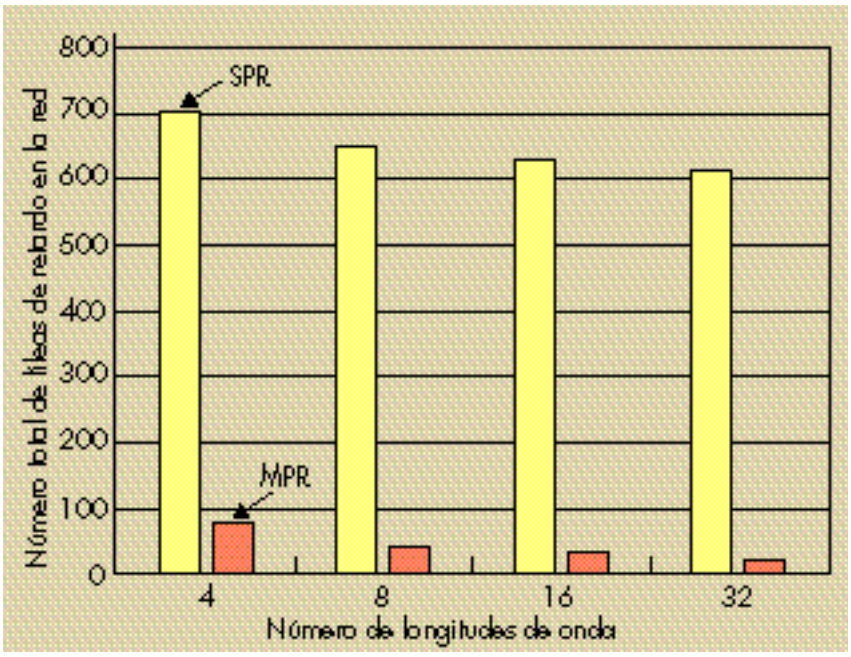


Figura 5 – Volumen requerido de la memoria en una función del número de longitudes de ondas disponibles en el router para MPR y SPR.

logía SOA (Semiconductor Optical Amplifier). La configuración de emisión-y-selección suministra multidifusión natural. Una matriz de conmutación de bloque único de 32 puertos funcionando a 10 Gbit/s por longitud de onda con 32 posiciones de memorias ópticas se puede instalar con márgenes razonables del sistema. Estos bloques podrían constituir la base de los routers ópticos modulares con una capacidad de alrededor de 10 Tbit/s.

La realización exitosa de un router óptico se basará en el desarrollo de algunos dispositivos y tecnologías clave los cuales se analizarán más adelante.

En vista de su superior rendimiento de conmutación (tiempo de conmutación de 1 ns, relación on-off >50 dB, ganancia óptica >15 dB) e integrabilidad, los SOAs son la mejor opción para la conmutación rápida de los paquetes ópticos. Su valor típico de ruido, potencia de salida y rendimiento de la ganancia les permite ser utilizados en régimen WDM con cerca de 32 canales, como se requiere para la arquitectura descrita arriba. Los tamaños más grandes podrían estar limitados en última instancia por la acumulación de ruidos y por la interferencia entre símbolos.

El SOA se puede usar como la base de diferentes elementos claves de conmutación ópticos, tales como un conmutador de fibra óptica, un convertidor óptico de longitud de onda y un selector óptico de longitud de onda. Prototipos de estos dispositivos se encuentran disponibles en el laboratorio.

El uso de un transpondedor regenerativo es la clave para la adaptación de la longitud de onda entre los sistemas de transmisión WDM y la matriz de conmutación, y para regenerar (parcial o totalmente) señales que sufren problemas de transmisión (dispersión del modo cromático y de polarización, efectos no lineales, acumulación de ruidos) y de conmutación (interferencias, ruidos). Aunque las soluciones optoelectrónicas son firmes candidatas para esta aplicación, también estamos estudiando soluciones totalmente ópticas, las cuales son compatibles con la operación de hasta al menos a 40 Gbit/s y podrían llegar a ser rentables gracias a la integración. Un convertidor de longitud de onda totalmente óptico, basado en tecnología SOA y en el principio de modulación de la fase de cruce entre la señal de entrada y un transmisor local se puede usar para construir este transpondedor. Recientemente hemos demostrado que la forma de la señal se podría regenerar totalmente para permitir poner en cascada varios centenares de interfaces sobre una distancia de transmisión de 20.000 km a 10 Gbit/s. Este esquema podría ser compatible con la operación asíncrona, tal como se requiere en nuestro concepto de router óptico de paquetes.

Las fuentes de longitud de onda sintonizables constituyen una importante tecnología para construir un router óptico para reducir el volumen del hardware. El reto es alcanzar una sintonía rápida fiable en un número importante de longitudes de onda.

En todas estas tecnologías ópticas, el grado de integración es un parámetro clave para alcanzar una solución compacta del sistema. La integración de dispositivos pasivos y activos en módulos compactos con consumo bajo de potencia se está estudiando actualmente. Se requiere un desarrollo similar en electrónica de alta velocidad para que ambas tecnologías estén disponibles en la construcción de los primeros prototipos de routers ópticos de terabit.

■ Conclusiones

El crecimiento del tráfico Internet muestra claramente la necesidad de routers multi-terabit/s. Se requieren nuevas propuestas para desarrollar esta nueva generación de sistemas. Los routers ópticos de paquetes basados en WDM son una extensión lógica de la tecnología de transmisión WDM, y son unos firmes candidatos para alcanzar enrutamiento escalable y modular y, a su vez, una Internet escalable. En principio, están disponibles los componentes básicos necesarios para el desarrollo de routers ópticos; es sólo una cuestión de tiempo la realización de un router óptico de paquetes.

■ Reconocimientos

Los autores quieren agradecer a Gerardo Castanon, Michael Day, Gary Ester, An Ge, Rajesh Jaganathan, Mark Mayes, Tom McDermott y Ljubisa Tancevski por su muy eficaz ayuda.

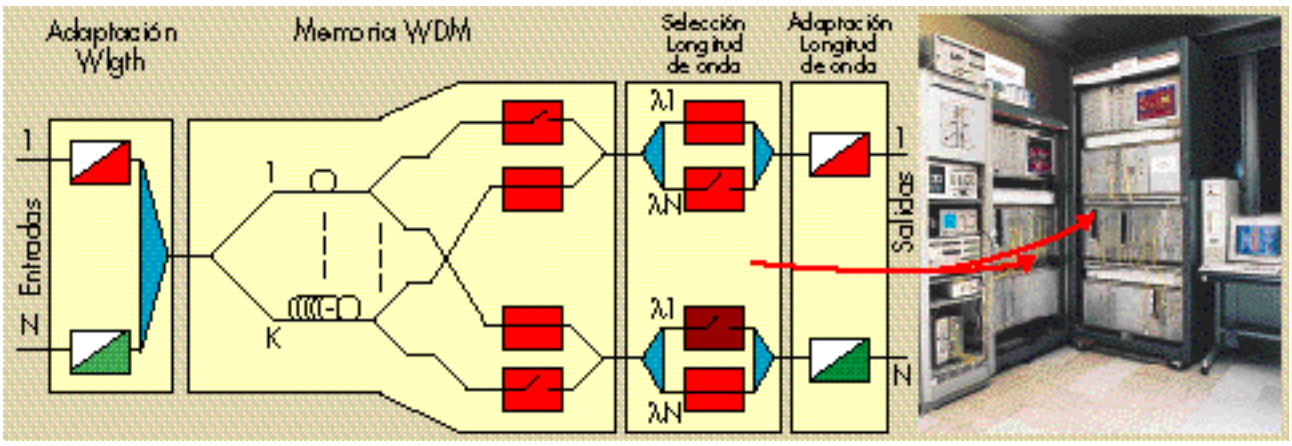


Figura 6 – Arquitectura de una matriz de conmutación óptica de memoria compartida de emisión-y-selección (izquierda) y fotografía del banco de pruebas del laboratorio (derecha).

Dominique Chiaroni está actualmente a cargo de un trabajo sobre redes ópticas multiservicio en el Centro de Investigación Corporativo de Alcatel. Marcoussis, Francia.

Amaury Jourdan es manager adjunto de la Unidad de red fotónica en el Centro de Investigación Corporativo de Alcatel, Marcoussis, Francia, donde está a cargo del desarrollo de nuevos sistemas y conceptos de conectividad óptica.

Francesco Masetti es actualmente director local del Centro de Investigación de Alcatel en Richardson, Texas, EE.UU.

Monique Renaud es responsable de un grupo de desarrollo básico de componentes optoelectrónicos para aplicaciones de enrutamiento y conmutación en OPTO+, Groupement d'Intérêt Economique, en Marcoussis, Francia, una joint-venture entre el Centro de Investigación Corporativo de Alcatel y France-Telecom CNET.

Lakshman S. Tamil es manager de la Unidad de sistemas ópticos en el Centro de Investigación Corporativo de Alcatel, Richardson, Texas, EEUU y manager del programa de arquitectura y tecnología del router óptico de IP Terabit (TIPOR).

Marc Vandenhoute está a cargo de la Unidad de arquitectura de red en el Centro de Investigación Corporativo de Alcatel en Richardson, Texas, EE.UU.

CALIDAD DE SERVICIO EN INTERNET

E. DESMET
G. GASTAUD
G.H. PETIT

La implementación de la Calidad de Servicio (QoS) es esencial para convertir Internet en una plataforma universal para la comunicación global multiservicio.

