

4º Trimestre de 1997

# REVISTA DE TELECOMUNICACIONES DE ALCATEL



CONSTRUIR LAS AUTOPISTAS PARA INTERNET

La revista de telecomunicaciones de Alcatel, revista técnica trimestral de Alcatel, presenta sus investigaciones, desarrollos y productos en todo el mundo.

## comité editorial

**Peter Radley**  
Presidente

**Philippe Goossens**  
**Edmond Osstyn**  
Editores-Jefes

## Editores

**Edward Kennedy**  
Editor invitado  
Alcatel Data Networks  
Ashburn, Va., EE.UU.

**Catherine Camus**  
Editora-Jefa Adjunta y  
Editora de la edición en francés, París

**Mike Deason**  
Editor de la edición en inglés, París

**Andreas Ortelt**  
Editor de la edición en alemán, Stuttgart

**Gustavo Arroyo**  
Editor de la edición en español, Madrid

**Egisto Corradini**  
Editor de la edición en italiano, Milán

**Li Yun**  
Editor de la edición china, Beijing

Las direcciones de los editores figuran en la última página de este número.

En esta publicación no se hace ninguna mención a derechos relativos a marcas o nombres comerciales que puedan afectar a algunos de los términos o símbolos utilizados. La ausencia de dicha mención no implica, sin embargo, la falta de protección sobre esos términos o símbolos.

Editor : Jean-Paul BARTH  
Revista técnica, editada por Compagnie Financière Alcatel,  
con un capital de 42 874 089 700 Francos franceses  
Domicilio social : 33, rue Emeriau, 75015 Paris, France  
Depósito Legal : RCS Paris B 351 213 624  
Accionista principal : Alcatel Alsthom: 99,9%  
Registro Legal : Septiembre de 1997  
ISSN : 1267-7167  
Imprime : Atelier Huguéniot,  
275, rue Pierre et Marie Curie, 73490 La Ravoire, Francia  
Tirada : 6 600 ejemplares  
© Compagnie Financière Alcatel

# REVISTA DE TELECOMUNICACIONES DE ALCATEL

4º trimestre de 1997

## Construir las autopistas para Internet

- 243 **Editorial:**  
**La Edad de la Información**  
G. J. BEACH
- 246 **Construir la próxima generación de Internet**  
L. YANOFF
- 256 **Las intranets y su impacto en las infraestructuras de redes**  
E. KENNEDY
- 261 **Compromisos entre las operaciones de red orientadas a conexión y a sin-conexión**  
R. HANSON
- 268 **Integración de servicios de valor añadido en un entorno Internet**  
J. PIROT
- 274 **Impacto de Internet en la conmutación de red**  
M. LEVY
- 280 **Acceso de alta velocidad a Internet con ADSL: una realidad**  
W. VERBIEST
- 287 **Familia de circuitos integrados avanzados para instalación de ADSL**  
R. BURY, D. MACQ, L. ROTTIERS
- 294 **Gestión de tráfico IP en redes escalables**  
M. VANDENHOUTE
- 300 **Técnicas de atajado para aumentar la capacidad de Internet**  
P. DUMORTIER
- 307 **Abreviaturas de este número**

Si desea recibir más información sobre cualquiera de los temas de este número, contacte por favor con Brigitte Laffitte por fax al 1 703 724 2156 o por e-mail a [Brigitte.Laffitte@adn.alcatel.com](mailto:Brigitte.Laffitte@adn.alcatel.com)





Gary J. Beach

Foto de Patricia Smith

## EDITORIAL

# LA EDAD DE LA INFORMACIÓN

Hoy fue un día normal. Empecé llevando a los niños a la parada del autobús que les lleva al colegio, a diez kilómetros de distancia, después hablé con un vecino en la tienda donde compro los periódicos del día, y me dirigí en mi coche a mi trabajo, a unos diez kilómetros.

¿Cómo serán las mañanas de las familias en el próximo siglo 21?

¿Tendrán que ir sus hijos a una escuela vecina, o estará esta en el otro hemisferio de la Tierra... puede que incluso con clases por videoconferencias dadas por científicos en Marte? ¿Seguirán viviendo los vecinos en las casas de al lado o formará parte el "vecindario" de una comunidad virtual? ¿Tendrán que ir al trabajo los padres del siglo 21 o el trabajo viajará con ellos todos los días y horas del año? ¿Qué papel jugarán las ciudades y los edificios de oficinas si existe un éxodo masivo de los trabajadores hacia sus estudios y despachos?

Les doy la bienvenida al ejemplar correspondiente al cuarto trimestre de 1997 de la *Revista de telecomunicaciones de Alcatel*, que está dedicado al invento más importante para la humanidad desde la imprenta, un invento que está transfor-

mando la sociedad que conocíamos: Internet y su tecnología de redes de datos asociada.

Hace veinte años, a solo 22 kilómetros de donde estoy escribiendo esta introducción, un grupo de científicos inició un maravilloso camino. Un camino que combinaría la ubicuidad de las redes de telecomunicaciones del mundo con la capacidad de los ordenadores para estructurar y almacenar la información creando un nuevo medio de comunicación, medio conocido como Internet.

En los próximos cien años Internet transformará globalmente sociedad, gobierno, comercio y educación de forma que nosotros no podemos incluso comenzar a imaginar ¡No me sorprendería que el editor invitado del número de cuarto trimestre de 2097 de la *Revista de telecomunicaciones de Alcatel* estuviese dedicado a las comunicaciones intergalácticas entre colonias de humanos situadas en el espacio o en otros planetas!

Pero, volvamos a 1997. Este número ofrece una serie de artículos dedicados a muchos de los principales retos tecnológicos fundamentales a los que se enfrentará

Internet al fin del siglo 20. En él podrá leer como está llegando la edad de la revolución Internet. Encontrará temas sobre el ancho de banda de las redes y su escalabilidad ¿le interesan las intranets y las extranets? En este número se debaten ambas, además de las maneras de acceder a Internet por parte de cualquier persona ¿Cuál será el dispositivo de conexión con Internet preferido en los próximos años? ¿será su ordenador? ¿un ordenador de red? ¿su teléfono? ¿su tarjeta de crédito? Cableado, inalámbrico, terrestre, submarino, satélites de órbita baja o geostacionarios ¡las posibilidades que tendremos para entrar en Internet no tendrán límites!

Como lector de la *Revista de telecomunicaciones de Alcatel*, y como creador y usuario de productos y servicios de la tecnología de la información, tiene usted mucha fortuna de estar en la primera fila de esta maravillosa revolución. Pero debo insistir: no es usted un espectador meramente pasivo de esta revolución, es un participante activo en la conformación de Internet. Y este papel traerá una extremada excitación a nuestros trabajos y una

importante responsabilidad social de la que les hablaré más adelante.

¿Cómo influirá Internet en nuestra sociedad global?

Como lo veo yo, en la edad de la agricultura el status lo daba la cantidad de tierra de la que se disponía. En la era industrial se consideraba en términos económicos ¿cuanto podía poseer una persona?

Pero ¿cuál será el principal aspecto social en la edad de la información?

Ahora, y en el próximo siglo 21, la capacidad de las personas, empresas o naciones para crear, gestionar y utilizar la información en Internet es el criterio más importante a la hora de determinar su desarrollo económico y social. El acceso a la tecnología será el denominador común de la sociedad, distinguiendo al que "tiene" y al que "no tiene". Los bits, en lugar del dinero, serán los principales impulsores en la sociedad global.

Aunque Internet tiene treinta años, su impacto y utilización en amplios sectores de la sociedad están en sus comienzos. Hace unas semanas tuve la oportunidad de dirigirme a un grupo de embajadores en las Naciones Unidas. El tema era "Como ayudará la tecnología a los países en vías de desarrollo". La preparación de la conferencia me llevó a esta observación: con 100 millones de usuarios de e-mail en la actualidad, Internet alcanza sólo al 1,7% de la población mundial. O dicho de otra forma: el 98,3% de la población aún se pueden convertir en actores activos de la tecnología que conformará la historia mundial del próximo siglo. Con el teléfono tuvieron que pasar 121 años antes de que la mitad de la comunidad mundial pudiera realizar sus propias llamadas. Como ciudadanos globales de una comunidad tecnológica, tenemos que trabajar duro

para asegurar que en el año 2090, ciento veintinueve años después de la invención de Internet, más del 50% de la población mundial utilice esta maravillosa tecnología.

Al principio, Internet sólo permitía intercambiar sencillos mensajes de texto. Su ampliación a las intranets ha permitido a las empresas compartir textos, imágenes e información de vídeo entre todos sus empleados. Sin embargo, el desarrollo más excitante a la vista es la implementación total de las "extranets" ¿Qué es una extranet? Es la simple ampliación de la intranet de una empresa a sus suministradores, socios y clientes. El rápido desarrollo de las extranets será la base de otra excitante oportunidad que nos presenta Internet: la edad del comercio electrónico global.

¿Le gusta llevar siempre encima todo su dinero en monedas y billetes? Bien, esto cambiará en los próximos cinco años. Hace unos días tuve la oportunidad de escuchar en París a un grupo de distinguidos expertos de MasterCard, Visa, American Express, etc. sobre su sueño común: una sociedad sin dinero en metálico. Para ellos, la tecnología de las bandas magnéticas de nuestras tarjetas de crédito/ATM ha alcanzado su techo. Y están convencidos que en cinco años llevaremos en nuestras tarjetas y monederos tarjetas de crédito/saldo/ATM con chips de microprocesador cargados con aplicaciones Java de seguridad. Estas tarjetas simplificarán nuestras vidas y nos acomodarán en la edad del comercio electrónico total -una edad que será posible gracias a la tecnología de Internet.

International Data Corporation prevé que el mercado del comercio electrónico crecerá de 10.600 millones de dólares en 1997 a 223.000 millones en el año 2001, de los que

44.600 millones corresponderán a transacciones empresa-consumidor y 178.400 millones (alrededor del 80%) a contabilidad empresa a empresa, principalmente por extranets ¿Cómo progresan sus planes?

¿Ha oído algo sobre la tecnología de los satélites de órbita baja? Los satélites de órbita baja giran alrededor de la Tierra a una altura entre 400 y 800 kilómetros en órbitas polares. Estoy convencido que esta tecnología tiene el potencial suficiente para llevar las maravillas de Internet a cientos de miles de millones de personas -la mayoría en países en vías de desarrollo- y con ello cambios a su forma de trabajar. Llevar Internet por cable terrestre a todas las personas de los países de África, Asia y América Latina es una propuesta cara. Sin embargo, miles de satélites de órbita baja -como los SkyBridge de Alcatel- pueden proporcionar a muchas zonas del mundo una forma relativamente barata de conectarse a Internet varias veces al día utilizando un modo de comunicación "en tiempo casi real" de almacenamiento y transmisión. Ello proporcionará a estas personas, y a sus países, grandes oportunidades comerciales, de educación y de comunicación, que de otra forma tardarían décadas en alcanzar ¡Sigán esta tecnología de cerca!

Uno de los papeles sociales -si quizás no el más importante- a los que Internet puede contribuir se encuentra en el área de la educación. Toda la industria de las telecomunicaciones se debe comprometer a dar la más alta prioridad a que todos los colegios de todos los países del mundo tengan acceso a la abundancia de información disponible a través de Internet. Hace poco se le preguntó a Nicholas Negroponte, fundador del MIT Media Laboratory, el porque un niño

debería utilizar un ordenador conectado a Internet. Dio dos razones: "Primero, porque ello le da al niño la posibilidad de ser el conductor -en lugar del pasajero- de un vehículo intelectual. Y, segundo, porque le permite participar y alternar con gente de fuera de su ciudad, pueblo, estado o nación". El conocimiento colectivo del mundo es una increíble herramienta y debemos trabajar duro para permitir un acceso igual y ubicuo a ella.

¿Cómo está usando Internet su empresa? ¿Cuanto cuesta su intranet? ¿Está ampliando su intranet a sus principales clientes y suministradores en unas primeras aplicaciones extranets? ¿Piensa la dirección de su empresa que Internet es una amenaza que hay que contener o una poderosa herramienta que puede hacer a la empresa más eficaz y orientada al cliente? ¿Qué "ancho" es su ancho de banda? ¿Cómo va a facilitar el comercio

electrónico a sus clientes y suministradores? ¿Piensa su empresa en términos nacionales o mundiales? Son solo unas pocas interrogantes que les dejo aquí y continuarán en este número.

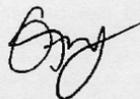
También les quiero desafiar -recuerden que formamos parte del 1,7% de afortunados que constituimos la actual comunidad de Internet- a pensar en formas creativas de incrementar la base de usuarios de Internet ¿Qué está haciendo usted para compartir sus conocimientos tecnológicos con su familia, escuela, y comunidad? Cada uno de nosotros tenemos la responsabilidad de ampliar el mercado.

Finalmente, me gustaría su opinión. Muchos dirían que el más elemental punto de entrada a la Edad de la Información/Internet es una dirección de correo electrónico (e-mail) ¿Qué pasaría si un día convocaran una reunión el Banco Mundial, la Organización Mundial

de Comercio y las Naciones Unidas para debatir con los países del mundo la forma de asignar a cada ser humano, el día de su nacimiento, una dirección de e-mail? Muchos países ya tienen una nomenclatura digital para sus ciudadanos. En Estados Unidos, cuando nace un ciudadano se le asigna un número de la Seguridad Social. Este número permite, esencialmente, que una persona trabaje en el país.

Pero en el siglo 21, y más allá, todos los ciudadanos de todos los países del mundo estarán involucrados en un comercio global. Cualquiera de ellos será capaz de comunicarse con cualquier otro ciudadano del mundo. Mi opinión es que cualquier ciudadano del mundo necesita una dirección de correo electrónico ¿Cual es su opinión? Me la puede enviar por e-mail: [gary\\_beach@idg.com](mailto:gary_beach@idg.com)

¡Disfrute con este número!



**Gary J. Beach**  
Vicepresidente senior  
International Data Group  
Publisher CIO Magazine

International Data Group es el suministrador de servicios de información sobre tecnologías de la información más grande del mundo. La publicación líder de la compañía, *Computerworld*, es una revista semanal publicada en 54 países de todo el mundo.

# CONSTRUIR LA PRÓXIMA GENERACIÓN DE INTERNET

L. YANOFF

**Según se nos desvela el futuro de Internet, también somos testigos de los importantes cambios en la estructura tecnológica de la sociedad**

## ■ Internet - ¿Viene de la nada?

Para muchos de nosotros Internet parece que ha salido de la nada. Salvo para los pocos privilegiados que usaron Internet en los primeros años, su existencia fue en gran parte tranquila. Surgió del clima de la guerra fría, datando su comienzo realmente de finales de los 50 cuando, en respuesta al lanzamiento del satélite soviético Sputnik, Estados Unidos creó el ARPA (Advanced Research Projects Agency). ARPA se incluyó dentro del Departamento de Defensa (DoD) de los Estados Unidos para demostrar el liderazgo americano en tecnología y ciencia militar. Más tarde pasó a denominarse DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency).

En los 60, las fuerzas aéreas americanas encargaron un estudio sobre la forma de ordenar y controlar sus misiles y bombarderos en caso de un ataque nuclear. Aunque se consideraron muchas posibilidades, la recomendación final fue una "red de conmutación de paquetes". El contrato ARPANET se adjudicó en 1968, y al año siguiente, cuatro ordenadores hosts en la Universidad de California de Los Ángeles, en SRI (Stanford, California), en la Universidad de California de Santa Bárbara, y en la Universidad de Utah se conectaron entre sí. La velocidad en la red era de 50 kbit/s. Aunque nadie lo supo entonces, esto significó el humilde

nacimiento de Internet.

En los 70, se desarrolló el TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) y se convirtió en el protocolo estándar de la conectividad. Al final de la década había solamente en la red unos 100 servidores. Durante los 80, la red se hizo más diversa, creciendo el número de servidores hasta más de 250.000, lo que se atribuyó en gran parte al crecimiento en popularidad de los ordenadores personales. El NFS (National Science Foundation) de los Estados Unidos fue desarrollando su propia red (NFSNET), que con el tiempo superaría en capacidad a la vieja ARPANET. Al terminar 1990, se extinguió ARPANET ocupando su lugar NFSNET. En 1992, utilizando la tecnología de "hipertexto" desarrollada en el CERN, nació la World Wide Web (WWW). En 1993, la red troncal NFSNET pasó a utilizar DS3 (45 Mbit/s), y ya había más de un millón de servidores en la red. En 1994 se pasó a una red troncal ATM (modo de transferencia síncrono) a una velocidad de 155 Mbit/s. Para 1995, el número de servidores había crecido por encima de los 3,8 millones y el NFS anunció que ya no permitiría la conexión directa a su red troncal, contratando con cuatro empresas privadas el suministro de acceso a la NFSNET -la comercialización de Internet estaba en marcha.

El 24 de octubre de 1995, el FNC (Federal Networking Council) apro-

bó por unanimidad la definición del término "Internet":

*RESOLUCIÓN: El Federal Networking Council (FNC) acuerda que la siguiente definición refleja el significado del término "Internet": Es un sistema de información global que - (i) está lógicamente conectado por un espacio global de direcciones únicas basadas en IP (Internet Protocol) o en sus subsecuentes extensiones o lo que venga después; (ii) es capaz de soportar comunicaciones usando TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) y sus subsecuentes extensiones o lo que venga después, y/u otros protocolos compatibles con IP; y (iii) proporciona, utiliza o hace accesible, o pública o privadamente, servicios de alto nivel estratificados en la infraestructura de comunicaciones descrita anteriormente.*

A finales de 1996 había más de 15 millones de servidores y su crecimiento seguía acelerándose. Hoy hay más de 30 millones. La mayoría del tráfico Internet es proporcionado por proveedores de servicios Internet (ISPs) independientes, como AT&T, MCI, Sprint, UUNet, BBN Planet, ANS y miles más. Internet continúa creciendo a un ritmo exponencial.

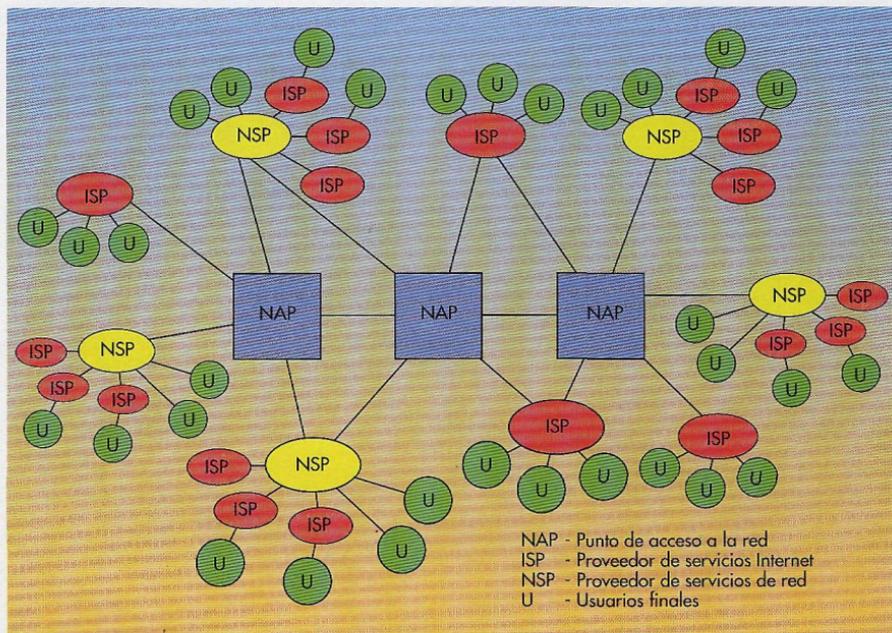


Figura 1 - Estructura de Internet

## ■ Arquitectura de Internet - Una red de redes

Para poder examinar que forma tendrá la próxima generación de arquitectura Internet, es necesario conocer la actual arquitectura de Internet. Internet no es en realidad una gran red, como podríamos suponer si nos sentamos frente a nuestros navegadores de webs. De hecho, Internet es una red formada por la interconexión de miles de redes de muchas formas y tamaños.

Internet, como la conocemos hoy, es un mundo de diferentes interconexiones entre proveedores de servicios que ofrecen funciones de red y acceso basadas en la utilización del TCP/IP. La **Figura 1** muestra esta estructura. El concepto de ISP nació de la comercialización de Internet. Los ISPs proporcionan conectividad y servicios de usuario final a Internet en general. El proveedor de servicios de red (NSP) también nació en este entorno para propor-

cionar funciones de servicios de redes troncales para los ISPs. La distinción es poco clara ya que muchos proveedores de servicios ofrecen ambas facilidades. Algunos de los más grandes proveedores de servicios se han convertido en "Operadores nacionales de redes troncales para Internet", al proporcionar acceso a Internet y la facilidad troncal a escala nacional. Los puntos de acceso a la red (NAPs) se crearon en 1994 cuando el NFS privatizó NFSNET y adjudicó contratos a los cuatro nodos originales NAP -Washington D.C. (MFS), Nueva York (Sprint), Chicago (Ameritech) y San Francisco (PacBell). NFS entendía que todas las interconexiones de red privadas de los proveedores de servicios se debían hacer en los NAPs. Sin embargo, el crecimiento de Internet hizo que el papel de la interconexión del proveedor de servicios fuese más complejo dando como resultado la necesidad de más puntos de interconexión. Hoy existen

once "puntos importantes de interconexión NAP" en los Estados Unidos, con otros pequeños nodos. Fuera de Estados Unidos, se emplea el mismo modelo; en cada país existen uno o más NAPs locales. Como veremos más adelante, los proveedores de servicios también se conectan con los otros fuera de los NAPs.

Aunque es relativamente fácil conectarse a un NAP, la conexión al NAP solo no garantiza el acceso a toda la Internet. La razón se debe a que el NFS no contempla el aspecto del "peering" que, como su nombre indica, es la forma en la que un proveedor de servicios se puede conectar a otra red de proveedor de servicios para tránsito y alcanzar más usuarios finales de Internet. La conexión puede ser indirecta, como sucede en el caso de utilizar un NAP, pero toda la conexión a Internet es un asunto de negociación de contratos de puntos (peering) entre los diferentes ISPs y NSPs. Los NAPs

gestionan un gran volumen de tráfico. como se puede ver en las estadísticas de tráfico de un día para un único NAP (Figura 2).

Las estadísticas de la **Figura 2** se toman en el giga-conmutador MAE-East Nº 1 el 23 de septiembre de 1997. Lo más notable se encuentra en el hecho entre las 9:30 de la mañana y las 9:00 de la tarde, la velocidad media del tráfico se mantuvo por encima de 1 Gbit/s. Existen ahora seis giga-conmutadores en MAE-East, todos con perfiles de tráfico similares. Aproximadamente un tercio del tráfico mundial de Internet fluye a través del MAE-East.

El crecimiento comercial de Internet y la competencia entre los proveedores de servicios han hecho que sea más controvertido el aspecto del peering, ya que se basa fundamentalmente en el concepto de que un proveedor de servicios acuerda el permitir que el tráfico de otro proveedor de servicios pase por su red troncal, normalmente para extender el alcance de los servicios de los ISP y cubrir una zona geográfica mucho mayor. Al proporcionarse capacidad troncal en Estados Unidos, por ejemplo, se ha alcanzado el

punto en que todos los grandes proveedores de servicios tienen conexiones con todos los NAPs. Estos operadores consideran ahora en general el peering con otros operadores que igualmente tienen conexiones de muy alta velocidad con todos los NAPs. Se están convirtiendo cada vez más selectivos al elegir con quien hacer el peering. Una razón se debe a que los grandes proveedores de servicios no quieren dedicar recursos a los pequeños ISPs. También es importante saber que la mayoría de los operadores troncales se conectan con otras redes troncales virtualmente en cualquier nodo conveniente. Existen varios miles de puntos "privados" de intercambio de NAPs en funcionamiento, comparados con el número mucho menor de puntos "principales" de interconexión de NAPs. La necesidad de estas interconexiones privadas es clara ¿Porqué, por ejemplo, debería un mensaje de correo electrónico ir desde una oficina de Columbus, Ohio, a otra oficina de la calle de enfrente realizando un tránsito por Chicago sólo porque uno de los usuarios utiliza SprintLink y el otro MCI? Aunque los nodos NAPs principales se pueden considerar la cima o corazón de Internet, los otros puntos de

interconexión se consideran esenciales para permitir que Internet funcione más eficazmente. Es el pequeño ISP, sin embargo, el que sufrirá el nuevo conjunto de reglas para la interconexión de Internet.

■ **Internet hoy - funciona, pero...**

Algunos dicen que es un milagro que Internet funcione. Otros dicen que a pesar de todos los catastrofistas, Internet no sólo funciona, sino que es la "superautopista de la información" *de facto* y que se convertirá en "la red" para la mayoría de los servicios de comunicaciones. Bien, Internet funciona, aunque con algunos sobresaltos de vez en cuando. Y, como hasta ahora esta siendo la superautopista de la información, no puedo encontrar otra red que se le acerque. En lo que se refiere a "la red" ya veremos.

Muchas cuestiones y problemas provienen del crecimiento exponencial de Internet. Existen muchos debates en la industria sobre donde están los problemas y como solucionarlos. Los problemas y sus posibles soluciones se dividen en dos importantes áreas de consideración. La primera se encuentra en el área de la tecnología. La tecnología se necesita para resolver problemas asociados con la acomodación de un gran número de usuarios, velocidades de acceso y troncales, el aprovisionamiento para soportar voz y vídeo (p. ej., la calidad de servicio), y seguridad. La segunda se encuentra en el área de la gestión. No la gestión de las redes o de los servicios, sino la administración de Internet en general. Quizás, es un axioma que según avance el tiempo se desarrollarán tecnologías para resolver áreas de problemas relacionadas con la tecnología -un router más rápido, un conmutador de mayor capacidad, más memoria, nuevos protocolos o modificaciones de los existentes, etc. Es en el área de la administración donde se cree que Internet puede tener más riesgos.

Internet ha cambiado considerablemente en las dos últimas décadas. Se formó en la época del reparto de tiem-

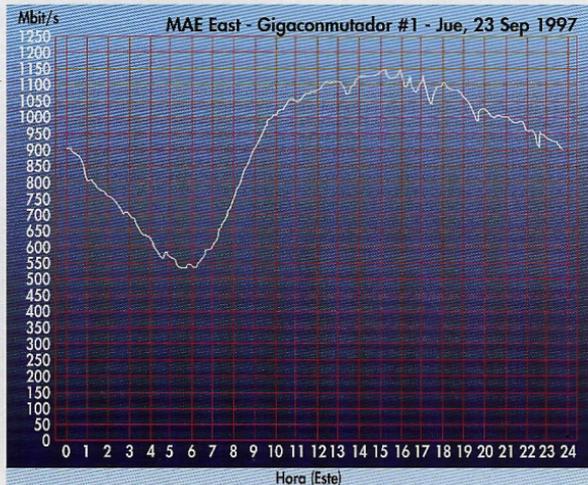


Figura 2 - Estadísticas de muestras tráfico del NAP de MAE-East

po, antes que existiesen las LANs (redes de área local) y ahora funciona en la era de los PCs y del cliente/servidor, por lo que se ha adaptado a estos cambios. Quizás el cambio más profundo ha estado en la forma como se gestiona Internet. No existe una gestión de "red" global". Internet siempre había sido dirigida y controlada por un pequeño núcleo de personas, pero esto ya ha cambiado. La red ahora está formada por miles de redes privadas, y esto ya es suficiente para asustar a cualquiera. El éxito de Internet ha generado un gran número de nuevos inversores con más intereses económicos en el crecimiento de Internet que en el interés intelectual. Los conflictos en el control del espacio de nombres de dominio, la asignación de direcciones IP, la interconexión, el peering, el precio, etc. han superado los aspectos tecnológicos, ya que estos problemas no son fáciles de resolver. Está surgiendo una gran contienda para buscar la próxima estructura social que guiará Internet en el futuro. Mientras el NFS controlaba Internet bajo una única administración que permitía a Internet crecer en su forma actual, ahora muchos gobiernos se están involucrando, lo que ha dado como resultado que la política internacional pase a formar parte de la ecuación. El impacto de estos eventos se está comenzando a ver ahora. Si Internet vacila, ello no se deberá a una falta de tecnología, se deberá a una falta de acuerdo sobre una dirección común.

### ■ ¿Porqué Internet tiene que cambiar?

ARPANET inició una tendencia que todavía sigue. En los primeros días de la interconectividad había tan pocos hosts que se podían saber todos sus nombres. Hoy, gracias a los relativamente baratos PCs y al modelo informático cliente/servidor, existen millones de computadores y millones de usuarios disputándose la utilización de Internet. La multimedia también está jugando un papel importante, pero costoso. El uso de la multimedia para aplicaciones comer-

ciales en Internet se ha probado como una herramienta de marketing muy eficaz. Sin embargo, las sofisticadas aplicaciones multimedia que incorporan complejas imágenes de alta resolución, vídeo y sonido también están añadiendo problemas a Internet. El acceso a estas aplicaciones de mucha memoria y gran ancho de banda a ciertas horas del día da como resultado una frustración por los mayores tiempos de espera de la información de la página web hasta su visualización en la pantalla del ordenador. Existen muchos usuarios y un volumen de tráfico muy grande.

Uno de los problemas más significativos de la actual arquitectura de Internet se debe a la "inestabilidad de encaminamiento". El problema es tan crónico que casi no hay tiempo cuando los cambios en la tabla de enrutamiento de Internet no se hacen. Ahora, la tabla de enrutamiento de Internet tiene más de 46.500 prefijos. Cuando un router en Internet comienza a tener problemas y sus puntos empiezan a notar cambios en la tabla de enrutamiento, toda la red comienza un proceso de cambio. Cuando el router vuelve a funcionar, el proceso se repite. Se ha acuñado el término "route flap" para describir este fenómeno. La **Figura 3**

ilustra la inestabilidad de la tabla de enrutamiento registrada entre el uno de marzo y el 23 de septiembre de 1997. Es significativa.

A veces, el problema ha alcanzado un punto en el que los routers han dedicado más potencia de proceso al mantenimiento de la tabla de enrutamiento que al proceso de paquetes IP. En tales casos, sufren todas las prestaciones de la red.

La utilización de módems automáticos sobre líneas telefónicas ordinarias se ha hecho tan popular que la red de voz está comenzando a mostrar la tensión de los largos tiempos de ocupación de llamadas Internet sobre circuitos que fueron diseñados para una duración media de las llamadas de tres minutos. Los módems con velocidades de 14,4 K y 28,8 K no eran lo suficientemente rápidos, por lo que han dado paso a los módems de 33,6 K y a los nuevos de 56 K. La necesidad de velocidad continúa creciendo en espiral como resultado de los largos retrasos que se encuentran en Internet. Sin embargo, estos retrasos no se eliminarán con sólo dispositivos de acceso más rápidos. Los retrasos son consecuencia del elevado número de usuarios y de las limitaciones de las redes host de destino y de los

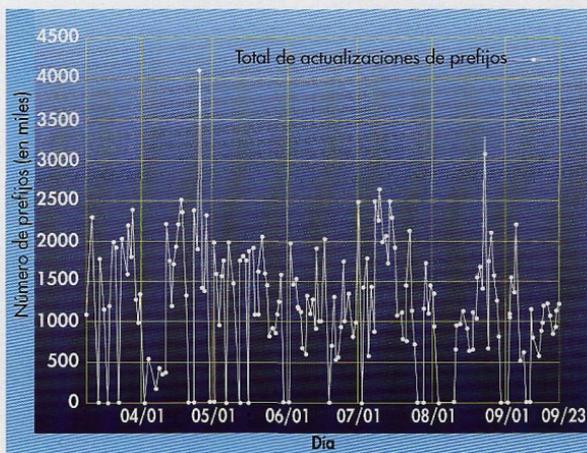


Figura 3 - Inestabilidad de la tabla de encaminamiento de Internet

puntos de interconexión (p. ej., los NAPs) para cumplir la demanda.

Las aplicaciones de mayor ancho de banda, el crecimiento exponencial del número de usuarios y las limitaciones de las actuales tecnologías informáticas y de redes se han acumulado para crear los actuales problemas de Internet. Esto, a su vez, ha creado una fuerte demanda para aumentar la velocidad de acceso a Internet, lo que forzará a la evolución de la estructura de Internet, tanto en las redes hosts del usuario final como en las redes troncales y de proveedores de servicios. Internet ya ha crecido hasta un punto en el que pensar en "sustituirla" no tiene sentido. Internet, como sabemos, evolucionará con el tiempo para tener un nuevo look y facilidades para tratar las expectativas del siglo 21.

La pregunta es ¿cómo evolucionará Internet?

## ■ Evolución de Internet

### **Enrutamiento frente a conmutación - El gran debate**

Un debate ha estado de moda durante los últimos años sobre el mejor método de conectividad. Al debate se le ha denominado "enrutamiento frente a conmutación". Los routers IP dominan en la actualidad el mundo privado de la conectividad y, como resultado, Internet. En otro lado de la balanza se encuentran las empresas que han producido o adquirido tecnología de conmutación y que han fabricado sistemas de conmutación multi-gigabit, que van desde Ethernet y Token Ring hasta Frame Relay y ATM. Todos los fabricantes tradicionales de routers ya tienen también sistemas de conmutación en sus líneas de productos. Según ha crecido Internet, también lo han hecho la potencia (y el coste) de los routers. Se ha alcanzado un punto en el que los routers existentes no pueden mantener el ritmo de la conectividad y ancho de banda requeridos en la futura Internet.

Los fabricantes tradicionales de routers, y algunos de los nuevos, están ocupados en la fabricación de una nueva generación de routers, que han comen-

zado a ser denominados routers de gigabit (GR). De ellos se espera que sean capaces de procesar millones de paquetes IP por segundo. Los routers existentes palidecen a su lado. Un examen más a fondo de estos dispositivos indica que se está usando tecnología de conmutación en el núcleo de los dispositivos para alcanzar la velocidad que piden. Existen también conmutadores diseñados para conmutar paquetes IP, aunque con diferentes técnicas y objetivos de prestaciones. Dichos dispositivos se llaman ISRs (routers de conmutador integrado). Tienen muchas características que van desde una simple estructura de conmutación, tal como IP común o IP sobre ATM, a una estructura multiservicio y multiprotocolo, como IP sobre Frame Relay, IP sobre ATM, Frame Relay común, ATM común, voz sobre Frame Relay, o voz sobre ATM. La tendencia está clara. Debido a las ventajas de su relación prestaciones/precio, los sistemas de conmutación se están convirtiendo en un dispositivo de conectividad a elegir. La pregunta solía ser routers frente a conmutadores, ahora es GRs frente a ISRs.

