

El encaminador AXI 540 y la vertiente pública de la red IP

Gordon Saussy

En abril de 1999, Ericsson adquirió Torrent Networking Technologies, un fabricante de encaminadores de Gigabits de la gama alta para redes públicas IP con base en los EE UU. El equipo de Torrent — ahora el grupo de infraestructura IP de Ericsson dentro de la Unidad de Negocio Datacom — empezó a sacar a la luz pública su nuevo Edge Aggregation Router AXI 540 durante el cuarto trimestre de 1999. El encaminador AXI, que ha sido optimizado para dar servicio a la vertiente de nuevas redes públicas IP, es un complemento natural al creciente portafolio de Ericsson de productos de datos.

En este artículo, el autor trata los requisitos de los encaminadores en la vertiente de la nueva red pública IP, y presenta las tecnologías clave y las posibilidades de la arquitectura del encaminador AXI 540, que fue construido para cumplir esos requisitos.

De Internet a la red pública IP

Impulsada por la popularidad del World Wide Web (WWW) y el incremento del uso del correo electrónico interno en las empresas, así como entre empresas, el crecimiento de Internet durante los últimos cinco años ha sido fenomenal — hasta el punto de hacer temblar los cimientos de las industrias de comunicación de datos y de telecomunicaciones. Estas industrias se están moviendo agresivamente hacia una visión común de convergencia hacia IP que está

basada en el protocolo Internet (IP) y una infraestructura de conmutación de paquetes.

Hoy, Internet es una superposición *ad hoc* construida sobre las redes de telecomunicaciones y comunicación de datos de área extendida existentes. En su mayor parte, emprendedores proveedores de servicios de Internet (ISP) han construido la Internet alrededor de redes portadoras existentes, con poca participación de los portadores (operadores de red). Internet se apunta tanto por su ubicuidad — es accesible desde virtualmente cualquier sitio del planeta a través de un módem y sobre servicios de telecomunicaciones de alta velocidad en todos los mercados importantes — pero se queda muy por debajo en el cumplimiento de los requisitos de fiabilidad y prestaciones asociados con los servicios de comunicación de datos de área extendida tradicionales. En consecuencia, la visión de la convergencia de IP, y las muchas osadas predicciones relativas a la telefonía IP, el comercio electrónico y la transformación del lugar de trabajo no serán cumplidas por Internet en su estado actual.

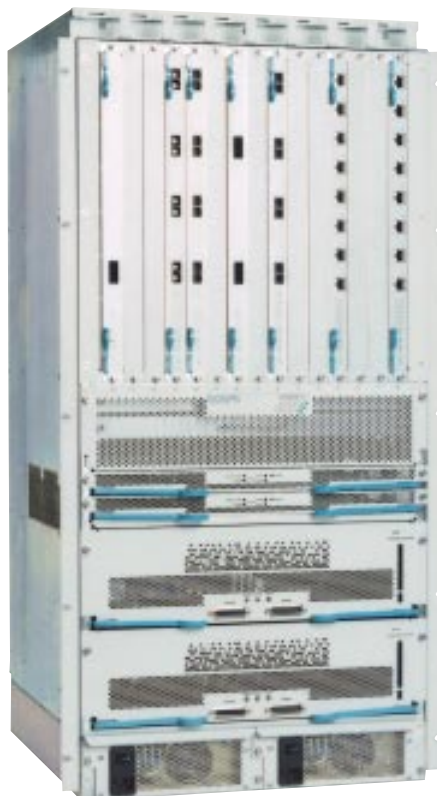
No obstante, ya se están construyendo nuevas redes IP públicas para suplantar a Internet junto con elementos importantes de la red de telecomunicaciones. La red IP pública no está siendo construida simplemente como una superposición por ISP independientes; en vez de ello, es una parte integrada de la red portadora que está construida y puesta en servicio por un híbrido de proveedores de servicio de portadora innovadores y emprendedores. La red IP pública mantendrá la ubicuidad de la Internet de hoy, aumentada con la fiabilidad del servicio de telecomunicaciones y la mejora de las prestaciones que permitan que las más agresivas aplicaciones operen de forma inconsútil.

Convergencia de servicios IP

Para algunos, el término convergencia de IP describe la transición desde las tecnologías de infraestructura de telecomunicaciones del día de hoy (SONET/SDH TDM y ATM/ Frame Relay switching – Conmutación de relé de trama) a nuevas soluciones centradas en IP. Este concepto, que podría ser denominado la convergencia de infraestructura de IP, es tecnológicamente fascinante y tendrá ciertamente un importante impacto sobre las arterias principales de las portadoras durante los próximos cinco a diez años. Para otros, la convergencia de IP describe una transformación del actual modelo servicio multiprotocolo a uno de servicios concentrados basados en IP; o sea, convergencia de servicios IP. Este campo está evolucionando muy rápidamente y tendrá un impacto muy visible a corto plazo.

La noción de convergencia de servicio IP es muy simple. Hoy, la empresa típica contrata con toda una variedad de diferentes proveedores de

Figura 1
Vista del panel posterior del encaminador AXI 540.



diversos servicios de comunicaciones. Por ejemplo, una corporación de tamaño medio podría tener diferentes proveedores para telefonía básica (POTS, fax), servicio de videoconferencia, redes de área extendida (WAN) privadas, acceso a red de área local (LAN) remota, y acceso a Internet. Cada uno de estos servicios requiere potencialmente su propia conexión de WAN y equipo en los locales del cliente (Customer Premises Equipment - CPE). De forma similar, es probable que cada servicio requiera que los abonados dominen algún nivel de experiencia de usuario. Por contraste, la convergencia del servicio IP promete un modelo simplificado que preste todos estos servicios (y muchos que quedan por imaginar) a través de una sola conexión (u opcionalmente redundante) a una red IP. En consecuencia, los abonados podrán acceder a un completo menú de servicios de comunicaciones a través de una línea de cable o una conexión inalámbrica desde un proveedor de servicios.