■ Introducción

Desde su principio se consideró como premisa fundamental del Protocolo de Internet sin conexión (IP) que conectase globalmente a cualquiera extremo a extremo utilizando transferencia de paquetes paso a paso, dejando a los sistemas finales el enfrentarse a los deterioros de la red de transporte. De la misma forma, o "al mayor esfuerzo", la transferencia IP es el modo imperante de transferencia para utilizar paquetes de datos en Internet; las redes intentan repartir el tráfico dentro de los límites de sus capacidades, pero sin garantía alguna.

Aunque estos esfuerzos llevados a cabo son adecuados para la mayoría de los usuarios, la llegada de un Internet comercial hace esencial ofrecer una Calidad de Servicio (QoS) diferente para ciertas aplicaciones o usuarios, que están dispuestos a pagar más por unas mejores prestaciones que se adapten mejor sus requisitos. (Aquí la QoS está sobreentendida como un significado genérico, es decir la posibilidad de llevar a cabo hasta el final, la pérdida de paquetes, retrasos y/o variaciones de los retrasos, etc.). La QoS es así un requisito previo si Internet se establece como una infraestructura universal de multiservicios.

■ Arquitecturas QoS Internet

De modo sorprendente, cuando el IP estaba siendo diseñado se previó un grado de distinción del QoS. El byte de Tipo de Servicio (ToS) en el que la cabecera IP proporciona, por medio de un diagrama básico, alguna indicación del QoS y precedencia relativa (es decir, importancia). Aunque la característica del ToS era a menudo actualizada, nunca fue definida ampliamente en una manera manejable como para proporcionar QoS en capa IP. Mientras, el Grupo de Trabajo de Ingeniería Internet (IETF) tomó una decisión radicalmente diferente para la introducción del QoS en las redes IP. Este nuevo modelo de QoS en Internet es conocido como arquitectura de Servicios Integrados (IS).

Servicios Integrados

El desarrollo de la arquitectura IS fue motivado principalmente por la llegada de dos tecnologías que lo impulsan:

- *El multiproceso IP:* Una faceta esencial de la comunicación multimedia.
- *Los servicios en tiempo real:* Aplicaciones de audio y vídeo que requieren alguna forma de control estricto sobre la demora de los paquetes extremo a extremo.

El ámbito extremo a extremo de la arquitectura IS es la parte esencial en la que se hace más hincapié en la presentación del modelo. Sin embargo, la garantía de servicios en tiempo real demanda routers IS con capacidad para reservar recursos y proporcionar aplicaciones dependientes del QoS. (El término "garantía" deberá ser ampliamente interpretado; puede ser absoluto o estadístico, estricto o aproximado). A su vez, la reserva de recursos con el objetivo de canalizar los paquetes requieren un mantenimiento del estado relacionado con el flujo en los routers IS, y es así un punto de arranque fundamental del Internet nativo. El paradigma del "mejor esfuerzo" asegura que los paquetes de mejor esfuerzo, cuando llegan de diferentes flujos, son tratados de una forma similar al tratamiento uniforme del QoS; un router IP de mejor esfuerzo amalgama típicamente todos los paquetes IP destinados a una particular interfaz de salida dentro de una simple cola FIFO. En contraste, la arquitectura IS se dirige a proporcionar garantías QoS para sesiones individuales.

La arquitectura IS impacta profundamente en las realizaciones de routers IP que pueden prever las siguientes funciones de gestión/control de tráfico (**Figura 1**):

- *Señalización* para crear y mantener un estado de caudal específico en los routers IS principal e intermediario a lo largo de todo el camino; este protocolo de reserva establecida se conoce como Protocolo de Reserva de Fuentes (RSVP).
- *Control de admisión:* Algoritmo (utilizado en los routers y hosts) que decide si el QoS requiere un nuevo caudal, que pueda ser concedido sin afectar a las garantías previas.
- *Clasificador:* Medio por el cual se identifica (y se tiene en cuenta) cada datagrama IP entrante para determinar a cual flujo de QoS pertenece.
- *Chequeo:* Algoritmo, operando en una base por paquete, que decide si

un caudal se adapta a sus características de tráfico (y a cual intercede, si es necesario).
- *Registrador:* Mecanismo que selecciona y reenvía paquetes conforme a una determinada regla.

Como esto marca un cambio significativo en la arquitectura original Internet, el IS ha recibido un considerable interés y atención de la prensa. Sin embargo, el IETF advierte a la comunidad Internet acerca de un número de posibles problemas que podrían afectar potencialmente al éxito pleno del despliegue del IS en gran escala. Aparte de la seguridad y control de mantenimiento lo más problemático concierne a la fiabilidad de RSVP, especialmente en redes centrales de alta velocidad.

Además, los recursos que un router necesita para un proceso y almacenaje RSVP aumentan proporcionalmente con el número de flujos QoS. En consecuencia, numerosos flujos IS fluyen en enlace de banda ancha alta y colocan una carga excesiva en los routers. Por otra parte, el desarrollo de potentes técnicas de planificación de paquetes para la multiplicidad de tramos concurrentes lleva a limitar la tecnología de Circuito Integrado Específico de Aplicaciones (ASIC).

El despliegue de IS ha sido retrasado a causa del soporte limitado proporcionado por el software comercial y por la base instalada de hosts agnósticas-IS. Una observación es que Internet probablemente permanecerá como "centrada en datos" en el futuro, con tráfico en tiempo real formando solamente una pequeña parte del volumen transportado. Nuevos tipos de tráfico (por ejemplo, aplicación a aplicación, web reservado), los cuales tienen actualmente menos demanda de prestaciones, contribuirán a esta evolución. Otra observación es que el aumento de las velocidades de transmisión en Redes de Area Ampliada (WAN) y en las redes de acceso (por ejemplo, la introducción de la tecnología ADSL) añadirá estímulos al ya difícil diseño para llevar a cabo rápidamente la transferencia mediante hilos.

A la luz de lo anterior, durante 1997 la IETF emprendió el desarrollo de los Servicios Diferenciados (DS) para añadir el QoS a la WAN.

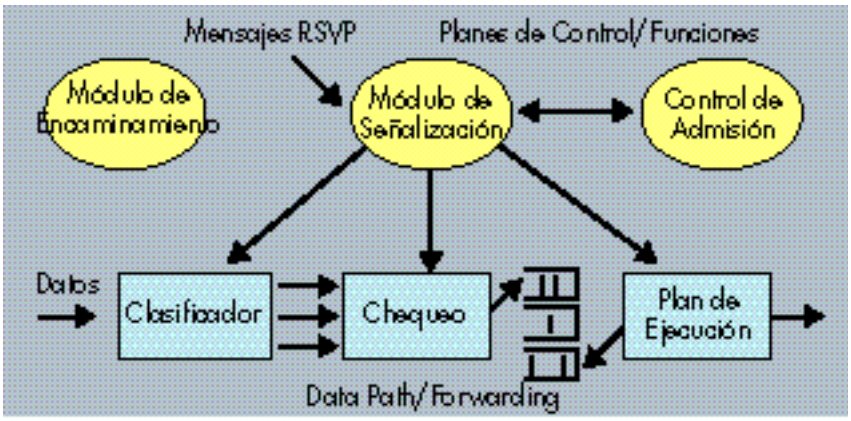


Figura 1 – Router capacitado para la integración de servicios.

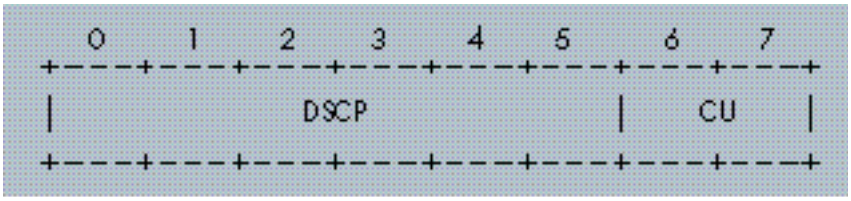


Figura 2 – Campo de servicios diferenciados.
RSCP – Punto de Código de Servicios Diferenciados
CU – bits sin usar normalmente

Servicios Diferenciados

La arquitectura DS se centra en la fiabilidad en términos de velocidades de redes e interfaces. DS tiene las siguientes características de diseño, al estar mucho más centrada en la red que en la arquitectura IS:

- Mantiene cualquier información de estado por flujo en los bordes de la red.
- Ejecuta todo el procesamiento mas complicado de paquetes por flujo (por ejemplo, conformado, chequeo) en los bordes de la red.

Este método de "mantener toda la complejidad en los bordes de la red" sugiere que la "señalización" del servicio QoS se debe transportar explícitamente en la cabecera del datagrama IP. Además, la transferencia de alta velocidad en el núcleo sugiere que esta indicación tendrá una semántica sencilla. La realización del QoS basada exclusivamente en esta indicación explícita de cabecera prepara naturalmente el tráfico para un número limitado de clases. Con este fin, el IETF redefine su byte original ToS, y renombra el campo DS (**Figura 2**), porque esto era sencillo de hacer mientras que se presentaba alguna compatibilidad limitada con la noción anterior del campo ToS.

Sin embargo, el IETF decide conscientemente no normalizar servicios per se, sino más bien especificar solamente el comportamiento de transferencia/transferencia de routers particulares, lo conocido como Comportamiento Por Etapa ("Per Hop Behaviors", PHB). Estos pretenden permitir a los proveedores de servicios Internet la completa libertad para la construcción, desde PHBS, de servicios entredominios, que satisfacen las necesidades de sus clientes. El marcaje del campo DS será realizado una sola vez en la red de usuario o en el límite de la red DS, marcando por esto cada paquete en un específico PHB, de acuerdo a la pre-planeada especificación de nivel de servicio. Los recursos de los routers (ancho de banda y posible buffer) se asignan a cada PHB soportado de acuerdo a las políticas de provisión de servicios.