Los ISRs no solo proporcionarán funciones de enrutamiento de IPs para interoperar con los routers de IPs existentes en la red, sino también la eficaz mejora de enviar datos a alta velocidad requerida por el crecimiento de Internet. Al comprender que hay una tendencia hacia la conectividad multimedia y, además, incluso ambiciosas tendencias de conectividad para migrar los servicios de voz y vídeo en el futuro hacia Internet, la infraestructura de red troncal de Internet ha evolucionado para adaptar estas facilidades. Las necesidades de dar prioridad al tráfico, y de múltiples niveles de control de la calidad del servicio, de evitar la congestión y su gestión, etc., se cumplen mejor con una infraestructura común. En la actualidad hay una tecnología que se ha desarrollado con todo esto en mente desde su concepción, es el ATM. Tiene la capacidad de funcionar como una red troncal común para Internet y tratar todos los diferentes tipos de tráfico. Con la llegada de los métodos de señalización de atajado, tales como la conmu-

tación con etiqueta (*tag*) y el MPLS (Multi-Protocol Label Switching), el ATM puede combinar eficazmente tráfico IP y no-IP en la misma red.

Mucha gente en la comunidad Internet (como los IP) ha protestado sobre la penalización por la alta tara introducida por la cabecera de celda ATM de 5 bytes y la tara asociada con las capas de adaptación ATM (AALs). Aunque es verdad que existe una tara al utilizar ATM, la necesidad de una capacidad de servicio ubicuo de alta velocidad que pueda servir a miles de millones de abonados es de lejos más importante que discutir sobre la tara. Las redes ATM se pueden escalar para cumplir los requisitos de servicios troncales de una inmensa Internet más eficazmente que los dispositivos IP puros, otra vez desde la perspectiva de proporcionar un denominador común para servicios múltiples, control de red y calidad de servicio. En un extremo se encuentra la relación calidad/precio para los usuarios de Internet, que puede ser controlada por los proveedores de servicios. Si el coste es de un 10 a 15% de la tara para una mejor red universal, es un precio digno de ser pagado. A medida que se amplían las interfaces de redes troncales a 622 Mbit/s y 2.4 Gbit/s, como se espera para el próximo año, sólo el ATM puede escalar efectivamente para tratar estas velocidades. Con ello el problema de la tara se hace aún más un punto a debatir. Los routers son, y probablemente lo serán, una parte de Internet, pero los sistemas de conmutación crecerán hasta formar la mayor parte de ella. La arquitectura de la próxima generación de Internet se basará en sistemas de conmutación.

### **Arquitectura de Internet - Impacto en la WAN**

Cuando se comienza a debatir sobre las interfaces múltiples en nodos de red que funcionan a 622 Mbit/s y 2.4 Gbit/s, la cantidad de información que se puede transportar es enorme. La infraestructura de red que se requerirá para soportar tan importante número de interfaces de WAN (red de área amplia) de alta velocidad será también enorme.

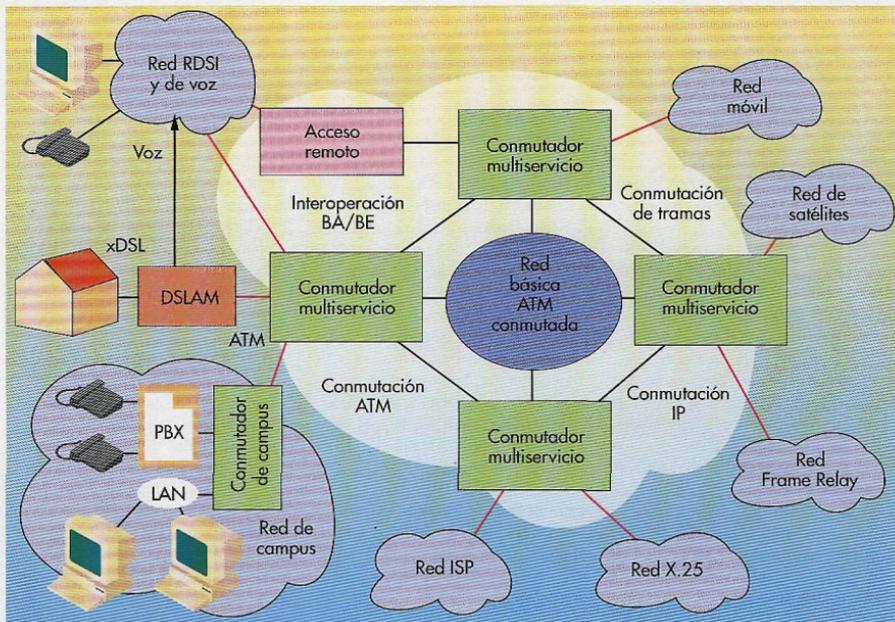


Figura 4 - Topología de conectividad multiservicios

Los operadores tradicionales y los nuevos tienen o están en proceso de instalar o ampliar sus redes de transmisión por fibra óptica SDH/SONET (jerarquía digital síncrona/Synchronous Optical Network) para cumplir con las crecientes demandas de conectividad de datos, principalmente en los niveles de interfaz básicos E1, T1, DS3, E3 y OC3c/STM1. Estos niveles se usarán más apropiadamente en el equipo de acceso; se necesitarán multiplexores SDH/SONET más robustos, quizás utilizando tecnología WDM (multiplexación por división de longitud de onda) para soportar  $N \times OC12/STM-4$  o  $N \times OC48/STM-12$  en grandes cantidades.

La infraestructura de conmutación necesaria para soportar estas velocidades de datos a nivel de WAN, en particular si se considera que se requiere soportar a miles de millones de usuarios finales, requerirá de una estructura jerárquica. Debería ser difícil fabri-

car conmutadores con las suficientes puertos y capacidad de conmutación para crear una red plana. Conmutadores con una capacidad de hasta 100 Gbit/s se podrían utilizar como primer nivel de conmutación, con conmutadores que soporten hasta uno o dos terabit/s como segundo nivel. Un ejemplo de esta topología de conmutación con diferentes conexiones de red se muestra en la **Figura 4**.

La utilización del ATM en este papel es muy viable, particularmente en el segundo nivel ya que a la larga se tiene que considerar la escalabilidad de la conmutación de tramas a estas altas velocidades. Los routers de Gigabits y los routers de conmutación están compitiendo con los conmutadores ATM en el primer nivel. Los conmutadores multiservicio que soportan interfaces de voz, Frame Relay y ATM pueden ser viables durante muchos años hasta que la demanda de ancho de banda elimine por etapas las redes de velocidades más

lentas en favor de los IP de alta velocidad y del ATM.

La calidad del servicio y la prioridad del tráfico junto a la conectividad de redes de voz también tienen que considerarse en esta arquitectura WAN. Si el entorno WAN para Internet crece como se ha previsto, ello empujará la red de voz y la nueva WAN podrá transportar muy bien todo el tráfico de voz. La conectividad de voz Internet con la red de voz existente será un aspecto de *facto* al crear un nuevo entorno WAN.

### Arquitectura de Internet - ¿Qué es una dirección?

Navegar por Internet se ha hecho más fácil desde la introducción de la tecnología web. El uso de "hipertextos" como medios de identificación de otras páginas web, documentos, imágenes, sonido y vídeo significa que cualquiera puede navegar por Internet con sólo apuntar y hacer clic. Sin embargo, el

sistema de nombres de dominios es el mecanismo primario de direccionamiento de Internet. Como nos es más fácil recordar nombres (p. ej., alcatel.com) que una lista de números (p. ej., 198.205.33.1), el sistema de nombres de dominios es lo que ha elegido el usuario para identificar los nodos Internet. El sistema está formado por una jerarquía de servidores en Internet que traducen los nombres de los dominios en sus direcciones IP asociadas. El centro de información de la red Internet (InterNIC) o sus delegados administran el sistema.

Existe ya un importante debate internacional sobre la administración de la asignación de los nombres de los dominios como resultado de los conflictos legales resultantes sobre quién puede pedir un nombre. Es un aspecto complejo que ha atraído la atención de algunos gobiernos. Sin embargo, el uso de los nombres de dominios enmascara un peligroso problema en el propio esquema de direcciones de IPs.

El actual esquema de direccionamiento de IPs se basa en IPv4, que utiliza una dirección de 32 bits. La asignación de direcciones IP a ISPs y NSFs ha sido hasta hace poco muy liberal. Bajo el viejo mecanismo de asignación de direcciones IP "classfull" se daban gratuitamente, a demanda, grandes bloques de direcciones IP a cualquier proveedor de servicios de buena fe. No hubo un indicativo del problema hasta que el crecimiento de Internet y de los proveedores de servicios aceleró el agotamiento de los posibles números. Desesperadamente, InterNIC pidió que se le devolviesen las direcciones no usadas. Esto es solamente una respuesta limitada. La respuesta actual es el despliegue del CIDR (Classless InterDomain Routing) que elimina las clases de direccionamiento IP y permite que la asignación actual del espacio de direcciones se utilice más eficazmente. El punto es, sin embargo, que con solo 32 bits, el actual esquema de direccionamiento de IPs pronto va a quedar fuera de juego.

El IETF (Internet Engineering Task Force) ha definido una próxima generación de esquema de direccionamiento

de IPs como parte de lo que ahora se llama IPv6. En IPv6, las direcciones tienen una longitud de 128 bytes, cuatro veces mayor que en el actual IPv4. Al usar este esquema de direccionamiento, cada dispositivo informático del mundo puede tener su propia dirección única. Se ha tenido en consideración incluso al hecho que el uso de direcciones IP irá más allá de los límites de la tradicional conectividad de ordenadores para acomodarse a un nuevo mundo de aplicaciones inteligentes, incluyendo una nueva generación de teléfonos caseros, teléfonos portátiles, edificios, aparatos domésticos, equipo de ocio, aviones, automóviles, trenes, etc. No existen límites de posibles usos; las aplicaciones se desarrollarán para proporcionar una nueva y completa gama de servicios, incluyendo muchos en los que aún no se piensa.

### **Arquitectura de Internet - Operadores tradicionales frente a ISPs**

Internet hoy es como una paradoja de los servicios de comunicaciones públicos ya que la mayoría de los servicios de acceso a Internet de los usuarios finales los proporcionan ISPs (unos 4000), no los tradicionales operadores de telecomunicaciones. Sin embargo, la demanda de una mayor velocidad, creciente disponibilidad y fiabilidad, calidad de servicio (QoS), y atención al cliente ofrecen un importante potencial a los operadores de telecomunicaciones que han aprendido a proporcionar todos los días del año de forma ininterrumpida un servicio multiclase en la red de voz.

Muchos creen que es imposible sostener el actual número de ISPs en el mundo. Los pequeños ISPs están encontrando dificultades para sobrevivir. Los grandes proveedores de servicios o están comprando a los pequeños ISPs o uniéndose con otros proveedores de servicios para ampliar su cuota de mercado.

Lo que está llevando a Internet a su próxima generación ofrece nuevas oportunidades a los operadores. La Internet de próxima generación requere-

rará una infraestructura de red más robusta y sofisticada. Como muchos operadores ya están proporcionando la infraestructura de transmisión para la mayoría de la Internet actual, incluso mediante la venta de líneas alquiladas, y como muchos de ellos están operando los NAPs y tienen muchos pequeños negocios de ISPs, tienen el potencial de ir hacia delante y avanzar hacia un papel de ISP principal de nueva generación. Esto será un esfuerzo adicional si, y cuando, el servicio de voz en Internet se convierte en un negocio serio.

### **Arquitectura de Internet - Servicios de voz y vídeo en Internet**

Las tendencias en las técnicas de compresión de datos y la comprobación de que las aplicaciones multiservicio son muy importantes para el futuro de Internet están impulsando la demanda de unas mejores capacidades de servicios de sonido, voz y vídeo. El sonido, la voz y el vídeo de baja velocidad forman parte de la Internet actual, aunque con diferentes calidades. Algunos creen que Internet evolucionará para abarcar los servicios públicos de voz y vídeo en competencia con las compañías tradicionales de telefonía y TV por cable. Sólo la mera discusión de tal posibilidad trae controversias ¿Puede suceder? La respuesta es sí... pero no pronto. Internet tendrá que cambiar significativamente antes de poder ofrecer un nivel de calidad de servicio que pueda competir con las redes de voz existentes.

La "telefonía Internet" tendrá sin embargo un papel muy importante en el soporte de los aspectos comerciales de Internet a la larga. La ventaja de ser inmediatamente capaces de hablar con otra persona, bien para realizar una compra, resolver un problema, o sólo sobre cualquier cosa, sin tener que esperar una llamada o tener los resortes para una llamada telefónica ordinaria, tendrá un impacto tremendo y positivo en la utilización de Internet. Las llamadas y conferencias por vídeo son una ampliación de dichos conceptos.

El IETF y varios foros *ad-hoc* están asumiendo estos problemas y trabajando para poner a punto técnicas y normas. Así, por ejemplo, el grupo de trabajo PINT (RTPC/Internet Interworking) en el IETF está trabajando en una aplicación que consta básicamente de cuatro clics de ratón -para llamar, rellenar, fax, y repetir fax- como un servicio fundamental para la funciones relativas a la red de voz en una página web. Otros grupos están más profundamente involucrados en los trabajos de voz y vídeo sobre IP y señalización de red y aspectos de control de conectar pasarelas en las existentes redes de voz, etc. Aparte de la aplicación y de los problemas tecnológicos, se han encontrado otros sobre cuanto deben costar esos servicios y como, por ejemplo, la interacción con las redes de voz existentes será administrada tanto a nivel nacional como internacional.

El más importante ingrediente para el éxito al proporcionar servicios en tiempo real sobre Internet es la necesidad de dar prioridad al tráfico y tratar múltiples niveles de QoS. Como en Internet no se dispone todavía de estas infraestructuras, es incluso más impor-

tante que se elija una tecnología de red troncal, como ATM, ya que tiene estas facilidades inherentes. El problema de proporcionar QoS en Internet no solo necesita ser resuelto en la red troncal. El QoS es un problema de aplicación extremo a extremo. El TCP/IP está evolucionando para hacerse cargo de las facilidades QoS usando RSVP (Reservation Protocol), que hace corresponder sus niveles de QoS con los de la conexión conmutada ATM para proporcionar una solución extremo a extremo.

**Arquitectura de Internet - El acceso es la clave**

El acceso a Internet tiene muchos aspectos. Los usuarios domésticos marcan automáticamente en sus módems en la red de voz o usan módems de cable. Las empresas tienen que comprar conexiones directas de elevado ancho de banda para soportar muchos usuarios a la vez. Utilizan IPs directamente, IP sobre Ethernet, RDSI, Frame Relay, ATM, etc. La tendencia es clara. Los usuarios de Internet quieren mayores velocidades de acceso. Esto está

creando un entorno para el cambio acelerado de la redes troncales Internet. En la **Figura 5** se muestra un POP (Point of Presence) de ISP para acceso a Internet.

Quizás el cambio más significativo tendrá lugar en el área de utilización de la base de cobre instalada en la red telefónica existente. Las tecnologías xDSL (línea digital de abonado) no solo ofrecen la facilidad de llevar datos a mayores velocidades sobre hilo de cobre, sino que algunas también ayudan a reducir la cantidad de tráfico de datos en la red de voz. Desplegar una red de acceso xDSL formará parte de la próxima generación de acceso Internet. Dicha red de acceso se muestra en la **Figura 6**.

Otra tendencia significativa del acceso a Internet se encuentra en el área de las tecnologías "inalámbricas". Cada vez más gente piensa en acceder a Internet usando tecnologías celulares, PCS (sistema de comunicaciones personales), de microondas, de radio y de satélites. La ventaja obvia de la comunicación inalámbrica es que esta ofrece portabilidad. En muchos casos puede ofrecer una solución más económica

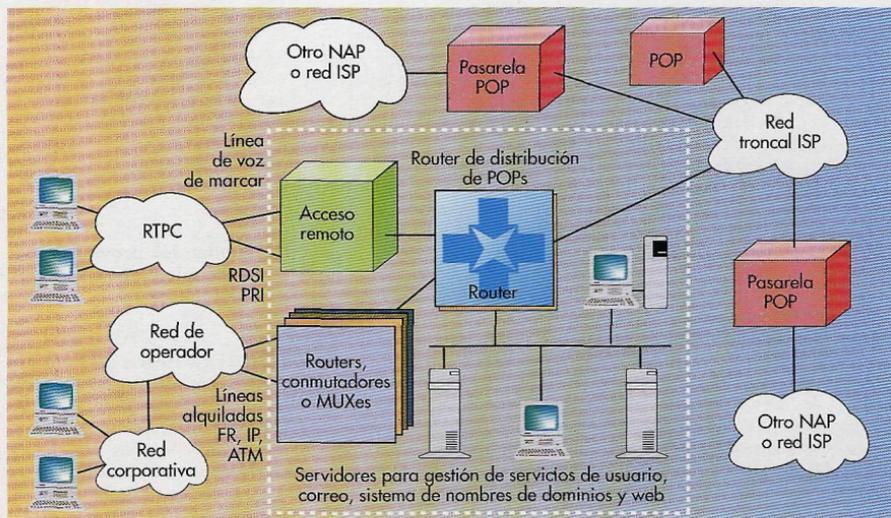


Figura 5 - POP de ISP con servicio LAN

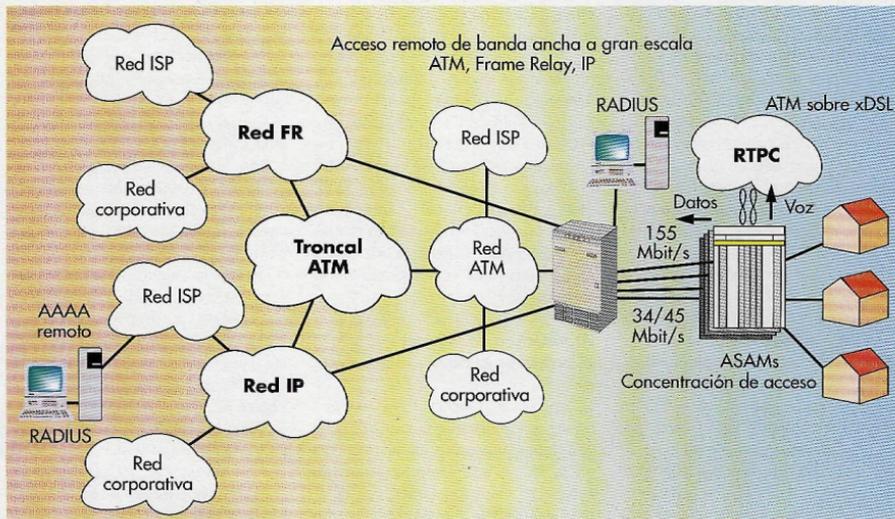


Figura 6 - Red de acceso basada en xDSL

que la de una instalación de infraestructura de acceso terrestre, que implica una importante inversión. El creciente uso de las tecnologías de comunicaciones inalámbricas para el acceso a Internet será un aspecto significativo de la evolución de Internet.

Obtener datos a miles de kilobits o incluso megabits por segundo por muchos usuarios aumentará los problemas de tráfico existentes en Internet. Además, la gente es cada vez más impaciente con los retrasos que encuentran al utilizar Internet. Si no se mejora la red para acomodarse a la nueva demanda de mayores velocidades de acceso, podría verse afectada la utilización de Internet.

### Arquitectura de Internet - Conectividad privada virtual

Quizás uno de los más importantes atractivos de Internet sea que es una red mundial. Esto hace que nos podamos conectar libremente con cualquier host esté donde esté, en cualquier momento, y a un coste muy bajo. Esta capacidad es una muy buena noticia para empresas y corporaciones que tie-

nen múltiples sucursales nacionales e internacionales. El pensar en usar Internet para servicios WAN era quizás un asunto divertido hace varios años cuando el posible ancho de banda era muy pequeño. Pero hoy, con la anticipación de servicios de mayor ancho de banda y con la incorporación de nuevas formas de seguridad, Internet parece aún más atractiva.

En el núcleo del asunto se encuentra el asegurar la capacidad de los servicios de acceso remotos y de las conexiones LAN a LAN con una disponibilidad y prestaciones garantizadas. La respuesta se encuentra en la técnica denominada "tunneling". El IETF ha hecho progresos en una técnica denominada L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol), que se puede usar para crear túneles seguros a través de Internet entre redes host de usuario final, creando en efecto VPNs (redes privadas virtuales) en Internet. Los usuarios de acceso remoto también serán capaces de utilizar la función para asegurar el acceso remoto a través de Internet. En muchos casos, los ISPs mayores tienen una presencia internacional y utilizar Internet para acceso remoto puede ser más barato

que usar la red telefónica. El uso combinado de datos, voz y vídeo a través de Internet por usuarios de acceso remoto también evolucionará para pasar a ser ampliaciones del entorno de red corporativa. Un teleconmutador será capaz de establecer una sesión de trabajo multimedia donde su conversación de voz y/o vídeo tendrá lugar simultáneamente con una sesión de datos sobre la misma conexión física. El teléfono del teleconmutador parecerá como una extensión del sistema Centrex o PBX corporativo.

### ■ ¿Pueden los proveedores de servicios Internet ganar más dinero?

Uno de los aspectos más significativos de los centros Internet gira en torno a quién gana dinero por proveer servicios. Existe la pequeña duda de si los usuarios finales de Internet se han aprovechado de su comercialización y si están encontrando muchas formas de ganar dinero. Sin embargo, los proveedores de servicios no ganan mucho dinero sólo por vender conectividad

Internet "plana". Con miles de ISPs ofreciendo servicios de conexión, los precios se han hecho altamente competitivos y como resultado han bajado significativamente. De hecho, los precios son tan bajos que la pregunta es ¿quién es el que está ganando más? Con ello, son otra vez los pequeños ISPs los que están encontrando dificultades para sobrevivir en este entorno.

El futuro presenta otros problemas económicos. Los usuarios finales, por ejemplo, quieren acceso a mayor velocidad, pero no desean pagar mucho más que ahora. Esta demanda requiere inversiones en infraestructuras ¿Verán recompensados los proveedores de servicios sus inversiones con ganancias de los previstos usuarios de Internet?

La idea de que la mayoría de ISPs o no son rentables o que sólo tienen un pequeño margen propone serias preguntas sobre cual será la fuente de ingresos para construir la Internet de próxima generación. La sensibilidad de tarifificar al usuario final sigue siendo un importante problema. Como los pequeños ISPs no pueden sobrevivir a los bajos precios de los servicios, se seguirán consolidando ISPs. Ahora existen miles, pero en varios años la cantidad bajará a centenares o menos. Sólo los grandes ISPs serán capaces de enfrentarse a estos cambios necesarios si Internet evoluciona.

¿De donde vendrá el dinero? La respuesta puede estar en el boom del

mercado de los "servicios tecnológicos". Este mercado alcanzará los 150.000 millones de dólares en este año y se espera que supere los 300.000 en los próximos tres años. El mercado de los servicios tecnológicos incluye "servicios de host", "servicios de comercio electrónico", "servicios de infraestructura distribuidos" y "servicios de aplicaciones cliente/servidor". Cada aspecto del mercado se relaciona con la externalización por la rápidamente creciente base de la clientela que pretende usar Internet de la forma más eficaz para sus negocios. Los ISPs y otros proveedores de servicios públicos pueden aumentar significativamente sus ganancias de los servicios básicos al entrar en este mercado.

La actual Internet ha tenido fortuna en el sentido de que los gobiernos, a todos los niveles, la han dejado sola, quizá para permitirle crecer y prosperar sin impedimentos indebidos. Sin embargo, su comercialización, y las expectativas de ganancia de cientos de miles de millones de dólares por los servicios, hacen de ella un atractivo para los impuestos. Los servicios de comunicaciones siempre han sido un objetivo de Hacienda e Internet también sufrirá la misma voracidad. El como afectará esta intrusión en las ganancias al crecimiento de Internet es difícil de predecir. Una cosa es cierta. Como dice un político, "es una manzana ya madura para coger".

## ■ Conclusión

Internet se ha convertido en una parte irreversible de la forma como nos comunicamos. Su futuro está aún sin aclarar y tenemos muchas expectativas en lo que nos espera. Algunos piensan en una única gran red que ofrece servicios de comunicación universales a miles de millones de usuarios. Junto a esto, existen muchas controversias sobre como funcionará y se administrará dicha red. Pero nosotros tenemos a nuestra disposición todo lo necesario para hacer la Internet que queremos. Afortunadamente, los otros problemas serán superados.

Según entremos en el siglo 21, seremos afortunados de nuevo de ser espectadores de cambios significativos en la estructura social y tecnológica de la existencia humana. Estamos asegurando la creación de una nueva edad para nuestra evolución -la "edad de las comunicaciones". Esta edad nos acercará más de lo que nunca hemos estado. Como resultado, el mundo nos parecerá mucho más pequeño.

**Leonard Yanoff** es director de sistemas avanzados en Alcatel Data Networks Inc., en Ashburn, Va., Estados Unidos

# LAS INTRANETS Y SU IMPACTO EN LAS INFRAESTRUCTURAS DE REDES

E. KENNEDY

**La tecnología de Internet está invadiendo rápidamente la red corporativa. Hasta 180 millones de usuarios estarán conectados a una intranet en el año 2000**

## ■ Introducción

La revolución que se inició con Internet ha llegado hasta los puestos de trabajo. La adopción de Internet en la vida diaria ha conducido inexorablemente a la siguiente etapa de compartir información, la intranet. La **Tabla 1** muestra las principales fuerzas impulsoras del despliegue de las intranets. Para comprender todo su impacto, debemos explorar como han impactado sobre las redes que las soportan. Este artículo muestra el impacto sobre LANs (redes de área local) y WANs (redes de área amplia) y indica como estos nuevos requisitos de conectividad impulsarán hacia adelante las tecnología. Alcatel se encuentra en una posición única para explorar estos aspectos al haber creado muchas de las infraestructuras de red

que hoy soportan estos tipos de tráfico.

Es importante comprender las diferencias entre la Internet pública y las intranets privadas de empresas. El término "intranet" se dispuso para referirse a toda la infraestructura de una red privada de una empresa. Aunque una intranet abarca todos los aspectos de una red de empresa, ahora el término se utiliza específicamente para referirse a una red creada utilizando la misma tecnología que está detrás de la WWW (*World Wide Web*), en especial HTML (*HyperText Markup Language*) y HTTP (*HyperText Transfer Protocol*). Las intranets pueden funcionar en redes WAN privadas o públicas, como Internet.

Las intranets se diferencian de la Internet pública en que el acceso se

controla mediante cortafuegos (*firewalls*) y otras medidas de seguridad, que permiten a empleados, clientes y socios empresariales acceder a la información, evitando que otros usen la red. La **Figura 1** muestra la relación de conectividad entre Internet e intranets. Además, a diferencia de la Internet pública, las intranets privadas tienen mejores formas de controlar el ancho de banda disponible. Muchas empresas y operadores se están volviendo hacia el ATM (modo de transferencia síncrono) para garantizarse el ancho de banda que requieren. En las WANs, el ATM permite que un tráfico sensible con el tiempo, como la voz y el vídeo interactivo, se multiplexe con tráfico de datos, como el e-mail, que funciona en entornos de mucho trabajo ("enviar y rezar").

La intranet representa un importante paso ya que facilita el que se comparta la información electrónicamente dentro de una organización, permitiendo a la empresas operar y crecer más eficaz y eficientemente. Una intranet puede utilizar cualquier protocolo, incluyendo los de la comunicación vocal, pero la tendencia es hacia los protocolos de red de Internet -TCP (Transmission Control Protocol) e IP (Internet Protocol)- dentro de un sistema de información de una organización. Esto permite a las empresas pasar de las caras aplicaciones de los grandes ordenadores y soportar los modelos cliente-servidor con tecnología web. Además, las intranets tienen implica-

Usuarios móviles
Usuarios remotos
Convergencia en IP (p. ej., transición de Novell a Windows NT)
Más aplicaciones groupware (p. ej. Lotus Notes)
Menos servidores, pero más grandes (superservidores)
Crecimiento continuo del tamaño de las infraestructuras informáticas
Centralización de los recursos de los servidores
Más aplicaciones multimedia: gráficos, imágenes, vídeo, sonido

Tabla 1 - Los impulsos de las intranets

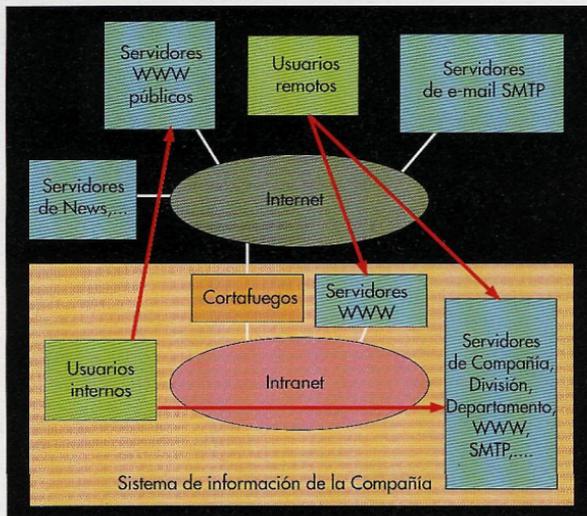


Figura 1 - Relaciones de conectividad entre la Internet y las intranets

Mejora la productividad de los usuarios (e-mail, páginas departamentales, información de productos/empresas)
Facilita múltiples niveles de comunicación: uno a uno, uno a muchos, muchos a muchos y muchos a uno
Menores costes asociados al compartir archivos e información de la empresa
Amplia el universo de información disponible al usuario
Permite a los usuarios de la empresa el compartir información
Gestiona el uso del acceso externo
Permite a los clientes acceder a la información de la empresa bajo ciertas condiciones

Tabla 2 - Ventajas de las intranets

ciones tan profundas como la propia Internet. Transformarán fundamentalmente los procesos empresariales y cambiarán las reglas de la cultura corporativa. Afectarán a la forma de trabajar de las personas y equipos, a como se transferirá e intercambiará la información, y a la manera de gestionar las comunicaciones. En la actualidad, las intranets están siendo utilizadas por

cerca de 23 millones de empleados de todo el mundo. En el año 2000, International Data Corporation (IDC) prevé que este número crezca hasta 180 millones.

La cara de las intranets será el navegador web. Esta interfaz gráfica amigable permite que los usuarios accedan a la información de forma similar a como lo hacen en la WWW. El navegador se

ejecuta en la parte superior de la pila IP y se comunica con los servidores mediante el estándar industrial Point-to-Point Protocol (PPP). Este valioso software deberá instalarse en cada ordenador remoto y de sobremesa. La utilización de la "Home Page" o de los servidores web que las corporaciones organizan para centrar al usuario en la información también afecta a la estructura de las redes.

Al basarse la intranets en páginas web, el tráfico aumentará de forma importante, con patrones de tráfico impredecibles. La naturaleza "cualquiera a cualquiera" de las páginas web que se acceden rápidamente en sesiones cortas está conduciendo a la necesidad de planificar las redes de forma diferente. Esta tendencia forzará a los administradores de redes a desplegar de manera más rápida estructuras de redes troncales WAN ATM y LANs conmutadas en sus redes.

Desde la perspectiva del usuario, una intranet proporciona más control sobre la información, lo que hace posible alcanzar exactamente lo que uno quiere, cuando y donde quiera. Los usuarios están impulsando el despliegue de las intranets ya que reconocen el potencial que tienen para ayudar a los empleados a trabajar mejor y más eficientemente. Zona Research Inc. ha publicado recientemente un estudio de las ventajas de las intranets, cuyos resultados se muestran en la **Tabla 2**.

Un buen ejemplo de la mejor eficacia organizativa resultante del uso de una intranet es la distribución de la información de ventas. Se solía tardar de dos a tres semanas en hacer llegar los delegados de ventas esta información. Ahora, el proceso es casi instantáneo ya que es una información *on-line*.

Otro ejemplo, muchas empresas han añadido el entrenamiento corporativo en la intranet. Usando una intranet se puede reducir el tiempo que se tarda en asignar un espacio y equipo telefónico a un nuevo empleado de dos horas a quince minutos. Estos tipos de ganancia de productividad redundan de inmediato en el sentido de unos costes más bajos, pero también a largo plazo en el aumento de la satisfacción de los empleados.

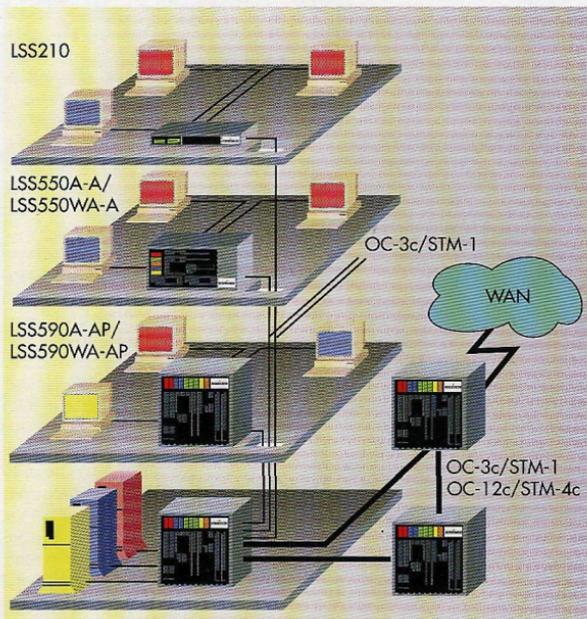


Figura 2 - Esquemas típicos con conmutadores de LANs

■ **Requisitos de las infraestructuras de LANs para soportar intranets de alta velocidad**

La introducción de la tecnología intranet basada en IPs en la infraestructura de LANs existentes está también acelerando la demanda de ancho de banda. Sin embargo, el ancho de banda por sí solo no es la respuesta. Las LANs se deben construir para soportar demandas de este flujo de tráfico cualquiera a cualquiera. La última historia de la conmutación LAN proporciona un claro conocimiento de las tendencias actuales en las redes de campus.

A finales de los 80, sobre todo por la proliferación de PCs, las LANs de medio compartido (como Ethernet) comenzaron a mostrar limitaciones en sus prestaciones. Se introdujeron *hubs* para segmentar las LANs y reducir el número de usuarios en un grupo de medio

compartido, pero llevó al problema de gestionar usuarios en diferentes segmentos. La conmutación de LANs llegó al comienzo de los 90 para aumentar las prestaciones ofreciendo conmutación a velocidad de cable para todos los puertos de la LAN. Además, se desarrolló la tecnología de LAN virtual (VLAN) para resolver los problemas de gestión de los usuarios, que permite asociar lógicamente a los usuarios unos con otros, incluso si no existe una conexión real. La conmutación de LANs permitió mejorar Ethernet de puertos de 10 Mbit/s a 100 Mbit/s y, como resultado, a aumentar las prestaciones de las redes cliente/servidor.