Internet, tal y como la conocemos hoy, se puede usar para hacer prototipos de nuevos servicios, pero no está equipada para prestar servicios convergentes de IP a gran escala. Los encaminadores usados para enviar tráfico de IP dentro de Internet y la suite del protocolo IP que funciona como un sistema operativo distribuido dentro de estos encaminadores son débiles en dos áreas clave: prestaciones y topología. La nueva red IP pública se apoyará en innovaciones en cada una de estas áreas para habilitar un modelo de servicios concentrados.

Los problemas de las pobres prestaciones en la Internet de hoy son fáciles de observar: cualquiera que haya usado un navegador para surcar el Web tiene experiencia de primera mano de ellos. La multiplexación estadística de ancho de banda es una característica inherente de las redes de conmutación de paquetes, y la contienda por el uso de la red crea variaciones de latencia ("jitter") y pérdida de datos. Los encaminadores de IP de hoy día no hacen ningún esfuerzo para mejorar estas cuestiones para cualquier tipo de tráfico; esto es, todo el servicio es sin reserva, lo mejor que se pueda y sin conexión. El modelo de servicio en convergencia requerirá una gestión más inteligente de diferentes clases de tráfico dentro de la red IP pública, garantizando con ello que se da prioridad a determinadas aplicaciones (tales como la voz) por encima de otras clases de tráfico.

La topología es en la actualidad una cuestión más sutil que las prestaciones de Internet. Los encaminadores de hoy día mantienen una única base de datos de topología (tabla de encaminamiento) para la Internet global. Desde cualquier encaminador específico a cualquier punto de Internet, hay un único camino, mantenido dinámicamente a través de del intercambio de información topológica entre encaminadores. Los protocolos que se usan actualmente para intercambiar esta información:

- no acomodan tráfico privado (tal como arterias principales de WAN corporativa);
- no pueden redirigir el tráfico alrededor de puntos de congestión; y
- no permiten fácilmente que las topologías estén restringidas por factores comerciales.

La red IP pública necesitará que se hagan mejoras a la gestión topológica, introduciendo redes virtuales privadas (Virtual Private Networks - VPN) basadas en IP, topologías basadas en clase de servicio (class of service - CoS), y una implementación más simple de restricciones comerciales (por ejemplo, la preferencia de una alternativa de arteria principal sobre otra debido a unos costes de transporte más bajos).

Con una calidad mejorada y capacidad de clase de servicio (QoS/CoS) y topologías más flexibles que soporten VPN basadas en IP, la red IP pública podrá prestar la gama completa de servicios de telecomunicaciones y comunicaciones de datos, con acceso público a Internet como característica concentrada. Se están desarrollando nuevas arquitecturas, productos y estándares que serán usados para construir la red IP pública y hacer la convergencia de servicios IP una realidad a corto plazo.

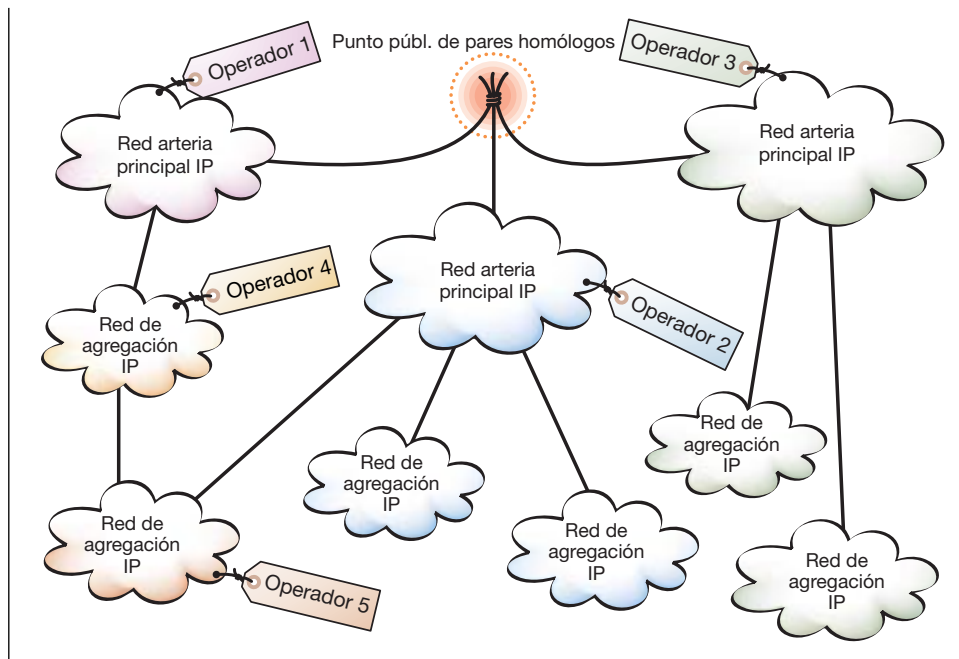
Construcción de la red IP pública

Al igual que con Internet (así como las redes de telecomunicaciones), la red IP pública no será una red única; en vez de ello, estará compuesta de una malla de redes paralelas que estarán interconectadas en los principales puntos de pares