■ Servicios Integrados

La Carga Controlada y la Garantía de Servicio son actualmente las dos únicas clases IS que han sido especificadas formalmente para su utilización con RSVP.

Garantía de Servicio

La Garantía de Servicio (GS) promete proporcionar un ancho de banda garantizado, una cota superior en el retraso extremo a extremo y sin pérdida de paquetes como resultado del encolamiento conforme al ajuste del conjunto de datos del flujo. Estas características solamente ayudan mientras no falten componentes de la red o haya cambios en el encaminamiento durante el tiempo de vida del flujo. GS es el objetivo de aplicaciones con estrictos requisitos de distribución en tiempo real, tales como algunas aplicaciones multimedia (audio o vídeo) que tienen buffers fijos de "play-out" y que son intolerantes a cualquier conjunto de datos que llegue después de su tiempo de reproducción.

Con objeto de soportar un flujo GS, un router tiene que asignar no solamente el ancho de banda requerido R, sino también el espacio del buffer necesario para garantizar cero de pérdida en las colas por ajuste de paquetes. El ajuste de un canal es probado por medio de la toma de muestras; las muestras son acumuladas en una proporción constante de r bytes/s, pero el crédito de la muestra es limitado a b bytes. El modelo GS de límites de demora se basa en el modelo de "flujo fluido" en el cual un flujo ajustado experimenta una demora en la cola con un limite superior b/R, con tal que R>=r. En un mundo de paquetes, suponiendo un conjunto de datos de tamaño máximo M y un límite de velocidad de pico p para el tráfico ofrecido, la máxima demora de cola extremo a extremo, Qe2edelay, viene dada por la siguiente ecuación:

$$Q_{e2e\,delay} = \frac{(b-M)(p-R)}{R(p-r)} + \frac{(M+C_{tot})}{R} + D_{tot} \quad \text{for } p > R \geq r.$$

Dos términos de error Ctot (bytes) y Dtot (microsegundos) son acumulados de la fuente al receptor y llevan la cuenta de las desviaciones del modelo de flujo fluido en las implementaciones actuales de los routers. Un receptor que conoce el jitter máximo J que puede absorber al acabar en el buffer, puede utilizar esta ecuación para calcular la velocidad de liberación necesaria R para el flujo, sustituyendo J por Qe2edelay.

Una trama de paquetes GS debe ser mantenida en cada extremo y en cada router de forma que el exceso de tráfico en un canal no ajustado no afecte adversamente a los QoS de los otros flujos ajustados. Nótese que la cabecera IP todavía no permite excesos, ni tráfico no ajustado para ser identificado explícitamente en la arquitectura IS. Además, se recomienda la referencia de que los conjuntos de datos GS no ajustados deberán ser reenviados como paquetes mejor tratados, si no están disponibles los recursos suficientes.

Carga Controlada

El servicio de Carga Controlada (CL), por otro lado, está intentando proporcionar aproximadamente el mismo QoS bajo cargas de red tanto fuertes como ligeras, pero sin garantías firmes respecto a un límite superior de demoras. Si un flujo es aceptado por el servicio CL, entonces los routers hacen un compromiso para ofrecer aquel flujo que tiene un nivel equivalente de servicio al que es visto como el mejor flujo tratado en una red descargada. Con este fin, los routers que permiten el CL, utilizan el control de admisión para asegurar que el servicio recibido no se deteriora sensiblemente, aun cuando los elementos de red estén sobrecargados con el tráfico mejor tratado. En contraste, los paquetes auténticos mejor tratados experimentan progresivamente peor comportamiento (ambas altas demoras y/o pérdidas) conforme la red aumenta su carga. En común con GS, un flujo CL está supeditado a las muestras sacadas en el chequeo y los elementos de red deben de nuevo intentar la transferencia del exceso de tráfico con una base de tratamiento mejor.

El servicio CL se dirige a soportar aquellas clases de aplicaciones que pueden tolerar una cierta cantidad de pérdidas por demora, con tal de que se mantenga dentro de unos límites razonables. Muchos de los ejemplos citados en esta categoría incluyen aplicaciones adaptadas en tiempo real, que pueden reaccionar dinámicamente cambiando las condiciones de la red.

■ Servicios Diferenciados

Funcionamiento Por Etapas "Per Hop"

IETF ha especificado recientemente dos PHBS para la normalización en adición al por defecto PHB de mejor esfuerzo (DSCP = 000000). Son la Transferencia Acelerada y la Transferencia Asegurada.

Transferencia Acelerada
Los paquetes marcados por el PHB de Transferencia Acelerada (EF) (DSCP = 101110) recibirán un servicio de transferencia que es cualitativamente superior al mejor tratado. Esto se realiza asegurando un porcentaje de salida para el agregado EF que iguala o excede su valor de llegada. Por lo tanto, el tráfico EF encontrará típicamente una cola, esperando ser rápidamente acortado y revisado, para asegurar un bajo estado latente, baja demora y baja pérdida de paquetes. EF puede ofrecer una clase de servicio de línea virtual alquilada.

Transferencia Asegurada
El PHB de Transferencia Asegurada (AF) especifica cuatro clases independientes de transferencias paulatinas, cada una de las cuales se asigna a cierta cantidad de recursos transferidos (buffer y ancho de banda). Adicionalmente, tres niveles de Drop Preferente (DP) definen la importancia relativa de un paquete dentro de una clase particular en la eventualidad de congestión: los paquetes con un DP más bajo están más protegidos de las pérdidas por descarte preferencial que los paquetes con un DP más alto. El grado de transferencia asegura que cada paquete recibe en una clase particular AF la cual depende de:

- Los recursos asignados;
- La carga ofrecida por la clase;
- Los paquetes DP

	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
Drop precedente Bajo	001010	010010	011010	100010
Drop precedente Medio	001100	010100	011100	100100
Drop precedente Alto	001110	010110	011110	100110

Tabla 1 – Puntos de código de servicios diferenciados de transferencia asegurada.

Además, cualquier implementación AF deberá minimizar la congestión de largo plazo. La Detección Aleatoria Rápida (RED) es también conocida como el mecanismo de anulación de la congestión que trata de mantener la media del tamaño de la cola pequeño por caída aleatoria de paquetes que llegan cuando comienza a realizarse la ocupación de la cola. Esto solamente causa que unos pocos recursos de Protocolo de Control de Transmisión (TCP) escogidos aleatoriamente para ir más despacio, reduzcan el potencial por congestión y rompan efectivamente la sincronización global TCP.

El grupo AF PHB podría ser utilizado para ofrecer un servicio así llamado "olímpico" (oro, plata y bronce). Los paquetes en la clase oro (AF3) experimentan más bajas ocupaciones de colas que los paquetes de plata (AF2) y los de bronce (AF1), dando como resultado una mayor probabilidad de transferencias paulatinas.

Condicionantes de Tráfico

El servicio Internet proporcionará estructuras de servicios de PHBs y de condicionantes de tráfico. Un contrato, o acuerdo de nivel de servicio entre el usuario y el proveedor define las condiciones de distribución de servicios. La Especificación del Nivel de Servicio (SLS) describe los aspectos técnicos del comportamiento del QoS e incluye un perfil de tráfico para ser utilizado en los condicionantes de tráfico.

El proveedor de nodo periférico tiene que analizar los paquetes de usuario y escoger cuales de ellos cumplen el perfil de tráfico de usuario para distribuir el servicio. Los condicionantes de tráfico pueden incluir clasificación, presentación, marcaje, filtrado y forma. Una función de marcaje sería necesaria al usuario que no fuese capaz de marcar el DSCP en su conjunto de datos. Este aspecto hace posible imponer los condicionantes para los perfiles de tráfico preconfigurados, demorando algunos de la totalidad de los paquetes en un canal de tráfico para igualarlo. El contador mide las propiedades temporales de un tráfico agregado seleccionado por un clasificador mediante un perfil de tráfico. La condición perfil DENTRO contra perfil FUERA de un conjunto de datos puede utilizarse para remarcarlo (usualmente lo degrada) pero esto puede no resultar en el reordenamiento de paquetes que pertenecen a la misma aplicación. El contador puede hacer uso de una prueba rápida. El condicionante de tráfico puede, por ejemplo, ser empleado por EF y por AF para controlar el volumen de tráfico de una clase que entre en el campo de un DS.

Aunque el aprovisionamiento del recurso en un campo DS que no está especificado por el IETF, es fundamental para el éxito del DS. Mientras esta tarea no es nueva para los proveedores, las nuevas dimensiones en términos de niveles de ejecución (cualitativa y/o cuantitativa) la hacen más difícil. El campo deberá utilizar PHBS distinto para aislar los servicios cuantitativos de los cualitativos.

■ Conclusiones

Este artículo reconoce los méritos y límites del RSVP/IS y de los trabajos DS emprendidos por el IETF. Ambos proporcionan intercambio entre la fiabilidad y el nivel del QoS. Por ello, las arquitecturas QoS de IP son vistas como herramientas complementarias que pueden ser capaces de coexistir e interoperar eficazmente para proporcionar QoS extremo a extremo, la última panacea para Internet.

IS es capaz de proporcionar garantías firmes y puede ser implementado fácilmente en algunos entornos, tales como en campus o en redes corporativas. Los mecanismos DS solos pueden proporcionar únicamente QoS débil o cualitativo sobre WAN. Mientras éste puede ser adecuado para muchas aplicaciones, otros requieren un ajuste o asegurar cuantitativamente la calidad del servicio QoS asociado con los RSVP/IS. Tales aplicaciones incluyen telefonía IP, vídeo bajo demanda y varias aplicaciones muy críticas no multimedia. Utilizando RSVP/IS en conjunción con DS, puede permitirse a ambos disponer de estas aplicaciones cuantitativas y simplificar la gestión del QoS extremo a extremo.