Sigün se fue haciendo popular la conmutación para aumentar las prestaciones de las LANs, también se fue introduciendo como parte de la red troncal de las empresas. En una tendencia continuada, los administradores de redes han estado instalando conmutadores

como un elemento de la red troncal de LANs para aprovechar las tecnologías de las LANs de alta velocidad, incluyendo ATM y Ethernet rápida. Como estas tecnologías de alta velocidad se han convertido en estándares de la red troncal de LANs, los conmutadores de LAN se están usando para conectar o pisos de un edificio o los propios edificios en una LAN de campus. La Figura 2 muestra algunos esquemas típicos. Como consecuencia, se están utilizando conmutadores para consolidar servidores de ficheros, servidores de e-mail, y servidores web que en un principio eran exclusivos de la LAN local de los campus. Estas tendencias ayudan al despliegue de las intranets ya que se requieren conexiones de alta velocidad para cumplir con las demandas de información de intranet de los usuarios.

La forma como se conectan los servidores a la red variará según el tipo de servidor. Ethernet conmutado a 100 Mbit/s será la conexión de servidor más utilizada. Sin embargo, el ATM a 155 Mbit/s y 622 Mbit/s será utilizado por un importante número de conexiones de red a servidor. A finales de 1998, comenzará a usarse Ethernet de gigabit para conexiones de servidor. Para que esto suceda, los servidores deben de ser capaces de escalar a velocidades mucho más grandes. Los servidores pueden ser una importante fuente de congestión en la red, por lo que será clave el considerar las conexiones de alta velocidad al planificar una red de intranet.

En las red troncal de campus se necesitarán routers de IP muy rápidos para conectar eficazmente con conmutadores ATM. Existen dos formas primarias de combinar tráfico enrutado de nivel 3 (IP) con tráfico conmutado de nivel 2 (ATM). La primera es el MPOA (Multi-Protocol Over ATM), una configuración de servidores centrales orientadas a campus y soportada por el Foro ATM y el conmutador de LAN Alcatel 1100 LSS. La segunda, básicamente utilizada por las WANs, es el IP@ATM soportado por el conmutador multiservicios Alcatel 1100 HSS. El IP@ATM es la forma que tiene Alcatel

para desplegar el MPLS (*Multi-Protocol Label Switching*) pre-normalizado del IETF (*Internet Engineering Task Force*).

IP@ATM es una solución de área amplia altamente escalable para transportar tráfico basado en IP de gran capacidad a través de redes troncales públicas o privadas.

En la actualidad, los conmutadores de LANs ofrecen una mejor relación calidad/precio que las tecnologías rivales. Los NICs Ethernet duales de 100/100 Mbit/s se pueden adquirir por 64 dólares. Lo que en el pasado era prohibitivo a la hora de instalar conmutadores en un armario cableado, ya no lo es.

El crecimiento de utilización en las intranets de tecnología relacionada con las webs e Internet forzará a nuevas consideraciones de conectividad. El antiguo pensamiento era que el 80% del tráfico permanecería en la LAN, mientras que el 20% iría a la WAN. Con las arquitecturas centralizadas de servidores, la conectividad global e Internet, esto se puede invertir. Además, el aspecto no determinístico de la conectividad e informática tipo web crea todo un mundo en el dimensionado de LANs y servidores. Se requiere mayor ancho de banda en la LAN y en la WAN para acomodar estas tendencias. Los conmutadores serán los que dominen en ambos dominios.

Las aplicaciones interactivas y multimedia de los nodos basados en web necesitan cada vez más datos al utilizar video y gráficos de alta resolución. Además, las aplicaciones interactivas están comenzando a salir en las intranets. Por ello, los dispositivos de red deben de tener la suficiente inteligencia por toda la infraestructura para proporcionar una entrega consistente de datos, para que sonido, video y datos se puedan enviar con la prioridad correcta. Una infraestructura basada en conmutadores, y en ATM, puede ayudar a cumplir los requisitos de calidad de servicio (QoS) de las aplicaciones multimedia e interactivas al reservar ancho de banda y dar prioridad al tráfico. Según sean comunes los entornos multimedia, será esencial que la red tenga

unas prestaciones predecibles, tiempos de respuesta fiables, y un alto nivel de disponibilidad de sesión. La correspondencia entre el tráfico de nivel 3 (sin conexión) y el de nivel 2 (orientado a conexión) será una consideración clave en la planificación de red para soportar el tráfico de la intranet.

**■ Aspectos de red y seguridad en el despliegue de intranets**

Se pueden desplegar una diversidad de elementos y funciones de red cuando se planifica la intranet. Los siguientes componentes afectan a la implementación de intranets.

**Servidores web**

Los servidores web envían y recibe e-mail, compilan datos, y pueden cifrar mensajes; dependiendo del nivel de seguridad que soporte el servidor web. Las empresas los despliegan en sus LANs para que los empleados puedan acceder a una gran cantidad de infor-

mación de la empresa, como avisos, boletines, listines telefónicos, beneficios sociales, etc.. Virtualmente, cualquier información publicada sobre papel puede estar fácilmente disponible en el servidor web utilizando el lenguaje HTML. Un servidor web es una aplicación Windows o Unix que se ejecuta en una estación de trabajo Sun Sparc (Unix) o en un ordenador personal (Windows NT). El software del servidor web va desde la simple visualización de información a proporcionar transacciones cifradas y seguras.

**Servidor de acceso remoto**

Un servidor multiprotocolo de acceso remoto une los usuarios remotos con los recursos corporativos y las aplicaciones intranet; también ofrece acceso Internet, por líneas telefónicas analógicas o RDSI, u otros métodos de acceso a datos.

**Software de cliente remoto**

Para establecer una conexión remota, se debería instalar un software de cliente

Componente	Descripción
<b>Confidencialidad</b>	La confidencialidad evita que los datos sean vistos por cualquiera, salvo por el interesado. Este aspecto de seguridad requiere generalmente el cifrado o la creación de los datos utilizando un algoritmo común, como DES o RC4.
<b>Integridad</b>	Integridad es la forma de transmitir la información intacta supervisando cualquier alteración de ella. Básicamente, el proceso integra el añadido de datos para checksums en la fuente y su verificación en el destino.
<b>Autenticación</b>	Autenticación es una forma de identificar el origen de la información. Se genera una "clave" para desproteger la información utilizando una firma digital, que se realiza normalmente utilizando normas RSA o DSA. La información se genera en la fuente y se verifica en el destino.
<b>Control de acceso</b>	El control de acceso es el proceso de permitir o restringir el acceso al recurso de información en el nodo intranet.

**Tabla 3 - Áreas clave de seguridad para una intranet**

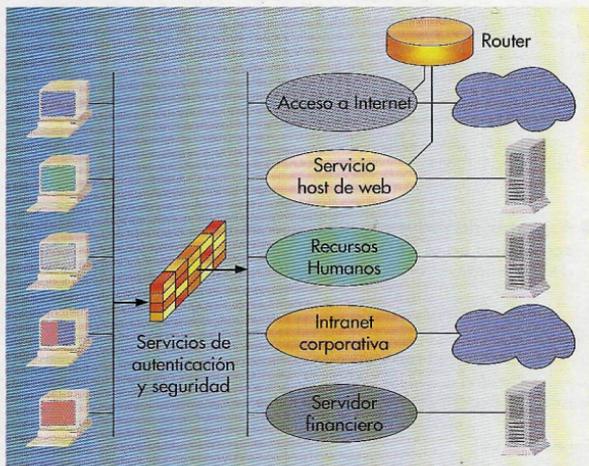


Figura 3 - Configuración típica de cortafuegos para una intranet

te de marcado en los PCs remotos de los usuarios. El cliente de acceso remoto debería estar disponible para los diferentes sistemas operativos, Windows, Mac, OS/2, etc. El software de cliente inicia la llamada, negocia la conexión, y termina la conexión cuando finaliza la sesión remota.

**Router**

Se necesita un router para conectar el nodo corporativo a un ISP (proveedor de servicios Internet). El dispositivo de conexión a Internet proporciona soporte de protocolos IP e IPX y filtrado a nivel de paquetes IP.

**Seguridad**

Si es beneficioso para los usuarios autorizados aprender sobre su compañía, puede ser dañino si la competencia accede a la información privada de una red corporativa. Dos niveles de seguridad evitan que los usuarios públicos accedan a una LAN corporativa. El primer nivel de seguridad es un router de acceso en el que el filtrado de IPs a nivel de paquetes limita a los usuarios según su tipo de dirección IP. El cortafuegos proporciona el segundo nivel de

seguridad en la capa de aplicación del OSI comprobando la dirección IP del visitante.

Lo mejor es implementar una serie de niveles de seguridad en una red, comenzando con el dispositivo de conexión Internet que une el nodo corporativo con ISP o el POP (Point Of Presence) local. La **Tabla 3** muestra los campos clave de seguridad, confidencialidad, integridad, autenticación y control de acceso. Todos ellos serán soportados por una combinación de routers de acceso y cortafuegos.

El router de acceso realiza la conexión y rechaza los usuarios no deseados de la red. Los routers de acceso y verificación utilizan el filtrado de paquetes para verificar la fuente y el destino de cada paquete enviado a la red. El router de verificación permite al administrador de red establecer los criterios por los que se debe filtrar cada paquete. Estos criterios se basan en parámetros tales como dirección de la fuente, dirección del destino, puerto fuente, puerto destino, y tipo de paquete.

Un segundo nivel de seguridad se puede aplicar a las capas de aplicación y presentación del modelo OSI usando el cortafuegos. Los cortafuegos permiten a la organización proteger las direc-

ciones de IP corporativas del mundo externo y evitar que usuarios no deseados obtengan el acceso. Se crea una lista jerárquica de criterios de filtrado para examinar las peticiones de conexión entrante. Cada petición está sujeta a una reglas de autorización pre-establecidas basadas tanto en el tiempo como en el tipo de acceso. Normalmente, los cortafuegos disponibles pueden incluir alarmas y supervisión de actividades sospechosas, múltiples tipos de cifrado y autenticación, y software proxy. Algunos cortafuegos - conocidos como pasarelas de cortafuegos - se ampliarán desde la capa de aplicación a la de paquetes, proporcionando una solución más robusta. Sin embargo, incluso con una pasarela de cortafuegos, los expertos recomiendan al menos dos niveles de seguridad. La **Figura 3** muestra la configuración típica de un cortafuegos en una red.

**■ Conclusión**

La intranet impulsará el diseño de redes corporativas en las próximas planificaciones. El impacto de las infraestructuras de WANs y LANs será profundo. Los aspectos de seguridad y acceso demandarán mayores inversiones para soportar de demanda de los usuarios de acceso a intranets. Elegir el modelo correcto de red será la clave para soportar los requisitos de crecimiento. Claramente, se requerirán infraestructuras de LANs conmutadas junto al transporte por WAN de IPs sobre ATM para reforzar la revolución intranet. El impacto no solo lo sentirá el administrador de la red, también toda la organización cuando la edad de la información alcance verdaderamente a los puestos de trabajo.

**Edward Kennedy** es vicepresidente de marketing de Alcatel Data Networks en Ashburn, Va., Estados Unidos.

# COMPROMISOS ENTRE LAS OPERACIONES DE RED ORIENTADAS A CONEXIÓN Y A SIN-CONEXIÓN

R. HANSON

**Las técnicas de transporte de circuito conmutado (ATM) y sin conexión (IP) están compitiendo para posicionarse en las redes troncales que soportarán al Internet del mañana**

## ■ Introducción

Internet es un camión de transporte pesado que se adelanta todos los años a las previsiones de los analistas en cuanto a escala, tecnología e impacto. Es fascinante leer la historia expuesta Leonard Yanoff en su artículo y ver que mientras Internet ha estado presente durante varias decenas de años, sólo desde la última década su crecimiento ha cogido un ritmo incomparable con cualquiera otra revolución tecnológica. La tasa sostenida de crecimiento en Estados Unidos es superior al 70% anual en lo referente al número de abonados y al 200% anual en relación al volumen de tráfico. Los nodos de Internet son innumerables y su crecimiento real, y no metafóricamente hablando, matemáticamente exponen-

cial (Figura 1). La iniciativa de la próxima generación de Internet, tiene como objetivo, una red que sea de 100 a 1000 veces más rápida que la actual ¡Dicha red sería capaz de transmitir en menos de un segundo el contenido completo de la Enciclopedia Británica! Si el Gobierno de Estados Unidos continúa con su iniciativa de potenciar la autopista de información, en el futuro comprobaremos, realizaremos operaciones bancarias, estudiaremos, nos divertiremos, trabajaremos y nos visitaremos los unos a los otros dentro del entorno de "Internet 2".

Los operadores de redes situados en la confluencia del crecimiento de Internet donde las grandes ambiciones tienen que humillarse para hacer frente a difíciles elecciones tecnológicas e

implantaciones en el mundo real. Los temores son grandes. La confusión es rampante. Y las opciones de soluciones se hacen cada vez mayores y más complicadas, oscureciendo las fronteras de las decisiones relativas a las implantaciones y operaciones que normalmente se realizan dependiendo de la demanda.

Desafortunadamente, los operadores están todavía en el centro de la tormenta y a menos de que actúen rápidamente, la revolución encontrará otros caminos que opongan menor resistencia. La pregunta es ¿cómo deben evolucionar sus modelos de infraestructuras y negocios para asimilar su nuevo papel y nuevas oportunidades como proveedores de servicios de Internet (ISPs)? La respuesta viene dada por tres conceptos claves: integración, convergencia y consolidación.

## ■ El desafío como oportunidad

Es un desafío al buen criterio. Distintas opciones tecnológicas están disponibles en cada segmento de la solución total de la red. Primero, están las tecnologías de acceso. La más común es la de acceso remoto por marcación. Suelen ser módems analógicos que se conectan a través de las redes tradicionales de servicios básicos telefónicos (POTS) a su terminación en bancos de módem localizados en los puntos de presencia así como en la red Internet. Esta tecnología pro-

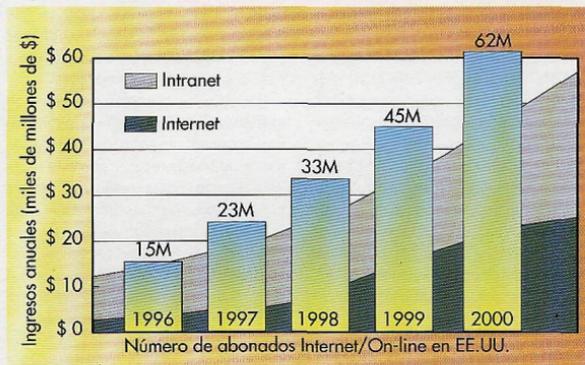


Figura 1 - Previsiones sobre rendimientos del negocio y volumen de clientes

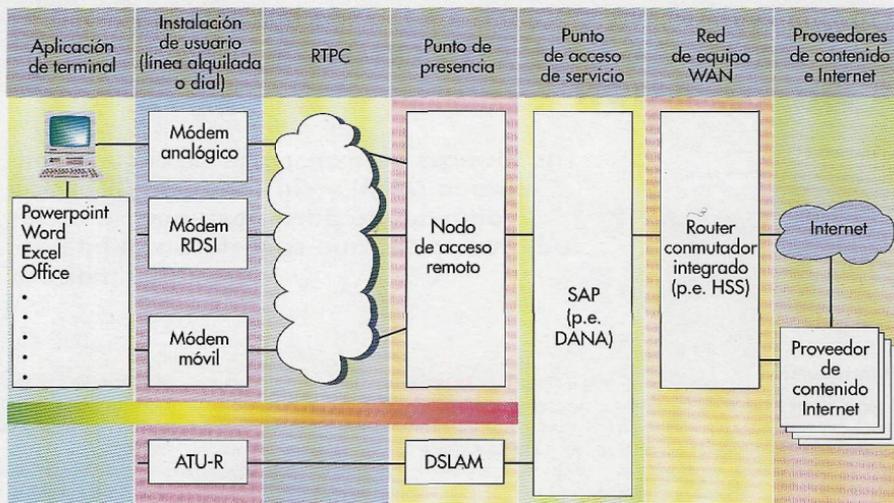


Figura 2 - Elementos de red en el segmento Internet

porciona a cualquier país desarrollado la oportunidad de ofrecer a prácticamente todos los abonados de POTS, alrededor de unos mil millones de líneas en todo el mundo, el acceso a Internet apoyándose en la infraestructura existente. Tal y como Willen Verbiest nos presenta en su artículo, las tecnologías de líneas digitales de abonado (DSL) mejorarán en gran medida el volumen de tráfico que puede cursarse a través de la planta de cobre existente, incrementado los problemas de nuestras redes troncales. Podemos estar seguros de que los navegantes de Internet orientados a visualización buscarán a los satisfechos suministradores encargados de llenar las rutas con imágenes repletas de bits. En Estados Unidos y en otros países, el cable puede ofrecer soluciones adicionales para que los usuarios finales obtengan una alta velocidad de acceso. Con la llegada del acceso fijo inalámbrico (WLL) y de los satélites terrestres de órbita baja (LEO) se ofrecen todavía más alternativas para el acceso global y el transporte de enormes volúmenes de tráfico.

Los operadores tradicionales pueden hacer frente a la necesidad de velocidades de acceso más altas implantando la tecnología xDSL de Alcatel.

La **Figura 2** ilustra los diferentes elementos de red de Internet.

Segundo, los operadores deben gestionar esta conectividad y el tráfico en el punto de acceso al servicio (SAP). Las interfaces de servicio son actualmente más sencillas, pero se volverán más sofisticadas, para poder soportar métodos de acceso alternativos, opciones de suministradores de servicios múltiples, mayor movilidad y requisitos orientados al negocio. Estos SAPs presentarán opciones del servicio a los abonados utilizando menús interactivos.

Los requisitos conjuntos de movilidad del cliente y de los datos críticos de los negocios harán que la seguridad, gestión del acceso, tarificación y administración de estos puntos de acceso sean esenciales para triunfar. El fallo en la prevención de los abusos al sistema dará lugar a la emigración a redes privadas y una caída en el uso serio de Internet para los negocios. Los servicios conmutados de datos ya han tenido problemas similares con anterioridad. Una respuesta efectiva al problema requiere la utilización de poderosos servidores acoplados a los puntos principales de control de la red para garantizar que no

se produzcan accesos no autorizados, pudiéndose ofrecer servicios especiales. Los usuarios de negocios y residenciales empezarán a pedir también una mayor calidad en los servicios al confiar cada vez más en Internet tanto para el comercio electrónico como para el acceso a la información. Los productos de servicios de "mejor esfuerzo" ya no serán más considerados suficientes. Los operadores tendrán que proporcionar también los productos llamados "middleware" que inteligentemente ofrezcan a los usuarios aquellos servicios que tengan la mayor probabilidad de que ellos los encuentren los más apropiados para sus intereses y necesidades.

Tercero, los operadores también se enfrentan al problema de la implantación troncal de la transferencia de datos. Se podría esperar que este fuera el problema más sencillo de resolver considerando la consolidación a este nivel de la estructura de la red, pero igualmente podría ser la pregunta más controvertida de todas en cuanto a la convergencia de tecnologías. Los operadores pueden y tienen que decidir el soportar diferentes métodos de acceso a la red, ya que todos serán utilizados, eligiendo la implantación de una mayor

integración y la reducción de los costes en aquellos que sean los más populares.

Las capacidades de valor añadido del SAP serán un desafío tanto para los programadores como para el propio rendimiento de la plataforma, aun siendo la tecnología bien conocida; es simplemente un asunto de programación, aunque de gran importancia. Afortunadamente, el software podrá evolucionar cuando los operadores introduzcan nuevos conceptos de servicio de valor añadido. Los operadores necesitarán (como ya requieren ahora) la integración de los elementos componentes de las tecnologías en sus implantaciones, en su gestión de red y de servicio. La elección crítica será las relativas a la forma en como los elementos de servicio y acceso se enlazarán en la red troncal.

### ■ Troncales buenas y deterioradas

Las redes troncales son esenciales en este caso. Están en el corazón de una red al encontrarse donde convergen enormes volúmenes de datos de innumerables usuarios para proporcionar la comunicación que a su vez produce los beneficios. Cada componente en la red es esencial para el éxito, pero la potencialidad y refinamiento del sistema sólo las pueden igualar, a los sumo, las capacidades básicas de la troncal. La tecnología troncal es igualmente la más difícil de extender o reemplazar si se deteriora.

¿Cuáles son las opciones para las troncales? Hoy, la mayoría de los suministradores de servicios trabajan con redes superpuestas, normalmente basadas en tecnología de *routers*. Las redes superpuestas utilizan la misma infraestructuras de transporte de bits que la jerarquía de transmisión digital mediante pares (*T-carrier*) y que SONET (red óptica síncrona), y despliegan redes de conmutación separadas para cada tecnología de interconexión de servicio: el servicio de protocolo Internet (IP) utiliza *routers*; y el servicio de Frame Relay (FR) usa conmutadores FR. Curiosamente, los *routers* y

su anchura de banda de acceso atraviesan alguna tecnología FR en las largas distancias. Por ejemplo, Sprint atribuye un cincuenta por ciento del crecimiento de su red FR al tráfico IP relacionado con Internet.

La tecnología de ATM (modo de transferencia asíncrono) también está compitiendo para tener la oportunidad de servir a muchos usuarios, tanto directa como indirectamente. El valor principal de las redes ATM superpuestas es que ofrecen múltiples servicios de conectividad, como conectividad de emulación de circuito independiente del protocolo, o de confianza, o de retardo sensible, o conectividad de tasa de bits variable insensible, o conectividad de tasa de bits disponible, o conectividades de tasa de bits del "mejor esfuerzo". Todos estos tipos de conectividad soportan, a fin de cuentas, todos los servicios naturales de telecomunicaciones que han sido concebidos hasta la fecha.

Está claro, que no es eficaz utilizar una tecnología de superposición detrás de otra, cada una de ellas con su protocolo específico. Los operadores tradicionales y la comunidad de las telecomunicaciones han creído durante mucho tiempo que el ATM sería la común, y la tecnología de convergencia aceptada por todos. Los foros de estandarización de las telecomunicaciones han trabajado sin fin para definir el enésimo grado en la precisión y universalidad del ATM. Las implantaciones han servido, mientras tanto, para proporcionar el grado requerido de facilidades. Al mismo tiempo, el IP se ha pasado al carril rápido, mientras que ATM no lo ha hecho, ya que no ha llegado todavía a desarrollar su grandísimo potencial.

El protocolo IP goza de su gran momento y sus propulsores también se han convencido de que la convergencia es inevitable y correcta. Pero no ven porque la presumible respuesta a la convergencia es el ATM. En el campo de la implantación del IP preferirían beneficiarse de todo el conocimiento adquirido de los estudios del "ad nauseum" ATM para introducir su propia alternativa específica. Los que proponen el IP

argumentan la muy razonable propuesta de no hacer un revoltijo con el ordenador (concediendo que sea universalmente orientado a IP) y que el transporte específico IP proporciona la máxima eficacia ¡Buenos puntos! Por contra, los defensores del ATM contraatacan con el argumento de que los *routers* sin-conexión son demasiado lentos, demasiado caros e incapaces de suministrar servicios garantizados o diferenciados para una troncal común de multiservicio. El IP rebate dichos argumentos diciendo ¡Mírame! Y así se ha trazado el marco para el debate técnico.

El debate de ATM frente a IP tiene muchas dimensiones implicando las agendas de los suministradores técnicos, corporativos y de servicios. El contexto incluye requisitos de multiservicio demandados por los usuarios finales, la expansión de las opciones técnicas para los elementos de red e infraestructuras, y el marketing y los movimientos estratégicos de los vendedores de equipos. Lo que suceda dependerá de aspectos fundamentales de soluciones satisfactorias. Debemos esperar que lo que hoy se presenta como "esto o esto" puede convertirse "el mejor de los dos".

### ■ ¿Qué ocurre, doctor?

Un detallado análisis de los problemas y de las propuestas para redes multiservicio sería un proyecto de disertación. Los clientes nos desafían a estudiar la controversia y a sustanciar la resolución. Las troncales multiservicio satisfarían plenamente el negocio de los operadores, pero ellos no pueden comprometerse sin tener la seguridad de poder apostar por sus negocios en el futuro. Las ventajas de la eficiencia y flexibilidad del multiservicio para moverse por el mercado de los servicios son demasiado grandes para ser ignoradas. Existen valores añadidos necesarios más allá de los simplemente increíbles volúmenes de IP. Los usuarios finales de negocios requerirán servicios Internet interesantes y fiables al ser sus márgenes de beneficios y planes económicos cada vez más y más dependientes

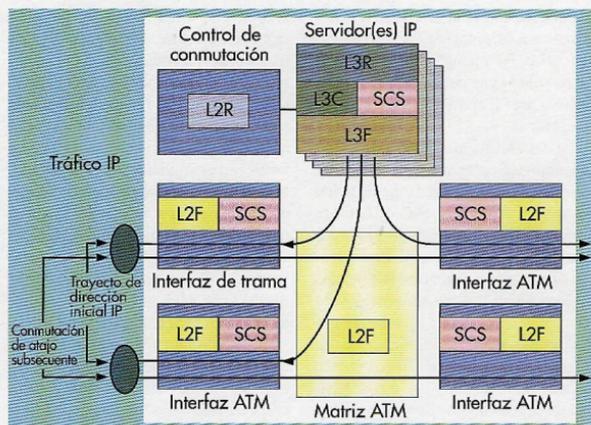


Figura 3 - El Alcatel 1100 HSS como router conmutador integrado

La figura muestra como la función del router puede integrarse con el clásico conmutador ATM. Aquí, las funciones de las capas 2 y 3 se dividen entre ATM/PR e IP respectivamente, en vez de asociar ambas con el ATM. Las placas de línea de la izquierda aceptan tanto entradas FR como ATM de tráfico embebido en IP. Si la dirección IP es desconocida (como puede ocurrir inicialmente), se transfiere a la función de enrutamiento en el alto de la capa 3. El servidor IP entiende de la topología de red ATM y puede determinar su relación con el destino IP requerido. La señalización de atajo establece un camino orientado a la conexión a través de toda la red ATM, un tipo de código ZIP a ese destino, si realmente no existe todavía. Desde ese momento, se reconoce la dirección IP en la entrada a la placa como un atajo y las tramas IP dejan de ser procesadas una a una por los servidores IP de proceso intensivo. El redireccionamiento de la capa 2 es muchas veces más eficiente, proporciona un camino orientado a la conexión en la WAN, y enfoca los recursos del servidor IP hacia las tareas de enrutamiento de dirección menos frecuentes.

de ellos. Los modelos de negocio de los operadores, dependen, igualmente, de los mayores márgenes económicos alcanzados por la diferenciación de los servicios. Los operadores con éxito deben soportar no solo volúmenes del "mejor esfuerzo" de IP, sino también servicios diferenciados garantizados dentro del IP, y a lo largo del IP para otros protocolos legales y propios, todo en una eficiente troncal común.

Los que proponen y venden la actual infraestructura de routers para Internet han disminuido su ansia por la convergencia con el ATM encontrando nuevos caminos hacia una mayor escala y rendimiento, factores que fueron al

principio considerados como los que debían dirigir el movimiento hacia la conectividad ATM. La comunidad de los routers ha introducido recientemente dos categorías de soluciones al respecto. La primera es básicamente la evolución del protocolo, mientras que la segunda es una revolución tecnológica.

En la categoría de protocolos, Cisco ha propuesto la conmutación de "etiqueta" (tag switching), que utiliza el predominante protocolo IP como capa de enrutamiento sobre la trama o la conectividad conmutada de ATM. Conceptualmente, se dividen las capas en el equipo ATM para reemplazar el enrutamiento y señalización ATM por

una variante IP, transportando las tramas IP sobre conexiones ATM de alta velocidad. De esta forma, se extienden las facilidades de conectividad propias de IP sobre LAN/Internet mientras que se alcanzan las velocidades y capacidad de gestión de las redes de área extendida (WANs). Este enfoque parece ser una atractiva alternativa para los operadores que prefieren protocolos orientados a la conexión, que son los más naturales en las WANs, y en lo relativo a su equipamiento y administración. Los operadores familiarizados con las operaciones orientadas a la conexión, como resultado de su experiencia con la conmutación de circuitos, están satisfechos con este enfoque y reconocen sus méritos en las áreas de control, tarificación y seguridad. Este concepto da lugar naturalmente a la implantación de los llamados routers conmutadores integrados que integran los dos componentes en una plataforma común.

Un método de protocolo alternativo emplea el multi-protocolo sobre ATM (MPOA) en el cual los servidores IP basados en la red, que conocen la topología y señalización de la red ATM, realizan trabajos de conexión para los clientes de sus LANs desde las fronteras de la red. El equipo de una WAN ATM en la red no es accedido y por tanto desconoce que está siendo usado para mover IP. Las dos opciones tienen ventajas y desventajas para proporcionar una respuesta universal a la convergencia técnica y a la consolidación del tráfico.

La conmutación de etiqueta, que se está normalizando como conmutación de etiqueta de multi-protocolo (MPLS), funciona mejor para los servicios Internet que requieren millones de caminos de conexión para millones de usuarios. Sin embargo, no gestiona adecuadamente la garantía de la calidad de servicio (QoS) o las diferencias entre tipos y prioridades de servicio, aunque sus defensores aseguran que lo hará finalmente en el futuro. MPOA tiene interfaz directa con los circuitos virtuales conmutados de ATM de tal manera que puede proporcionar QoS por medio de una suscripción directa usando la señalización ATM en los equipos están-



Figura 4 - Parámetros de un bucle de realimentación de WAN

dares de múltiples vendedores. Desafortunadamente, falla el escalarse bien dentro de las millones de conexiones que se desearían en un verdadero servicio troncal común.

La segunda categoría de soluciones nos lleva de nuevo al exclusivo mundo del IP. Los routers de Gigabits (GRs) pertenecen a una nueva tecnología que se ha favorecido de la experiencia del ATM, de otros desarrollos hardware y de nuestro conocimiento de las implantaciones de multi-servicio. Los GRs pretenden tener unas prestaciones de Giga-paquetes por segundo, unas tablas de enrutamiento que almacenen cientos de miles de direcciones, y tienen la intención de construir colas de servicio dentro de la arquitectura hardware básica: Los resultados comprobados hasta el momento en las versiones iniciales de sus productos a finales de este año son impresionantes, pero muchos preguntan si veremos todas las promesas realizadas tan rápidamente.

Las soluciones de protocolo son un buen terreno para que los productos ATM orientados a la conexión satisfagan la tendencia de los operadores a moverse hacia esa solución tecnológica. Por este motivo, Alcatel Data Networks introdujo la solución IP@ATM en el Alcatel 1100 HSS (Figura 3). Sin embargo, los partidarios de IP que suministran servicios IP/Internet dentro de las portadoras actuales también se han familiarizado rápidamente con la tecnología GR. Estos argumentan que

la desaparición de IP como resultado de las características de rendimiento y escala de los operadores troncales fue muy exagerada y que la QoS, la seguridad y los aspectos de gestión se resolverán rápidamente proporcionando entonces respuestas suficientemente buenas. El pragmatismo se mantiene ya que las implantaciones IP utilizan fácilmente migraciones propias para resolver los problemas más importantes que les surgen diariamente.

¿Encontrará alguna vez la solución GR una barrera sobre la que no pueda saltar? El problema fundamental nos lleva de nuevo a la QoS en las WANs.

### ■ La velocidad de la luz

Como dice el anuncio de un servicio público en los Estados Unidos sobre la limitación de velocidad en las autopistas a 55 millas por hora, "no es precisamente una buena idea, es la ley". Aquí se encuentran dificultades para soluciones sin-conexión en la conectividad de área extendida. Mientras que la anchura de banda en las LANs sea barata y la distancia corta, el RSVP (*Resource Reservation Protocol*) y otras soluciones sin-conexión son suficientes para el problema de la QoS. Esperamos ver tales algoritmos desplegados ampliamente como mejoras en los equipos de LAN instalados. El elevado número de productos LAN conmutados, como el Alcatel 1100 LSS, proporcionan

una valiosa respuesta, y también añade las potentes capacidades de LAN Virtual (VLAN) y de MPOA. Sin embargo, una solución que deba tener en cuenta las anchuras de banda y las distancias implicadas en las WANs es categóricamente distinta, como se muestra en la Figura 4. Requiere un enfoque orientado a la conexión. La razón más importante es que no se puede controlar dentro de la red algo que es más rápido que la velocidad de la luz ¡Einstein lo dijo! Es la ley, no precisamente una buena idea.

Para tratar un poco más sobre esta barrera de la sin-conexión, debemos entender: (1) que la QoS estadística y la eficacia de la red dependen del control del flujo, (2) que el control del flujo depende de los bucles de realimentación orientados a conexión, y (3) que el mínimo retraso de estas funciones de control está determinado por el diámetro de la red y por la velocidad de la luz. Esto es decir mucho en pocas palabras, por tanto analicemos lo muchos de los ingenieros de redes WAN han sabido durante largo tiempo pero que no han aplicado necesariamente al problema de comunicación de datos que pertenecen a su alcance.

Las LANs no son diferentes. De hecho, emplean el protocolo de control de transmisión (TCP), un protocolo de transmisión fiable sobre el IP, para proporcionar un sistema de realimentación basado en ventanas, justo como el X.25. El TCP soluciona las pérdidas de entre-

gas del IP y espera fuera de la red, reaccionando cuando el hecho se hace evidente al final de la conexión TCP. En la práctica, los usuarios de TCP/IP envían inicialmente tanta información como les es posible de acuerdo con la velocidad de acceso para ver como reacciona la red. Inevitablemente se produce la congestión, aparecen las pérdidas de información y el TCP reacciona retransmitiendo la información y haciendo los adecuados ajustes del control del flujo (estrechando la ventana). Este mecanismo de TCP es un ejemplo de fiabilidad y calidad de servicio desarrollado para entornos de LANs.

En las LANs, en donde el tiempo empleado para comprobar que ha habido una pérdida de datos es pequeño (generalmente inferior a 1 ms.) y la anchura de banda necesaria para retransmitir estos datos es esencialmente gratis (el coste de instalación de la fibra), la recuperación con el TCP funciona correctamente. Sin embargo, cuando se realiza la misma conexión TCP sobre una WAN, el tiempo que se tarda en saber que se han perdido unos datos y cuales son es grande y el coste de su retransmisión significativo. El mecanismo de control del TCP resulta ahora terriblemente lento e ineficaz. Ya no se observa más la rapidez y eficacia que existía en un entorno de LANs de alta velocidad. La diferencia fundamental entre los entornos WAN y LAN elimina en principio las implementaciones de la tecnología LAN.

Por el contrario en las WANs, el diámetro de la red es por definición del orden de decenas de milisegundos. Independientemente del protocolo que se emplee, no se puede superar la barrera de la velocidad de la luz. El tiempo empleado en suministrar bits (a los usuarios o a los mecanismos de control) es por lo menos tan grande como el diámetro del retraso de la red. Si aplicamos la tecnología sin-conexión de gigabit en las WANs, la "dilatación del tiempo" multiplica las tasas de pérdidas de transmisión cuando hay congestión. Estamos hablando sobre cientos de megabits de información en cualquier periodo de control. Asumiendo que nos podamos permitir los costes de memo-

ria, guardar el trabajo pendiente de realizar, el resultado será que los retrasos sean todavía mayores -todo lo contrario de una solución de alta velocidad. Sin un buffer en donde poder mantener todo este tráfico, éste se perderá. Y con su pérdida, perdemos el uso inicial de los recursos de transmisión hasta el punto de descartar tiempo y recursos para la recuperación con una segunda transmisión, perdiéndose igualmente los beneficios económicos provenientes del tráfico en espera, y la satisfacción del cliente. Con las respuestas de mejor esfuerzo de gigabits, la WAN puede convertirse en un agujero negro para el tráfico Internet y para la rentabilidad económica de sus clientes.