CUADRO A, ACRONIMOS

| | | | |
|-------|--|--------|---|
| ALU | Arithmetic logic unit | NTP | Network timing protocol |
| ARP | Address resolution protocol | OC-48 | Optical carrier 48 (2.5 Gbit/s) |
| ASIC | Application-specific integrated circuit | OSPF | Open shortest path first |
| | | PIM-D | Protocol-independent multicast, dense mode |
| ATM | Asynchronous transfer mode | PIM-S | Protocol-independent multicast, sparse mode |
| BGP | Border gateway protocol | PoP | Point of presence |
| CoS | Class of service | POTS | Plain old telephone service |
| CPE | Customer premises equipment | PPP | Point-to-point protocol |
| DA | Destination address | PVC | Point-to-point virtual circuit |
| DS | Differentiated Services ("DiffServe") | QoS | Quality of service |
| DSCP | DiffServe code point | RIP | Routing information protocol |
| DVMRP | Distance-vector multicast routing protocol | RISC | Reduced instruction set coprocessor |
| DWDM | Dense wavelength-division multiplexing | SA | Source address |
| EBGP | Exterior BGP | SDH | Synchronous digital hierarchy |
| FR | Frame Relay | S-G | Source address-to-multicast group |
| IBGP | Interior BGP | SONET | Synchronous optical network |
| IETF | Internet Engineering Task Force | STM-16 | Synchronous transfer mode 16 (2.5 Gbit/s) |
| IP | Internet protocol | TDM | Time-division multiplexing |
| IS-IS | Intermediate system-to-intermediate system | ToS | Type of service |
| ISP | Internet service provider | VPN | Virtual private network |
| LAN | Local area network | WAN | Wide area network |
| LSP | Label-switched path | WWW | World Wide Web |
| MPLS | Multiprotocol label switching | xDSL | Digital subscriber line (various types) |

Figura 2
La red pública IP: múltiples estratos, múltiples operadores.



homólogos. Cada una de estas redes paralelas, que será una red IP independiente, puede ser a su vez descompuesta en diferentes elementos cuya propiedad y responsabilidad de operación ostentan diferentes portadoras. La estructura de cada red IP paralela puede ser descompuesta en dos importantes elementos:

- redes de arteria principal; y
- redes de agregación.

Redes de arteria principal (Backbone)

Las redes de arteria principal serán operadas nacional e internacionalmente por grandes portadoras y proveedores de servicios. Éstas discurrirán siempre sobre grandes plantas de fibra, típicamente con una capa de multiplexación densa de división longitud de onda (dense wavelength-division multiplexing - DWDM) que permite Terabits por segundo (Tbit/s) de ancho de banda agregado en la red. Estas redes se construyen siempre como una malla de nodos de encaminamiento IP interconectados que están ricamente interconectados por enlaces punto a punto. Sin embargo, hay numerosas maneras de hacer capas en la red IP sobre la arteria principal de fibra óptica. Éstas se pueden agrupar a grosso modo como sigue:

- Arterias principales multiservicio IP sobre ATM — estas redes usan conmutación en modo de transmisión asíncrono (asynchronous transmission mode - ATM) para multiplexar tráfico IP con otro tráfico por la arteria principal. Los encaminadores se interconectan a través de circuitos virtuales punto a punto (point-to-point virtual circuit - PVC) sobre arterias principales ATM. En algunos

casos, las centrales ATM funcionan también como nodos de encaminamiento activo usando tecnologías de conmutación multiprotocolo de etiquetas (multiprotocol label switching - MPLS). La ventaja de esta arquitectura es su capacidad para soportar el tráfico de arteria principal existente (datos no IP, no datos) a lo largo de IP, que facilita en gran medida la migración hacia la Internet de la próxima generación. Sin embargo, también conlleva un precio en términos de pérdida de caudal, debido a la tara de ATM, y en términos de la gestión de la red ATM. No todos los arquitectos de redes creen que este precio está compensado por las ventajas de ATM.

- Arterias principales de IP sobre SONET/SDH — estas redes eliminan la capa ATM, implementando enlaces punto a punto entre encaminadores IP directamente anillos SONET/SDH (que, a su vez, funcionan sobre DWDM). Si está presente, el tráfico no IP se transporta por conexiones punto a punto separadas en la misma estructura SONET/SDH. Al igual que con el procedimiento de IP sobre ATM, esta solución puede ser implementada hoy, basada en estándares probados.
- arterias principales IP sobre DWDM — las redes de esta clase son todavía puramente teóricas. La idea es sustituir la capa SONET/SDH por una nueva capa física liviana que haga una aplicación del tráfico IP directamente sobre las fibras DWDM. Los proponentes de esta solución argumentan que a causa de que mucha parte de la estructura de SONET/SDH está optimizada para con-

mutación de circuitos, un método más simple que esté optimizado para paquetes IP dará como resultado una mejor relación precio - prestaciones.

La visión de convergencia de infraestructura IP exige la rápida migración a arterias principales IP sobre DWDM. Sin embargo, en realidad, las tres soluciones evolucionarán, y la migración hacia un sistema operativo común en la arteria principal llevará muchos años.