Una estructura que está actualmente siendo estudiada por el IETF (**Figura 3**), propone utilizar DS dentro de las redes de tránsito o en el "núcleo", mientras RSVP/IS es usado dentro de las redes de acceso "periféricas". Un mapeo adecuado <IS, DS> en los límites y un aprovisionamiento adecuado de recursos en el núcleo y en la periferia son esenciales para asegurar que la ejecución a través de la red de tránsito no anula el IS QoS extremo a extremo. Desde el punto de vista de IS, el núcleo DS es tratado como un haz virtual conectando

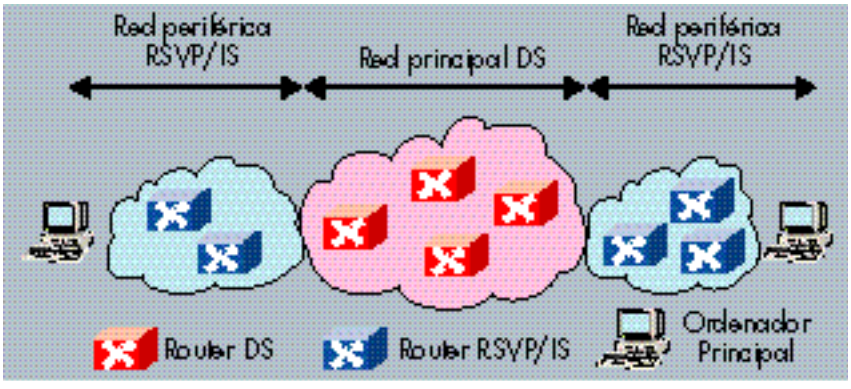


Figura 3 – Estructura escalable de QoS extremo a extremo.

routers capacitados RSVP/IS en los límites. Se supone que por concatenación de las rutas del núcleo con PHBs específicos y mediante la ayuda del control de admisión, estos enlaces virtuales DS serán capaces de ofrecer servicios que extiendan efectivamente IS a través de la red principal DS. El objetivo para Internet es así capacitar RSVP/IS y DS para actuar sin pérdidas. Como resultado, el administrador de la red estará libre para escoger qué mecanismo es el más conveniente para cada parte de un extremo a otro extremo de la red, basándose en asuntos tales como fiabilidad, eficacia de utilización de recursos y manejabilidad.

Mientras Internet ha disfrutado de un crecimiento exponencial sin precedentes, el cual es pronosticado al menos por varios años más, y a menudo ha sido ridiculizado por sus pobres prestaciones comparadas con los de los modelos tradicionales orientados a conexión (por ejemplo, la RDSI de banda ancha). Los avances en velocidades de transmisión y funcionalidades de los routers llevarán a una mayor rapidez en las redes IP. Utilizando la arquitectura de QoS extremo a extremo descrita aquí, no solamente los datos, sino todos los tipos de tráfico pueden ser transportados técnicamente sobre redes IP, incluyendo vídeo, voz, multimedia y servicios móviles. El esfuerzo tremendo que se está haciendo para realizar QoS en la capa IP hará posible que Internet, cuando sea propiamente gestionada, se convierta de hecho en la plataforma universal para comunicación global. Esto beneficiará tanto a los operadores como a los clientes.

Sin embargo, se deberá ser consciente de que la provisión de recursos sigue siendo una tarea a resolver. Por supuesto, esta revolución no ocurre de la noche a la mañana y el intercambio de trabajo (interconexión) con las redes existentes será de extrema importancia para la evolución sucesiva hacia este futuro prometedor, en el cual

Emmanuel Desmet es investigador e ingeniero senior de normalización en el departamento de Arquitectura de Red del Centro Corporativo de Investigación localizado en Amberes, Bélgica

Gérard Gastaud es responsable de Consultorías de Red e ingeniero senior de normalización en Colombes, Francia.

Guido Petit es responsable del proyecto Tecnología de Tráfico dentro del departamento de Arquitectura de Red del Centro Corporativo de Investigación localizado en Amberes, Bélgica.

PASARELAS DE VOZ SOBRE IP Y DE PROTOCOLO DE CONTROL DE PASARELAS DE MEDIOS

L-P. ANQUETIL
J. BOUWEN
A. CONTE
B. VAN DOORSELAER

Las pasarelas de MGCP y VoIP ofrecerán una conectividad transparente de las nuevas redes VoIP con las redes telefónicas actuales.

■ Introducción

El reciente interés en la VoIP (Voz sobre Protocolo Internet) reside en las ventajas inherentes de las redes basadas en paquetes. Las más importantes son la posibilidad de utilizar una red de transmisión común para voz y datos, y la flexibilidad con la que se pueden introducir nuevos servicios.

En una llamada VoIP, pueden existir en la red IP dos tipos de comunicación entre llamado y llamante: un tren de medios bidireccional que transporta la voz real, y los mensajes de señalización que controlan el establecimiento y las características del tren de medios. El RTP (Protocolo de Transporte en Tiempo Real) se usa para el transporte de la información de medios. El tren de medios se implementa como dos sesiones RTP diferentes, una en cada dirección. Los paquetes RTP contienen tramas de voz (es decir, segmentos de la conversación) con una longitud típica entre 10 y 30 mseg. Opcionalmente, la codificación de la voz comprime las muestras de conversación digitales, ahorrando en ancho de banda.

Los mensajes de señalización se intercambian directamente entre las partes que se comunican, y sólo les importa a ellas. La ausencia de la noción de una conexión, como la existente en las redes de circuitos conmutados (SCN), implica que dispositivos de red intermedios, como los routers de protocolo Internet (IP), no se den cuenta del servicio que soportan y no tengan que reservar recursos. Existen dos protocolos estándar para la señalización VoIP: el marco H.232 definido por la UIT-T (Unión Internacional de las Telecomunicaciones - Telecomunicaciones), y el SIP (Protocolo de Inicio de Sesión) del IETF (Internet Engineering Task Force). Ambos protocolos se diseñaron originalmente teniendo en mente un modelo integral de Protocolo Internet (IP): los usuarios ejecutan aplicaciones sobre PCs conectados a una red IP para contactar con otros usuarios en la red.

Mientras, se ha clarificado que la conectividad transparente de las nuevas redes VoIP con la existente infraestructura de telecomunicaciones es un arduo requisito previo para el despliegue con éxito del VoIP.

Sistemas de Comunicaciones Multimedia Basados en Paquetes (H.323)

La Recomendación H.323 del UIT-T es una recomendación patrón que especifica protocolos y procedimientos para la comunicación multimedia sobre, entre otras cosas, redes IP. La propia H.323 se refiere a otras recomendaciones de la UIT, como H.225 y H.245 para la parte de "señalización", y protocolos IETF, como RTP para el transporte de medios.

Básicamente, la señalización, en el sentido del H.323, consta de tres funciones: Señalización de Registro, Admisión y Estado (RAS), señalización de la llamada, y control de la llamada.

La función señalización de la llamada en H.323 se basa en procedimientos H.225.0: La Recomendación H.225.0 especifica los mensajes obligatorios Q.931 (es decir, DSS-1) que se tienen que usar para la señalización de la llamada en H.323. Los mensajes de señalización de la llamada se envían entonces o a la dirección de transporte de la señalización de llamada de un extremo (señalización directa de la llamada en el extremo), o a la dirección de transporte de la señalización de llamada del guardián de puerta (señalización de la llamada encaminada al guardián de puerta). Ambos métodos utilizan los mismos mensajes.

Protocolo de Inicio de Sesión

El SIP es protocolo de señalización sencillo para telefonía IP y conferencia multimedia que puede establecer, modificar y terminar llamadas telefónicas o sesiones multimedia. Es un protocolo cliente-servidor ligero, similar tanto en sintaxis como en semántica al HTTP (HyperText Transfer Protocol). Las peticiones y respuestas son textuales y contiene campos de cabecera que transportan propiedades de la llamada e información del servicio.

Como en el HTTP, las peticiones de los clientes invocan métodos en el servidor. El SIP define varios métodos: INVITE invita al usuario a una conferencia (o una simple llamada telefónica); BYE termina una conexión entre dos usuarios; OPTIONS solicita información sobre las capacidades de usuario (pero no establece una llamada); STATUS informa a otro servidor sobre el progreso de las acciones de señalización que están en curso; CANCEL termina una búsqueda para un usuario;

ACK se usa para intercambios fiables de mensajes por invitaciones; y REGISTER transporta información de la posición del usuario a un servidor SIP.

El SIP es independiente del tamaño y modelo de la conferencia: funciona de igual forma, o llamando a un simple participante en una llamada telefónica "clásica", o estableciendo una pequeña conferencia, o invitando a otro participante a una gran sesión de multidifusión con miles de miembros.

EL SIP es también independiente de la capa de paquetes y sólo requiere un servicio de datagramas sin fiabilidad, ya que proporciona su propio mecanismo de fiabilidad. Aunque el SIP se suele usar sobre UDP (Protocolo de Datagramas de Usuario) o TCP (Protocolo de Control de Transmisión), podría, sin hacer cambios técnicos, correr sobre IPX (Intercambio de Protocolo de Interred), Frame Relay, Capa de Adaptación a ATM 5/Modo de Transferencia Asíncrono (AAL5/ATM) o X.25.