La solución requiere un control del flujo proactivo que solo se encuentra disponible en una tecnología basada en una red orientada a la conexión, como es el ATM. Tenemos que conocer el camino que atravesará el tráfico (imposible por definición si trabajamos con tecnología sin-conexión) de forma que podamos hacer corresponder los requisitos de la conexión con el camino y realimentar continuamente un camino específico para la medida de la anchura de banda disponible. Entonces, proactivamente, el control del flujo sólo entrega los bits que pueden ser enviados a la red. De esta manera, ningún tráfico desechable puede congestionar los recursos, muy lentos y caros de la WAN. El resultado es llevar el tráfico entregable a unos valores muy próximos al límite de la capacidad de proceso (buen tráfico = capacidad de proceso del tráfico), y limitar los mecanismos reactivos del TCP a los bucles de diámetro de LANs, donde funcionan correctamente.

En el campo de las soluciones IP para las WANs se espera resolver el problema utilizando simplemente mayores anchuras de banda que las realmente necesarias, sobre-equipando los mecanismos necesarios para realizar la QoS. La estrategia funciona mientras nos dediquemos al mejor-esfuerzo, no en tiempo real, y a los servicios indiferenciados. Pero tiene que existir una limitación en cualquier despliegue, al menos porqué una facilidad en la trans-

misión siempre apunta a la siguiente, y los servicios de mejor-esfuerzo de las WANs no soportarán la mezcla de un tráfico de negocio coherente con un tráfico de entretenimiento. Los requisitos de la QoS tienen más alcance que el interés por un servicio barato de voz o de multimedia. La QoS genera grandes márgenes de beneficios por medio de las opciones de servicio preferido o dependientes del interés del negocio, del cual cada vez más se generarán los beneficios económicos de Internet. Los protocolos orientados a la conexión en las WANs pueden suministrar QoS, seguridad y control de conectividad para esos servicios de calidad y recoger la tarificación en volumen para las unidades dependientes. Todo ello forman la base para el negocio de los operadores en el entorno Internet a largo plazo.

Algunas veces es difícil de creer que nuestra tecnología nos lleve al límite de tener que tratar asuntos relacionados con la velocidad de la luz, pero ha sucedido. La solución IP para el asunto de la QoS en las WANs (p. ej., poner anchura de banda en ellas) no es suficiente para satisfacer las necesidades de los operadores. La tasa de bits transmitidos puede seguir incrementándose cada vez más pero antes o después tiene que llegar a su límite e inevitablemente los clientes querrán alcanzarla. Como consecuencia de ello nos encontramos con la lucha entre los usuarios y entre los servicios cuando el modelo IP comienza a descartar bits, llevando a la frustración del cliente y a la pérdida de beneficios. Cuando las velocidades se hacen increíblemente rápidas, la operación sin-conexión de las WANs se vuelve también increíblemente frustrante y derrochadora. Solamente mecanismos de control del flujo eficaces del tipo disponible en los sistemas orientados a conexión, tales como el de velocidad disponible de ATM y el RateMaster de Alcatel funcionan adecuadamente.

Los operadores experimentados elegirán soluciones que compaginen el IP de las LANs sin-conexión junto con la tecnología troncal orientada a conexión por razones de calidad, eficacia, tarificación y control. Servicios adicionales crecerán más naturalmente sobre estas

troncales de lo que lo han hecho en el pasado, debido a razones justificables, como es el límite impuesto por la velocidad de la luz.

### ■ Integración, convergencia y consolidación

Sobre el debate de los operadores en la era Internet, se podría escribir mucho más pero el espacio y el tiempo sólo nos permite unos breves comentarios adicionales sobre las palabras integración, convergencia y consolidación. Podemos ver que la solución Internet tiene varios componentes: el bucle de acceso, el control del acceso, la conexión a las WANs, la propia Internet, el contenido proporcionado por los suministradores en sus LANs y los muchos protocolos utilizados por estos componentes. Cuando los operadores se enfrenten a los muchos requisitos de Internet descritos anteriormente, y a lo largo de este número de la *Revista de telecomunicaciones de Alcatel*, pedirán a los suministradores la integración de todos esos componentes. En principio, la integración es lo más valioso (y en cierto modo alcanzable) en los sistemas de gestión donde la percepción de los elementos, red, y servicios deben llegar juntos. La consolidación de los servicios en las troncales requerirá de la convergencia tecnológica del IP y del ATM como se presenta y explica aquí.

Alcatel se encuentra en una posición destacada, dentro de un selecto grupo de unos pocos suministradores de equipo cuyas capacidades abarcan las tecnologías y posibilidades de los elementos, para poder proporcionar las respuestas. La solución del Alcatel 1100 HSS tiene en cuenta las dicotomías existentes entre el ATM y el IP conjugando lo mejor de ambas tecnologías. El enrutamiento de IP proporciona las decisiones a nivel de señalización haciendo que nuestra solución IP@ATM sea "nativa" para las tecnologías IP. El ATM proporciona un transporte controlado de la QoS que haga de nuestra solución IP@ATM la troncal multiservicio, que es tan valiosa para los entornos de los operadores. Los productos de Alcatel se enfocan al bucle de acceso con equipo avanzado xDSL, de acceso radio, y conmutación de circuitos. Los nuevos productos de Alcatel resuelven los desafíos del equipamiento del SAP. Soportado desde abajo por equipos de infraestructura SDH (jerarquía digital síncrona) y SONET y por arriba por la gestión integrada del Alcatel 1100 NMS y la plataforma ALMAP, y en los campus el Alcatel 1100 LSS y otros equipos de empresas, Alcatel soluciona globalmente el rompecabezas de Internet.

Cuando detallamos nuestro análisis de los problemas de Internet, la convergencia tecnológica necesaria para soportar la implantación de "Internet 2"

quedó muy clara. Podemos ver una convergencia en la opción de los protocolos, la integración de conmutadores y routers, y el conocimiento industrial de la problemática. Las innovaciones en el hardware y el software son cosa de cada día en esta industria que se mueve rápidamente impulsando la convergencia de protocolos y arquitecturas de red. Las tendencias es hacia soluciones con más facilidades y mejores prestaciones para cumplir con los requisitos de Internet, utilizando hardware donde en su día se usaba software; mientras el software se enfocará hacia las opciones de valor añadido para los servicios diferenciados. Los operadores pueden y consolidarán se negocio de servicios sobre una infraestructura común de "todos los servicios". Internet es sencillamente el catalizador para que todo esto se realice con mayor rapidez. Continuaremos viendo a Internet como un desafío para conocer y seguir, una pregunta sobre soluciones mejores y una aventura para explicársela a nuestros clientes.

**Raymon H. Henson** es vicepresidente segundo de Business Development de Alcatel Data Networks Inc., en Ashburn, VA., Estados Unidos

# IMPLEMENTACION DE SERVICIOS DE VALOR AÑADIDO EN UN ENTORNO INTERNET

J. PIROT

**Los servicios de red de valor añadido son esenciales en la infraestructura de acceso si Internet explota totalmente su potencial comercial**

## ■ Introducción

Los servicios de red de valor añadido juegan un papel importante en el crecimiento de Internet, posibilitando a los operadores cargar a los usuarios por el uso que hacen de Internet y cualquier servicio on-line y posibilitan el diferenciar sus propios servicios de los que sus competidores ofrecen. La provisión de diferentes calidades de servicio, con tarifas diferentes, será también importante para que los usuarios residenciales o de negocios puedan seleccionar la calidad del servicio y las tarifas que sean las más apropiadas a sus necesidades.

En este momento el acceso a Internet parece tortuoso y complicado para los usuarios ocasionales. Consecuentemente, para los usuarios sería una ventaja un servicio en el que fuera fácil la búsqueda de información. Muchos de estos usuarios ocasionales se aprovecharían de los servicios de quiosco de los cuales también se beneficiarían los operadores de red ya que podrían minimizar la administración y el tamaño de las bases de datos de abonados.

Otra categoría importante de servicios son las redes privadas virtuales

(VPNs). Tradicionalmente han sido un terreno de la comunidad empresarial, pero cada vez más los usuarios residenciales encontrarán VPNs para el acceso telefónico a servicios bancarios, juegos y muchos otros usos.

Incluso esta breve introducción nos da una idea de la creciente importancia de una amplia gama de servicios de valor añadido. Indudablemente serán la clave para asegurar el éxito comercial de Internet que ya está siendo vaticinado por muchos observadores de la industria. Alcatel ofrece un abanico de soluciones de gestión de servicios fina-

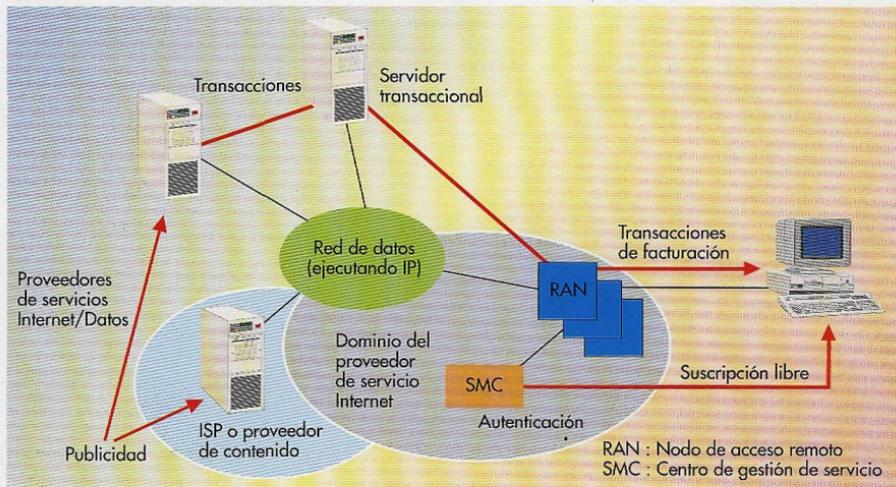


Figura 1 - Modelo de ISP

les que permiten a los operadores ofrecer a sus abonados un paquete completo de servicios de valor añadido.

## ■ Internet hoy

Actualmente, las redes de acceso remoto en general, e Internet en particular, se basan en un modelo muy simple: "cuota plana". Consiste en un mecanismo de facturación muy sencillo donde cada usuario paga una cantidad específica por usar Internet durante un cierto tiempo. Sin embargo, y como resultado de la competencia, este modelo está evolucionando hacia un sistema de cuota fija por uso ilimitado.

Este sistema de pago solo requiere un número limitado de servicios de red de valor añadido. El proveedor de servicio de Internet (IPS) simplemente tendría que rastrear el tiempo durante el cual un usuario está conectado al nodo de acceso remoto (RAN).

Adicionalmente a la cuota plana que aplican los ISPs, se está introduciendo actualmente la "facturación transaccional", basada en servidores de facturación transaccionales fuera de la red. Dichos servidores se controlan por llamadas de "terceras partes fiables", como bancos y compañías de tarjetas de crédito. Se han desarrollado protocolos específicos para efectuar transacciones basadas en dinero electrónico o transacciones seguras.

Consecuentemente, hoy en día Internet puede considerarse como un conglomerado de líneas alquiladas, Frame Relay, X25 y redes ATM (modo de transferencia asíncrona) que permiten que los datos del protocolo Internet (IP) se transporten y encaminen de una manera más o menos transparente. Todos los servicios de valor añadido están implementados en servidores fuera de la red actual.

Para generar ingresos adicionales reduciendo los cargos, los operadores han empezado a incorporar cada vez más publicidad. De hecho, los servicios on-line (OLS) tienen una base de usuarios que está creciendo continuamente satisfaciendo a un grupo bien definido de usuarios. Así, estos usuarios se con-

vierten en un objetivo muy atractivo para las empresas de publicidad. La visualización de mensajes publicitarios mientras se guía a los usuarios se está convirtiendo en una fuente importante de ingresos para los operadores de acceso remoto.

## ■ Un entorno cambiante... Aprendiendo del pasado

Este modelo funcionó bien en los entornos patrocinados o costeados (universidad y defensa) donde nació Internet, así como también en un entorno comercial sencillo donde todos son considerados como iguales. Sin embargo, a la vez que Internet crece tiene que madurar de la misma forma que las redes de OLS primitivas lo hicieron.

Los predecesores más representativos de los servicios on-line actuales basados en Internet fueron Videotex en Europa y los servicios dedicados on-line suministrados por CompuServe, Prodigy y America-on-line en Estados Unidos. Dichos sistemas combinaban varios mecanismos de facturación:

- Facturación por tiempo, en la cual se tiene en cuenta la ocupación de los recursos del sistema tales como puertos de comunicación (*dial-in ports*) y recursos del servidor.
- Facturación por volumen, en la cual

se tiene en cuenta principalmente el uso de los recursos de la red; el volumen es un parámetro importante ya que define las capacidades de conmutación y de la línea, los cuales representan un mayor coste para el operador.

- Facturación transaccional, la cual se usa para facturar la información (contenido) y las aplicaciones. El operador actúa como una tercera parte segura y factura transacciones (pequeñas) de los suministradores de información.

De este modo el usuario solo tiene una factura del operador que incluye el tiempo de conexión, el volumen y todas las transacciones efectuadas en la red. A partir de este ingreso el operador tiene que cubrir la inversión y los gastos, y pagar a los suministradores de información de los cuales ha obtenido dinero por las transacciones.

Estos operadores OLS también tienen implementados mecanismos de control extendido de accesos. Pueden establecerse funciones de control mejoradas basadas en la identificación de la información del usuario y la información de acceso de los suministradores del servicio, como por ejemplo la de permitir el acceso solo a un grupo particular a un cierto servicio. Así, un banco podría restringir el acceso a sus clientes. Esta clase de red privada virtual tuvo mucho éxito ya que podía ser

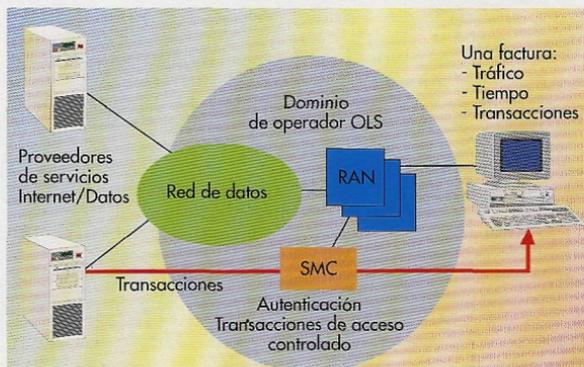


Figura 2 - Antiguo modelo de operador OLS

manejada fácilmente por los operadores OLS. A la vez aportó un nivel de seguridad muy alto para el administrador del servicio. Los servicios de este tipo también son muy atractivos para el operador ya que atraen a los usuarios de alto nivel que son los más gastan.

### ■ Aspectos del modelo actual de Internet

El modelo actual de "facturación plana" de Internet plantea una serie de problemas ya que todos los usuarios no son iguales. Consecuentemente, los ISPs han comenzado a implementar esquemas de "facturación fija diversificada" para distinguir a diferentes grupos de usuarios. La diferencia más simple es la de distinguir los usuarios de empresas (acceso ilimitado las 24 horas) de los usuarios residenciales (tarifa "fuera de horas"). Sin embargo, a pesar de que otras tarifas se han definido permanece un mecanismo no muy bueno que no motiva a los ISPs para suministrar un servicio mejor. De hecho, el único motor para generar más ingresos es tener más usuarios pagando factura plana, manteniendo la inversión en los puertos de acceso, la capacidad de la red, etc., en un mínimo absoluto. Este mínimo viene definido por el hecho de tener que mantener la infraestructura suficiente para que los usuarios no cancelen su suscripción.

Una estrategia mucho mejor sería la de complementar la "facturación plana" con la "facturación en volumen", en la que se cobra al usuario por el uso (volumen) de la red. Junto con el cobro por tiempo, esta es una medida mucho mejor del gasto real atribuible a cada usuario. El operador tendría ahora un motivo para extender la capacidad de la red ya que tendría un generador de ingresos por esto; los usuarios se aprovecharían de diferentes clases de servicios pagando automáticamente diferentes niveles de precios.

Un área más importante que concierne a cada operador OLS es la de crear un modelo empresarial sólido para las diferentes partes: los usuarios, el suministrador de servicio y el suministrador de

información. El papel de estos últimos no es obvio en el modelo de Internet ya que toda la información de la red es libre. Recientemente se ha introducido la idea de pagos transaccionales, involucrando dos aspectos importantes. El primero es el pago por transacciones electrónicas seguras (SET), que requiere un banco o autoridad de crédito en la transacción entre el comprador y el vendedor. El segundo usa el concepto de micropagos, esto es, el pago de pequeñas sumas de dinero por la información, tales como artículos on-line de revistas, bases de datos de cifras, e imágenes.

El sistema de micropagos usa un nivel razonable de seguridad para proteger los pagos sin imponer una gran saturación de técnicas como SET. En este concepto, el suministrador del servicio recoge todos los cargos, genera la factura del usuario y paga al suministrador de contenidos.

Junto a la tarificación, las redes OLS iniciales también ofrecían un acceso fácil a la información y a las aplicaciones. Los servicios de directorios ayudan a los usuarios a encontrar la información requerida. Los sistemas directos, generalmente basados en menús, fueron implementados para guiar a los usuarios hacia la información deseada. El operador puede ofrecer esta facilidad como un servicio de valor añadido para grandes grupos de usuarios residenciales que aún no están familiarizados con Internet. Los motores de búsqueda existentes, a pesar de que son muy útiles, son difíciles en su manejo para aquellos usuarios inexpertos. Consecuentemente, una simple clasificación de los servicios básicos podría ser bastante beneficiosa para que dichos usuarios inexpertos se incorporen a las autopistas de la información.

Junto con esto, y la identificación que se efectúa al comienzo de cada sesión del usuario, las redes OLS primitivas también tenían control de acceso. Esto hizo posible tanto implementar servicios cerrados para grupos de usuarios como limitar el acceso a ciertos servicios (p. ej., un banco podía permitir sólo a sus clientes el acceso al servicio bancario). Esto tiene un interés básico para la empresa ya que le aporta el primer nivel de seguridad.

### ■ Movilidad del cliente

La movilidad del cliente se ha convertido en un requisito importante en la provisión de servicios de acceso remoto. Aquellos operadores que pueden ofrecer este servicio tienen una clara ventaja competitiva. Como el mundo de los negocios se ha convertido en cada vez más global, móvil y sujeto a cambios, es a la vez crucial para el ejecutivo el poder acceder a su "base" en cualquier momento y desde cualquier lugar. Piensen, por ejemplo, en las ventajas que tendría un agente de seguros negociando grandes contratos de seguros en el transporte internacional si fuera capaz de conectarse desde un lugar remoto al servidor de la compañía, obtener inmediatamente la información solicitada por el cliente e integrarla en el instante en la propuesta que está haciendo en ese momento. O las que tendría un viajante de negocios que pudiera por la noche recoger desde su hotel cualquier dato solicitado por un posible cliente durante las negociaciones de un contrato.

La capacidad de implementar tal servicio a escala mundial requiere que los operadores de acceso remoto establezcan servicios de itinerancia. En tales escenarios, un ejecutivo europeo en un viaje por Norteamérica se conectaría con el suministrador local. Este operador, al tener un acuerdo de itinerancia con el operador base de dicho ejecutivo, efectuaría la petición de identificación y, a continuación tarificaría la información al operador base. Después de una identificación con éxito, se le asigna al usuario un canal seguro con su red base usando un esquema de direccionamiento transparente. Podría entonces consultar datos significativos y obtenerlos vía e-mail.

De la misma manera que en las redes actuales de GSM, los acuerdos de itinerancia entre operadores on-line se convertirán en una práctica habitual, ofreciendo una importante ventaja competitiva para los operadores que ofrezcan dichos servicios.

## ■ Diferenciación del servicio... Una necesidad para el operador

Los operadores necesitan cada vez más diferenciarse de sus competidores. Esto puede hacerse ofreciendo velocidades mayores, mejor calidad del servicio (QoS), etc. Sin embargo, esta ventaja competitiva no puede ser sostenida por largo tiempo ya que los competidores pueden lograr las mismas prestaciones a través de las inversiones oportunas.

Por contraste, la diferenciación en los servicios y la gestión de los mismos es más difícil de conseguir ya que radica en la construcción de un conjunto de técnicas, técnicas que el operador de telecomunicaciones ya posee. Tales técnicas incluyen la gestión de grupos de usuarios, esquemas de facturación y servicios de paquetes. Los operadores de red han venido suministrando desde hace años estos servicios a través de redes de conmutación de telefonía y datos. También muchos operadores han implementado servicios OLS primarios (p. ej., videotex) de una forma más o menos compleja.

Conjuntamente con la diferenciación existen razones técnicas para implementar servicios de valor añadido. Nuevos protocolos (y servicios) se están introduciendo para cubrir los nuevos requerimientos. Así, por ejemplo, protocolos como el protocolo de reserva de recursos (RVSP) soportan flujos de datos en tiempo real (voz y vídeo). Ya que son necesarios distintos niveles de calidad en el servicio para realizar esto en la red subyacente, dando como resultado necesidades diferentes de rendimiento y de transmisión, es lógico reflejar esta situación en los esquemas de facturación. De hecho, para implementar varios niveles en la calidad del servicio se requieren distintos niveles de conmutación o red con costes diferentes.

## ■ Atención al cliente

Un aspecto muy importante para un operador OLS al ofrecer servicios es el servicio de atención al cliente. Dicho

servicio comienza en el momento en el que el usuario intenta obtener la suscripción al mismo. Recientes ejemplos nos muestran que pueden ocurrir experiencias no gratas, conocidas a veces como "el peligro de tener éxito", si el primer nivel del servicio no está bien cuidado. Una campaña de marketing agresiva puede llevar a que una gran cantidad de abonados soliciten la suscripción en un periodo muy corto de tiempo. En tales casos, el operador debe reservar recursos suficientes para asegurar que el sistema pueda asumir la avalancha de peticiones.

El autoregistro puede jugar un papel importante en esta área. Un usuario que ha recibido un disquete de distribución o CD-ROM puede registrarse automáticamente simplemente conectándose al servidor de autoregistro, siguiendo las instrucciones del programa. El servidor presenta al usuario una interfaz amigable para la petición de los datos básicos del abonado y de detalles que dichos servicios requieren. También es responsable de la configuración de los programas de comunicaciones del PC del usuario que posibilitan el acceso a los servicios requeridos. Con este proceso de registro se puede evitar una gran cantidad de insatisfacción del cliente antes de que un usuario potencial se convierta en un cliente.

Actualmente los clientes esperan una alta calidad en el servicio, incluyendo un soporte eficiente desde las hot-lines y personal de ayuda al usuario. Para establecer una ayuda al usuario eficiente, el operador requiere unos

sistemas de soporte que ofrezcan herramientas efectivas para asistir a los clientes en las preguntas o problemas que pudieran tener. Dichas herramientas incluyen, por ejemplo, facilidades de supervisión on-line simplificadas y restringidas, de tal manera que el personal de ayuda al usuario pueda diagnosticar inmediatamente cualquier problema que pudiera tener un usuario que accede a un servicio.

Una ayuda al usuario eficiente es uno de los valores añadidos más importantes que puede ofrecer un operador y tiene un impacto directo en la imagen del mismo.

## ■ Herramientas de marketing

La operación con éxito de un servicio on-line requiere un tremendo esfuerzo de marketing. En los entornos competitivos y dinámicos actuales, el potencial de desplazamiento de clientes es muy alto debido a que los competidores lanzan campañas de marketing agresivas de paquetes que son muy atractivos. De este modo, es tremendamente importante analizar constantemente las tendencias y los cambios de comportamiento de los clientes para poder reaccionar inmediatamente a cualquier tendencia emergente o desplazamiento. Además, es esencial para un proveedor de servicios on-line que lance regularmente nuevas ofertas y paquetes para comprobar como son aceptados por los clientes.

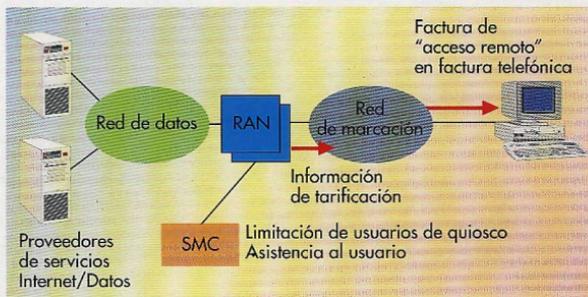


Figura 3 - Acceso a quioscos

Para cumplir todos estos requisitos es crucial que el sistema de gestión del servicio soporte procedimientos automáticos para obtener la información sobre el comportamiento de los usuarios y actuar de acuerdo a ello. Dichas herramientas incluyen análisis del perfil de los clientes, verificación de la ocupación del servicio y tasas de uso, análisis del tráfico e indicadores de satisfacción del cliente. También dichas herramientas deben permitir un análisis histórico de los datos obtenidos y ser capaces de detectar y predecir tendencias, y extrapolar su impacto tanto en la planificación de red como en las cifras de negocio.

Cuando se lancen paquetes nuevos de servicios, un sistema efectivo de gestión de los mismos será capaz de medir objetivamente su éxito y su uso por los clientes. Además, deberá de ser capaz de preparar y seguir planes on-line del mercado de los paquetes para aquellos grupos de clientes que con el análisis se han mostrado como los más interesados en dichos nuevos servicios. Las herra-

mientas automáticas de marketing ofrecen facilidades tales como la generación automática y el mantenimiento de listas de correos y el seguimiento de la correspondencia de los usuarios.

### ■ Mejorar el acceso para ganar más clientes

El "acceso a quiosco", esto es, acceso no identificado, es un servicio clave para el operador OLS de red. Permite a los usuarios conectarse a la red OLS y servicios de acceso sin tener que identificarse. Esto es importante para el operador ya que minimiza la administración: no tiene que crear números de identificación de usuarios con sus correspondientes claves (secretas) de acceso y comunicarlas a los usuarios. Ni tampoco el operador requiere grandes bases de datos conteniendo datos sobre el gran número de usuarios ocasionales. Mas aún, tales usuarios típicamente exhiben una gran movilidad: evitar esto ofreciendo acceso a quiosco podrá

suponer un ahorro sustancial en el coste para el operador.

Por otro lado, estos accesos a quiosco reducen considerablemente el umbral de coste para aquellos que ocasionalmente usan los servicios on-line. Estos usuarios pueden simplemente conectarse a la red, ser cobrados por el operador en su factura del teléfono, manteniendo así al mínimo todas las formalidades.

### ■ Servicios de usuario final

Los usuarios también demandan servicios de red de valor añadido. Los usuarios residenciales buscan sobre todo accesos amigables. El operador podría ofrecer una asistencia mejorada una vez que el usuario se ha identificado. Dicha asistencia podría incluir un acceso fácil a una selección limitada de servicios clave (p. ej., para grupos específicos de usuarios), un acceso sencillo a servicios de un servidor de directorios, o usar un menú gráfico de los nodos favoritos.

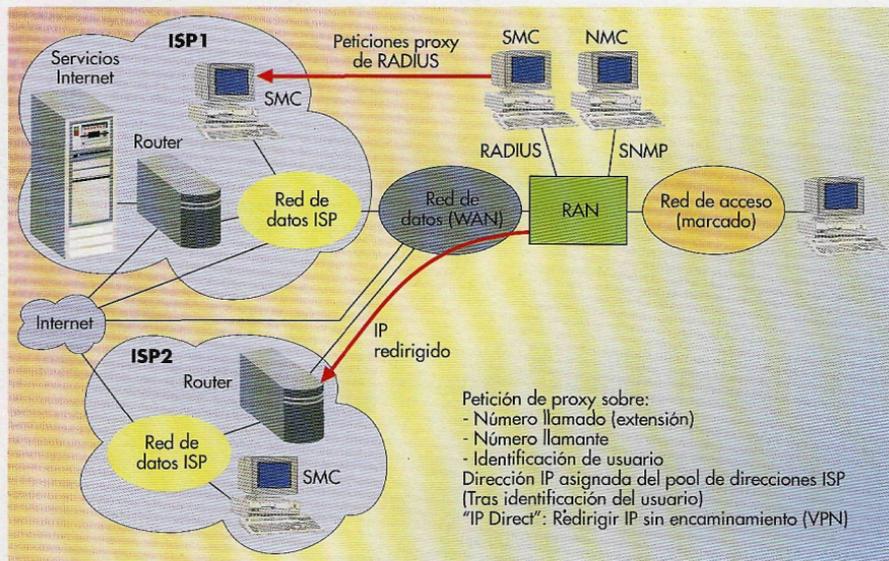


Figura 4 - Arquitectura de una red de acceso remoto de valor añadido

La información sobre tarificación (cantidad actual, umbrales, etc.) es muy apreciada por los usuarios, especialmente cuando se aplican esquemas complejos de tarifas. Complementar esto con un sistema de atención al cliente mejorado, como se ha indicado anteriormente, ofrecería un alto nivel del servicio por el cual muchos usuarios estarían dispuestos a pagar un suplemento.

### ■ Servicios de red de valor añadido para el mundo corporativo

La provisión de soluciones seguras para grupos cerrados de usuarios, conocidas como intranets, es muy importante en el mundo corporativo. El acceso remoto corporativo es un mercado emergente que impone necesidades específicas relacionadas con la seguridad, transparencia del protocolo, QoS, etc. Las redes privadas virtuales abarcan todos estos elementos. Creando dichas redes, el operador que posee una red telefónica será capaz de usarla para más que accesos puros a Internet.

Los usuarios residenciales finales también están cualificados para las VPNs. Las redes para servicios bancarios en casa, juegos, apuestas, etc., pueden ser realizadas usando la misma infraestructura aplicando técnicas de VPN.

### ■ Implementar servicios de red de valor añadido

Al mirar una red desde el exterior, los servicios de red de valor añadido, consistentes en la identificación y autorización del usuario, (es decir, acceso controlado a ciertos servicios), funciones de facturación y servicios de VPN están implementados parcialmente en el modo de acceso remoto (RAN) y en el centro de gestión de servicio (SMC).

Los nodos RAN son los principales elementos de una red distribuida al terminar las distintas redes de acceso (RTTPC, RDSI, GSM, redes de acceso basadas en DSL, líneas fijas), las funciones IP, al suministrar la adaptación a una red LAN o WAN, e implementar la parte de tiempo real de las funciones de red de valor añadido.

El SMC contiene la base de datos de los usuarios y del servidor, almacena toda la información requerida para la facturación y las estadísticas, y lleva a cabo la identificación, autorización, facturación y otras funciones de red de valor añadido. Es un sistema central, pero en grandes redes puede constar de varios servidores distribuidos con un sistema maestro (central) para que el tiempo de respuesta hacia los nodos RAN sea bajo. Dichos servidores distribuidos usarán una base de datos cache (en memoria) para reducir también los tiempos de respuesta.

El operador OLS puede ofrecer varios niveles de transparencia:

- En un entorno "estándar" de acceso remoto, los nodos RAN ofrecen funciones de red y concentración junto con las funciones de red de valor añadido requeridas en un entorno Internet. En este caso, el operador actúa como un ISP.
- Al aplicar la función de "gestión de servicio de proxies" se ofrece un primer nivel de transparencia. En este caso, los nodos RAN ofrecen de nuevo las funciones anteriores, pero todas las peticiones relacionadas con los usuarios son enviadas ("*proxied*") desde el SMC del operador al SMC del ISP. El SMC del operador puede efectuar las transformaciones en el protocolo para el protocolo del SMC del ISP. Además, pueden eliminarse una serie de parámetros que el operador no quiere revelar antes de efectuar la llamada al ISP. Así, el ISP puede mantener todos sus registros de usuarios y continuar ofreciendo

todas las funciones relacionadas con el usuario mientras obtiene los datos de los usuarios a través de un concentrador de datos en lugar de una línea telefónica o unos canales. El SMC del operador también efectúa gestión de puertos (es decir, un aspecto de QoS) para los ISPs garantizándoles un número máximo y mínimo de puertos.

- Actualmente el acceso totalmente transparente puede efectuarse usando protocolos de túneles. El operador necesita servicios específicos de valor añadido para controlar y establecer estas conexiones. De nuevo, el SMC del operador efectúa la gestión de puertos. Es tarea de la estación final controlar el acceso del usuario y la provisión de los servicios de valor añadido.

Alcatel ofrece una solución final para entornos de conmutación y acceso tanto de banda ancha como de banda estrecha.

### ■ Conclusiones

Se puede concluir que todavía una gran cantidad de servicios de red de valor añadido tienen que implementarse en la infraestructura actual de Internet para explotar totalmente su potencial comercial.

Basándose en las experiencias con las redes OLS anteriores, Alcatel puede proponer una solución de gestión de servicios finales que son apropiados para los operadores de red. Está basada en la estrecha cooperación entre los nodos de acceso remoto y el servidor central que gestiona la inteligencia requerida por la red.

Johan Pirof es manager de producto y desarrollo en la Business Division de Acceso de Alcatel en Amberes, Bélgica.

# IMPACTO DE INTERNET EN LA CONMUTACIÓN DE RED

M. LEVY

**Internet atraerá miles de millones de dólares en inversiones al acelerarse el despliegue de la banda ancha para soportar servicios multimedia**

## ■ Introducción

¿Ha estado alguna vez en la *tierra de la barra gris*? En idioma informático, *tierra de la barra gris* es el sitio en el cual los navegantes de Internet se refugian mientras se espera que una página web se cargue l-e-n-t-a-m-e-n-t-e. Su nombre viene de la barra gris indicadora de progreso que aparece en la pantalla de algunos navegadores.

La gente que navega por la web utilizando un módem analógico y una línea telefónica ha pasado probablemente mucho tiempo en este estado. A veces, incluso, no llega al final, porque no puede conectar con su ISP (proveedor de servicios Internet). Se pierde mucho tiempo sólo esperando.

Para los que quieren acceder a la web desde sus casas, oficinas o pequeños negocios, la frustración ha alcanzado su punto máximo. Durante años hemos estado utilizando el teléfono, y nos hemos impacientado si hemos tenido que esperar para oír el tono de llamada en el otro extremo -que es justo el tiempo de un respiro- y hablar con alguien en otro lugar del planeta. Por este motivo, ¿porqué tenemos que esperar tanto para llegar a Internet? Al igual que un respiro, Internet debería ser sólo un clic del ratón.