Redes de agregación IP

Las portadoras (grandes y pequeñas) y los ISP operarán redes de agregación IP dentro de áreas de servicio, que podrían comprender un parque industrial, unas pocas regiones, o incluso todo un país. En términos de lógica, una red de agregación IP funcionará como un embudo: millares o decenas de millares de conexiones de abonados serán transportadas mediante redes de conmutación de portadora y multiplexación hacia un punto de agregación IP, donde potentes encaminadores de agregación aplican flujos de tráfico de abonados a conexiones de arteria principal. La funcionalidad proporcionada por estas nuevas redes de agregación IP se puede ver en tres dominios: terminación de acceso de abonado, procesamiento de tráfico de abonado, e integración de arteria principal.

Terminación de acceso de abonado

La conexión lógica entre el abonado y el punto de agregación IP será una conexión IP punto a punto. Las redes portadoras usarán diversas tecnologías de multiplexación y conmutación Capa 1 y Capa 2 para poner en servicio miles de estas conexiones dentro de un área de servicio. Las al-

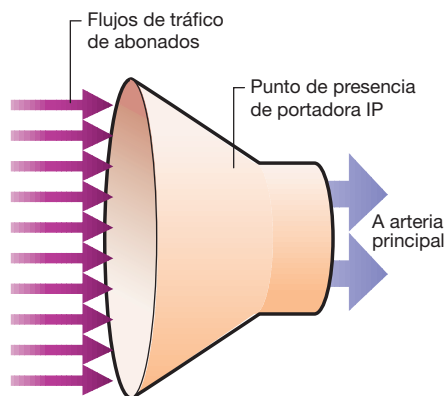


Figura 3
Agregación de IP en las redes públicas IP.

ternativas irán desde líneas alquiladas de alta velocidad y PVC ATM o de Relé de trama a conexiones IP/PPP/ATM sobre diversas redes de línea de abonado digital (digital subscriber line - xDSL) a redes inalámbricas y módem de cable. Por lo tanto, los encaminadores de agregación IP necesitarán ofrecer decenas de millares de interfaces virtuales IP en toda una variedad de puertos físicos, para asegurar una fácil integración con diversas redes. Debajo del encaminador de agregación IP, la red de acceso de la portadora puede operar de una manera muy parecida a como lo hace hoy — como una red conmutada Capa1 o Capa 2 con un mínimo de IP.

Procesamiento de tráfico de abonado

Muchos miles de flujos de abonados son terminados y agregados en el punto de agregación de IP. Por lo tanto, el encaminador de agregación de IP debe poder clasificar rápidamente los pa-

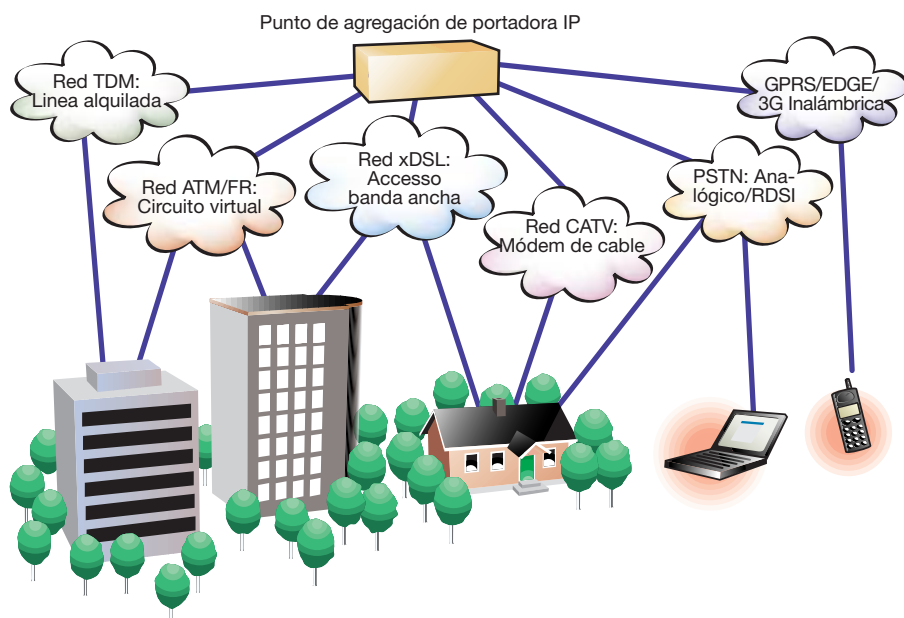


Figura 4
Acceso de abonado IP: diversas alternativas.