■ Conceptos de Pasarela

Las pasarelas son dispositivos que se encargan de las funciones de conectividad, traspasando información entre redes VoIP basadas en paquetes y SCN propietarias. La conectividad se tiene que realizar en el plano de usuario (medio) y en el plano de control (señalización de llamada). La **Figura 1** presenta un escenario en el que el usuario telefónico establece una llamada con otro usuario sobre una red de transporte intermedia VoIP. La pasarela de entrada realiza la cancelación de eco sobre la información PCM (Modulación de Impulsos Codificados), codifica la voz en una serie de tramas de voz comprimidas, las paquetiza en paquetes RTP, y las dirige a la red IP por la interfaz de red. Otras operaciones deben incluir el cifrado, la supresión de silencios y la generación del ruido de fondo para que el usuario sepa que la línea está aún activa. La pasarela de salida recogerá los paquetes RTP entrantes en un buffer de fluctuación de fase (para compensar el retraso variable al que están sujetos en una red IP), descifrar y decodificar las tramas de voz, e inyectarlas de nuevo en un flujo de información PCM continuo en el SCN.

La pasarela de entrada también termina el protocolo de señalización telefónica entrante, por ejemplo, ISUP (parte de usuario de la Red Digital de Servicios Integrados) sobre señalización Nº7 (SS7), trasladando sus mensajes a mensajes de protocolo de señalización VoIP que se transportan a la pasarela de salida, donde se convierten de nuevo a la señalización telefónica apropiada.

Diferentes Clases de Pasarelas

Tanto en términos técnicos como de negocio, las pasarelas cubren un amplio campo ya que la conversión circuito/paquete se puede realizar en diferentes etapas durante toda la llamada. Por ello, las pasarelas van desde los sistemas de alta gama a lo de baja gama, desde los adaptadores de telefonía IP de una línea hasta las pasarelas de enlaces que soportan miles de llamadas simultáneas. Ejemplos son:

- *Pasarelas de enlaces:* Interfaz entre la red telefónica y la red VoIP, estas pasarelas suelen gestionar un gran número de circuitos digitales (desde unas decenas a unos pocos miles de enlaces).
- *Pasarelas de voz sobre ATM:* Operan en gran parte como las pasarelas de enlaces VoIP, salvo que tienen interfaz directa con una red ATM.
- *Pasarelas de particulares:* Proporcionan una interfaz analógica tradicional con de una a diez líneas. Los ejemplos incluyen set top boxes de cable (módem de cable, dispositivos DSL (Línea Digital de Abonado), y dispositivos inalámbricos de banda ancha.
- *Pasarelas de acceso público:* Proporcionan una interfaz analógica o digital tradicional con una red VoIP. Un ejemplo son las pasarelas VoIP de pequeña escala.
- *Pasarelas de negocio:* Proporcionan una interfaz de PBX (centralita privada) digital tradicional o una interfaz PBX de software integrado con cualquiera, van desde una sola línea hasta unos pocos miles de líneas. (Una PBX software puede ser software, ejecutándose en un servidor con placas de interfaz a las que se conectan los teléfonos, o software ejecutándose en un servidor de LAN utilizando equipo de interfaz para conectar cada teléfono con una LAN.
- Servidores de acceso a red: Pueden unir un módem a un circuito telefónico y proporcionar acceso de datos a Internet. Se espera que, en el futuro, las pasarelas combinarán servicios VoIP y servicios de acceso a red.

Hay que hacer notar que a entidades específicas, como los proxies VoIP, los transcodificadores VoIP, los cortafuegos VoIP y los traductores de dirección de red VoIP, a veces se las denomina como casos especiales de las

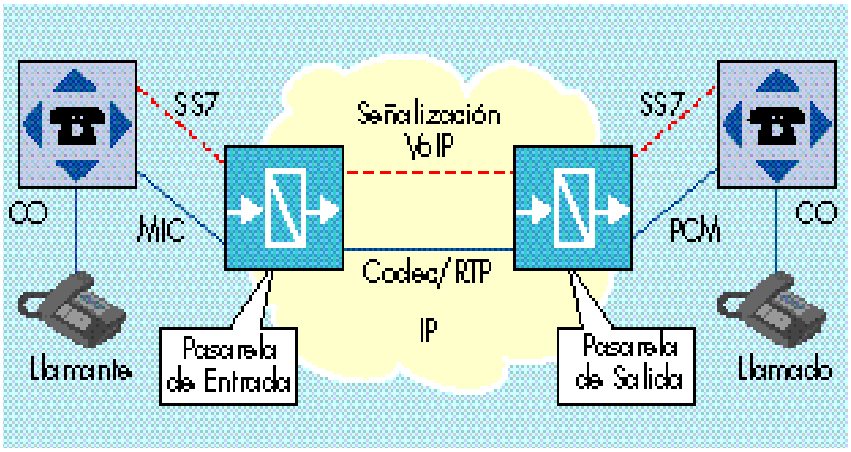


Figura 1 – Conectividad entre la SCN y la red IP para VoIP.

pasarelas VoIP. En tales casos, la traducción no tiene lugar entre un circuito de red y una red IP; estas pasarelas VoIP especiales se posicionan entre dos redes IP y suministran funciones de traducción en la capa IP, en la capa UDP, en la capa RTP y/o en la capa de codificación.

Diferentes Tipos de Señalización

Según el tipo de aplicación y posición de la pasarela. se deben tener en cuenta diferentes tipos de señalización:

- *Señalización Asociada al Canal (CAS):* utiliza un conjunto de tonos y señales para transmitir las transiciones de estado de las llamadas y los parámetros de la llamada, como los números del llamante y del llamado. Algunas señales CAS son los parámetros relacionados con la llamada, que además definen la petición hecha por el otro lado. Sin embargo, sólo indican si una línea está activa o no, la interpretación depende de la historia de los mensajes anteriores.
- *Señalización Q.931 RDSI:* En este caso, la pasarela incluye un ejemplo de función de pasarela de señalización Q.931. Como la señalización Q.931 utiliza un canal diferente de los enlaces con los que se relaciona, los recursos de tratamiento de medios no tienen que buscar señales o eventos específicos.
- *Señalización por Canal Común (CCS):* Este método de señalización utiliza una red de paquetes conmutados distinta para ofrecer los mensajes de señalización de proceso de llamada. Segmentar la señalización de datos y voz en la red permite que la garantía de las prestaciones de los diferentes componentes del tráfico sea independiente, ya que difieren en sus requisitos de tolerancia de retardos y pérdidas. El ISUP SS7 es una red CCS.

Es importante comprender que CAS no lleva información del estado de la llamada. La señal sólo se puede interpretar si algún contexto (es decir, el estado de la llamada) se mantiene. De aquí que un wink (señal corta enviada por el terminal del abonado a una central) tenga un significado diferente durante la toma que se ha obtenido tras el número llamado.

De esta forma, CAS difiere de los protocolos ISUP SS7 o Q.931 RDSI que envían mensajes punto a punto que indican el estado de la llamada; ISUP y la señalización Q.931 no requieren del otro lado para almacenar el contexto.

■ Descomposición de la Pasarela

Configuración de Referencia de Llamada Tiphon de ETSI

Rápidamente se tuvo la evidencia de que el concentrar toda la funcionalidad de conectividad en un único dispositivo monolítico no es un método eficaz y escalable y, por ello, tiene sentido dividir una pasarela en un conjunto de entidades especializadas. Algunos organismos de normalización lo han considerado, y existe un consenso creciente para adoptar el modelo TIPHON de ETSI, que consta de:

- Pasarelas de Medios (MG) que tratan la conversión de los trenes de medios de un formato circuito a un formato paquete.
- Controladores de la Pasarela de Medios (MGC) o Agentes de Llamadas (CA)[1] . Gestionan las conexiones en la red de paquetes, contienen la funcionalidad del tratamiento de la llamada.

1 Mientras Tiphon ETSI utiliza "Controlador de Pasarela de medios" e IETF usa "Agente de Llamada", la diferencia entre ellos no es clara. En este artículo, ambos términos son tratados como sinónimos.

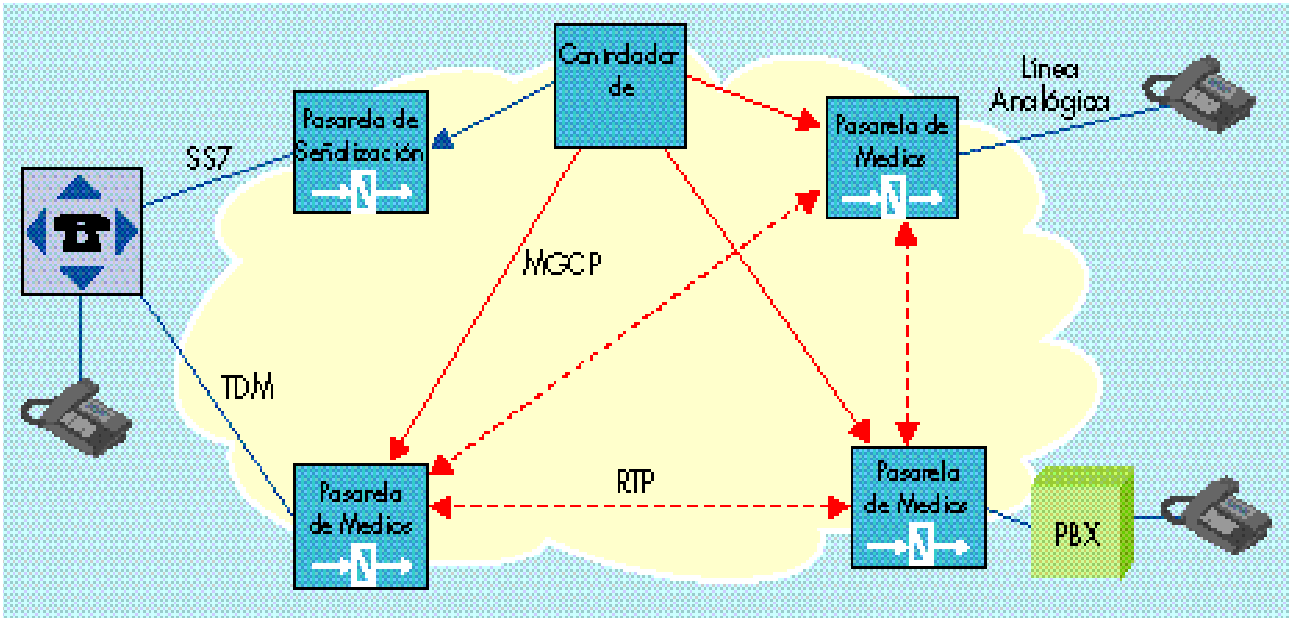


Figura 2 – Arquitectura VoIP con pasarelas descompuestas.