Recientemente, en áreas urbanas densamente pobladas de Nueva York y California, el tráfico de Internet era tan intenso que los que estaban utilizando el servicio telefónico normal no podían ni siquiera obtener tono de

marcar cuando cogían el teléfono. Las conexiones Internet estaban ocupando todos los circuitos telefónicos disponibles, no dejando ninguno en la central local disponible para gente como usted y como yo para hacer una llamada telefónica normal. La situación, aunque excepcional, no sería rechazable como algo que desaparecerá por sí misma.

Lo que allí sucedió es sólo un avance de lo que sucederá definitivamente en cualquier parte alguna vez pronto si no empezamos a hacer algo. Hagamos frente a la situación, la telefonía tradicional (POTS) tal como nosotros la conocemos no fue diseñada ó construida para alimentar a los glotonos de información al borde del tercer milenio.

## ■ Internet está llegando lentamente ... No rápidamente

Actualmente Internet está dando problemas a los operadores de red que intentan seguir la creciente demanda de servicios de usuario y ganar dinero. El reto es contravenir los puntos de congestión de la red y mejorar la respuesta en tiempo real.

Sabemos que el tiempo medio de una conexión Internet dura mucho más que una llamada telefónica. Los navegantes al conectarse a Internet ocupan valiosos circuitos conmutados. Llamamos a través de sus centrales locales, que se pueden conectar a la central de tránsito, a sus ISP POP (*Point*

*Of Presence de ISPs*). Los ISP POPs no siempre están situados cerca de las centrales locales, por lo que en la mayoría de los casos el tráfico se canalizará a través de la central de tránsito.

## Comutación de circuitos

Hay que recordar que las actuales redes telefónicas del mundo se basan en la *comutación de circuitos*. Las máquinas que se comunican entre sí hacen uso exclusivo del circuito que los une, incluso durante los momentos en que están en reposo. En el caso del navegante de Internet, el circuito sólo se libera después que el glotón de información finaliza la sesión de trabajo.

Los conmutadores de circuitos se diseñaron originalmente para el tráfico de voz, lo cual significa que se diseñaron para llamadas telefónicas que tenían una duración media de tres minutos. Por contra, los navegantes de la red suelen permanecer conectados durante una hora ó más.

El acceso a Internet no solo da dolores de cabeza a los suministradores de servicios y a las compañías telefónicas. Piense en los recursos de red consumidos por los datos transferidos y obtenidos de los nodos web. Cualquier persona ó compañía, grande ó pequeña, puede firmar un acuerdo con un ISP para un nodo web. El contenido del nodo web -texto, imágenes, gráficos con animación, vídeo, también consu-

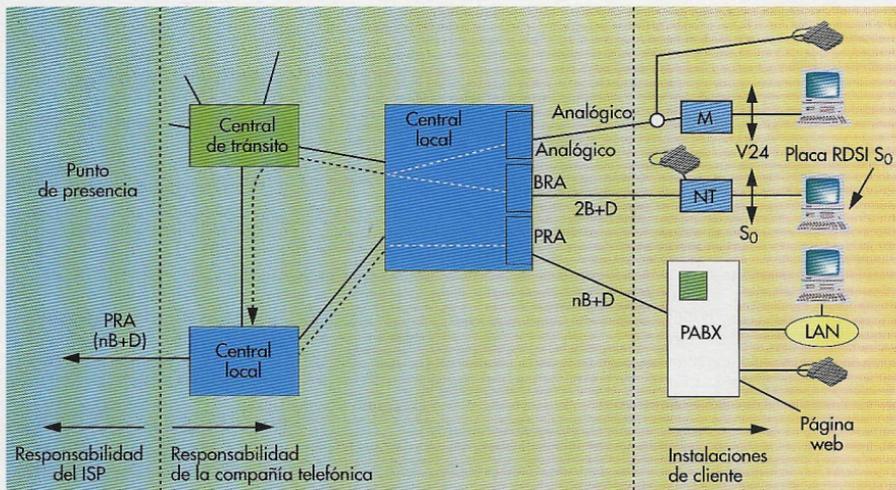


Figura 1 - Soluciones actuales de acceso a través de RTPC/RDSI. centrales suministran conmutación de circuitos para el tráfico telefónico. La RDSI ofrece tiempos de establecimiento de llamada más cortos y mayor caudal de tráfico al proporcionar conexiones digitales extremo-a-extremo

me recursos de la red. La gente al conectarse a los nodos web lo hacen a través de su central, local, sus centrales de tráfico y la central local del POP del ISP para navegar por los nodos y para conseguir datos (Figura 1). Mientras sucede esto, un navegante puede mantener ocupada la red telefónica a través de la central local durante toda la conexión, utilizando un circuito que se suponía que tenía que estar disponible para las llamadas telefónicas.

No hay suficientes circuitos disponibles para todos, especialmente cuando todo el mundo navega al mismo tiempo. Las redes fueron diseñadas basándose en estadísticas telefónicas ¿Recuerda que el tiempo medio de conversación de una llamada telefónica es de tres minutos?

■ **Cuellos de botella de la red**

Las inversiones de los ISP en infraestructuras no cumplen ni de cerca las inmensas necesidades de los usuarios de Internet. El resultado es muchos

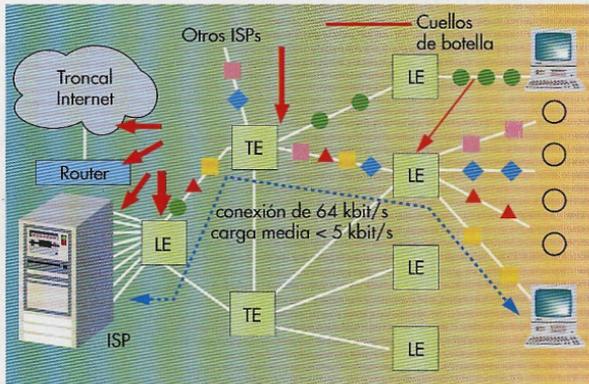


Figura 2 - El tráfico Internet crea cuellos de botella bien conocidos; en la red Internet, capacidad insuficiente del router, redes de acceso lentas y grandes colas en el servidor

usuarios sin ancho de banda disponible y con tiempos de acceso lentos, formación de colas de tráfico, y a veces también tiempos de inactividad del sistema.

No hay evidencia que sugiera un retardo en la velocidad de crecimiento. Por el contrario, la mayoría de los diseñadores de programas de ordena-

dores personales están usando navegadores de webs, al punto que el interfaz de escritorio y los navegadores se unirán para llegar a ser uno y único.

La Figura 2 muestra estos cuellos de botella: la red Internet, la insuficiente capacidad de los routers, las redes de acceso lentas y la carga de datos a servidores de todo el mundo.

## ■ Un sistema único para todos los servicios de abonado

Los precios están cayendo y al mismo tiempo cada vez más servicios inteligentes se están añadiendo al sistema telefónico. Como los esquemas de precios de tarifa plana, soportados por llamadas telefónicas locales similares con tarifa fija ó gratis, reducen las facturas telefónicas de los usuarios finales, ello anima mantener durante largo tiempo las llamadas y su congestión asociada. Según avanza la liberalización, entran nuevos actores en el mercado de las telecomunicaciones casi a diario, que están intensificando la oferta de más servicios con tarifas más bajas.

La red digital de servicios integrados (RDSI) está aquí desde hace unos diez años. Hoy la mayoría de los ISPs están empleando enlaces RDSI como parte de su oferta para evitar el peligrosísimo acceso lento asociado a un módem analógico de alta velocidad. Con un acceso de velocidad básico de canales de 2 x 64 kbit/s, el rendimiento efectivo se puede incrementar, mientras que se reducen los tiempos de establecimiento de las llamadas y se suministra a los usuarios finales una segunda línea. La RDSI permite así que la gente use su teléfono y navegue en la red al mismo tiempo.

Acceso a Internet aparte, muchos usuarios ya utilizan RDSI porque ahora tiene unos precios más razonables que en el pasado. Como muchos operadores de red han comprendido las ventajas de la RDSI para ellos mismos y para sus clientes, ya ofrecen tarifas que son comparables, cuando no idénticas, a las tarifas de la telefonía tradicional (POTS). Los servicios RDSI residenciales y SOHO (Small Office, Home Office) atraerán a una gran cantidad de nuevos usuarios tan pronto como los servicios tengan unos precios razonables.

Como cada simple terminal de línea de conmutación del Alcatel 1000, y hay cerca de 170 millones en servicio en todo el mundo, puede ser mejorada a RDSI, Alcatel puede implementar esta

solución por toda su base instalada de centrales.

Las funcionalidades de banda estrecha y ancha están incluidas en los conmutadores Alcatel 1000. Por ello, Alcatel puede ofrecer rápidamente servicios RDSI para cumplir con el inmediato crecimiento de la demanda. No obstante, la demanda continuará creciendo tan rápidamente que se requerirán otras técnicas para cumplir con la necesidad de aún mayores velocidades de acceso. Alcatel tiene las soluciones que permiten a los operadores eliminar la inactividad de red causada por los largos tiempos de retención de la llamadas y por las colas de tráfico. Estas soluciones significan que la respuesta de Internet casi en tiempo real ya sea alcanzable.

La estrategia de conmutación del Alcatel 1000 permite a los operadores de red utilizar su red para manejar tráfico de protocolo Internet (IP) más eficazmente usando conmutadores digitales locales. La estrategia se basa en el SDP (punto de distribución de servicios) del Alcatel 1000 (Figura 3).

Los conmutadores Alcatel 1000 "preparados para RDSI" serán mejorados a conmutadores de banda estrecha

y ancha equipados con interfaces de banda ancha, tales como ADSL (bucle de abonado digital asimétrico) y módems de cable (velocidades superiores a 2 Mbit/s). En consecuencia, el conmutador será capaz de manejar todo tipo de tráfico, desde voz a datos, imágenes instantáneas y animación, y de vídeo a multimedia. La mejora consiste simplemente en un tarea de incluir las placas apropiadas en los conmutadores actuales y en la instalación de las mejoras de programación. De esta forma, el conmutador Alcatel 1000 da a los operadores de red la flexibilidad para ofrecer a sus clientes "ancho de banda a demanda".

El desarrollo del acceso ADSL de Alcatel es totalmente compatible con la evolución de los sistemas de conmutación de banda estrecha de Alcatel, ya que puede soportar servicios ATM (modo de transferencia asíncrono) para banda estrecha y banda ancha. Las placas ADSL se pueden incluir sencillamente en cualquier sistema de conmutación Alcatel 1000 existente en el mundo.

Por ejemplo, los operadores pueden elegir entre ofrecer RDSI y ADSL simultáneamente u ofrecer ADSL a los

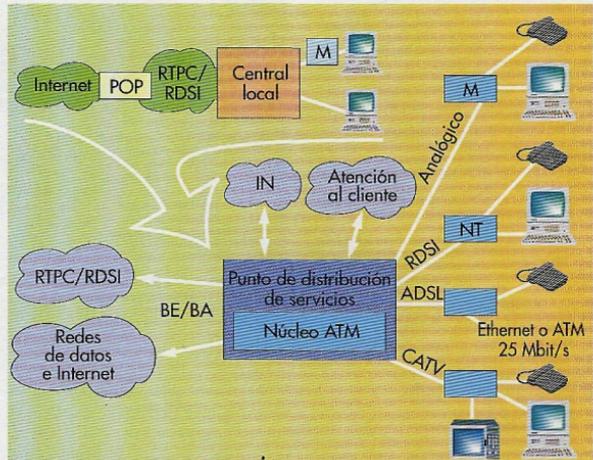


Figura 3 - Solución SDP de Alcatel 1000 que ofrece una elección de varios tipos de acceso; cada técnica de acceso se beneficia de servicios inteligentes adicionales y de facilidades centralizadas de gestión

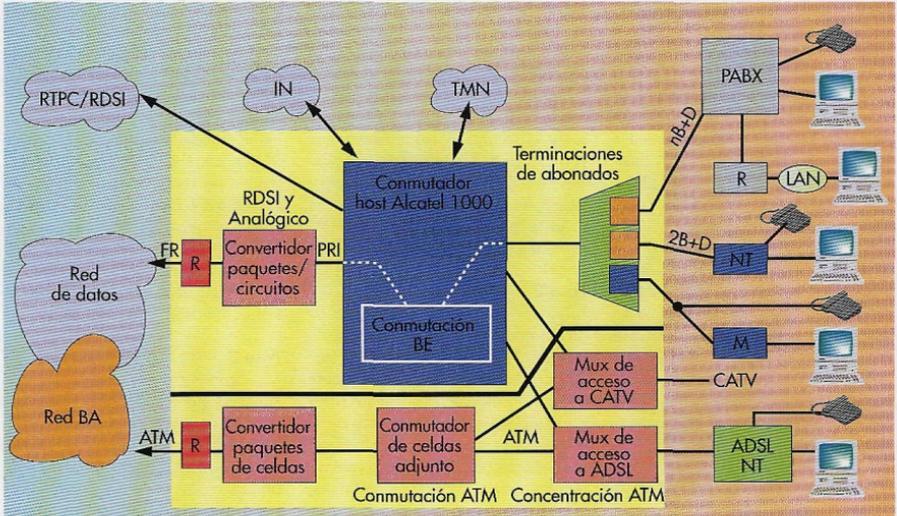


Figura 4 - Primera fase de la estrategia SDP de Alcatel para Internet

usuarios corporativos y RDSI a los usuarios residenciales. Los operadores pueden desarrollar sus propias estrategias de precios y de negocio, de

acuerdo a los principios de "pague por lo que le dan" y "no compre más de lo que necesite".

La estrategia de conmutación de

Alcatel está evolucionando continuamente para seguir el boom Internet y las necesidades de tráfico. Esta estrategia se instalará en tres fases.

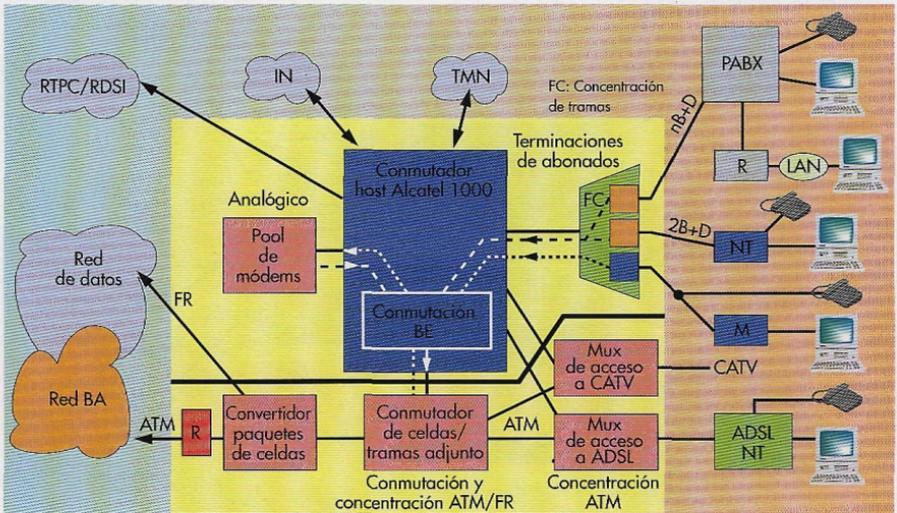


Figura 5 - Segunda fase de la estrategia SDP de Alcatel para Internet que implica añadir concentración de tráfico de datos

**Fase 1**

La primera fase de la estrategia de SDP de Alcatel ya se encuentra disponible. En este etapa, los operadores de red suministrarán un servicio de conexión a su base instalada de abonados de banda estrecha que ya utilizan RTPC/RDSI para acceder a la red. La conectividad RDSI se utilizará para capturar el tráfico Internet mientras que la eficacia de los servicios on-line tendrá una gran mejora al utilizar la actual infraestructura de la red inteligente (servicios 800, 900), como se muestra en la **Figura 4**. La velocidad para completar llamadas crecerá, por lo que se generarán más ingresos, en particular como resultado del incremento de la duración de las llamadas Internet, que pueden llegar a ser de una hora ó más.

Al tiempo, algunos abonados ya piden más ancho de banda para acceso. Estos usuarios necesitan una solución de acceso basada en ADSL y ATM que suministre velocidades muy altas. Esta solución ya está disponible en

Alcatel como una red de banda ancha de superposición (*ver* el artículo de Willem Verbiest en esta número). Los operadores de TV por cable utilizarán la misma red ATM de superposición. Esta estrategia permite a un operador suministrar un servicio integrado que permite pasar fácilmente a los usuarios de RTPC a RDSI, así como servicios de alta velocidad de banda ancha y ASDL para los abonados que los necesiten.

**Fase 2**

La optimización de costes es la razón fundamental para la segunda fase (**Figura 5**). En esta fase, el creciente tráfico Internet de los abonados RDSI y analógicos se concentrarán en el Alcatel 1000 para maximizar la eficacia de la red (conversión modo circuito-a-paquete). El tráfico de datos (Frame Relay) se concentrará en un conmutador de tramas/celdas adjunto que también mezcla tráfico de datos de banda estrecha y de banda ancha. Después este tráfico se encamina

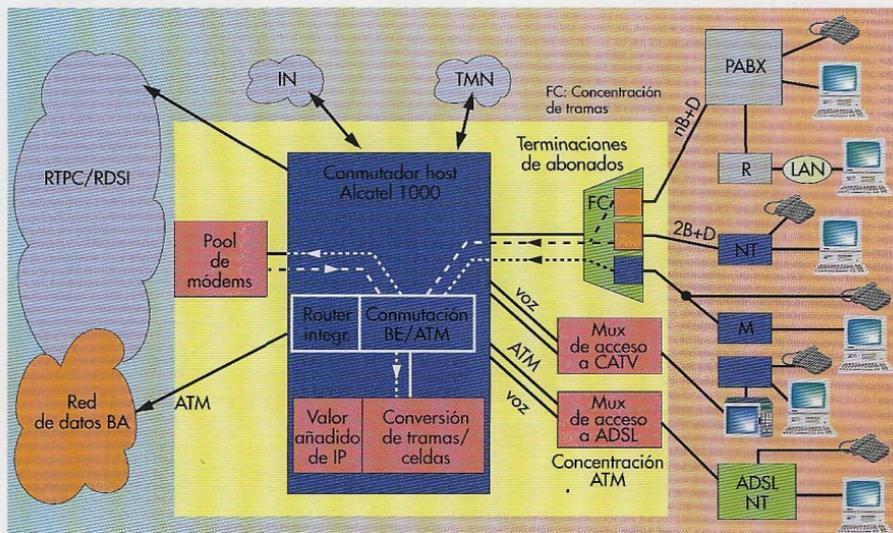
hacia la infraestructura de redes de banda ancha y de datos.

¿Cómo optimiza esto los costes de los operadores? Una pequeña inversión adicional en equipo de conmutación (alrededor del 10%) permite a los operadores multiplicar el tráfico IP por 2,5. Más tráfico significa más tiempo de conexión, y por tanto un aumento significativo de los ingresos, mientras que sólo hay un pequeño impacto en la red. Por último, esta solución permite a los operadores aprovechar de forma total sus inversiones en RDSI.

**Fase 3**

Mientras que los dos fases anteriores permiten que la base instalada gestione muchos más canales de banda estrecha y banda ancha, Internet continuará creciendo.

Para el año 2000, los operadores tendrán que estar preparados para el boom ADSL/banda ancha -fase tres de la estrategia SDP de Alcatel 1000 (**Figura 6**). En ese momento, la



**Figura 6 - Tercera fase de la estrategia SDP de Alcatel para Internet que está diseñada para cumplir con el boom banda ancha/ADSL**

matriz e interfaces ATM de banda ancha estarán integrados *dentro* del núcleo del nodo de conmutación Alcatel 1000, formando así un conmutador de una capacidad mucho más alta que puede tratar tráfico ADSL y de banda estrecha y banda ancha. Al mismo tiempo, los operadores serán capaces de ofrecer el mismo nivel de servicio (*conectividad inteligente*, operación, administración y mantenimiento) para todo tipo de acceso de red y de velocidad.

Convertir el conmutador Alcatel 1000 en un punto de distribución de servicios de datos y voz de alta velocidad está sólo unos pasos más adelante. Hoy se dispone de forma inmediata de soluciones RDSI y están allanando el camino para la pronta introducción del acceso de banda ancha ADSL/ATM.

### ■ Extensión de la estrategia Alcatel 1000

Todas las facilidades descritas cumplen las necesidades de los operadores de telecomunicaciones. Las mismas funciones se pueden usar para equipar a operadores que ya están ofreciendo actualmente servicios de larga distancia, *pero planifican entrar en el negocio de acceso de Internet*. Estas funciones están localizadas en los conmutadores, tienen interfaz con la red del operador de acceso y optimizan el tráfico (fases 2 y 3).

La estrategia en tres etapas de Alcatel permite a los operadores mejorar gradualmente sus redes y servicios con el mínimo coste, al tiempo que optimizar la infraestructura de red utilizando la tecnología de concentración descrita en la fase 2.

La escalabilidad del SDP del Alcatel 1000 permite a los operadores dimensionar la capacidad de la red de acuerdo al número de usuarios de Internet y al aumento de tráfico. Ellos se pueden adaptar rápidamente al mercado y estar seguros de cumplir las necesidades de los clientes en términos de velocidad de acceso, tarificación, etc.

Alcatel tiene toda la experiencia necesaria para suministrar gestión integrada de OA&M y los operadores pueden descansar al estar seguros que Alcatel estará allí para asistirlos en el despliegue de la estrategia Internet más apropiada y puesta al día, maximizando de esa forma su futuro potencial de negocio.

**Michel Lévy** es director de mercado estratégico de la División de Sistemas de Conmutación de Alcatel Telecom en Vélizy, Francia.

# ACCESO DE ALTA VELOCIDAD A INTERNET CON ADSL: UNA REALIDAD

W. VERBIEST

## ■ Introducción

Durante los últimos cinco años, la tecnología ADSL (bucle de abonado digital asimétrico) ha pasado de ser un sueño de los ingenieros, que partían del límite de Shannon para los pares de cobre trenzados, a convertirse en una solución comercial viable para un despliegue en gran escala de los servicios de banda ancha de hoy y de mañana.

En 1992, varios centros de investigación del mundo buscaron la forma en la que las técnicas de proceso de señal digital (DSP) podrían utilizarse para incrementar las capacidades del activo principal de los operadores, su existente planta de cobre. Los avances en los algoritmos DSP junto con la Ley de Moore sugirieron que podía hacerse viable el suministro de servicios en multi-megabits por segundo a través de la planta de cobre existente, con bajo coste y alta penetración. En ese momento, la mayoría de los esfuerzos se dedicaron a exprimir hasta la última gota de la anchura de banda del producto.

Ahora, cinco años más tarde, se están realizando, en todo el mundo, pruebas de campo fundamentales en las áreas técnicas y de marketing. Como ejemplos tenemos JPC (The Joint Procurement Council -BellSouth, Pactal, Ameritech) en Estados Unidos, Singapore Telecom, France Telecom, Belgacom, Telia, y Telecom Denmark. La tecnología de módems ADSL se considera ya madura y está utilizando incluso las más avanzadas tecnologías DSP. Como tal ha sido englobada en un único estándar mundial multi-tono discreto (DMT). Además, los vendedores, tales como Alcatel, han invertido para plasmar esta tecnología de módems en productos que soporten de manera viable arquitecturas de red de extremo a extremo y planes viables de negocio/operación.

**La tecnología ADSL mantiene su promesa de proporcionar acceso de alta velocidad a Internet. El desafío hoy en día es como desarrollar su potencial e incrementar el despliegue.**

Este artículo se enfoca en el segundo de los aspectos en vez de hacerlo en la propia tecnología del módem. Comenzando por el modelo de servicios, se resaltan los requisitos de las partes involucradas y se muestra como la estrategia de los productos ADSL de Alcatel cumple esos requisitos y permite que esta tecnología sea introducida gradual y rentablemente.

## ■ Modelo de servicios extremo a extremo

La Figura 1 ilustra el modelo de red extremo a extremo y de servicios, utilizando ADSL en la parte de acceso.

El modelo de servicios es un modelo de acceso remoto transparente, análogo al actual modelo de acceso remoto a Internet en banda estrecha. Los usuarios finales se conectan a los suministradores de servicios sobre una infraestructura de red transparente:

- El abanico de usuarios finales va desde los residenciales, pasando por los SOHO (pequeña oficina, oficina en casa), hasta los pequeños negocios. Las aplicaciones abarcan el ocio, el trabajo en casa y la interconexión con LANs. El usuario final posee un ordenador personal (PC) y hasta una pequeña red de área local (LAN) que conecta unos cuantos PCs. Estos usuarios

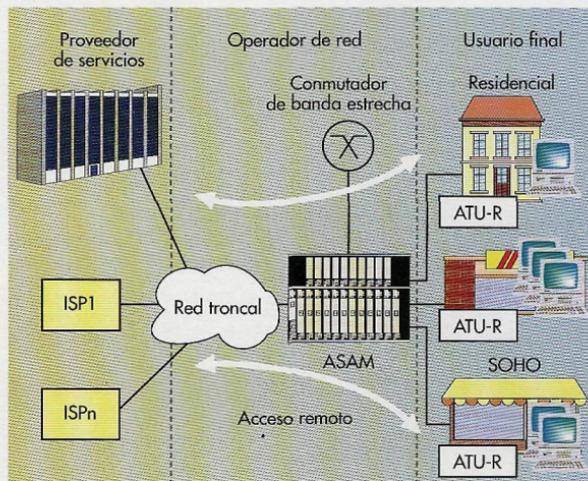


Figura 1 - Modelo de servicio y red extremo a extremo utilizando ADSL en la parte de acceso



Figura 2 - Unidad terminal ADSL (módem) de Alcatel para su colocación en la instalación del usuario

pueden recibir un servicio de alta velocidad instalando un módem ADSL (Figura 2), conocido como unidad terminal remota ADSL (ATU-R), y un divisor de POTS.

- El actual servicio telefónico de banda estrecha no se ve afectado ya que el usuario final recibe tanto el servicio telefónico como el servicio de acceso remoto simultáneamente a través del mismo par trenzado de hilos de cobre.
- Los suministradores de servicios inyecta a los suministradores del servicio Internet (ISPs) y a los suministradores de redes de datos. Los negocios jugarán también un papel importante como suministradores de servicios, como ocurre hoy para el actual modelo de acceso remoto de banda estrecha (p. ej., aplicaciones de trabajo en casa).
- El operador de red proporciona una conexión transparente entre el usuario final y el suministrador del servicio. El operador

suministra también el equipo de módem ADSL necesario (conocido como multiplexor ATM de acceso al abonado o ASAM) para la central de conmutación (CO) o para el bucle digital de transporte (DLC), conjuntamente con una red troncal de datos que ofrezca la conectividad y capacidad necesaria. Además, el operador de red continúa suministrando los servicios telefónicos. El ASAM se muestra en la Figura 3.

- Opcionalmente, el operador de red puede ofrecer servicios de valor añadido (p. ej., redes privadas virtuales, cobro revertido) además de la conectividad transparente.

Este modelo de servicios es el mismo que el actual de acceso remoto de banda estrecha, aunque los componentes para la conectividad son distintos o utilizan tecnologías diferentes. Esta similitud ofrece una oportunidad fundamental para disminuir los problemas de su introducción (p. ej., coste, facilidad de uso, competencia entre tecnologías), ya que permite a los operadores el continuar con un escenario casi sin cambios, ofreciendo servicios de banda ancha de la misma forma que los de banda estrecha, y con iguales características excepto en lo concerniente a la anchura de banda.

Fíjese que el modelo no menciona la comunicación directa entre usuarios sin un suministrador del servicio intermedio. Aunque esto podría soportarse, lo más probable es que fuera una excepción, como es evidente en las actuales aplicaciones de acceso remoto de banda estrecha.

### ■ Expectativas del usuario final

El ADSL promete a los usuarios finales un acceso de alta velocidad a una gama de suministradores de servicios a un coste muy reducido. Sin embargo, otros requisitos deben satisfacerse si se quiere tener éxito. Estos incluyen la facilidad de instalación y operación, una integración sin problemas en la plataforma de PCs de los clientes, y la compatibilidad operativa entre equipos de diferentes vendedores.

### Alta velocidad

Durante los últimos 15 años, las previsiones de anchura de banda necesaria para los servicios de banda ancha han ido disminuyendo continuamente. En 1984, se estimaba que las sesio-

nes de videotelefonía necesitarían para su ejecución a través de la RDSI-BA (red digital de servicios integrados de banda ancha) una anchura de banda de 140 Mbit/s, basándose en una extrapolación lineal de la red RDSI, entonces en desarrollo. Actualmente, las versiones comerciales de estos servicios (p. ej., CuSeeMe, NetMeeting) trabajan con velocidades entre 28,8 y 384 kbit/s. Esto último puede considerarse definitivamente como un servicio de banda ancha.

La demanda de servicios de acceso remoto de banda ancha nunca ha sido tan grande como lo es en la actualidad. La conectividad de banda ancha está muy extendida en la red corporativa, hasta tal punto que hoy casi todas las oficinas de las empresas tienen una conexión de banda ancha (10BaseT), aunque la conectividad de banda ancha se reduce a la red corporativa. Estas anchuras de banda tan altas se han hecho necesarias, hoy en día, debido al gran tamaño de los ficheros en un entorno de aplicaciones cliente/servidor. Consecuentemente, la mayoría de las aplicaciones de acceso remoto dentro de un entorno corporativo requieren el mismo rendimiento.

Igualmente, el contenido cada vez mayor de multimedia en la World Wide Web está incrementado continuamente la demanda de anchuras de banda más altas.

Desafortunadamente, la anchura de banda es todavía un recurso precioso y caro, con independencia de que utilice o no la tecnología ADSL. Naturalmente, aunque el coste de la tecnología de acceso ADSL puede ser en gran medida independiente de la anchura de banda, el coste de la red troncal no es con toda seguridad debido a la política actual de tarifas para la anchura de banda en la red troncal, como se ejemplificó por los servicios de líneas alquiladas de 1,5/2 Mbit/s. Las tarifas actuales para estos servicios ponen un límite preciso sobre las anchuras de banda que pueden ofrecerse por un servicio de acceso remoto ADSL. Los operadores de redes se mostrarán contrarios a introducir un servicio ADSL de velocidad constante (CBR) de 2 Mbit/s a bajo coste para competir con sus rentables servicios de líneas alquiladas de 1,5/2 Mbit/s. Sin embargo, esto puede cambiar con el tiempo según entren nuevos operadores en el mercado al ofrecer un ADSL de alta velocidad, forzando así la reestructuración de la actual política de precios y afectar severamente la rentabilidad de las líneas alquiladas.

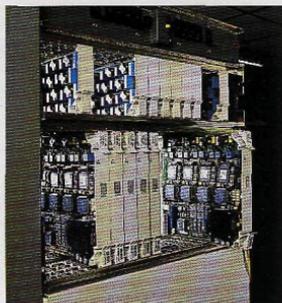


Figura 3 - Equipo ASAM de Alcatel instalado en la central de conmutación

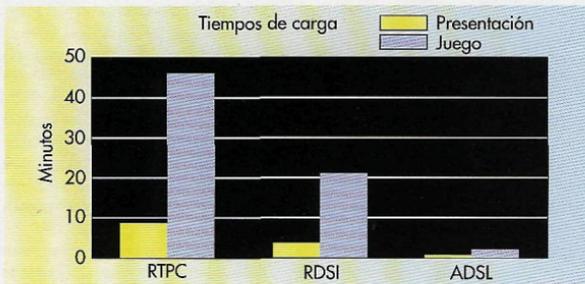


Figura 4 - Tiempos de carga para distintas tecnologías de acceso remoto

No obstante, estas consideraciones mitigan el pronto despliegue. En consecuencia, cuando los usuarios finales están pidiendo un servicio barato, las restricciones de la banda ancha tienen que solucionarse. Además un servicio CBR a 2 Mbit/s podría desaparecer por un rápido despliegue del servicio, cuando velocidades más modestas ya proporcionan una importante mejora de los servicios existentes de acceso remoto de banda estrecha.

La Figura 4 compara los tiempos de carga de un fichero típico de presentación (2 Mbytes) y de un juego (10 Mbytes) para tres tecnologías de acceso remoto: RTPC (28,8 kbit/s), RDSI (64 kbit/s) y ADSL a 500 kbit/s.

Queda claro en este gráfico que el ADSL ofrece unas mejoras mucho más importantes que la RTPC y la RDSI, incluso operando muy por debajo de la máxima velocidad que puede alcanzar. Además, las velocidades indicadas para RTPC, RDSI y ADSL son poco, cuando las velocidades promedio típicas son significativamente inferiores. Por ejemplo, en los puntos de presencia (POPs) de los ISPs, la práctica normal es dimensionar la red utilizando velocidades medias entre 50 y 100 kbit/s, calculadas sobre largos periodos de tiempo para los cuales las conexiones ADSL ya estarán en uso.

Las cifras anteriores pueden diferir significativamente entre usuarios de negocios (incluyendo las aplicaciones de trabajo en casa) y usuarios residenciales. Naturalmente, se espera que los usuarios de negocios deseen pagar un sobreprecio por una calidad de servicio garantizada, mientras que los usuarios residenciales preferirán tener un servicio más barato. En el caso de acceso remoto de banda estrecha, esto se consigue actualmente por medio del uso de

distintos factores de concentración, y por tanto diferentes velocidades, para los servicios de negocios y residenciales.

**Enchufar y funcionar**

Como el ADSL está enfocado al mercado popular, su sencillez de instalación, facilidad de operación y integración no problemática con el equipo de la instalación del cliente (CPE) son esenciales. Es un buen principio el adaptar los nuevos servicios y tecnologías a las instalaciones y prácticas existentes.

Por ello, el usuario final necesita un conjunto de interfaces de red con la plataforma del cliente entre las que poder elegir. Hoy en día, el IBaseT de Ethernet es con mucho la interfaz de red más común, aunque solamente tenga una penetración marginal en el mercado residencial. Por esta razón, otras interfaces de red, tales como ATM/25, son útiles. La última es la mejor elección para servicios de vídeo, ya que soporta el servicio CBR y es potencialmente más fácil de instalar que el de Ethernet. Una tarjeta enchufable ADSL para PCs barata tendrá un potencial comercial muy importante.

Es también necesario elegir las funciones de conectividad para el CPE del ADSL. Estas funciones se mueven en un amplio espectro, que va desde un simple módem enchufable, o un módem externo hasta un router diseñado para alto rendimiento. Evidentemente, existirán también las correspondiente diferencias de precio.

Esta proliferación de productos sólo puede soportarse si los equipos de CPE y de CO de los distintos vendedores son totalmente compatibles operativamente. Esta es una de las condiciones fundamentales para el éxito del ADSL. Se ha demostrado muchas

veces en el pasado que la compatibilidad operativa es esencial especialmente en el campo del CPE, como ya se demostró claramente en la historia de la RDSI. Una competencia abierta en el área del CPE estimulará la proliferación de los servicios, que a su vez conducirá a la de los CPEs; estos tienen que trabajar sin ningún problema con los COS de los diferentes suministradores. Aunque la libre competencia sea el único camino para conseguir el abaratamiento de los precios, lo que es necesario para que el ADSL tenga éxito, esto no debe realizarse a expensas de la compatibilidad operativa.