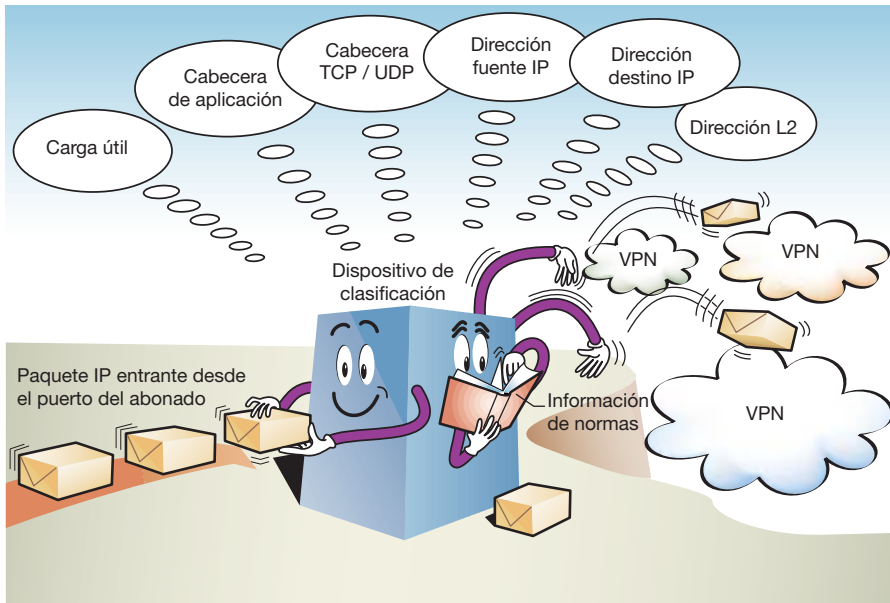


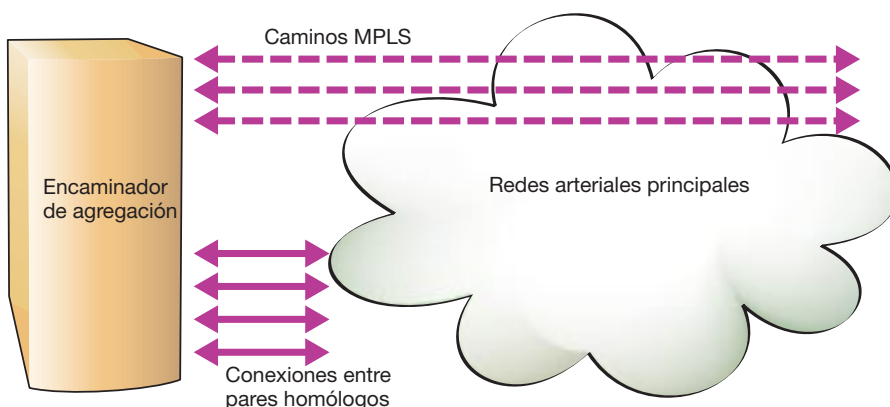
Figura 5
Clasificación y gestión del tráfico de abonado IP.

quetes recibidos de acuerdo con políticas predefinidas, por abonados y aplicación. Esto va más allá de la simple clasificación en un fondo de prioridades finito — cada clase de tráfico puede requerir una aplicación a diferentes VPN, y puede requerir una conformación y priorización únicas.

Integración de la arteria principal

Una función primaria de los encaminadores de agregación IP es encaminar tráfico agregado sobre redes de arteria principal IP. Esto exige un soporte extenso para los protocolos de encaminamiento (OSPF, IS-IS y BGP-4) así como la capacidad de aplicar el tráfico a niveles de clase de

Figura 6
Integración con arterias principales IP.



servicio de arteria principal soportados y topologías de ingeniería de tráfico. Dos nuevos estándares para redes IP jugarán un papel clave: DiffServ y MPLS.

El nuevo estándar de Servicios Diferenciados (Differentiated Services), o DiffServ, permite que el tráfico IP sea marcado para una gestión preferente por la red. DiffServ redefine un byte en la cabecera de IP existente (el byte de tipo de servicio, o ToS) para que incluya un "DSCP" de seis bits (punto de código DiffServ) que indica los requisitos de servicio para el paquete. Los nodos con capacidad DiffServ examinan el valor de este campo y llevan a cabo operaciones de envío de acuerdo con él. De los 64 posibles valores de DSCP, el Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (Internet Engineering Task Force - IETF) se propone definir hasta 32 como clases de servicio "global". Las restantes 32 clases de servicio se dejarán abiertas a una definición específica de la red. Los nodos pueden también reescribir los valores de DSCP en tránsito. El valor de DSCP permite que se dé a determinados paquetes prioridad sobre los otros en cada nodo de red, reduciendo así las variaciones de latencia e incrementando el "goodput" (caudal de paquete con carga útil) para flujos de tráfico específicos (si bien a costa de tráfico menos importante).

La iniciativa de conmutación de etiqueta multiprotocolo (MultiProtocol Label Switching - MPLS), que es más amplia que DiffServ, ha evolucionado hacia una familia de estándares dentro del IETF. El concepto básico de MPLS es adjuntar una etiqueta extra al paquete IP. Por lo tanto, en vez de realizar una compleja búsqueda para determinar el destino del paquete, los nodos intermedios de una red IP pueden simplemente procesar la etiqueta para determinar el camino de egreso del paquete. Ya que la expedición dentro de una "nube" MPLS está basada solamente en la etiqueta, MPLS soporta con holgura las redes virtuales privadas basadas en IP. Además, debido a que el proceso que gestiona las etiquetas en una red MPLS está desacoplado de los procesos de topología básica de la red, se puede usar MPLS para aumentar la topología básica con nuevos caminos — una capacidad denominada "ingeniería de tráfico." Mediante técnicas de caminos extra de conmutación por etiquetas (label-switched paths - LSP) para determinadas clases de tráfico, y usando los LSP de MPLS para optimizar el uso de una malla compleja, los operadores de la red pueden mejorar, por lo general, el caudal útil (goodput) y reducir las variaciones de latencia (jitter).