- Pasarelas de Señalización (SG). Constituyen la interfaz con la red de señalización fuera de banda de la SCN.

La **Figura 2** muestra una arquitectura de red VoIP, con un MGC central, gestionando un conjunto de pasarelas de medios y con una interfaz con la red SS7 por una pasarela de señalización. Esta arquitectura ofrece varias ventajas:

- Utilización eficiente de los dispositivos instalados. Una única pasarela de señalización puede servir como una interfaz de señalización con la SCN para pasarelas de medios múltiples.
- El MGC central permite al operador de red controlar y gestionar estrechamente las comunicaciones de voz.
- Escalable a una multitud de pasarelas de medios y de señalización; también permite una ampliación gradual de la red VoIP.
- La inteligencia de la lógica de control de la llamada y de la señalización de red se pasa del hardware (pasarela de medios) a recursos informáticos (MGC) más genéricos.
- El MGC central permite al operador de red implementar nuevos servicios y protocolos de señalización de la llamada sin modificar las pasarelas de medios.

Descomponer una pasarela de esta forma crea una necesidad de protocolos de comunicación entre el MGC y las pasarelas de medios y de señalización, El MGCP (Protocolo de Control de Pasarelas de Medios) satisface esta necesidad.

■ Protocolo de Control de Pasarelas de Medios

MGCP es un reciente estudio desarrollado por el grupo de trabajo Megaco del IETF. Se basa en una arquitectura de control de la llamada en la que la inteligencia del control de la llamada está fuera de las pasarelas de medios (que aún realizan el control de conexión) y es tratada por elementos externos de control de la llamada (agentes de llamada). Además de mejorar la escalabilidad, y de reducir los costes de desarrollo y despliegue, este método abre el mercado de desarrollo de servicios VoIP a nuevos actores al permitir a los proveedores de servicios interactuar y controlar las pasarelas de una forma estándar.

El MGCP se diseña como un protocolo interno dentro de un sistema distribuido que aparece, desde fuera, como una única pasarela VoIP. De acuerdo con los principios de descomposición de pasarelas, los componentes del sistema distribuido son:

- Agente de llamada, posiblemente distribuido sobre varios ordenadores.
- Una o varias pasarelas de medios.
- Al menos una pasarela de señalización cuando se conecta a una red controlada SS7.

El MGCP sólo trata la comunicación entre el MGC (o agente de llamada) y la pasarela de medios; no define un mecanismo para sincronizar los agentes de llamadas. Como es un protocolo maestro/esclavo, se espera que las pasarelas de medios ejecuten órdenes enviadas por los agentes de llamada.

El MGCP consta de tres partes: control de conexión, tratamiento de la señalización dentro de banda y gestión de dispositivos.

Control de Conexión de MGCP

El MGCP asume un modelo de conexión entre los extremos para transmitir datos. Los extremos, que son fuentes o sumideros de datos, pueden ser o físicos (por ejemplo, una interfaz con una pasarela que termina una conexión telefónica analógica a un teléfono, PBX, etc.) o virtuales (por ejemplo, una fuente de audio en un servidor de contenidos de audio). Las conexiones entre los extremos se cualifican por uno de los diez parámetros de modo, por ejemplo: enviar solamente, recibir solamente, enviar/recibir, y conferencia.

Las órdenes de control de conexión permiten al MGC instruir a una pasarela de medios para crear, modificar y borrar conexiones que terminan en un extremo unido a una pasarela. Una descripción SDP (Protocolo de Descripción de Sesión) de los parámetros de conexión, como las direcciones IP, perfiles de RTP y puerto UDP, puede incorporarse a cada orden del agente de llamada.

Tratamiento de la Señalización Dentro de Banda del MGCP

Los mensajes de señalización asociados al canal llegan como eventos de medios dentro de banda en un extremo del SCN en la pasarela de medios. El MGCP proporciona al controlador de pasarelas de medios los medios para pedir a la pasarela de medios detectar e informar sobre dichos eventos y generarlos. Como el SCN emplea una amplia variedad de tipos de señalización dentro de banda, el MGCP soporta el concepto de paquetes que tratan un tipo particular de señalización dentro de banda.

Gestión de Dispositivos del MGCP

El MGCP soporta un intercambio limitado de información de estado entre una pasarela de medios y su controlador asociado. Trata aspectos específicos de gestión de pasarelas VoIP, y su usarán con probabilidad en conjunción con los existentes protocolos de gestión.

El MGCP y los Protocolos de Señalización de la Llamada

El MGCP es un protocolo de control de conexión, no un protocolo de señalización. Un protocolo de señalización se usa para transportar información del estado de la llamada de una entidad a otra, y para intercambiar y negociar los diferentes parámetro de conexión.

Como se ha mencionado, existen dos estándares de protocolo competitivos para señalización VoIP: el marco H.323 desarrollado por la UIT-T, y el SIP del IETF. El MGCP no compite con estos dos protocolos, actúa como un complemento de ellos. Mientras que el MGCP se utiliza entre el MGCP y las pasarelas de medios para controlar los recursos de medios en las pasarelas de medios, el SIP o el H.323 se puede usar entre el MGC y un cliente VoIP para establecer una comunicación de voz, como se muestra en la **Figura 3.**

Cuando se tiene que crear una comunicación telefónica entre las pasarelas de medios que no se asocian con el mismo controlador, se establece una comunicación de señalización de llamada entre el MGC que controla la primera pasarela de medios y el MGC que controla la segunda, como se muestra en la **Figura 4**. Mientras que el H.323 y el SIP se pueden usar para implementar esta señalización de llamada, hay que tener en mente que ni el H.323 ni el SIP fueron diseñados para soportar este tipo de servicio. De aquí que debamos esperar a que el H.323 y/o el SIP sean optimizados para soportar comunicación entre MGCs para VoIP.

■ Estado del MGCP

El MGCP es el resultado de combinar dos primeras propuestas de protocolo: SGCP (Protocolo Simple de Control de Pasarelas), desarrollado por Bellcore y Cisco, e IPDC (Control de Dispositivo de Protocolo Internet), definido por un consorcio de empresas, que incluye a Alcatel. El tópico de control de pasarela tuvo su momento a finales de 1998, llevando a la creación de un Grupo de Trabajo en la 43º reunión del IETF, celebrada en Orlando, en diciembre de 1998. El Grupo de Trabajo Megaco (Control de Pasarelas de Medios) comenzó sus trabajos definiendo los requisitos del protocolo, con el MGCP como una entrada, e invitando a otros organismos de normalización a contribuir. El Grupo de Trabajo Megaco ha anticipado que tendrá una especificación completa del protocolo en julio de 1999.

Mientras de Grupo de Estudio 16 de la UIT-T está debatiendo el protocolo H.gcp, el MGCP es el primer (pero no el único) candidato en el que se basará el nuevo protocolo TIPHON del ETSI, que probablemente adoptará el MGCP para soportar su arquitectura de pasarela descompuesta.

La interrelación entre las redes IP y SCN es un importante tema de investigación para el Alcatel Corporate Research Center. Se enfoca en la definición de una arquitectura funcional y de los componentes software de telefonía IP para los diferentes escenarios de interfuncionamiento. Estas actividades incluyen el desarrollo de un prototipo MGCP, que debe servir como un futuro elemento comercial, y contribuir con organismos de normalización como TIPHON del ETSI.

■ Conclusión

Mientras que el MGCP está todavía bajo debate en diferentes organismos de normalización y aún puede evolucionar en ámbito, funcionalidad y sintaxis, es claro que tanto la arquitectura como la funcionalidad básica de control de conexión están aceptadas y soportadas por vendedores y operadores. Para la industria de las telecomunicaciones será el momento de explotar las oportunidades de negocio ofrecidas por el MGCP utilizando su competencia en el tratamiento de la llamada, control de la llamada y aprovisionamiento de servicios para desarrollar sus propias plataformas MGC.

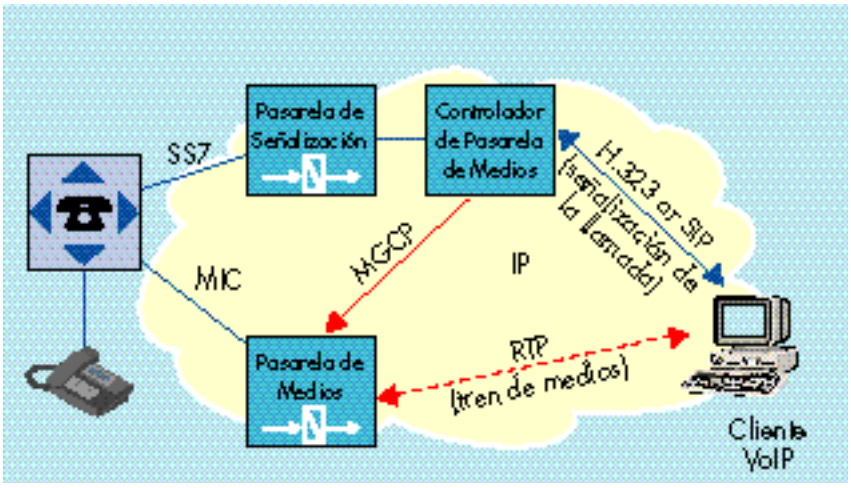


Figura 3 – Relación entre el MGCP y los protocolos de señalización VoIP H.323/SIP.