**Integración con la plataforma de PCs de los clientes**

Parte del objetivo del enchufar y funcionar es una integración sin problemas con la plataforma de PCs de los clientes. La interfaz humana establecida para el control del acceso remoto en banda estrecha es la del icono de marcación:



Para triunfar, el ADSL tiene que alcanzar la misma sencillez: debe ser posible conectarse a un suministrador de servicios por medio de una única acción, tal como seleccionar el icono de marcación. La configuración de la aplicación de marcación tiene que ser fácil y sencilla. O bien el usuario final tiene que rellenar algunos campos de un formulario o el suministrador del servicio debe proporcionar un programa de instalación que al ser ejecutado rellene automáticamente dichos campos (CD-ROM).

**Amplia conectividad**

Puede que suene trivial, pero no lo es. El sistema ADSL debe conseguir la misma conectividad que el sistema actual de acceso remoto de banda estrecha, es decir, tiene que proporcionar a los usuarios la posibilidad de marcación para acceder a cualquier suministrador de servicios del mundo. En el acceso remoto de banda estrecha, esto se consigue a través de la RTPC con su conectividad universal. Sin embargo, en el caso del acceso remoto de banda ancha, esto se conseguirá utilizando una red troncal ATM/FR (modo de transferencia asíncrono/Frame Relay), complementada con túneles L2TP sobre la red de protocolo Internet (IP), para proporcionar conectividad universal (ver apartado en la red troncal)

### Siempre en servicio

Esta es una de las áreas en las cuales ADSL mejora el modelo de acceso remoto de banda estrecha. Una conexión de acceso remoto ADSL apenas consume una cantidad significativa de recursos de la red, salvo que se esté cursando tráfico, por tanto será posible el mantener establecida una conexión permanentemente. Desde el momento que el PC está en funcionamiento, se puede conectar con el suministrador de servicios que se haya establecido por defecto. El usuario ya no necesita más marcar (lo que implica sincronización del módem, verificación de contraseña, etc.) cada vez que desee acceder a la información remota. Este es exactamente el modelo que se está utilizando actualmente en la mayoría de las oficinas: mientras el PC está conectado, el usuario puede acceder a los servidores y a Internet, en otras palabras, los usuarios se benefician de la conectividad permanente del IP.

### Superposición con los servicios POTS

Otra de las ventajas fundamentales del ADSL es que se trata de un sistema de superposición, de esta forma la gente puede utilizar servicios POTS y de acceso remoto al mismo tiempo. En contraste, los POTS no están disponibles durante las sesiones de acceso remoto cuando se utiliza un módem de banda estrecha. La información proveniente de los que ya están utilizando el ADSL indica que la consideran como la segunda facilidad más importante proporcionada por el ADSL, después de la de su capacidad de suministro de alta anchura de banda. Estos usuarios aprecian altamente el hecho de permanecer localizables y de que su familia pueda continuar realizando llamadas telefónicas. Esta característica es también una significativa ventaja para los operadores de red porque incrementa sus beneficios al incrementar la tasa de llamadas completadas. Sin embargo, esta facilidad del ADSL no es gratis. Para conseguirla se necesita instalar un divisor de POTS en la instalación del usuario para separar el POTS del servicio de datos, y evitar interferencias entre ambos servicios. Aunque el dispositivo en sí mismo es muy barato, tiene que ser instalado por el operador de la red, incluyendo el correspondiente cableado interno de la instalación del usuario, y esto supone un gasto no despreciable. De todas formas, la alternativa de instalar una segunda línea telefónica es todavía más cara.

### Compromiso de Alcatel con el usuario final

*Alcatel se ha comprometido con el modelo abierto de conectividad. Alcatel está fuertemente implicada en la estandarización participando activamente, por ejemplo, en el T1.E1.4, en el ADSL Forum y en el TM6 del ETSI. Además, el chip DynaMite DTM ADSL de Alcatel se ha comercializado para estimular más el mercado. Este chip que distribuyen Alcatel Mietec y SGS-Thomson, puede ser utilizado por los vendedores de ASAMs y CPEs para producir equipos ADSLs que cumplan con los estándares.*

*Alcatel ha establecido un programa de certificación/compatibilidad operativa para estimular a otras entidades a desarrollar equipos CPE que sean compatibles operativamente con el equipo ADSL CO de Alcatel. El programa incluye pruebas de compatibilidad y certificación. Para asegurar una integración sin problemas con el PC del cliente, Alcatel está colaborando con Microsoft y otros para definir y seleccionar protocolos CPE que ofrezcan una integración perfecta con las actuales y futuras plataformas de PCs de los clientes. La elección de los protocolos PPP y PPTP (protocolos punto a punto y tunelización punto a punto) permiten una excelente integración con el PC del cliente.*

*La gama comercial de productos CPE de Alcatel incluye divisores de POTS y equipos de terminación de red ADSL. Los divisores activos y pasivos están disponibles para su utilización en bucles con diferentes características. Las interfaces ATM-F.25 y Ethernet están soportadas por equipos de terminación de red ADSL. La gama se extenderá pronto para incluir una placa enchufable ADSL para PC, desarrollada por Hayes, y con un equipo CPE(enrutado) de gama alta.*

### Expectativas del suministrador de servicios

En el otro lado de la red, los suministradores de servicios (ISPs, compañía, o cualquier otro suministrador de servicios, tales como el suministrador de redes de datos) son un factor fundamental para el éxito del servicio extremo a extremo. Si el suministrador de servicios no suscribe al modelo, o si el modelo de red no proporciona la adecuada funcionalidad, el servicio fracasará.

Nuevamente, se prefiere el camino de mínimo cambio/resistencia: para adaptar la interfaz de red del suministrador del servicio a la práctica establecida, minimizándose así los problemas para la introducción del nuevo servicio.

Es esencial para los suministradores de servicios el control de las funciones de autenticación, autorización y tarificación (AAA) que son fundamentales para sus negocios. Las funciones AAA llevan a cabo la autenticación del usuario que está marcando, asignan el servicio requerido y subsecuentemente le tarifican por la utilización de dicho servicio, garantizando el requerido nivel de seguridad en todas las etapas. Ningún suministrador de servicios estará de acuerdo en comprometerse con un servicio a gran escala de ADSL a menos que éste le ofrezca un estricto control de estas funciones.

Igualmente es importante para el suministrador de servicios el poder asignar dinámicamente direcciones IP a sus abonados, los usuarios finales. Las direcciones IP constituyen un recurso escaso. En el caso del acceso remoto de banda estrecha, es una práctica generalizada su asignación sesión por sesión.

Tanto las funciones AAA como la asignación de direcciones IP están soportadas por el protocolo PPP. El despliegue en gran escala del acceso remoto de banda ancha se simplificará con la adopción del protocolo PPP, que se origina en el extremo del usuario y se adecua al modelo global de la red definido por Microsoft y otros.

Una alternativa al terminar el PPP en el suministrador del servicio es terminarlo en un nodo de acceso remoto (RAN) intermedio de la red, y utilizar proxy Radius, una tecnología comúnmente utilizada en el área de acceso remoto de banda estrecha (ver apartado en la red troncal).

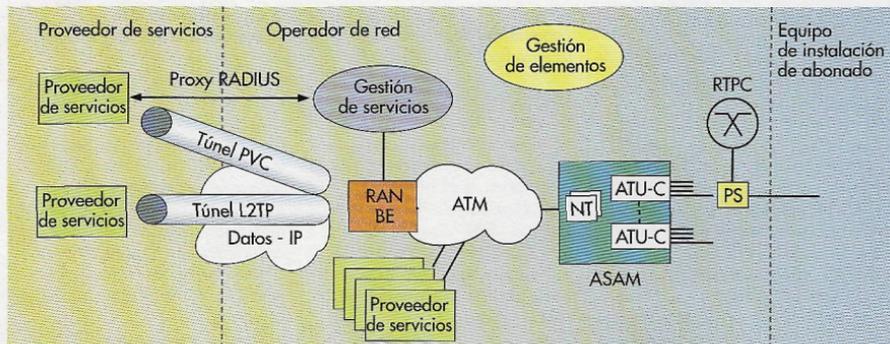


Figura 5 - El ADSL en una arquitectura de red extremo a extremo

**Anchura de banda en el suministrador de servicios**

El suministrador de servicios no sólo necesita una interfaz con el operador de la red, sino también proporcionar suficiente anchura de banda dentro de su red troncal para soportar el servicio de banda ancha. En el caso de los usuarios de negocios, esto no es un problema ya que sus LANs tienen ya banda ancha y tienen por lo tanto la capacidad necesaria.

Sin embargo, los ISPs, por ejemplo, podrían tener que extender su capacidad. Esto no es tan dramático como podría pensarse a primera vista. Naturalmente, un cálculo rápido muestra que si un 10% de todos los clientes de los ISPs adoptaran el ADSL, y utilizaran diez veces de anchura de banda, entonces la capacidad de la troncal de los ISPs solo necesitaría duplicarse o triplicarse. Esto está en línea con la actual evolución de la capacidad de Internet (se duplica cada 10 meses), teniendo en cuenta que un 10% de la penetración del ADSL se espera que se produzca dentro de unos pocos años.

**■ Expectativas de los operadores de telecomunicaciones**

En el modelo de servicio descrito anteriormente, el operador de telecomunicaciones suministra un servicio de acceso remoto de banda ancha a sus clientes, es decir, el usuario final y el suministrador

del servicio. El éxito de esta oferta dependerá de la habilidad de los operadores para cumplir los requisitos de sus clientes y sus propios objetivos de conectividad. Por lo tanto, los operadores de red quieren una tecnología de servicios de acceso remoto de banda ancha que sea fácilmente desplegable para todos sus posibles clientes y que sea a su vez escalable, sencilla de mantener y que proporcione un uso eficiente de los recursos.

Alcatel ha desarrollado su gama de productos ADSL Alcatel 1000 para ayudar a los operadores de red a alcanzar sus objetivos (ver Figura 5).

**El módem ADSL**

Alcatel ha desarrollado un módem DTM que cumple con los estándares más relevantes. El principal objetivo del desarrollo fue el de la compatibilidad operativa, bajo coste, robustez, largo alcance y bajo consumo de potencia. Todos estos objetivos se alcanzaron utilizando un alto nivel de integración (dos chips: 0,5 µm para la terminación analógica, y 0,35 µm para el chip DSP). El multiplexor de división de frecuencias (FDM) estándar es el ANSI T1.E1 Issue 2 y fue seleccionado debido a su robustez y a su independencia de la penetración del servicio ADSL (50 módems ADSL pueden transmitir por el mismo mazo de hilos, sin que el rendimiento se vea afectado de manera significativa).

La característica de largo alcance es importante puesto que el operador necesita servir a tantos clientes como le sea

posible. Los bucles de abonado tienden a ser largos, especialmente en los Estados Unidos. Además, el largo alcance se considera más importante que las altas velocidades en los bucles cortos. Con los parámetros de servicio mencionados arriba, es mejor proporcionar un buen servicio a un 95% de la base de clientes que ofrecer una anchura de banda muy alta a unos pocos afortunados.

La robustez es un factor fundamental para evitar complicadas prácticas de instalación (selección del par) y minimizar los costes de mantenimiento.

**Multiplexor de acceso al abonado ATM**

El ASAM no solo contiene los módems y los separadores de POTS, sino que también concentra y multiplexa de una forma eficaz el tráfico desde y hacia la red troncal.

Ha sido diseñado para cubrir cualquier escenario de introducción que pueda requerir el operador de red. Su modularidad (en una gama que va desde una unidad de 8 líneas hasta la unidad de 48 líneas, y que puede expandirse a un sistema de alta densidad de 576 líneas) permite a un operador de red comenzar la introducción del servicio con una inversión reducida, e incrementar la inversión cuando el servicio es aceptado en gran escala por los usuarios. La pequeña unidad de 8 líneas del mini-multiplexor de acceso remoto (mini-RAM) es ideal para ser utilizado en áreas con poca densidad de población (p. ej., alimentadas por

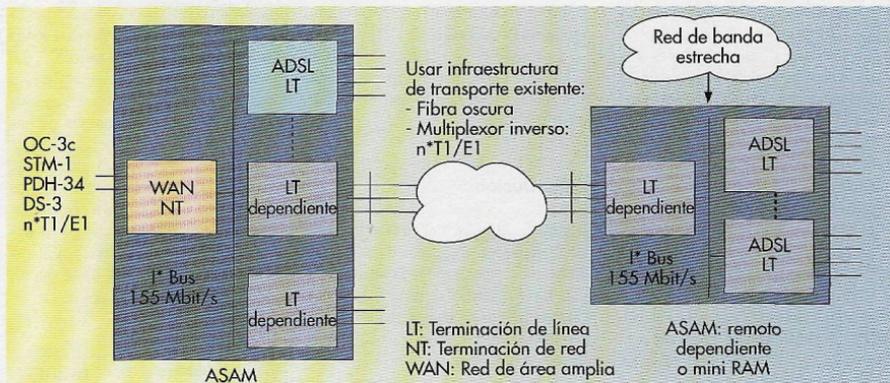


Figura 6 - Arquitectura de concentración de dos niveles

DLC), permitiendo a los suministradores de servicios poder alcanzar un porcentaje muy elevado de posibles clientes.

El ASAM soporta un esquema de concentración de dos niveles, como se muestra en la **Figura 6**.

Esta arquitectura hace posible la instalación un ASAM "principal" en una gran central de conmutación y ASAMs dependientes en otras centrales más pequeñas o DLCs. Los ASAMs dependientes se conectan utilizando la infraestructura de transmisión existente. Se está desarrollando una interfaz n°T1/E1 que permitirá que los servicios ADSL puedan desplegarse prácticamente en cualquier lugar dentro de la red del operador.

El esquema de dos niveles de concentración garantiza una carga muy eficaz de la interfaz hacia la red troncal y alcanza unas ganancias estadísticas de multiplexación muy altas. Como toda la multiplexación está basada en la tecnología ATM, el sistema soporta múltiples calidades de servicio (QoS) permitiendo al operador garantizar el nivel de servicio comprometido. Además los dos niveles de concentración permiten multiplexar desde varios cientos de usuarios hasta miles de ellos sobre un único puerto de conmutación de la red troncal, ahorrando, como consecuencia, gastos de conmutación de la troncal.

La gestión del ASAM está basada en el protocolo simple de gestión de red (SNMP). Una plataforma de sistema de

gestión de elementos (EMS) se encuentra disponible y está especializado en el control y configuración del ASAM y de los módems ADSL. Por ejemplo, puede inhabilitar algunos tonos específicos DMT para un determinado usuario, y puede definir perfiles de servicio de alto nivel que pueden ser asignados a grupos de usuarios (ampliando el ejemplo anterior, también podría inhabilitar tonos DTM para grupos de usuarios).

La plataforma EMS tiene interfaces con sistemas de nivel más altos como el sistema de gestión de red (NMS) o los sistemas de soporte de operaciones (OSS) a través de interfaces al protocolo de información de gestión común (CMIP).

Un equipo de pruebas de campo ADSL está igualmente disponible para detección de faltas y obtención de estadísticas.

### La red troncal

Como se indica en la **Figura 4**, se pueden utilizar distintas opciones para la conexión hacia los suministradores de servicios. Dependiendo del modelo de red soportado, la red troncal sería una red ATM pura, o posiblemente una red híbrida incluyendo un RAN central de banda ancha.

La solución más sencilla es utilizar directamente la conectividad ATM entre el usuario final del ADSL y el suministra-

dor de servicios. Este escenario es más transparente para los servicios ofrecidos así como para los protocolos de capa 3. Además, proporciona un soporte consistente a múltiples QoS sobre la red extremo a extremo. Actualmente, la práctica común en las redes ATM es la utilización de circuitos virtuales permanentes (PVCs) para las conexiones. Sin embargo, tan pronto como sea viable, la troncal ATM incluirá capacidades de circuito virtual conmutado (SVC) para mejorar la conectividad y reducir los costes de equipamiento (el aprovisionamiento de los PVCs es costoso; los SVCs son auto-aprovisionables por el usuario final).

Por medio de la introducción del nodo de acceso remoto de banda ancha (RAN-BB) o del concentrador de acceso en la red, es posible proporcionar otras interfaces hacia el suministrador del servicio además del ATM. Las alternativas incluyen ATM, Frame Relay, PVC, o el protocolo de tunelización de capa 2 (L2TP) para establecer caminos hacia el suministrador de servicios. El RAN-BB facilita la introducción de servicios de acceso remoto de banda ancha debido a que:

- Soporta interfaces y protocolos a los que está acostumbrado el suministrador de servicios, esto es, interfaz concentrada Frame Relay, ATM, y proxy Radius. En un futuro próximo, la interfaz L2TP se introducirá y se estima que estará totalmente estable para el

momento en que el ADSL esté disponible a nivel general. Estos protocolos proporcionan al suministrador de servicios la responsabilidad de gestionar las funciones AAA y la asignación dinámica de direcciones IP, en línea con su forma de operar.

- Proporciona una conectividad global, incluso cuando ningún SVC está presente en la red ATM. El RAN-BB termina el protocolo PPP de usuario final y conecta el usuario final a caminos FR/ATM concentrados o a túneles LZTP hacia el suministrador del servicio (los túneles LZTP pueden establecerse sobre Internet, y por tanto pueden alcanzarse prácticamente casi todos los suministradores de servicios).
- Puede suministrar servicios de valor añadido (p. ej., servicios VPN, cobro

revertido) a través del centro asociado de gestión de servicios.

El RAN-BB puede demostrarse como la clave en la introducción con éxito del ADSL.

### ■ Conclusión

El éxito del ADSL vendrá en gran medida determinado por su capacidad para cumplir los requisitos de todos aquellos involucrados en el modelo de servicio extremo a extremo. Se ha propuesto un modelo de cambios mínimos para disminuir el umbral de introducción.

Los módems ADSL representan solamente una parte pequeña del panorama general. Alcatel está invirtiendo un esfuerzo considerable para que cada enlace en la

cadena de acceso remoto de banda ancha extremo a extremo esté disponible, con la adecuada funcionalidad y coste.

Una vez que despegue el servicio, la evolución hacia mayores anchuras de banda, así como la introducción de una amplia gama de servicios, una mayor penetración, etc., resultará algo trivial. En otras palabras, "dar múltiples giros dentro de la espiral positiva", como describe Bill Gates en *"El camino por delante"*, será sencillo. Sin embargo, hoy en día el desafío fundamental es hacer que se produzca el primer despliegue.

**Willen Verbiest** es director de gestión de producción para ADSL y acceso remoto en la Business Division de Alcatel en Amberes, Bélgica

# FAMILIA DE CIRCUITOS INTEGRADOS AVANZADOS PARA INSTALACIÓN DE ADSL

R. BURY  
D. MACQ  
L. ROTTIERS

**El desarrollo de Alcatel de una familia de circuitos integrados ADSL contribuirá a desarrollar el mercado, asegurando una rápida instalación a nivel mundial**

## ■ Introducción

La vertiginosa expansión en el acceso a Internet y la amenaza de nuevos operadores ofreciendo nuevos servicios, están forzando a los operadores ya establecidos de la red pública a mejorar sus propias infraestructuras. El alto tráfico originado por Internet ya está causando problemas de congestión en algunas redes telefónicas públicas, que fueron dimensionadas para la corta duración de una llamada típica de teléfono y no para la larga duración de una sesión de Internet. Además, se ha demostrado que una importante fuente de frustración proviene de la lentitud de acceso a nodos con buen surtido de imágenes.

La mejora de la red de acceso se puede enfocar de dos formas distintas: invertir en infraestructura a base de fibra óptica, con gran ancho de banda y provisión para ampliaciones futuras, o la reutilización de la red de cobre existente mediante introducción de técnicas de módems de mayor ancho de banda. La efervescencia del mundo de las telecomunicaciones en la pasada década ha proporcionado soluciones que los operadores pueden instalar a corto plazo con una inversión inicial relativamente baja. Las técnicas de línea de abonado digital (DSL) se han convertido en la base para que muchos operadores proporcionen una velocidad de acceso rápida debido a que no se requiere una costosa sustitución de la infraestructura existente de cable.

Las tecnologías DSL reutilizan el par de cobre existente sin ninguna modificación. Fundamentalmente consiguen una mayor velocidad de información que los módem existentes mediante la ampliación del ancho de banda utilizado, muy por encima de la banda vocal.

La tecnología de línea de abonado digital se ofreció inicialmente como una tecnología de transporte para transferencia de datos simétricos a alta velocidad sobre par trenzado, permitiendo a los operadores que hicieran mejor uso de su infraestructura existente. Consecuentemente, los sistemas DSL de alta velocidad (HDSL) de dos-pares y tres-pares fueron aceptados rápidamente por los operadores y se han instalado de forma generalizada. Tras el éxito que tuvo la utilización de la tecnología DSL para transporte T1 y E1 simétrico, se vio que era una buena solución para una instalación a mayor escala en la red de acceso, en particular para pequeñas oficinas y abonados residenciales.

Se han estudiado muchas variantes de la tecnología DSL que han conducido al acrónimo xDSL, donde la x puede ser H (alta velocidad), A (asimétrico), S (simétrico), V (muy alta velocidad), o RA (tasa adaptativa). Estas variantes ofrecen diferentes velocidades o diferencia en la velocidad en las dos direcciones de transmisión, diferentes códigos de línea o simplemente a veces diferentes vendedores:

Dentro de la sopa de tecnologías xDSL, la técnica ADSL con velocidad

adaptativa y DMT (multi tono discreto), estándar ANSI, está surgiendo como la que ofrece la combinación correcta de capacidades para una instalación masiva:

- Un comportamiento asimétrico con una relación de 10 entre las velocidades de transmisión descendente y ascendente que satisface de forma muy aproximada las necesidades de acceso a Internet y a teletrabajo.
- Capacidad para altas velocidades de transmisión, ofreciendo hasta 8 Mbits por segundo en la dirección descendente y hasta 1 Mbits por segundo en la dirección ascendente lo que permite una buena calidad en las señales de video digital.
- Adaptación automática a las características de la línea como resultado de su comportamiento adaptativo en velocidad de transmisión.
- Operación sin errores segura y altamente robusta incluso en presencia de diafonía de otros servicios DSL.

## ■ Tecnología ADSL

El estándar ANSI T1.413 Versión 1 define el DMT como la técnica de modulación para transferir datos de varios Mbit/s sobre la línea telefónica en una dirección y de varios cientos de kbit/s en la otra dirección. La Versión 2 del estándar, cuya aprobación está próxima, trata del transporte en ATM y la velocidad adaptativa en ADSL.

La **Figura 1** muestra el espectro de frecuencias utilizado por el módem ADSL DMT con multiplexado por división de frecuencia (FDM). El espectro total, que se extiende hasta 1,1 MHz, se divide entre 256 portadoras, cada una con un ancho de banda asociado de 4,3 kHz. A pesar de que se pueden utilizar hasta 31 portadoras para el tráfico ascendente, las portadoras más bajas no se utilizan para dejar sitio a la telefonía analógica en banda base. Se utilizan hasta 256 portadoras para la transmisión descendente.

Cualquier portadora individual puede conectarse o desconectarse independientemente cuando se inicializa el módem en función de los requisitos del sistema y de las condiciones prevalecientes en la línea

Se modula cada portadora con modulación de amplitud en cuadratura (QAM). El número de bits con los que se codifica cada tono mediante QAM varía en función de la calidad de la línea para el dominio particular de cada frecuencia. Esto produce un modo muy versátil de transferencia que se adapta por sí mismo a la capacidad de la línea.

La capacidad de la línea está afectada por los siguientes factores:

- Retardo por atenuación de línea dependiente de la frecuencia;
- acoplamiento entre pares dentro del mismo grupo o entre grupos adyacentes;
- derivaciones y transiciones entre diferentes calibres de pares;
- ruido impulsivo;
- desadaptación de impedancias entre la híbrida y la línea;
- interferencia por radio frecuencias.

Debido a que estos factores pueden variar de una línea a otra, líneas diferentes pueden comportarse de forma muy diferente. Así, los módems que pueden adaptar su velocidad a la capacidad de la línea, de forma estándar, constituyen la clave del éxito de una instalación de ADSL en la red.

### ■ Incorporación de Alcatel a la técnica ADSL en sus comienzos

El Centro de Investigación de Alcatel en Amberes participó en la primera fase de definición, estandarización e implementación de la tecnología ADSL. El grupo de diseño de circuitos integrados de aplicación específica (ASICs) de

Amberes ha diseñado sucesivas generaciones de ASICs ADSL desde 1993, presentando un prototipo en el Telecom de Ginebra de 1995 y ofreciendo el primer producto un año más tarde.

Desde el comienzo, la solución ADSL de Alcatel utilizó el código de línea DMT y el modo de transferencia asíncrono (ATM) como mecanismo de transporte para ADSL. Estas decisiones iniciales han sido claves para colocar a Alcatel en una posición líder en este campo. Cuando, en 1994, Internet se reveló como una aplicación potencial de importancia capital, se adaptó de forma inmediata la solución de Alcatel (utilizada inicialmente para vídeo bajo petición) para transportar datos, gracias a la flexibilidad del ATM.

Hoy en día se reconoce a Alcatel como líder en el mercado del ADSL. Se produjo un avance significativo cuando en octubre de 1996 el Joint Procurement Consortium, formado por los cuatro mayores operadores americanos (Ameritech, Pacific Bell, South Western Bell y Bell South), seleccionó la tecnología ADSL de Alcatel para su instalación en la red en los próximos años. Esto representa un volumen de mercado de muchos millones de líneas antes del final de este siglo.

Alcatel también decidió ofrecer su familia de circuitos ADSL al mercado libre. Este importante paso permitirá que otros fabricantes de equipos construyan sistemas basados en ADSL que interoperarán sin fisuras con los multiplexores de acceso (los llamados multiplexores de acceso DSL o DSLAMs) de Alcatel, que colaborarán a que el mercado se desarrolle y se incremente bajando los costes.

Alcatel Mietec, el brazo de microelectrónica de Alcatel, ha desarrollado este producto comercial basado en la tercera generación de la familia de ASICs ADSL. Ha sido denominado DynaMiTe en referencia a su velocidad "explosiva" y su utilización del código de línea estándar DMT. Las altas prestaciones y un bajo coste y consumo fueron los factores clave que determinaron que la tecnología DMT ADSL fuera elegida frente a otras posibles soluciones tales como CAP/QAM-ADSL o 2B1Q xDSL. La integración a gran escala en CMOS fue la tecnología

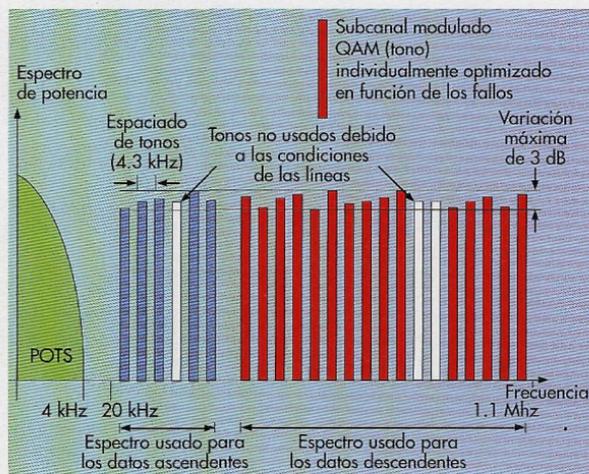


Figura 1 - Espectro DMT

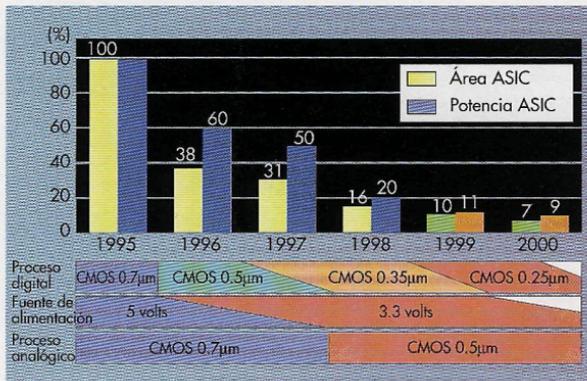


Figura 2- Evolución de la tecnología de ASICs mostrando su impacto sobre el área del circuito y el consumo de potencia

que permitió la madurez y la amplia aceptación de la tecnología DMT ADSL de Alcatel.

La familia de circuitos integrados DynaMITE constituye un módem ADSL totalmente encapsulado que incorpora circuitería ya programada y que ha sido aceptada por los suministradores de módems y routers líderes de EE.UU.

**Conjunto de circuitos Integrados para módem ADSL**

**Primeras realizaciones en ADSL**

Alcatel fue la primera compañía que diseñó y fabricó una solución ADSL integrada con un primer silicio producido en 1994. Este primer ASIC DSP

ADSL (en tecnología CMOS de 0,7 µm) no era económicamente viable para una producción industrial a gran escala, necesitaba un encapsulado especial y llegaba a disipar hasta 4,8 W! La potencia total disipada por una placa ADSL de terminación de red superaba cumplidamente los ¡30 W!

Sin embargo se tomaron algunas decisiones sobre la elección de la arquitectura durante aquella etapa que fueron los factores determinantes del éxito de las subsiguientes generaciones de ASICs ADSL:

- Se diseñaron estructuras dedicadas para proceso digital de la señal (DSP) que realizaban el algoritmo DMT. Se diseñó el ASIC DMT como un conjunto de bloques DSP (filtros, FFT, IFFT, transcodificadores, etc.) configurados a través de registros de estado y secuenciados mediante una máquina de estados finitos en el propio circuito. Esta arquitectura dedicada, que todavía se utiliza en las últimas versiones de los circuitos, es más competitiva desde el punto de vista de coste y consumo que las realizaciones basadas en núcleos DSP

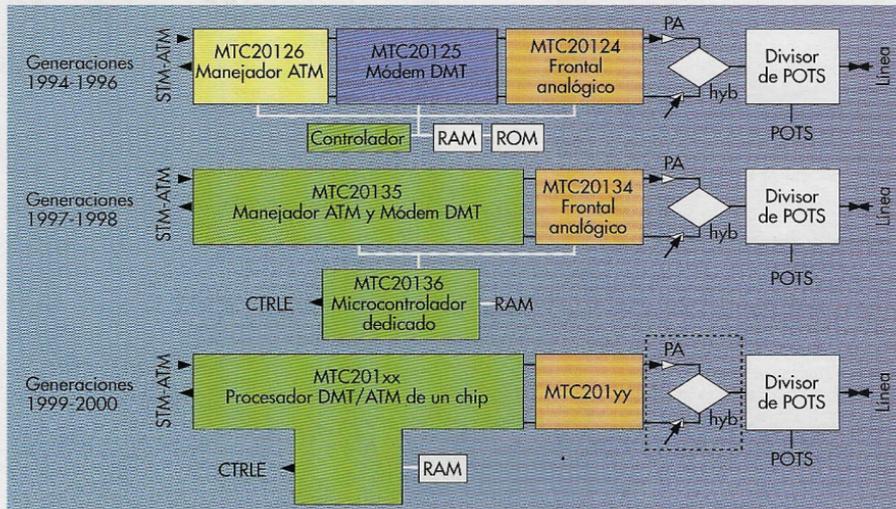


Figura 3- Evolución del conjunto de circuitos integrados ADSL

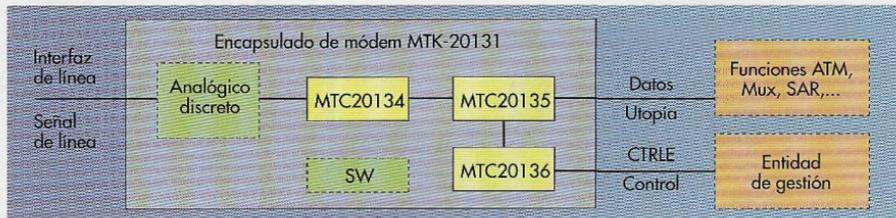


Figura 4- Construcción de sistemas con el conjunto de circuitos integrados DynaMiTe

convencionales de algunos suministradores.

- Los procesos analógico y digital están separados permitiendo que la parte digital se pueda realizar con la tecnología CMOS más avanzada.
- La utilización de FDM en lugar de cancelación de eco reduce la complejidad de la etapa de entrada analógica integrada.
- La familia de ASICs incluye el formato de trama ATM, que ha resultado aportar un beneficio clave.
- Todos los ASICs se pueden configurar para poder ser utilizados en cualquiera de los dos extremos del cable de transmisión.

Tanto el consumo de energía como el coste de la siguiente generación de la familia ADSL han mejorado drásticamente debido a los recientes avances de la tecnología CMOS, tal como se ilustra en la Figura 2. En 1998, el área y el consumo de los circuitos integrados se habrán reducido por un factor superior a cinco con relación a la primera generación!

### Conjunto de circuitos DynaMiTe

La Figura 3 muestra las diversas etapas de implementación del ASIC ADSL.

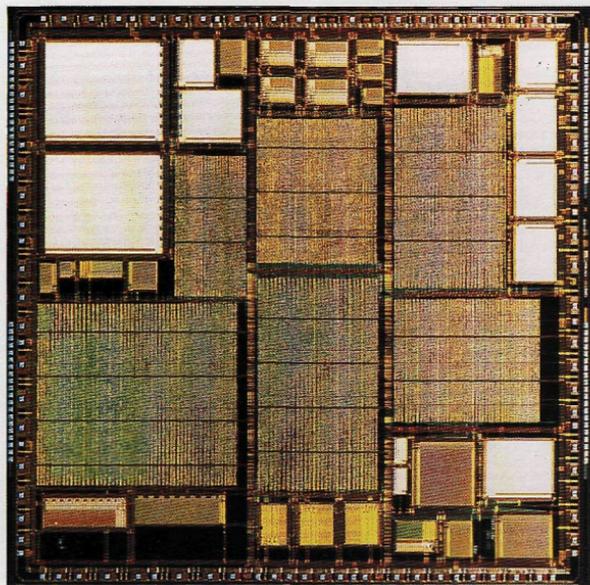
DynaMiTe que se ha diseñado para una instalación a gran escala constituye el primer conjunto de ASICs de Alcatel Mietec que está comercialmente disponible. Es una solución completa de módem ADSL que consiste en una etapa de entrada integrada, un módem digital DMT/ATM y un controlador dedicado del transeceptor ADSL con programa grabado.

El conjunto de circuitos DynaMiTe proporciona todas las funciones necesarias para constituir un módem ADSL DMT con velocidad adaptativa basado en ATM. Como se muestra en la Figura 4, los interfaces del conjunto de circuitos han sido definidos para su integración inmediata en sistemas, reduciendo el tiempo de introducción en el mercado y los riesgos de implementación.