Mientras que MPLS y DiffServ representan mejoras a las redes básicas IP, ninguna de ellas hace ninguna presunción sobre el emparedado de protocolos subyacente. Se han definido estándares para permitir a MPLS correr directamente sobre arterias principales ATM o arterias principales de Relé de Trama así como sobre

cualquier red que transporte tráfico IP en tramas de protocolo punto a punto (PPP). Debido a que DiffServ opera estrictamente dentro del paquete IP, puede ser usado en cualquier red IP. La convergencia de infraestructura no es un requisito para beneficiarse de estos nuevos estándares — el único criterio es que los nodos de enrutamiento IP dentro de la infraestructura sean capaces de soportar los nuevos estándares.

El portafolio de soluciones de Ericsson para nuevas redes IP públicas es muy rico. Verdaderamente, Ericsson ha tomado una posición de liderazgo en lo relativo a los nuevos estándares MPLS y DiffServ. La gama de productos de Ericsson va desde el "núcleo" de IP pasando por la capa de agregación y llegando hasta las diversas redes de acceso (xDSL, inalámbrico, TDM, ATM/FR, y así sucesivamente) que envían tráfico de abonados a la red. Las soluciones de infraestructura de Ericsson para nuevas redes de arteria principal IP y de agregación son particularmente potentes.

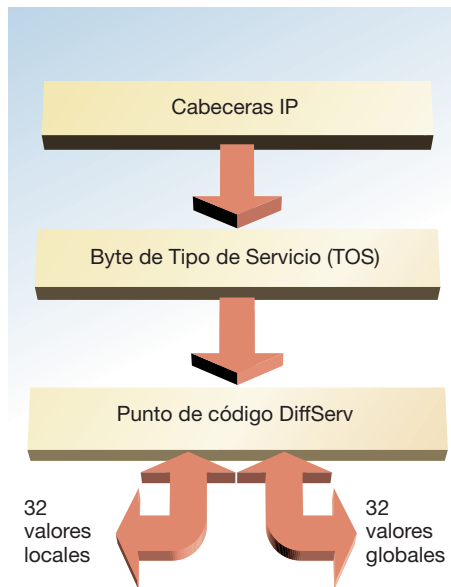


Figura 7
El punto de código DiffServ (DSCP) en la cabecera IP.

Soluciones de red de arteria principal

El enrutador de núcleo AXI 520 IP, que se puede usar para construir redes nucleares IP a velocidades de hasta OC-48/STM-16 (2.5 Gbit/s) sobre conexiones SONET/SDH, implementa totalmente los nuevos estándares MPLS y DiffServ. La central AXD 301 IP/ATM soporta conmutación de célula ATM y conmutación de etiquetas multiprotocolo y asciende hasta más de 100 Gbit/s de capacidad de conmutación.¹ Las soluciones DWDM de Ericsson se pueden usar para construir arterias principales en áreas metropolitanas para IP así como otras tecnologías de telecomunicaciones.

Soluciones de redes de agregación

Ericsson ofrece un amplio conjunto de soluciones para nuevas redes de acceso a IP y de agregación. Los nodos de acceso optimizados prestan servicio de acceso de banda estrecha, de acceso xDSL y nuevos sistemas de acceso IP inalámbrico. Con el nuevo Edge Aggregation Router AXI 540, Ericsson se dirige también al mercado de acceso fijo de alta velocidad y agregación de punto de presencia (point-of-presence - PoP).

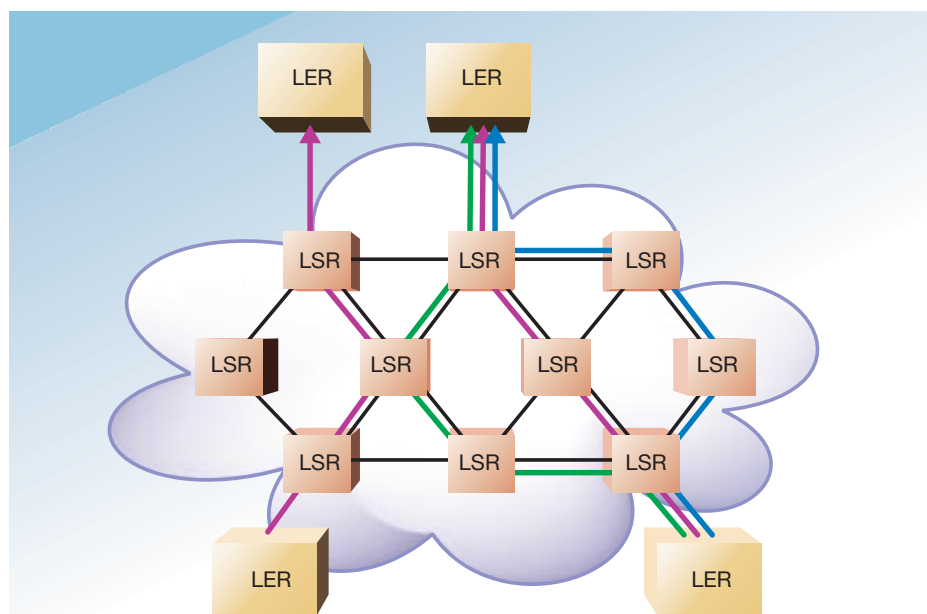


Figura 8
Conmutación de etiquetas multiprotocolo (MPLS) en la arteria principal.