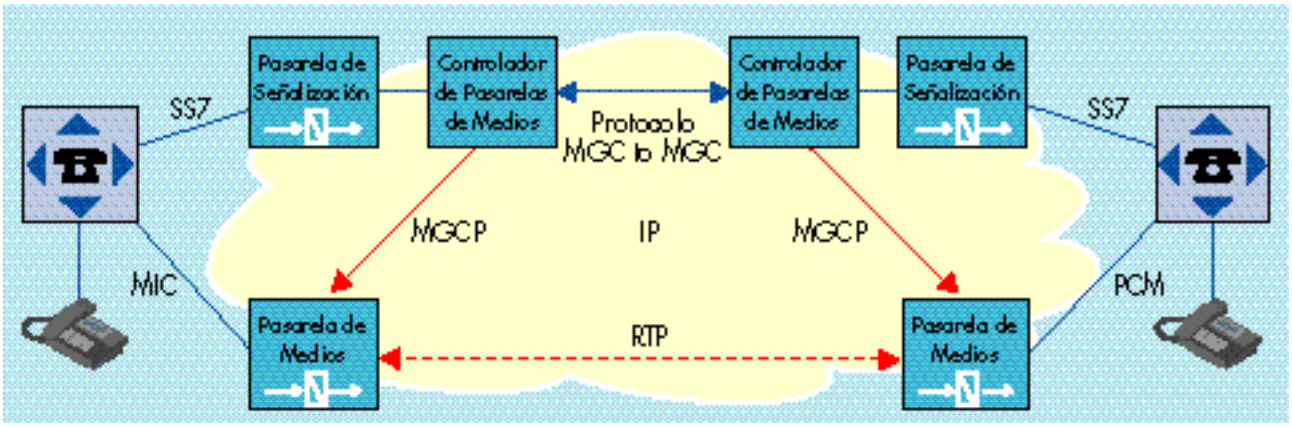


Figura 4 – Señalización entre MGCs.

■ Ejemplo de escenario: Establecimiento de llamada de terminal RDSI a PC con H.323

En este escenario, un terminal RDSI establece una llamada a un PC con H.3232 por una pasarela distribuida MGCP. Como la pasarela de medios se centra exclusivamente en la traducción de la señal de audio, los mensajes de señalización Q.931 de RDSI se devuelven al agente de llamada que debe, por ello, implementar las capas de señalización de los estándares H.323 y Q.931.

El establecimiento de la llamada se inicia cuando el terminal RDSI envía un mensaje de SETUP, incluyendo información como la facilidad de servicio de portadora, el número del llamado, y el canal B que el terminal del usuario sugiere que se debería usar en esta llamada. El agente de llamada verifica la orden y devuelve un indicativo de validación de la petición de llamada y que el establecimiento de la llamada está en curso (CALL PROCEEDING).

Después el agente de llamada toma el circuito de entrada, enviando un mensaje CreateConnection a la pasarela de medios. Es mensaje se dirige al extremo específico para manejar el canal B pedido.

```
Enlace CRCX 1204 -1/3@isdngw.alcatel.net MGCP 0.1
C: A100                                  /* call id */
L: a:G.723.1                             /* local connection options */
M: recvonly                              /* connection mode */
```

La pasarela reconoce inmediatamente la creación, devuelve la identidad de la creación creada y la descripción de sesión SDP utiliza para recibir datos de audio:

```
200 1204 OK
I:FDE234C8                               /* connection id */

c=IN IP4 128.96.41.1                     /* IP address */
m=audio 3456 RTP/AVP G.723.1             /* media description */
```

El aviso de SDP especifica la dirección (128.96.41.1) y puerto (3456) sobre los que la pasarela está preparada para recibir datos de audio, así como el protocolo de transporte y el perfil de audio (G.723.1).

El agente de llamada procede con el enrutamiento de la llamada: determina que el número del llamado corresponde a un PC con H.323, a cual envía un mensaje de SETUP con una serie de propuestas de canal, derivadas de la anterior descripción SDP.

Si el terminal H.323 acepta la propuesta, devuelve un mensaje de ALERTING que especifica la dirección de entrada (128.96.63.25) y el puerto (1296).

Al recibir este mensaje, el agente de llamada envía un mensaje de ALERTING equivalente al llamante. También envía un ModificationRequest a la pasarela para establecer una conexión bidireccional (sendrecv). La carga útil del SDP se obtiene de los parámetros del mensaje de ALERTING:

```
MDCX 1205 trunk-1/3@isdngw.alcatel.net MGCP 0.1
C: A100                                  /* call id */
I: FDE234C8                              /* connection id */
M: sendrecv                              /* connection mode */

c=IN IP4 128.96.63.25                    /* IP address */
m=audio 1296 RTP/AVP G.723.1             /* media description */
```

La pasarela reconoce esta petición:

```
200 1205 OK
```

Cuando el llamado acepta la llamada, envía un mensaje de CONNECT al agente de llamada. Al recibir este mensaje, el agente de llamada envía un mensaje de CONNECT equivalente al llamante. Cuando el llamante reconoce este último mensaje, se establece la conexión.

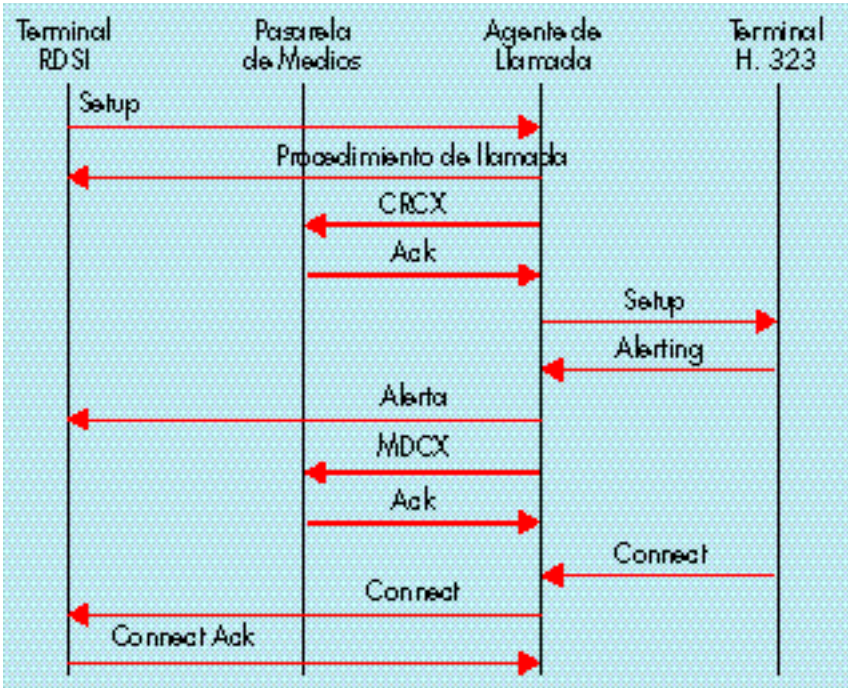


Figura 5 – Flujo de mensajes para establecer una llamada entre un terminal RDSI y un PC H.323.

Además, el MGCP permitirá a los nuevos actores del mercado de las telecomunicaciones para desplegar redes VoIP a gran escala y a prueba de futuro, al crear una oportunidad de negocio para generar nuevos beneficios.

Laurent-Philippe Anquetil trabaja en la realización de prototipos de control de llamada para pasarelas VoIP en el Departamento de Software del Alcatel Corporate Research Center en Marcoussis, Francia.

Jan Bouwen trabaja en requisitos de arquitectura funcional y protocolo de redes VoIP/multimedia públicas en Grupo de Arquitectura de Red en el Alcatel Corporate Research Center en Marcoussis, Francia.

Alberto Conte trabaja en la realización de prototipos de control de llamada para pasarelas VoIP en el Departamento de Software del Alcatel Corporate Research Center en Marcoussis, Francia.

Bart Van Doorselaer trabaja en investigación y normalización de VoIP en el Grupo de Arquitectura de Red en el Alcatel Corporate Research Center en Marcoussis, Francia.