El interfaz de datos se realiza como un interfaz ATM Utopia (especificación del foro ATM); también está disponible

un modo no-ATM. El propio controlador del transeceptor ADSL proporciona los órdenes mediante su circuitería programada y el interfaz de control (CTRLE), que se utiliza para comunicarse con las entidades externas de gestión, sin la necesidad de lógica auxiliar.

El DMT, tal como se especifica en ANSI T1.413, se utiliza en el conjunto de circuitos integrados; los códigos de corrección contra errores (FEC) tipo Reed-Solomon con y sin entrelazado proporcionan la máxima inmunidad contra el ruido.



Circuito integrado de módem DMT

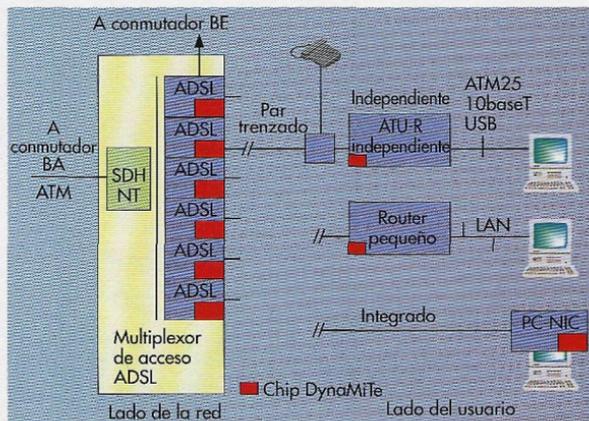


Figura 5- Equipo ADSL utilizando el conjunto de circuitos integrados DynaMiTe

Distancia calibre del par	Tasa de datos con margen de 6 dB	
	Canal ascendente	Canal descendente
0,4 mm (26 AWG)		
900 m	800 kbit/s	8 Mbit/s
2,7 km	640 kbit/s	6 Mbit/s
3,6 km	640 kbit/s	4 Mbit/s
4,5 km	640 kbit/s	2 Mbit/s

Tabla 1- Velocidad de transmisión alcanzable en función de la distancia del bucle

El conjunto de circuitos puede operar en cualquier extremo del bucle en nodos de unidad transeptora central o remota (ATU-C y ATU-R, respectivamente)- mediante un simple cambio del código del controlador. En la **Figura 5** se pueden ver aplicaciones típicas para el conjunto de circuitos integrados DynaMiTe.

La **Figura 6** muestra la arquitectura funcional interna del conjunto de circuitos integrados. Se utiliza un circuito externo de ataque a línea compatible con ADSL para atacar el par trenzado de abonado. Finalmente, se necesita un separador analógico POTS para separar la señal telefónica analógica en banda base de la señal modulada en ADSL.

La **Tabla 1** muestra las velocidades que pueden alcanzarse para varias distancias en las direcciones ascendente y descendente. La velocidad de bits se puede variar en pasos de 32 kbit/s.

**Circuito analógico de entrada**

Este circuito integrado en CMOS proporciona las funciones requeridas por el transeceptor. Se han incorporado amplificadores con control automático de ganancia en la etapa analógica fron-

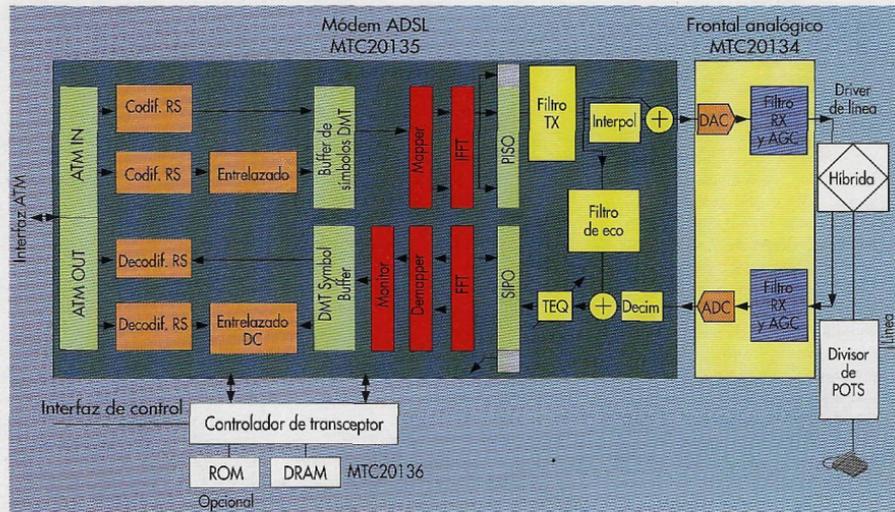


Figura 6: Módulos que intervienen en el conjunto de circuitos integrados DynaMiTe

tal de ambos caminos de recepción y de transmisión, para compensar la alta atenuación producida por la línea y el nivel de la señal de ruido dentro de límites aceptables. La señal pasa entonces a través de un filtro paso bajo para eliminar la señal de eco y cualquier interferencia fuera de banda. Dependiendo de la configuración (ATU-C o ATU-R), los filtros de los canales ascendente y descendente pueden intercambiarse entre los canales de recepción y transmisión

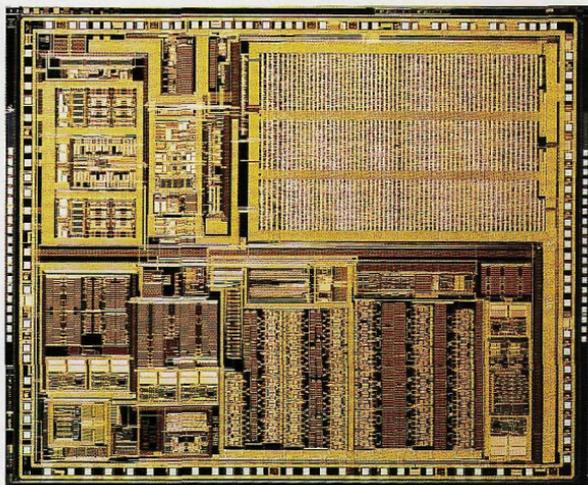
Los conversores analógico-digitales proporcionan una resolución de 12 bits a una velocidad de muestreo de 8,8 MHz.

Finalmente un preamplificador altamente lineal e integrado controla los amplificadores externos de la híbrida.

#### **Módem/unidad de tratamiento de trama**

Este circuito integrado CMOS contiene todos los bloques funcionales digitales que se necesitan para las funciones siguientes.

- **Modulación y demodulación DMT:** El módem/generador de tramas realiza la transcodificación directa e inversa a QAM que permite codificar los tonos hasta con 14 bits por tono (una constelación de 16.383 puntos). Realiza la transformada de Fourier rápida e inversa (IFFT y FFT respectivamente), los equalizadores en el dominio de la frecuencia y del tiempo (TEQ y FEQ) así como las unidades de temporización y el oscilador de cristal controlado por voltaje. Estos últimos bloques incorporan algoritmos de una eficiente sincronización para mejorar la eficiencia de la recuperación de datos.
- **Funciones de tratamiento de trama:** Este bloque proporciona las funciones de tratamiento de trama para las capas genérica y de convergencia de transmisión ATM (TC). La capa genérica de TC compone la aleatorización de datos y proporciona la corrección de errores mediante el algoritmo Reed-Solomon con y sin entrelazado. La capa TC de ATM incluye funciones a nivel de celda



**Circuito analógico de entrada**

(p. ej., delimitación de celda, inserción y extracción de celdas vacías, aleatorización de la información de pago, verificación y corrección de errores en la cabecera) y la generación de la trama de datos. Se han implementado algunas variantes de trama (p. ej., modos entrelazado y no-entrelazado con tara completa o reducida) para asegurar el cumplimiento con la norma ANSI T1.413 Versión 2 así como la compatibilidad con el conjunto de circuitos integrados de la Versión 1. Para aplicaciones No-ATM (p. ej., Frame Relay, protocolo punto a punto) está disponible un modo de envío continuo de bits que sortea el tratamiento de trama ATM.

- **Interfaz al bus Utopia estándar ATMF:** El circuito integrado contiene funciones asociadas a ATM para realizar el interfaz con el bus Utopia de ATM y soporta los modos de nivel 1 y nivel 2.

#### **Controlador de transceptor ADSL**

Este circuito integrado controla el transceptor ADSL. Ejecuta el programa grabado del ADSL y se comunica con las entidades externas de gestión a través

de un interfaz de órdenes específicas para módem "control E" (CTRL E). Sus dos principales funciones son:

- **Control de las operaciones del circuito integrado transceptor:** El controlador del transceptor ejecuta el programa grabado que controla la operación del circuito de entrada y del módem/generador de trama. Durante la inicialización del módem, el controlador calcula y establece los parámetros para todas las funciones DMT programables, filtros y equalizadores. Puede operar en diferentes modos de adaptación de la velocidad según lo defina el operador, y puede ejecutar programas para la ATU-C (modo maestro) o para el ATU-R (modo esclavo). Durante la operación, el controlador supervisa la línea e inicia las acciones consecutivas que especifique el operador (p. ej., intercambio de bits, adaptación dinámica de la velocidad). También recoge información de las prestaciones y de errores para uso de las entidades de gestión.
- **Interfaz a la entidad de gestión:** El controlador del transceptor ejecuta también el protocolo de comunica-

ciones que sirve de interfaz con las entidades de gestión. Se ha definido un interfaz específico de control de módem ADSL para facilitar la integración con ambos sistemas: circuitería y programación. El canal de comunicación CTRLLE transfiere información y órdenes entre el módem y las entidades de gestión para funciones tales como:

- configuración de módem de línea;
- desasignación de módem de línea;
- recuperación de datos operativos;
- recuperación de datos de prestaciones;
- fallo en la recuperación.

El controlador proporciona una conexión directa por circuito con los componentes externos (p. ej., procesadores, segmentación y ensamblado, multiplexores) a través de un bus paralelo de 8 bits o de un bus serie.

### ■ Construcción de sistemas con DynaMiTe

Se ha tomado un gran cuidado a la hora de definir el conjunto de circuitos DynaMiTe para asegurar su fácil integración al diseñar de sistemas. Se consigue tanto a nivel hardware como firmware:

*A nivel de circuitería:* mediante el uso de interfaces estándar para la transferencia de datos (Utopía ATM) y para control (bus serie o paralelo de 8 bits).

*A nivel de programación grabada:* separando claramente la programación del módem, que se ejecuta en el controlador dedicado de transceptor, de otras funciones específicas de sistema y de aplicación. La frontera entre los dos dominios se proporciona mediante un sencillo protocolo de control de módem (CTRLLE).

Este concepto de "módem encapsulado" se ha plasmado en un módem ADSL autocontenido que permite a los fabricantes de sistemas concentrarse en los problemas de sistema. El conjunto de circuitos integrados DynaMiTe se ofrece en un empaquetamiento con la programación grabada para el controlador del transceptor y su esquema, lista de materiales, información de distribución física de la parte de módem ADSL.

Se soporta por un completo entorno de desarrollo que comprende:

- Tarjetas de evaluación para los extremos ATU-C y ATU-R;
- Tarjeta de interfaz para una fácil conexión del CTRLLE a un ordenador personal (p. ej., a través del RS 232);
- Programa de control y de prueba del ADSL corriendo sobre un ordenador personal con un interfaz gráfico de usuario.

### ■ Conclusiones

Las tecnologías xDSL, de las cuales ADSL es el ejemplo con mayor éxito, están surgiendo como soluciones clave para romper el cuello de botella de la velocidad de acceso a Internet, a la vez que resolver graves problemas operacionales asociados con la saturación de las redes de ancho de banda estrecha. También proporcionan una tecnología disponible competitiva, de bajo coste, que puede aprovechar al máximo la red de acceso de cobre existente. El nivel de atención y de especulación adquirido por el ADSL en los últimos meses se debe en gran medida al reconocimiento de que la integración en silicio hará posible conseguir el coste adecuado para la instalación a gran escala.

Durante el último año, Alcatel ha tenido un gran éxito en el mercado emergente de ADSL en EE.UU., Europa y Extremo Oriente. Alcatel está ahora

comercializando su tecnología ADSL en silicio para potenciar el mercado ADSL.

El desarrollo de un conjunto completo de circuitos integrados facilita a los fabricantes de sistemas la incorporación de la tecnología ADSL de Alcatel en sus diseños. Como resultado, el conjunto de circuitos integrados DynaMiTe se ha convertido en un factor clave para la popularización de la solución de Alcatel, basada en interfaces del estándar DMT-ADSL de velocidad adaptativa y ATM. De esta forma se proporciona interoperatividad *de facto* con los sistemas ADSL de Alcatel promoviendo su posterior expansión.

### ■ Agradecimientos

Los autores agradecen a Karel Adriaensens, líder de proyecto para el diseño ADSL, por su ayuda en la preparación de este artículo.

**Robert Bury** es director de marketing para productos de telecomunicación en Alcatel Mieltec en Bruselas, Bélgica

**Damien Macq** es jefe de productos específicos estándar para productos de banda ancha (HDSL, ADSL) en el Centro de Diseño de Alcatel Mieltec en Bruselas, Bélgica

**Luc Rotiers** es ingeniero de diseño senior en el Centro de Diseño de Alcatel Mieltec en Bruselas, Bélgica

# GESTIÓN DE TRÁFICO IP EN REDES ESCALABLES

M. VANDENHOUTE

**En una arquitectura Internet, la escalabilidad es de la mayor importancia si el tráfico continua creciendo en una proporción sin precedentes**

## ■ Introducción

¿Puede una red duplicar su tamaño y cuadruplicar su capacidad año tras año sin sucumbir por su propio peso? Durante la pasada década, esta intrigante pregunta aumentó el número de noches en vela de los arquitectos de Internet.

En este artículo, vamos a intentar identificar las diferentes dimensiones de la escalabilidad para determinar cómo evolucionará Internet en los próximos años.

## ■ Escalabilidad de Internet: Un legado histórico

A pesar de algunos contratiempos obvios (tales como la mala administra-

ción del proceso de asignación de subred IPv4, que genera una fragmentación excesiva del espacio de direccionamiento y el desbordamiento de las tablas de ruteo), la Internet actual ha demostrado una notable elasticidad frente a tasas de crecimiento tremendas (Figura 1), tanto en tamaño (al crecer el número de nodos de red y centros) como en capacidad (al aumentar la infraestructura para absorber el tráfico creciente).

Esta elasticidad es el resultado, principalmente, de cuatro factores:

- La naturaleza altamente *distribuida* de sus *mecanismos de control* (cálculo de rutas, gestión de redes y servicios, reparto múltiple o *multicasting*, resolución de direcciones, etc.). Esta cualidad que fue

esencialmente el resultado de unos requisitos de supervivencia inicial, demostró ser un elemento fundamental en la escalabilidad de Internet.

- El nivel de *auto-configuración* (direccionamiento dinámico, descubrimiento de topología, etc.) reduce significativamente el esfuerzo requerido para mantener la red operativa.
- Un solución muy *flexible* para la *adopción de nuevas tecnologías de subredes*, cubriendo desde sistemas inalámbricos de baja velocidad (p. ej., los sistemas de localización) a tecnologías ópticas de alta velocidad. Actualmente, varios grupos de trabajo del IETF (Internet Engineering Task Force) están definiendo la adaptación del proto-

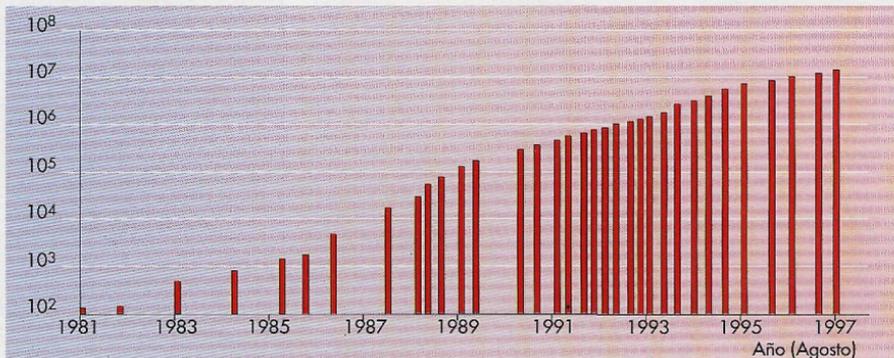


Figura 1 - Crecimiento de Internet en número de nodos alcanzables (fuente: Network Wizards - <http://www.nw.com>)

colo de Internet IP sobre nuevas tecnologías de red. Ha sido esta proposición de "IP sobre cualquier cosa" la que ha permitido que Internet tome ventaja en el camino de innovación siempre creciente de tecnologías de operación de red, llegando a ser, de hecho, el aglutinador que asegura la inter-operabilidad entre el número siempre creciente de tecnologías de subredes. Esta capacidad también ha permitido que Internet amplíe su alcance, penetrando en la mayor variedad posible de entornos de operación de red.

- Un esfuerzo constante en adoptar soluciones para grandes redes que fueran demostrablemente desplegables y escalables, si bien, algunas veces, a costa de funcionalidades menos sofisticadas. La demostración del concepto y de la interoperabilidad fueron también los principios dirigentes en los procedimientos de normalización generados por IETF.

### Tres dimensiones de la escalabilidad

Para asegurar realmente la escalabilidad de Internet, se deben tener en cuenta tres dimensiones:

- topología
- caudal
- flujos.

### Topología

A medida que aumenta el número de nodos conectados a Internet, su topología crece hacia una malla cada vez más compleja de redes de acceso y de transporte. Estos nodos y sus routers de interconexión se organizan en una serie de dominios administrativos.

Una ruta extremo a extremo entre dos nodos Internet usará normalmente las infraestructuras de varios proveedores de servicios Internet (ISP), tanto de acceso como de transporte. Por ejemplo, en la traza de la Figura 2 se analiza la ruta tomada por unos paquetes yendo desde un nodo japonés ([www.tama.or.jp](http://www.tama.or.jp)) a uno australiano ([nautilus.pnc.com.au](http://nautilus.pnc.com.au)). Se puede ver como se atraviesan varios dominios administrativos: or.jp, ad.jp, mci.net, telstra.net y com.au.

Por tanto es esencial reconocer que los flujos de tráfico en Internet se controlan mediante dos tipos de mecanismos de ruteo:

- **Ruteo entre-dominios (policía):** Estos protocolos de ruteo regulan los "derechos de paso" bilaterales de tráfico IP entre dos dominios administrativos. Las reglas del ruteo policía (estático) se aplican generalmente en los puntos de acceso de red (NAP) grandes, donde los ISPs de acceso se interconectan con los ISPs de transporte o donde los ISPs de transporte se conectan entre sí. Aquí, el aspecto de la escalabilidad

está ligado principalmente al tamaño de las tablas de ruteo (es decir, al número de entradas a las tablas de ruteo), que tendrán que aumentar en la medida en que crezca el número de dominios administrativos (y espacios asociados de direccionamiento de subredes). Es improbable que desaparezca este problema, ya que la introducción de IPv6 no va a disminuir, sino a incrementar el número de dominios administrativos. Sin embargo, se espera que el proceso de administración de los espacios de direcciones en IPv6 sea menos caótico, resultando en una fragmentación menos dramática de los espacios de direcciones y en un aumento más manejable del tamaño de las tablas de ruteo.

- **Ruteo Intra-dominio (topológico):** Aquí, procesadores distribuidos de ruteo calculan (dinámicamente) el camino óptimo dentro de un dominio administrativo (normalmente, el camino más corto en términos de número de saltos). El problema de escalado, asociado con el ruteo intra-dominio, es que la complejidad del proceso de búsqueda topológica (y subsiguientes cálculos de camino óptimo) es proporcional al tamaño de la red. Cualquier cambio en una red (p. ej., fallo de un nodo o un enlace o degradación de las prestaciones) puede llevar a síntomas transitorios (como bucles de ruteo, agujeros negros), debido a que los

```
tracert to bento.sensei.com.au (203.35.20.70), 30 hops max, 40 byte packets
```

```

1 www.tama.or.jp (203.139.8.1) 6.309 ms
2 tok-gw1.itjit.ad.jp (202.217.202.121) 305.031 ms
3 tmc-gw1.itj.ad.jp (210.142.160.254) 28.71 ms
4 borderx1-hssi4-0.LosAngeles.mci.net (204.70.170.109) 201.311 ms
5 core2-fddi-0.LosAngeles.mci.net (204.70.170.49) 352.668 ms
6 core1-hssi-2.SanFrancisco.mci.net (204.70.1.153) 185.119 ms
7 bordercore4-loopback.SanFrancisco.mci.net (166.48.18.1) 191.117 ms
8 telstra.SanFrancisco.mci.net (166.48.19.250) 403.815 ms
9 Fddi0-0.pad-core2.Sydney.telstra.net (139.130.249.227) 552.652 ms
10 Fddi1-0.chw-core1.Sydney.telstra.net (139.130.249.6) 387.699 ms
11 Fddi0-0.chw1.Sydney.telstra.net (139.130.36.227) 396.861 ms
12 PenrithNetcom.lnk.telstra.net (139.130.37.51) 404.781 ms
13 nautilus.pnc.com.au (203.13.174.25) 419.076 ms
```

Figura 2 – Ejemplo de trazador de ruta

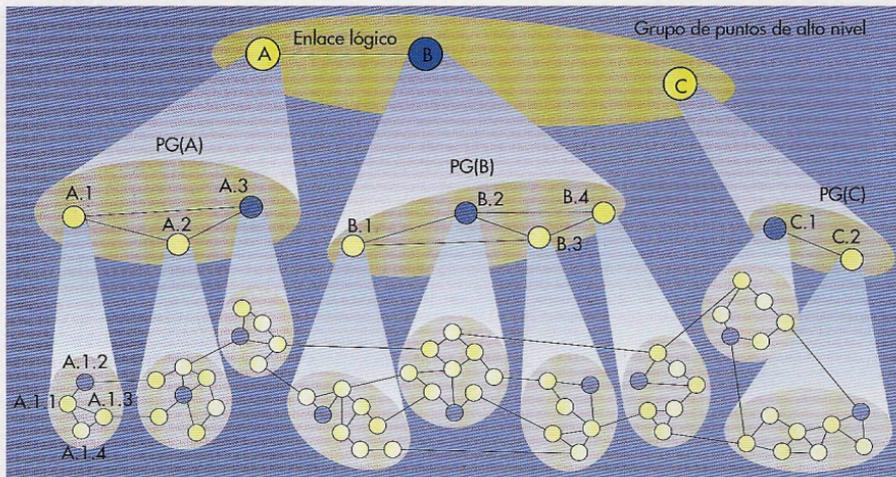


Figura 3 - Jerarquía de ruteo lógico

cambios topológicos se propagan (y procesan en tablas de ruteo nuevas) en un tiempo finito, llevando a algunos routers a operar con tablas de ruteo no consistentes (ver <http://ftp.ee.lbl.gov/papers/vp-pkt-dyn-sigcomm97.ps.Z>). Como las redes van a continuar creciendo en tamaño, el número de cambios dejarán al ruteo en un estado perpetuo de transición interrumpida. Este problema puede empeorar a medida que los cálculos de ruta sean más complejos a consecuencia de la introducción de algoritmos de ruteo, basados en parámetros múltiples de calidad de servicio (QoS).

La solución parece ser doble:

- Limitar la propagación de cambios topológicos mediante el uso de protocolos de *ruteo jerárquico*. Con el ruteo jerárquico, una red se segmenta en grupos pareados, que se estructuran con una jerarquía lógica (Figura 3). Los cambios en la condición de los enlaces y nodos se propagan con todo detalle dentro de uno de los grupos, pero se condensan y se filtran "paso bajo"

antes de ser enviadas a otros grupos, resultando así en un ruteo más estable. El elevado interés de este tipo de ruteo es perceptible dentro del ATM Forum con su protocolo de ruteo PNNI (*Private Network-to-Network Interface*), así como dentro del mundo IETF.

- Cambiar el paradigma de ruteo por calidad de servicio (QoS) hacia un *ruteo de fuentes* orientado a conexión (CO), en contraposición al ruteo salto-a-salto sin conexión (CL). En el ruteo de fuentes, se calcula el camino completo de un flujo en el nodo de entrada, detectándose los bucles durante la fase de establecimiento del camino. Este tipo de ruteo permite también una mayor flexibilidad en los cálculos del camino óptimo para flujos con requisitos específicos de QoS.

**Caudal**

Probablemente el mayor problema que encuentran hoy en día los ISPs al operar con redes de transporte es la falta de potencia básica para el envío de paquetes en los routers de la anterior generación.

Los routers solían ser computadores especializados con almacenamiento para paquetes en memoria compartida, que utilizaban CPUs de potencia cada vez mayor; el envío de paquetes IP se realizaba por el software del sistema, compartiendo recursos de CPU con procesos complejos de cálculo de rutas. Las prestaciones de estos routers estaban limitadas frecuentemente por el ancho de banda de su memoria y por el ratio de colisiones (en los accesos a las tablas de ruteo). Estaba claro que esta arquitectura iba a ser incapaz de hacer frente a enlaces con velocidades de varios cientos de megabits o incluso varios gigabits, que están siendo actualmente desplegadas en los soportes Internet. El siguiente paso lógico fue aislar el proceso de ruteo del de envío, que a su vez debería basarse en una arquitectura conmutada. Este conocimiento se ha materializado en dos escuelas de pensamiento.

La primera escuela enfatiza el concepto de "envío por atajo", donde se aprovechan las capacidades de envío de la tecnología de red subyacente (p. ej., conmutación ATM o Ethernet) para evitar el procesamiento relativa-

mente pesado en que se incurre en la capa IP cuando se envían paquetes individuales (Figura 4).

Típicamente, en un router-conmutador integrado (ISR) las tablas de ruteo IP de capa 3 deben traducirse a tablas de envío de capa 2 (p. ej., tablas de conmutación ATM VP/VC). Las tramas entrantes IP podrían ser entonces enviadas hacia adelante de acuerdo a la información disponible en su cabecera encapsulada de capa 2, L2, atajando por tanto el proceso más complejo de envío L3.

Este método ha proliferado en una variedad de soluciones, principalmente en el área de conmutadores y routers ATM y Ethernet. Sin embargo, hay dos foros que están haciendo un esfuerzo continuo para normalizar soluciones de envío por atajo para IP sobre ATM:

- ATM Forum (ver <http://www.atmforum.com/atmforum/specs/specs.htm>): trabajando en emulación de LAN (LANE), protocolo múltiple sobre ATM (MPOA), interfaz integrado privado red a red (I-PNNI), y otras áreas.
- IETF: el grupo de trabajo Multi-Protocol Label Switching (MPLS) está actualmente editando el borrador de sus primeras recomendaciones (ver <http://www.ietf.org/html.charters/mpls-charter.html>).

El resto de este artículo se centra en los aspectos de escalabilidad unidos a soluciones de atajo para IP sobre ATM:

La segunda escuela de pensamiento apunta al crecimiento dramático de la capacidad de envío de paquetes IP nativos mediante aligeramiento del procesamiento de cabeceras IP, frecuentemente hasta el punto que el procesamiento de (o parte de) la cabecera puede realizarse en hardware dedicado. La lógica para esta proposición es:

- Conseguir envíos a alta velocidad a través de todas las tecnologías de red, no solo aquellas que pueden ser conmutadas en la capa 2.
- Proveer funcionalidad de valor añadido (QoS, redes privadas virtuales basadas en IP, seguridad y cortafue-

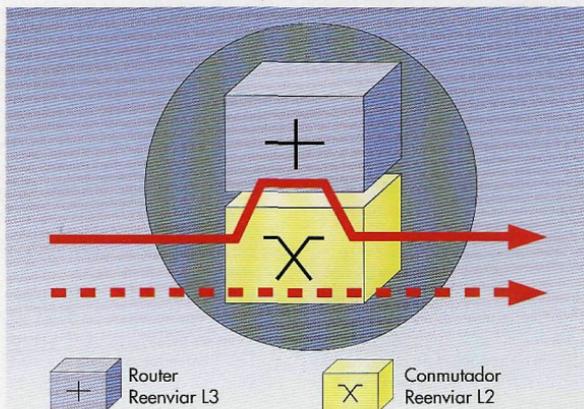


Figura 4 – Principio de envío por atajo en un ISR

gos) originalmente en la capa IP de forma que un único modelo esté disponible para estos servicios a través de Internet.

A este respecto, merece la pena mencionar que durante la definición de la cabecera IPv6, se dedicó un esfuerzo significativo a racionalizar la estructura de la cabecera (tamaño fijo, localización optimizada de campos, etc...),

reduciendo así significativamente la complejidad de su procesamiento y abriendo oportunidades incluso para un mayor procesamiento hardware.

#### Flujos

Los flujos se definen generalmente por el número de paquetes correlacionados. Pueden tener una granularidad muy baja (p. ej., todos los paquetes que componen una simple transferencia de

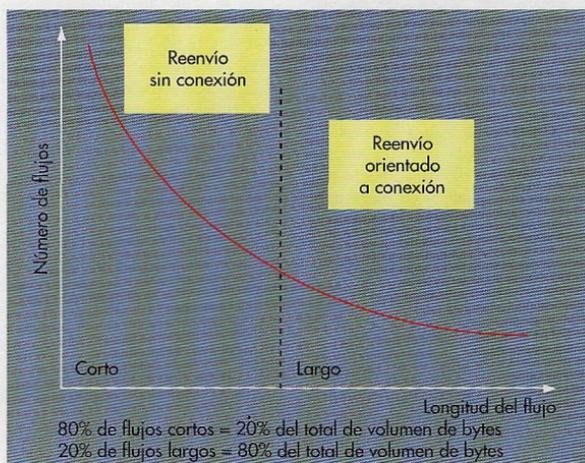


Figura 5 – Distribución de longitud de flujos

ficheros FTP) o estar agregados en una granularidad mayor (p. ej., todo el tráfico concentrado que va desde un punto de entrada a uno de salida en un dominio administrativo soporte). Flujos individuales con granularidad baja se usan para exhibir una distribución de longitudes (en términos de paquetes) muy específica, como la mostrada en la **Figura 5** (ver <http://www.nlanr.edu/Flouresearch>).

Mientras que los flujos largos (p. ej., las transferencias de ficheros de varios megabytes) tienden a ser relativamente infrecuentes, un router básico típico maneja simultáneamente un gran número de pequeños flujos (actualización de ruteo, preguntas de servicios de directorio, etc...). Este fenómeno nos lleva a dos interesantes observaciones:

- Los flujos cortos, quizás de solo unos pocos paquetes de longitud, no deben ser tratados en un modo orientado a conexión ya que el proceso de establecimiento de conexión crea una sobrecarga inaceptable en términos de latencia del establecimiento y exceso de protocolo. Sin embargo, los flujos a largo plazo pueden soportar procedimientos de establecimiento relativamente lentos si con ello se puede conseguir un camino de envío más corto con mejora del caudal total y de la latencia de los procesos.
- La característica de no ser local del tráfico Internet (es decir, la regla del 80/20 de tráfico local frente al de larga distancia tiende a invertirse -hasta con prestar atención a los dominios visitados cuando se teclea durante una sesión de navegación por la red) se traduce en un número muy grande de flujos simultáneos en un router central típico (más de 100K). Podemos por tanto suponer sin riesgo que el número de recursos CO (es decir, el espacio de tablas de VP/VCs del ATM disponible en un conmutador central) va a ser insuficiente para poder asignar un VC individual a cada flujo. De este modo, nos encontramos en una situación en la que los recursos CO (y sus beneficios asociados, tales como garantías de QoS provisto a cada VC individual por la capa ATM)

son escasos en los conmutadores centrales, lo que nos lleva a la necesidad de proveer una política de asignación.

Resumiendo, las redes Internet de siguiente generación convergerán hacia una mezcla de técnicas CO y CL allá donde los recursos CO sean inherentemente escasos. Por un lado, algunos flujos seleccionados se beneficiarán de caminos individuales CO con fuerte garantía de QoS (permitiendo procesos de selección de camino y ruteo más largos y complejos, durante todo el camino). En el otro extremo, los flujos cortos serán enviados a través de una red estática totalmente mallada en modo CL con una mínima sobrecarga. En medio, queda una zona gris en la que se pueden asignar recursos CO mediante algoritmos y protocolos sencillos de señalización y ruteo atajado.

Un corolario de estas observaciones es que existen una serie de parámetros que van a influenciar fuertemente la escalabilidad de cualquier esquema de atajado para IP sobre ATM:

- El tamaño de las tablas VP/VC: cuanto mayor sean las tablas VP/VC en un conmutador, más flujos se podrán beneficiar del atajado.
- La capacidad de mezclar VP y VC, esto es, la posibilidad de mezclar flujos de VPs o VCs diferentes en un único VP o VC. El problema de mezclar VCs representa un desafío especial debido al uso por IP sobre ATM de la capa de adaptación AAL5, lo que significa que solamente se pueden mezclar los paquetes al nivel de trama, no al de celda. Básicamente, esto significa que los conmutadores ATM con amplia mezcla de VC operan de acuerdo a los principios de conmutación de trama de tamaño variable en lugar de hacerlo según los principios de conmutación de celda de tamaño fijo.
- Políticas inteligentes de rechazo de paquetes: la pérdida de una simple celda corrompe un paquete y hace inútil el continuar enviando -las demás celdas del paquete. Se pueden conseguir mejoras significativas en la "entrega correcta" (es decir,

volumen de tramas incorruptas) mediante la integración de un mecanismo inteligente de rechazo de celdas en conmutadores ATM (ver <http://ftp.ee.lbl.gov/floyd/epd.html>).

- La complejidad de los esquemas de señalización y ruteo, que van a influir fuertemente en la tasa a la que se pueden asignar/liberar recursos CO. Obviamente, esta medida se tendrá que equilibrar con los requisitos inevitables de QoS.

La prestación de estas nuevas características puede implicar una importante re-ingeniería de la generación actual de conmutadores ATM.

### La revolución IPv6

No se puede completar la valoración de la escalabilidad de la siguiente generación de redes Internet sin dedicar unas palabras al gran impacto del IP versión 6 (ver <http://playground.sun.com/pub/vpng/html/vpng-main.html>).

Por supuesto, no debemos olvidar nunca que la justificación principal para introducir IPv6 fue la escasez de espacio de direcciones del IPv4, problema creado por una mala gestión administrativa del espacio de direcciones IPv4 unido a la inesperada alta tasa de crecimiento de Internet. Como consecuencia, fue inevitable la ampliación del espacio de direcciones de 32 a 128 bits.

Afortunadamente, esta oportunidad se está aprovechando para introducir otros cambios que beneficiarán la escalabilidad de Internet:

- Introducción del concepto de identidad de flujo (*flow ID*) en la cabecera del IPv6, que ofrece soporte intrínseco para el paradigma de envío mezclado CO/CL.
- Estructura racionalizada de la cabecera de IPv6, disminuyendo el umbral para procesamiento completo de las cabeceras IPv6 por hardware.
- Atención específica a la planificación y administración de asignaciones del espacio de direcciones de IPv6 (ver <http://www.ietf.org/html>).

*charters/ipngwg-charter.html*).