CUADRO B, SOFTWARE DE ENCAMINAMIENTO IPACTION

El encaminador AXI 540 ejecuta todo el software de encaminamiento en un "procesador de ruta" centralizado y redundante, que es esencialmente un ordenador de una sola placa que ha sido optimizado para gestionar todas las operaciones de segundo plano para el encaminador. Para una óptima elasticidad y fácil integración de nuevas características, el software de encaminamiento corre como una serie de procesos independientes en un sistema operativo UNIX de flujo continuo (streamlined). Los procesos que van con la suite de software IPaction incluyen el encaminamiento monodestino, el encaminamiento multidestino, la gestión de QoS, la gestión de SNMP, el servicio NTP, y otros.

La característica más importante de cualquier encaminador es la anchura y profundidad de su software de encaminamiento. La suite IPaction (actualmente en la revisión 2.1, la quinta versión de producción) es rica en propiedades y soporta todos los protocolos de encaminamiento populares. Ha sido ampliamente probada en importantes redes de ISP en todo el mundo, y demostrado su estabilidad e interoperabilidad en redes de producción. Mientras el equipo de ingeniería continúa su trabajo en las futuras versiones de IPaction, este software evolucionará hacia una de las más extensas bases de código de encaminamiento IP de la industria.

El Edge Aggregation Router AXI 540

Los proveedores de servicio y las portadoras que construyen la red IP pública tienen criterios muy específicos para sus encaminadores de agregación IP:

- ¿Puede encaminar el producto?
- ¿Puede aumentar gradualmente el producto?
- ¿Es fiable el producto?
- ¿Prestará el producto servicios de IP avanzados?

El Edge Aggregation Router AXI 540 de Ericsson y su software de encaminamiento IPaction han sido optimizados para atender a estos criterios.

¿Puede encaminar el producto?

El software de encaminamiento IPaction de Ericsson soporta un completo rango de protocolos de encaminamiento (Cuadro B):

- Protocolo de información de encaminamiento (Routing information Protocol - RIP);
- Abrir primero el camino más corto (Open shortest path first - OSPF);
- Sistema Intermedio a Sistema Intermedio (Intermediate system-to-intermediate system - IS-IS);
- Protocolo de frontera de pasarela interior o exterior (Interior or exterior border gateway protocol - IBGP/EBGP);
- Protocolo de encaminamiento multidestino de vector de distancia (Distance-vector multicast routing protocol - DVMRP); y
- Multidestino independiente del protocolo, modos denso y esparcido (Protocol-independent multicast, dense and sparse modes - PIM-D and PIM-S).

La suite de software implementa también una extensa gama de avanzadas características de protocolo de frontera de pasarela BGP, incluyendo la aplicación de ruta, comunidades, amortiguación de flaps y reflectores de ruta, más un amplio conjunto de características que añaden valor, tales como BOOT-P, relé DHCP, protocolo de relé de dirección proxy (address relay protocol - ARP) y protocolo de temporización de red (network timing protocol - NTP). Los principales proveedores de servicios de Internet de todo el mundo han probado la suite de software IPaction, y han demostrado la total interoperabilidad con las arterias principales existentes.

¿Puede aumentar gradualmente el producto?

La arquitectura del encaminador AXI 540 soporta el aumento gradual en todas las dimensiones importantes. Aumenta el caudal a más de 20 Gbit/s o a más de 20 millones de paquetes por segundo, agregados desde 40.000 interfaces virtuales IP por sistema. También 400 puntos de pares homólogos interiores o exteriores BGP

(IBGP/EBGP) y puede aceptar más de 6 millones de rutas desde estos puntos de pares. La tabla de encaminamiento activa mantenida en cada puerto puede albergar hasta 400.000 de prefijos de red o 64.000 pares de dirección fuente - grupo multidestino (source address-multicast group - S-G) para encaminamiento multidestino. El sistema en su conjunto soporta hasta 50.000 filtros de clasificación en cada puerto, aplicando el tráfico hasta 120.000 colas independientes sobre la estructura de conmutación del sistema. La escalabilidad inherente de la arquitectura del encaminador AXI 540 da respuesta a todos y cada uno de los requisitos clave para el crecimiento a largo plazo.

¿Es fiable el producto?

Los encaminadores AXI 540 de Ericsson facilitan un encaminamiento totalmente flexible y resistente a nivel de hardware, software, sistema y red. La plataforma AXI 540 usa fuentes de alimentación redundantes, bandejas de ventiladores redundantes, estructuras de conmutación de 20 Gbit/s redundantes y procesadores de ruta redundantes para garantizar la máxima disponibilidad a nivel de hardware. El software IPaction de Ericsson divide todas las capacidades importantes en tareas de software separadas que funcionan en memoria protegida en un sistema operativo multitarea, garantizando así que un fallo en una tarea no puede afectar el funcionamiento de las demás. Lo que es más, el diseño de conjunto del sistema AXI 540 usa alarmas SONET/SDH y propiedades de encaminamiento multicamino para identificar los fallos en la red y reencaminar la ruta alrededor de ellos.

¿Prestará el producto servicios de IP avanzados?

Facilitar un encaminamiento que funcione es una cuestión de desarrollo de software y de pruebas; el aumento gradual y la fiabilidad requieren una sólida arquitectura e implementación. Pero para habilitar verdaderamente la convergencia del servicio IP en la nueva red pública IP, un producto debe incorporar tecnologías visionarias y rompedoras. Los Edge Aggregation Routers AXI 540 usan un camino de envío basado en silicio expresamente hecho que incorpora nuevas técnicas patentadas para la búsqueda de ruta y la gestión del servicio en redes IP.