ABREVIATURAS EN ESTE NÚMERO

A

AA	Agente de Llamadas
AAA	Autenticación, Autorización, Contabilidad
ADM	Multiplexor inserción/extracción
ADSL	Línea Digital Asimétrica de Abonado
AF	Transferencia Asegurada
AGW	Puerta de Acceso
ALMAP	Plataforma de Gestión Alcatel
AS	Sistema Autónomo
ASAM	Multiplexor Acceso ATM Abonado
ASIC	Circuito Integrado de Aplicación Específica
ATM	Modo de Transferencia Asíncrono

B

BB-RAS	Servidor Acceso Remoto de banda Ancha
BCP	Burst Control Packet
BGP	Protocolo Pasarela Borde
BSC	Controlador Estación Base
BSS	Subsistema Estación Base
BTS	Estación Transceptora Base

C

CA	Agente Llamada
CAS	Señalización Asociada a Canal
CCS	Señalización de Canal Común
CDMA	Acceso Múltiple por División de Código
CDR	Registro Datos Llamada
CES	Emulación de Circuito
CG	Pasarela Tarificación
CL	Carga Controlada
CLEC	Operadores Centrales Locales Competitivas
CMIP	Common Management Information Protocol
CoS	Clases Servicios
CPE	Equipamiento en Instalación del Cliente
CSTA	Aplicación de Telecomunicación Soportada por Ordenador
CSW	Core Switch
CTI	Integración Informática-Telefonía

D

DANA	Adaptador Redes Aplicaciones Datos
DCS	Sistemas Digitales Cross-connect
DGW	Puerta de Datos
DHCP	Protocolo de Configuración Dinámico de Host
DiffServ	Servicios Diferenciados
DLC	Operador Bucle Digital
DNS	Servidor de Nombres de Dominios
DoV	Datos sobre Voz
DP	Drop Preferente
DS	Servicios Diferenciados
DSCP	Differentiated Services Code Point
DSL	Línea Digital de Abonado
DSLAM	Multiplexador de Acceso DSL
D-WDM	Multiplexación por División de Longitud de Onda Densa
DXC	Digital Cross Connect

E

EF	Expedited Forwarding
EGP	Protocolo Pasarela exterior
ETSI	Instituto Europeo Estándares de Telecomunicación

F

FCC	Comisión Federal de Comunicaciones
FDDI	Interfaz Distribución Datos Fibra
FDL	Líneas Retardo Fibra
FIT	Fallo por cada Mil Horas
FR	Frame Relay
FT1	Fraccional T1

G

GEA	Alianza Gigabit Ethernet
GGSN	Nodo Soporte Pasarela Paquetes
GPRS	Servicio General de Radio por Paquetes
GR	Gigabit Router
GRE	Encapsulación Genérica de Enrutamiento
GS	Garantía Servicio
GSM	Sistema Global de Comunicaciones Móviles
GSN	Nodo de Soporte GPRS
GTP	Protocolo Túnel GPRS
GUI	Interfaz Gráfico de Usuario
GW	Pasarela

H

HDLC	Control Alto Nivel Enlace Datos
HFC	Híbrido Fibra Coaxial
HLR	Registro Posiciones Bases
HSCSD	Servicio Datos Alta Velocidad Conmutación Circuitos
HTTP	Hypertext Transfer Protocol

I

IAD	Dispositivo de Acceso Integrado
IAP	Proveedor de Acceso Internet
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
IETF	Grupo Tareas Ingeniería Internet
ILEC	Operador Local Tradicional
IN	Red Inteligente
INAP	Protocolo de Acceso Red Inteligente
IP	Plataforma de inteligencia
IP	Protocolo Internet
IPDC	Dispositivo de Control Protocolo Internet
IPX	Intercambio de Paquetes entre Redes
IS	Servicios Integrados
ISA	IP/SDH/ATM Integrados
ISA-NEISA	Elemento de Red
ISDN	Integrated Services Digital Network
IS-IS	Sistema Intermedio-a-Sistema Intermedio
ISP	Proveedor de Servicios Internet
ISR	Enrutamiento Conmutación Integrados
ISUP	Parte Usuario RDSI
ITSP	Proveedor de Servicios de Telefonía sobre Internet
IVR	Respuesta de Voz Interactiva

L

LAN	Red de área Local
LDAP	Protocolo Acceso Directorio Ligero

M

MAC	Control Acceso Medio
MAN	Red Área Metropolitana
MAP	Parte Aplicación Móvil Multi-BSS
MFS	Servidor Paquetes Rápidos
MG	Pasarela Medios
MGC	Controlador Pasarela Medios
MGCP	Protocolo Control Pasarela medios
MIB	Base gestión Información
MIS	Sistema Gestión Información
MPLS	Conmutación Multiprotocolo Etiquetas
MPOA	Multiprotocolo sobre ATM
MPR	Enrutamiento Multicamino
MSC	Centro Conmutación Servicios Móviles
MVIP	Protocolo Integración Multifabricante

N

NAS	Servidor de Acceso Red
NAT	Traslación Direcciones Red
NB-RAS	Servidor Acceso Remoto Banda Estrecha
NIC	Tarjeta Interface de Red

N-ISUP	Parte Usuario RDSI
NMC	Centro Gestión Red
NSS	Subsistema de Red

O

OAM&P	Operación, Administración, Mantenimiento y Aprovisionamiento
OBS	Conmutador Óptico Ráfagas
OEM	Fabricante Equipos Originales
OIF	Optical Interworking Forum
OSPF	Primer Camino Más Corto Abierto

P

PBX	Centralita Privada de Abonado
PC	Ordenador Personal
PCI	Interconexión Componentes periféricos
PCM	Modulación Impulsos Codificados
PCU	Unidad Control Paquetes
PDA	Asistente Personal Digital
PDCH	Canales de Paquetes de Datos
PDN	Red Paquetes Datos
PDP	Protocolo Paquetes Datos
PDU	Unidad Paquetes Datos
PDU	Unidad Protocolos Datos
PHB	Comportamiento por Etapas
PLMN	Red Móviles Pública Terrestre
POP	Punto de Presencia
PoS	Paquetes sobre SONET
POTS	Servicios Telefónicos Planta Tradicional
PRA	Acceso Velocidad Primaria
PSTN	Red Telefónica Publica Conmutada

Q

QoS	Calidad de Servicio

R

RAN	Nodo Acceso Remoto
RANAP	Parte Aplicación Red Acceso Radio
RAS	Señalización Registro, Admisión y Estado
RBOC	Compañías Operadoras Regionales Bell
RC	Controlador Enrutamiento
RED	Detección Aleatoria Rápida
RIP	Protocolo Información Encaminamiento
RMON	Monitorización Remota
RSVP	Protocolo Reserva Recursos
RTP	Protocolo Transporte Tiempo Real

S

SCE	Entorno Creación Servicio
SCN	Red Circuitos Conmutados
SCP	Punto Control Servicio
SDH	Jerarquía Digital Síncrona
SDP	Protocolo Descripción Sesión
SEN	Nodo Ejecución Servicio
SG	Puerta Señalización
SGCP	Protocolo Control Puerto único
SGSN	Nodo Soporte Conmutación Paquetes
SIP	Protocolo Iniciación Sesión
SLA	Acuerdo Nivel Servicio
SLS	Especificación Nivel Servicio
SMC	Centro Gestión Servicio
SMP	Plataforma Gestión Servicio
SNDCP	Protocolo Dependencia Convergente Sub-red
S-NE	Elemento Red STM
SNMP	Protocolo Gestión único Red
SOA	Amplificador Óptico Semiconductor
SONET	Red Óptica Síncrona
SPP	Punto Aprovisionamiento Servicio
SPR	Enrutamiento Camino único
SRP	Specialized Resource Point
S/R	Conmutación/Enrutamiento
SSP	Punto Conmutación Servicio
SS7	Sistema Señalización Nº 7
STM	Módulo Transporte Síncrono

T

TACACS	Terminal Access Controller Access System
TAPI	Telephony Apllication Programming Interface
TBF	Flujo Bloques temporal
TC	Condicionamiento Tráfico
TCH	Canales Tráfico
TCP	Protocolo Control Transmisión
TDM	Multiplexación División Tiempo
TDMA	Acceso Múltiple División Tiempo
TGW	Pasarela Trunking
TIPOR	Router óptico IP Multi-terabit
TOS	Tipo Servicio
TSAPI	Interface Programación Aplicación Servicio Telefonía

U

UDP	Protocolo Datagrama Usuario
UMTS	Sistema Universal Comunicaciones Móviles

V

VLR	Visitor Location Register
VoIP	Voz sobre Protocolo Internet
VPN	Red Privada Virtual

W

WAN	Red Área Amplia
WAP	Protocolo Aplicación Inalámbrica
WDM	Multiplexación División Longitud Onda
WGW	Puerta Inalámbrica
WLL	Bucle Local Inalámbrico

OFICINAS EDITORIALES

Cualquier asunto relacionado con las distintas ediciones de la Revista de Telecomunicaciones de Alcatel deberá dirigirse al director adecuado. Las peticiones de suscripción deben enviarse por fax o por correo electrónico.

■ EDICIÓN INGLESA:

Mike Deason
Alcatel Telecommunications Review
Alcatel
54, rue La Boétie
75382 Paris Cedex 08
France
Tel.: 33 (0)1 40 76 13 48
Fax: 33 (0)1 40 76 14 26
E-mail: (ver edición francesa)

■ EDICIÓN FRANCESA:

Catherine Camus
Revue des Télécommunications
d'Alcatel
Alcatel
54, rue La Boétie
75382 Paris Cedex 08
France
Tel.: 33 (0)1 40 76 13 48
Fax: 33 (0)1 40 76 14 26
E-mail: catherine.camus@alcatel.fr

■ EDICIÓN ALEMANA:

Andreas Ortelt
Alcatel Telecom Rundschau
Alcatel
Department ZOE/FP
70430 Stuttgart - Germany
Tel.: (49) 711 821 446 90
Fax: (49) 711 821 460 55
E-mail: A.Ortelt@stgl.sel.alcatel.de

■ EDICIÓN ESPAÑOLA:

Gustavo Arroyo
Revista de Telecomunicaciones
de Alcatel
Alcatel
Ramírez de Prado 5
28045 Madrid - Spain
Tel.: (34-91) 330 49 06
Fax: (34-91) 330 50 41
E-mail: gustavo@alcatel.es

■ EDICIÓN CHINA:

Isabelle Liu
Alcatel China
Beijing Representative Office
2nd & 3rd Floor Landmark Building
8 North Dongsanhuan Road
Chaoyang District
Beijing 100004
P.R. China
Tel: 86 10 65924670
Fax: 86 21 65064265
E-mail: isabelle.Liu@alcatel.com.hk

El próximo número, a publicar durante el 3er Trimestre de 1999, estará dedicado a "Innovación"