- Soporte continuado a un tamaño de paquetes variable (hasta "jumbogramas" de 4 Gigabytes), que permitirá que la tecnología de conmutación pueda escalarse mejor a las velocidades de transmisión física, al mismo tiempo que continuar proveyendo aplicaciones multimedia (con requisitos de paquetes de pequeño tamaño) y eficiencia en el transporte de datos sin requisitos de tiempo real.

Un aspecto específico de la escalabilidad —la definición de escenarios de transición de IPv4 a IPv6— está siendo investigado por el grupo de trabajo del IETF ngtrans (Next Generation Transition), ver <http://www.ietf.org/html.charters/ngtrans-charter.html>.

## ■ Conclusión

Tras la onda inicial de expansión, alimentada por la necesidad de interconectividad entre computadores en entornos de grandes negocios, gobierno e investigación, se espera que la siguiente fase de crecimiento en Internet llegue de otros mercados con, incluso, un mayor potencial:

- Computación de personal nómada, soportando variedad de accesos de red, tanto alámbricos como inalámbricos, lo que les hace candidatos idóneos para tecnología Internet.
- Ocio por red, que debe centrarse en soporte multimedia, QoS, capacidades de reparto múltiple (multicasting) y auto-configuración.
- Control de aparatos (tales como equipos de encendido, equipos de calefacción y refrigeración, motores) donde el bajo coste y la simplicidad serán esenciales

El denominador común en todas estas nuevas aplicaciones es que pueden empequeñecer el problema ya detectado de escalar la Internet actual. Los aspectos identificados en este artículo ofrecen solo un tentador vislumbre de los problemas que deben resolverse para construir la siguiente generación de Internet.

Sin embargo, parece que los sólidos principios operacionales y arquitecturales, identificados en la introducción, que permitieron la expansión existente de Internet, pueden ampliarse. Esto debe inspirar a los diseñadores que están trabajando en la tecnología básica en la que se construirá la próxima generación de Internet.

## ■ Bibliografía

- 1 Bob Metcalfe, Doomsayer of the Internet:  
<http://www.infoworld.com/pageone/opinions/metcalfe/bmist.htm>
- 2 Will the Internet collapse?  
<http://www.nahu.org/collapse.htm>
- 3 Death of the Internet:  
<http://www.merit.edu/ipma/press/death.html>
- 4 Scalability and policy routing:  
[http://www.nlanr.net/Papers/bc\\_papers/ie.html](http://www.nlanr.net/Papers/bc_papers/ie.html)
- 5 Shortcut forwarding:  
<http://www.csl.sony.co.jp/person/ae/mizu/inet/mlr.html>
- 6 Internet performance measurement:  
<http://www.merit.edu/ipma/analysis/>

Marc Vandenhouste está a cargo de la unidad de arquitectura de redes en el centro de investigación corporativo de Richardson, Tx., Estados Unidos.

# TÉCNICAS DE ATAJADO PARA AUMENTAR LA CAPACIDAD DE INTERNET

P. DUMORTIER

**Los routers IP del mas alto nivel pueden manejar millones de paquetes por segundo, pero la futura Internet necesitará de mucha mas capacidad de envío**

## ■ Introducción: papel de los routers en Internet

Los routers son el sistema nervioso de Internet. Estos nodos se comunican entre sí mediante protocolos de encaminamiento distribuidos y usan esta información para tomar las decisiones apropiadas en el reenvío de paquetes. Al buscar en una hoja web, cargar ficheros o enviar mensajes por correo electrónico todo parece igual en Internet: los routers son los que se encargan de los paquetes IP (protocolo Internet). La capacidad de los routers para calcular un buen camino que conduzcan a los paquetes hasta el destino correcto conjuntamente con el proceso de la capacidad de dichos paquetes determinan las prestaciones que uno percibe como usuario final.

## Funciones de los routers

Los routers realizan dos funciones independientes: *determinación de ruta* y *reenvío de paquetes*.

La función de *determinación de ruta* incluye la recogida de la información del estado de la red, el pre-cálculo de las rutas y el almacenamiento de la información del siguiente salto para cada destino en una tabla de encaminamiento local. El tipo de información de estado depende del protocolo de encaminamiento que se está usando. Los protocolos de vector distancia, tal como el protocolo de información de encaminamiento (RIP), cuentan el número de (nodos) saltos que tienen lugar hasta el destino, mientras que los protocolos basados en el estado del enlace, como el primer camino abierto más corto (OSPF), primero construyen un mapa de la topología local de la red que se usa para calcular el camino mas corto. La tabla de encaminamiento es una lista

de destinos de red aconsejados (es decir, de direcciones IP enmascaradas) que incluye el siguiente salto correspondiente hacia el camino de destino. Actualmente, una tabla de encaminamiento completa tiene alrededor de 50.000 entradas.

La función de *reenvío de paquetes* comprende la consulta en la tabla de encaminamiento de la dirección de destino del paquete entrante y el transporte de este paquete desde la entrada hasta el puerto apropiado de salida. Al contrario de la función de determinación de ruta, que se puede realizar fuera de línea a partir del proceso del tráfico local, el reenvío de paquete se tiene que ejecutar "al vuelo" cada vez que un paquete llega a uno de los interfaces del router.

## El reto de los routers de hoy

Los protocolos de encaminamiento dinámico y distribuido han dado a

	Requisitos	Aspectos técnicos	Problema
Internet Global	Escalabilidad	Encaminamiento jerárquico	Cálculo distribuido de rutas en redes muy grandes
Internet de calidad de servicio	Calidad del Servicio: política, consideración de costes	Encaminamiento multi-parámetro	Determinación de ruta basada en las características complejas y dinámicas del enlace
Internet de banda ancha	Alta capacidad eficaz, bajo retardo		Distribución de alto ancho de banda con el mínimo retardo

Tabla 1- Retos en el encaminamiento de Internet

Internet un alto grado de fiabilidad y flexibilidad. Sin embargo, la ambición nueva para llevar tráfico de banda ancha y su sensibilidad al tiempo están imponiendo nuevos retos al modelo de encaminamiento actual, resumido en la **Tabla 1**.

Este artículo considera el tercer reto de la **Tabla 1**. El número de usuarios que surgen junto con el número creciente de aplicaciones multimedia están produciendo un bombeo significativo en el volumen de tráfico global. Consecuentemente, las velocidades de

proceso de los routers necesitarán estar en línea con estos requisitos desorbitantes de capacidad.

**■ Cuellos de botella del router: Dos soluciones posibles**

Los rigurosos requisitos en la capacidad eficaz de la operación de reenvío han producido que los routers evolucionen desde el proceso del software en estaciones de trabajo Unix, como en los primeros días

de Internet, a los dispositivos dedicados autónomos que conocemos hoy. Los actuales routers tienen una arquitectura de bus compartida que conecta una potente unidad de proceso central (CPU) a una variedad de puertos de entrada/salida para su uso con Ethernet, ATM (modo de transferencia asíncrono), interfaz de datos distribuidos de fibra (FDDI), T1/E1, etc. El CPU realiza todas las funciones de determinación de ruta y de reenvío de paquete. El cableado, el uso intensivo de técnicas de captura y la especialización del protocolo (IP optimi-

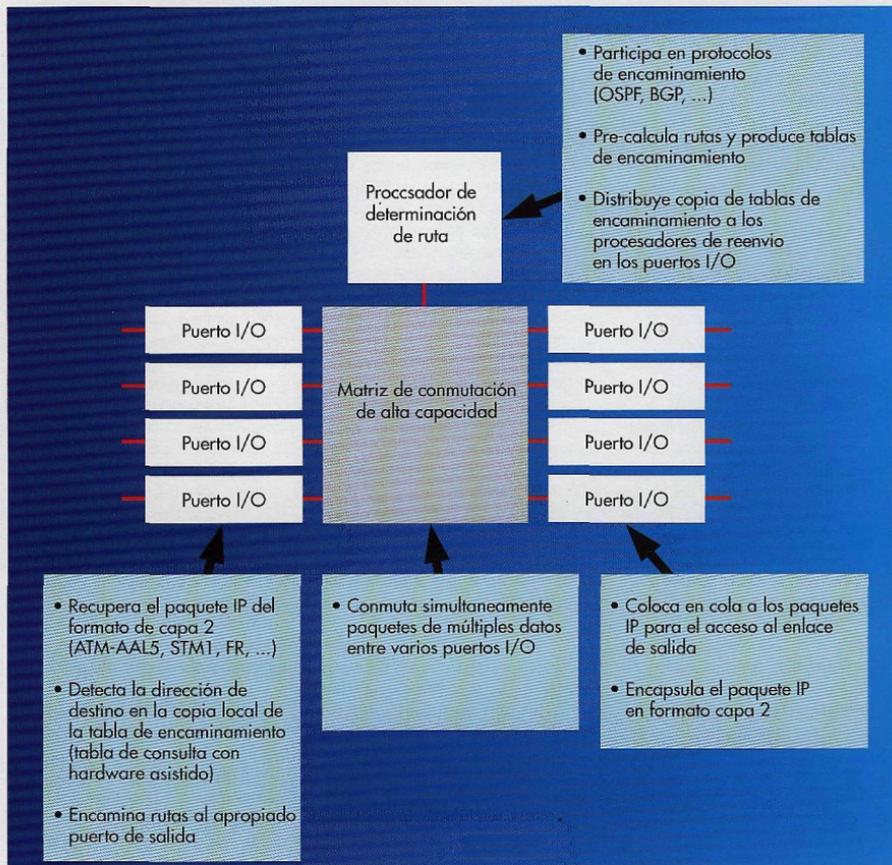


Figura 1 - Principio de la arquitectura de giga-router

zado) han aumentado la capacidad de reenvío a los niveles alcanzados por los actuales routers IP.

Sin embargo la arquitectura de CPU única con el bus compartido está alcanzando sus límites con unas magnitudes de prestaciones que llegan a algunos centenares de miles de paquetes por segundo. Por otro lado, el tráfico Internet está aún lejos de alcanzar su pico, con el resultado de que los routers están llegando a ser cuellos de botella de forma creciente en el proceso de envío de información de extremo a extremo. Adicionalmente, los routers congestionados no solamente aumentan el retardo, sino también dan lugar a la pérdida de paquetes que, a su vez, aumentan la congestión en cuanto que el control de flujo del protocolo de control de transmisión (TCP) retransmite automáticamente los paquetes. Los routers sobrecargados son una pesadilla para los proveedores y operadores de los puntos de acceso de red (NAPs) de la red de transporte de Internet, los cuales interconectan estas redes. Las redes MAE-East (Washington DC) y MAE-West (San José, CA) de MFS NAPs, que manejan conjuntamente alrededor del 65 % del tráfico Internet mundial, ya sufren pérdidas de paquetes de aproximadamente el 20% bajo condiciones de pico de carga [1].

Adicionalmente, la escalación de la capacidad hace que sea esencial la necesidad de revisar la arquitectura actual. Existen básicamente dos caminos para superar el cuello de botella del router: recurrir a nuevas arquitecturas internas de router mediante las cuales poder realizar el encaminamiento a velocidades agregadas de las líneas cableadas o cambiar a una integración más rígida de reenvío de capa 2 y capa 3 para hacer más eficiente el uso de las tecnologías de capa 2 de alta capacidad, tal como el ATM.

### **Giga-routers: La respuesta IP**

Es necesario introducir las nuevas arquitecturas de router para satisfacer los cada vez más exigentes requisitos de capacidad eficaz de la red. La interconexión de bus compartido no es capaz de alcanzar las cada vez mayores velocidades que se requieren en el puerto. Un

enlace OC-48 totalmente cargado suministra en un router más paquetes que los que todos los puertos juntos de una versión actual de alto nivel pueden procesar. Si a esto se le añade un aumento en el número de puertos interconectados, no se espera que un único bus compartido lo pueda soportar. Un nuevo router necesita una matriz de conmutación con capacidad de interconexión paralela entre puertos.

Adicionalmente, el procesador central, que se usa para realizar tanto encaminamiento como reenvío, representa otro cuello de botella. Incluso las plataformas de multiprocesadores no pueden ganar la carrera. Lo que se necesita es una plataforma de proceso distribuido que pueda realizar operaciones de reenvío, tal como una tabla de consulta, directamente en el puerto de entrada/salida sin tener necesidad de realizar reenvíos adicionales a y desde un banco central de proceso. El procesador central se requiere solamente para la determinación de la ruta, es decir, para precalcular rutas y compilar tablas de encaminamiento en base a la información del estado de la red obtenida por medio de los apropiados protocolos de encaminamiento.

En la **Figura 1** se muestra una arquitectura típica de giga-router.

Separando la función de determinación de ruta de la función de reenvío de paquetes también se establece la base para el desacoplo y posterior distribución de la función de reenvío que puede ser controlada por un *servidor de ruta* central.

### **Encaminamiento por atajo: La respuesta IP/ATM**

Existe un camino más inteligente para hacer que las prestaciones del router satisfagan los requisitos de capacidad eficaz de la red, que consisten en hacer disminuir los requisitos más que aumentar las prestaciones. En este contexto es donde tienen entrada las técnicas de atajado. Se puede relajar la necesidad de unas prestaciones desorbitantes de la red en la operación de reenvío de paquetes, mediante la delegación de la mayoría de las funciones de capa 2. Esto se

puede llevar a cabo usando, por ejemplo, la tecnología de conmutación ATM de altas prestaciones. Reenviando la mayoría del tráfico de capa 3 directamente a la capa 2, el reenvío medio se convertirá a uno de tipo más orientado a conexión, más basado en hardware. Este concepto se llama *encaminamiento por atajo*, refiriéndose a su posibilidad de atajar entre los routers en el proceso de reenvío. Primariamente el encaminamiento por atajo afecta a la función de reenvío de paquete de un router. El atajo afectará a la función de determinación de ruta, dependiendo de que se consideren o no rutas alternativas.

El encaminamiento por atajo se aplica particularmente a las redes de acceso múltiple sin difusión (NBMA), donde se puede proporcionar conectividad directa entre dos nodos NBMA. En el contexto de IP sobre ATM, el datagrama IP se puede transferir a través de los límites de la (sub)red sin necesidad de ser procesado por un router IP, o la topología virtual ATM se puede alterar flexiblemente para crear nuevas adyacencias entre routers IP remotos (**Figura 2**). Esto tiene una serie de ventajas, incluyendo una mayor capacidad eficaz de la red, retardos más cortos extremo a extremo, carga reducida del router, mejor utilización de las capacidades de calidad de servicio (QoS) y optimización de camino dentro de la nube de NBMA. El resultado es un camino de reenvío mezcla de los orientados a conexión/sin conexión para el tráfico puro sin conexión de capa 3 que mejor se pueda hacer; el mecanismo de atajo establece "conexiones" parciales a lo largo de otro tipo de camino de reenvío extremo a extremo sin conexión.

### **Giga-encaminamiento frente a encaminamiento por atajo**

El mecanismo para el encaminamiento por atajo IP/ATM y cuestiones asociadas han sido ampliamente tratado en otras publicaciones [2]. Sin embargo, aparte de *como* se establece un atajo, la cuestión de *cómo* se establece todavía se mantiene abierta. La **Tabla 2** compara las principales características de ambas técnicas

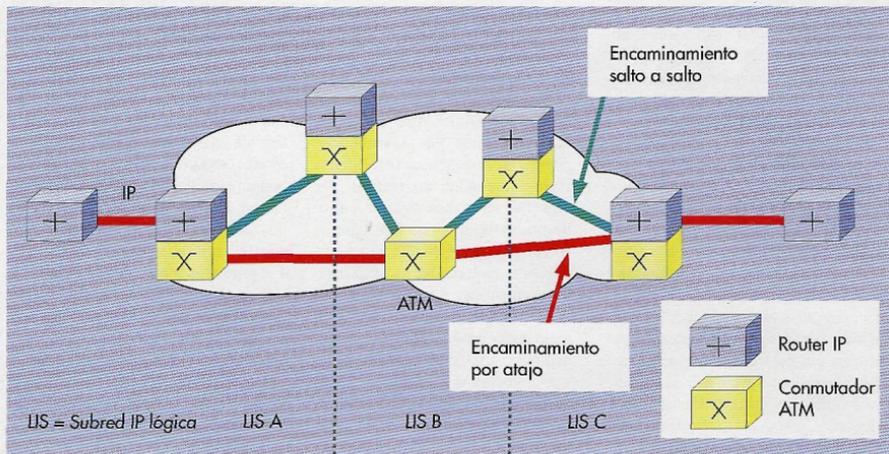


Figura 2 - Principio del encaminamiento por atajo

■ **Eventos que provocan el establecimiento de atajo IP/ATM**

El punto de partida es que la entidad básica de reenvío no es ni un paquete ni una celda sino una *flujo*. Lo que tiene que cumplir un atajo es, en primer lugar, alto volumen de tráfico y flujos de larga vida, es decir, un tráfico que esté cargando intensamente la función de reenvío de paquete en el router. Este tipo de tráfico es un principal candidato a ser introducido dentro de un atajo capa 2 dedicado del tipo orientado a conexión.

Al definir un flujo como un *conjunto de paquetes consecutivos correlacionados*, la connotación de un flujo puede

variar dependiendo del punto en la red donde el flujo se procese. En redes troncales, los flujos tienen que ser caracterizados por una gruesa granularidad, por ejemplo, 'todos los paquetes IP que salen de la red de transporte lo hacen a través de la misma salida del router'. En las instalaciones del usuario final, por otro lado, la caracterización del flujo se hará con la granularidad mas fina, por ejemplo, 'una sesión de protocolo de transferencia de ficheros (FTP) desde un usuario a un servidor particular'. En la red troncal, no importa si los paquetes se ha originado un FTP o una sesión Telnet o si el tráfico va al usuario A o al usuario B en el mismo destino de la red. Por el contrario, en la red de acceso del proveedor

de servicios Internet (ISP), es importante conocer si el tráfico va al usuario A o al usuario B.

Como cada nivel en la red tiene su propia interpretación de 'correlación' entre paquetes, la definición del flujo también variará, como la identificación de los flujos como de 'alto volumen' o de 'larga vida'. Consecuentemente, el evento que da lugar a un atajo también será de una naturaleza diferente dependiendo de la posición en la red.

La mayoría de las propuestas de atajo han elegido explícitamente un evento particular para dar lugar al mismo, que constituye un flujo muy específico. Un modelo de atajo genérico no debería ser acoplado a un evento específico. Por su parte, una arquitec-

Giga-router IP	Encaminamiento por atajo IP/ATM
Estándares existentes	Nuevos estándares (MPLS, NHRP, etc)
Nuevo hardware	Hardware existente (software actualizado)
Capa 2 múltiple (SDH, ATM, Ethernet rápido, etc.)	Capa 2 única
Capa 3 única (IP)	Capa 3 múltiple (IP, ATM nativo)
La extensión a QoS necesita nuevos desarrollos	Reuso potencial del QoS del ATM
No obvia implementación de redes privadas virtuales	Directa implementación de redes privadas virtuales
Prestaciones solicitadas a ser validadas	Prestaciones solicitadas a ser validadas

Tabla 2 - Comparación entre giga-routers IP y routers por atajo IP/ATM

tura de atajo deberá ser capaz de reaccionar flexiblemente a una variedad de fuentes provocadoras de los mismos y establecer una combinación flexible de tres tipos de atajos: basados en topología, en el tráfico y en la demanda.

### Atajos basados en la topología

En este caso la caracterización de flujo está basada en la topología. Usualmente comprende todos los paquetes que tienen un subconjunto idéntico común de sus rutas. En general, cuanto mas pequeño sea este subconjunto común, mas corto será el atajo (en términos del número de routers a ser puenteados), pero del atajo se beneficiará el mayor número posible de paquetes.

Ejemplos de correlaciones de topología son:

- Dirección de la fuente IP común y/o dirección del destino común; red IP con fuente y destino comunes; entrada común en la tabla de encaminamiento.
- Router con entradas y/o salidas comunes de nube ATM; router con atajo común para nube de salidas; identificador de salida OSPF común.
- Protocolo independiente específico de multidifusión. árbol de multidifusión de modo disperso (PIM-SM).

Para evaluar la idoneidad de cualquiera de estas caracterizaciones del flujo topológico se pueden considerar dos criterios importantes:

- *Eficiencia en la utilización del recurso VP/VC:*

El propósito de los atajos topológicos es *a priori* definir flujos de tal manera que, potencialmente, sobre el mismo atajo el mayor número posible de paquetes se puedan puentear en tantos routers como sea posible. Consecuentemente, se deben evitar múltiples atajos idénticos (granularidad demasiado fina, tal como una 'dirección de fuente y destino común') establecidos sobre el mismo segmento de ruta, incluso atajos que cubren demasiado pocos saltos de

routers (granularidad demasiado gruesa, tal como un 'siguiente salto común').

- *Fácil implantación:*

La caracterización ideal de la granularidad del flujo vista desde un punto de vista de la eficiencia, puede, en la práctica, ser difícil o incluso imposible de realizar. Por ejemplo, agrupando todo el tráfico de una nube ATM en una entrada común del router de una forma más eficiente, en términos de utilización de espacio camino virtual/circuito virtual (VP/VC), pero los nodos de atajo deben tener mezcla de capacidades VC (VC multipunto a punto sin protocolo de unidad de datos (PDU) AAL5) y debe estar basado en la manipulación (detección, interpretación, recuento de paquetes, etc.) de información enviada desde el paquete IP (p. ej., dirección IP, puerto TCP), o desde el estado de información almacenado en el router (p. ej., tabla de encaminamiento, mapa topológico).

Un caso especial de atajos topológicos son los *árboles de multidifusión IP*, tales como los generados por PIM-SM [3]. El encaje de estos arboles de multidifusión IP en conexiones punto a multipunto ATM puede atajar el árbol completo. Esto es particularmente interesante puesto que el tráfico de multidifusión es usualmente de alto volumen (p. ej., la distribución de video en Mbone, ver <http://www.mbone.com/mbone/what-is-mbone.html>) y, por consiguiente, es elegible para ser tráfico de atajo. Adicionalmente, el tráfico de multidifusión es del tipo de protocolo de datagrama de usuario (UDP), y éste, al contrario que el TCP, no se almacena cuando la red se congestiona. Por consiguiente, el alto volumen de tráfico UDP está incluso empeorando la congestión de los routers. Sacando este tráfico de los routers permitirá que los routers puedan manejar eficientemente el tráfico TCP. Solamente los paquetes UDP procedentes de protocolos de consulta-respuesta de bajo volumen, tales como el dominio del nombre de

servicio (DNS) deberían ser reenviados salto a salto en la capa 3.

Los atajos basado en topología tienen la ventaja de ser semi-estáticos y pueden ser establecidos antes de que cualquier paquete use realmente este tipo de atajo. Esta naturaleza semi-estática se puede utilizar más frecuentemente para optimización, especialmente cuando el espacio VP/VC es limitado. Los atajos basados en topología tienen usualmente una granularidad gruesa, que resulta en una utilización eficiente VC/VP. La mayor desventaja es la falta de realimentación en el uso real del atajo. Derivando los atajos desde correlaciones topológicas se podrían, en teoría, establecer atajos allí donde, en realidad, no hay nada de tráfico.

### Atajos basados en el tráfico

La caracterización del flujo, en este caso, se basa en una correlación del tráfico, tal como el tipo de aplicación o volumen de tráfico. Ejemplos de correlaciones de tráfico son:

- FTP, Telnet, sesión de protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) de un usuario final específico (supervisión puerto TCP; concepto Ipsolcn).
- Densidad de tráfico que exceda un cierto umbral.

Las correlaciones basadas en el tráfico tienen una granularidad más fina que las basadas en topología y, por consiguiente, consumen más espacio VC/VP. Una desventaja adicional es que su caracterización es de naturaleza muy dinámica. Los flujos necesitan ser detectados 'al vuelo' y los atajos necesitan seguir esta dinámica. La alta tasa de establecimiento/desmantelamiento del VP/VC que resulta es un problema significativo para el procesador del nodo. La dinámica se puede reducir aplicando umbrales de uso adaptables (contadores de paquetes con temporizadores) en los flujos de granularidad más gruesa.

El principal valor de un atajo basado en el tráfico es que se establece precisamente donde fluye el tráfico. Los

	Atajo basado en la topología	Atajo basado en el tráfico	Atajo basado en la demanda
Correlación	Subconjunto común de ruta; Grupo de Multidifusión común	La misma aplicación de usuario final (número de puerto TCP);	Correlación instruida
Detección de flujo	Dirección de fuente y destino en la cabecera del paquete; Entrada de la tabla de encaminamiento o mapa topológico; Mensajes PIM-SM "unir y podar"	Número del puerto TCP en la cabecera del paquete (Telnet, FTP, HTTP, NNTP, SMTP, etc.); Contador de paquetes y temporizador asociado; Detección del protocolo de resolución de dirección de paquetes (ATM).	Señalizado por el usuario final (p. ej. mediante RSVP); Etiqueta de flujo IPv6; Instruido por el gestor de Red.
Motivación al atajo	Optimizar la utilización de los recursos globales de la red; Mejorar la capacidad eficaz promedio para los usuarios finales	Proporciona rápidos conductos (atajos) para un subconjunto seleccionado de flujos de tráfico; Elimina de los routers flujos de alto volumen y de larga vida	El abonado es cargado por los atajos, Acuerdo político con otros proveedores, Instalación de redes de área local virtuales
Fortaleza	Semi-estático; Muchos paquetes se pueden beneficiar del atajo	Atajos solamente establecidos donde ellos se usan eficazmente	Interesante suma a otros impulsores (servicio suplementario al usuario de Internet)
Debilidad	No realimentación del uso real del atajo; Necesidades de mezcla de VC para mejorar la escalabilidad	Alto consumo de espacio VP/VC; Arranque/liberación muy dinámica; Problema para detectar el final del flujo	No se divisa ninguna mejora en la utilización de los recursos de la red.
Realizaciones	Etiqueta de conmutación (Cisco); ARIS (IBM)	Conmutador IP (Ipsilon); CSR (Toshiba)	Ninguno

Tabla 3 - Resumen de las características de los impulsores de atajos

protocolos de consulta-respuesta, tal como el DNS, se enviarán salto a salto, mientras que los flujos de larga vida, tal como Telnet, y los de alto volumen, tal como FTP, son atajados.

### Atajos basados en la demanda

El tercer tipo de caracterización del flujo esta basado en consideraciones directamente económicas o políticas. Estas son correlaciones que no conducen a optimizar la utilización de recursos como tales, sino que proporcionan otras razones viables para iniciar los atajos.

Las correlaciones económicas son, por ejemplo, atajos solicitados por el usuario: ciertos paquetes especiales se consideran atajos porque, de una manera u otra, el usuario está pagando por ellos mediante un pago por utilización, por ejemplo, o mediante una mayor tasa de subscripción para 'lo mejor que se pueda hacer mejorado' como un servicio premium demandado por los usuarios. Los atajos se podrán demandar posiblemente mediante un protocolo simple de señalización remoto (p. ej., una versión recortada RSVP) o mediante el uso de la etiqueta IPv6 del flujo. Atajos demandados por el usuario son

el equivalente de la señalización ATM tradicional extremo a extremo. Una importante diferencia es, sin embargo, que un usuario puede iniciar atajos remotos en una nube ATM sin estar conectado a esa nube.

Las correlaciones políticas son otra clase de correlación instruida. Algunos flujos de tráfico pueden ser atajados de forma fija debido, por ejemplo, a acuerdos políticos con otros proveedores o debido a que un proveedor sirve a otro como red de tránsito. Como este tráfico de tránsito, por definición, atraviesa directamente la red, no tiene sentido el procesarlo en todos los saltos interme-

dios. Mejor que dejarlo para que sea descubierto como un atajo basado en la topología, el gestor de la red puede instalar este atajo directamente.

### **Características del impulsor de atajos**

La Tabla 3 resume las principales características de estos tres impulsores de atajos.

Desde un punto de vista técnico, la combinación de atajos basados en topología con una realimentación adicional de utilización real aparece como la idea más efectiva para optimizar la utilización de los recursos de la red (carga del router, consumo de espacio VC/VP, etc.) y para maximizar la mejora de la capacidad global de la red. La adición de atajos bajo demanda podría distorsionar de alguna manera este panorama, pero tiene sentido desde el punto de vista operacional y económico.

### **■ Conclusión**

El crecimiento exponencial en el número de usuarios de Internet conjuntamente con el incremento de las aplicaciones multimedia significa que la actual generación de routers no pueden satisfacer por más tiempo la tan explosiva demanda de anchura de banda. De

manera creciente, estos routers están llegando a ser cuellos de botella en el proceso de reenvío de información extremo a extremo.

Se divisan dos soluciones para resolver este cuello de botella que produce el router. Una opción es introducir nuevas arquitecturas *internas* de routers que se parezcan mas a conmutadores especializados (giga-routers). La otra opción es cambiar a arquitecturas *externas* de encaminamiento e integrar mas estrechamente IP y ATM mediante reenvío de flujos de tráfico de alto volumen y larga vida directamente en la capa ATM (encaminamiento por atajo).

A parte de que los propios mecanismos de encaminamiento por atajo (que se describe como realizar el atajo), la cuestión de *cómo* realizar el atajo aún prevalece, es decir ¿cuál es el evento que debe provocar un atajo? Este problema es analizado en este artículo. Para conseguir una arquitectura de atajo eficiente, la fuente que lo provoca deber estar desacoplada del mecanismo real de atajo. Sin embargo, este no es el caso en la mayoría de las propuestas. Adicionalmente, deberían ser definidos atajos genéricos como una combinación de tres tipos de atajos: los basados en topología, en el tráfico y en la demanda.

Mientras que todavía es demasiado pronto para saber si los giga-routers o las arquitecturas de encaminamiento

por atajo dominarán en la futura Internet, parece probable que ambos coexistirán como también lo parece que la superioridad de uno u otro concepto va a depender del entorno específico de la red.

### **■ Referencias**

- 1 R. Garveiss, "Is the Internet in trouble?". *Data Communications*, vol. 26, no. 12, septiembre 1997 (<http://www.data.com/roundups/trouble.html>)
- 2 P. Dumortier. "Towards a New IP over ATM Routing Paradigm", *Proceeding of the ISS 97 World Telecommunications Congress*. Toronto, septiembre 1997 (Abstract: <http://www.iss97.org/P-04-03.html>)
- 3 Protocol Independent Multicast - Sparse Mode (PIM-SM). Protocol Specification, IETF RFC - 2117 (<ftp://ds.internic.net/rfc/rfc2117.txt>)

**Philip Dumortier** es ingeniero senior de investigación del Departamento de Arquitectura de Red del Centro de Investigación Corporativo de Alcatel, Amberes, Bélgica.

## ABREVIATURAS DE ESTE NUMERO

<b>A</b>		<b>D</b>		GSM	Global System for Mobile Communication
AAA	autenticación, autorización y tarificación	DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency	<b>H</b>	
AAL	capa de adaptación ATM	DLC	bucle digital de transporte	HDSL	línea de abonado digital de alta velocidad
ADSL	bucle de abonado digital asimétrico	DMT	multi-tono discreto	HTML	HyperText Markup Language
ARPA	Advanced Research Projects Agency	DNS	servicio de nombre de dominios	HTTP	protocolo de transferencia de hipertexto
ASAM	multiplexor ATM de acceso al abonado	DoD	Departamento de Defensa	<b>I</b>	
ASIC	circuito integrado de aplicación específica	DSL	línea digital de abonado	IDC	International Data Corporation
ATM	modo de transferencia síncrono	DSLAM	multiplexor de acceso de línea digital de abonado	IETF	Internet Engineering Task Force
ATMF	foro ATM	DSP	proceso de señal digital	IN	red inteligente
ATU	unidad terminal ADSL	<b>E</b>		IP	protocolo Internet
<b>B</b>		EMS	sistema de gestión de elementos	ISP	router conmutador integrado
BA	banda ancha	ETSI	European Telecommunications Standards Institute	ISP	proveedor de servicios Internet
BE	banda estrecha	<b>F</b>		ISR	router de conmutador integrado
BRA	acceso básico (RDSI)	FDDI	interfaz de datos distribuidos de fibra	<b>L</b>	
<b>C</b>		FDM	multiplexor de división de frecuencias	L2TP	protocolo de tunelización de capa 2
CATV	televisión por cable	FNC	Federal Networking Council	LAN	red de área local
GBR	velocidad constante	FR	Frame Relay	LEO	satélite terrestre de órbita baja
CIDR	Classless InterDomain Routing	FTP	protocolo de transferencia de ficheros		
CMIP	protocolo de información de gestión común	<b>G</b>			
CL	sin conexión	GR	router de gigabit		
GO	central de conmutación				
CPE	equipo de la instalación del cliente				

<b>M</b>		PNNI	interfaz privado red a red	SNMP	protocolo simple de gestión de red
MPLS	conmutación de etiqueta de multiprotocolo	POP	Point of Presence	SOHO	pequeña oficina, oficina en casa
MPOA	multiprotocolo sobre ATM	POTS	servicios básicos telefónicos	SONET	red óptica síncrona, Synchronous Optical Network
		PPP	protocolo punto a punto	SVC	circuito virtual conmutado
		PPTP	protocolo de tunelización punto a punto		
<b>N</b>		PRA	acceso primario (RDSI)		
NAP	punto de acceso a la red	PVC	circuito virtual permanente		
NBMA	red de acceso múltiple sin difusión	<b>Q</b>		<b>T</b>	
NMS	sistema de gestión de red	QAM	modulación de amplitud en cuadratura	TC	convergencia de transmisión
NSF	National Science Foundation (EE.UU.)	QoS	calidad de servicio	TCP	protocolo de control de transmisión
NSP	proveedor de servicios de red			TMN	red de gestión de las telecomunicaciones
NT	terminación de red				
<b>O</b>		<b>R</b>		<b>U</b>	
OLS	servicios on-line	RAM	multiplexor de acceso remoto	UDP	protocolo de datagrama de usuario
OSI	interconexión de sistemas abiertos	RAN	nodo de acceso remoto		
OSPF	primer camino abierto más corto	RDSI	red digital de servicios integrados		
OSS	sistema de soporte de operaciones	RIP	protocolo de información de enrutamiento	<b>V</b>	
		RTPC	red telefónica pública conmutada	VC	circuito virtual
		RSVP	Resource Reservation Protocol	VLAN	LAN virtual
				VP	trayecto virtual
				VPN	red privada virtual
<b>P</b>		<b>S</b>		<b>W</b>	
PBX	centralita privada	SAP	punto de acceso al servicio	WAN	red de área amplia
PC	ordenador personal	SDH	jerarquía digital síncrona	WDM	multiplexión por división de longitud de onda
PCS	sistema de comunicaciones personales	SDP	punto de distribución de servicios	WLL	acceso fijo inalámbrico
PDU	protocolo de unidad de datos	SET	transacción electrónica segura	WWW	World Wide Web
PIM-SM	Protocol Independent Multicast - Sparse Mode	SMC	centro de gestión de servicio		
PINT	RTPC/Internet Interworking				