Cada puerto físico del encaminador AXI 540 tiene una copia local de la totalidad de la ruta de encaminamiento — hasta 400.000 entradas de destino de red — y un ASIC dedicado que busca en la tabla y lleva a cabo las operaciones de procesamiento de paquetes. Dentro de este ASIC, unos circuitos especializados implementan un nuevo algoritmo (desarrollado por el equipo de ingeniería de la fundación Torrent) para búsquedas ultra rápidas y ultra eficientes de "coincidencia de prefijo más largo" en una gran tabla de encaminamiento. Ya que cada

puerto tiene su propio ASIC dedicado, el sistema sube fácilmente a velocidades cada vez más altas — cada nueva placa que se añade al encaminador AXI 540 lleva todos los “caballos” que necesita para enviar paquetes a la velocidad del cable a cualquier destino de la red global IP pública. Ericsson obtuvo recientemente una patente sobre las técnicas desarrolladas para esta técnica de búsqueda de ruta, denominada el algoritmo “ASIK” (ASIK es un anagrama de las iniciales del apellido del inventor).

Los servicios IP avanzados requieren algo más que tan solo encaminamiento de alta velocidad. El silicio por puerto expresamente hecho que se usa en el AXI 540 lleva a cabo también diversas búsquedas simples en tablas, para comparar la totalidad de la cabecera IP de cada paquete con una lista de hasta 50.000 filtros. La dirección de destino IP del paquete (destination address - DA), la dirección fuente IP (source address - SA), el protocolo de la Capa 4 y los números de puerto, y la etiqueta de tipo de servicio (o sea, DiffServ CodePoint) se puede hacer coincidir con los filtros instalados para clasificar un paquete para un tratamiento especial. Una vez clasificado, el camino de envío basado en silicio del AXI 540 puede:

- descartar paquetes inmediatamente — esto es útil si se tiene tráfico que no se desea enviar (sin embargo, en la implementación de seguridad IP, el filtrado de paquetes basados en el encaminador no es un sustituto para un cortafuegos con todas sus propiedades);
- regular los paquetes a una velocidad especificada de bytes por segundo — el encaminador AXI 540 permite implementar o bien:
 - regulación estricta (el descarte inmediato de los paquetes que concuerdan con un filtro cuando una velocidad especificada ha sido excedida);
 - o regulación suave (el marcado de tráfico fuera de perfil para un descarte prematuro cuando el puerto de salida está congestionado);
- priorizar y poner en cola el tráfico en la estructura de conmutación — la estructura de conmutación del AXI 540 soporta cuatro niveles de prioridad y hasta 8.192 colas independientes en cada ranura; el tráfico que concuerda con un filtro especificado se puede poner en cola independientemente de otro tráfico;
- volver a marcar la etiqueta DiffServ — en el puerto de salida, el camino de envío basado en silicio del AXI 540 puede cambiar el valor de la etiqueta DiffServ en el paquete; esto permite que el tráfico de diferentes filtros sea agregado para la gestión del ancho de banda principal; y
- originar túneles MPLS — en el puerto de salida, la función de envío basada en silicio del AXI 540 adjunta etiquetas MPLS a paquetes especificados y origina caminos conmutados

por etiqueta en una red de arteria principal habilitada por MPLS.

La tecnología ASIC usada en el encaminador AXI 540 no es ni un microprocesador RISC con todas sus propiedades ni un simple conjunto de máquinas de estados. La mejor manera de describirlo es como una unidad aritmética y lógica (arithmetic logic unit - ALU) hecha a la medida con un conjunto único de operaciones incorporadas específicas para IP en el que funciona un corto conjunto de instrucciones microcodificadas en cada paquete. Este procedimiento, que permite que algunas funciones sean mejoradas con el tiempo mediante nuevo software, mantiene el encaminamiento a velocidad de hilo y la capacidad de clasificación que es esencial en la frontera de la nueva red pública IP.

Con el encaminamiento de silicio a velocidad de hilo para todos los tipos de tráfico, el encaminador AXI 540 garantiza que cada aplicación de cada abonado tiene las prestaciones que necesita. Este potente conjunto de posibilidades, junto con la escalabilidad y fiabilidad del sistema y la potencia del software de encaminamiento IPaction, hacen del encaminador AXI 540 el líder indiscutible de tecnología para las nuevas aplicaciones de agregación de IP.

Conclusión

La rápida evolución de Internet durante los últimos cinco años ha hecho temblar los cimientos de las industrias, creado y erradicado fortunas, y catalizado el cambio social y económico. Pero esto es solo el principio. Hay por delante una nueva era de comunicaciones basadas en IP — la era de la red IP pública.

La red IP pública transformará las comunicaciones en la industria y permitirá la convergencia de toda una variedad de servicios a un modelo IP-céntrico. Requerirá potentes “encaminadores nucleares” para arterias principales IP y una nueva clase de encaminadores de agregación IP para consolidar los abonados y la prestación de servicios.

Ericsson, el líder mundial de las comunicaciones móviles, está poniendo en el mercado un extenso conjunto de soluciones para las nuevas redes públicas IP, desde el núcleo hasta el borde. El Edge Aggregation Router AXI 540 es un miembro clave de esta potente familia de soluciones para tecnología de redes de la próxima generación.



Figura 9
Encaminador AXI 540 (vista frontal).

REFERENCIAS

- 1 Blau, S. y Rooth, J.: AXD 301 — Una nueva generación de sistemas de conmutación de ATM. Ericsson Review, Vol. 75 (1998):1, págs.10-17.