REDES VIRTUALES ATM BASADAS EN LANE/MPOA EVALUACIÓN DE UN ENTORNO REAL*

Xavier Martínez Álvarez, Josep Mangues Bafalluy,
Jordi Domingo Pascual, Josep Solé Pareta
Centro de Comunicaciones Avanzadas de Banda Ancha
Universitat Politècnica de Catalunya
Jordi Girona 1-3, Campus Nord, 08034 Barcelona
Tel. 93 4017182 Fax 93 4017055
{xavierm, jmangues, jordid, pareta}@ac.upc.es

Resumen.- *Las tecnologías LAN Emulation (LANE) y MultiProtocol over ATM (MPOA) se presentan como la solución óptima para el soporte de protocolos de red , especialmente IP sobre redes de entorno local y corportativas basadas en ATM. En este artículo se presenta una breve descripción de estas tecnologías. Posteriormente, se muestran los resultados de una evaluación de prestaciones y comportamiento sobre una infraestructura LANE/MPOA. Los resultados obtenidos muestran las mejoras en cuanto a retardo, throughput y carga de la CPU del router en el caso de utilización de MPOA respecto a LANE.*

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente existen varios métodos para transportar protocolos de red sobre redes ATM ([All95] y [And96]). Debido a la importancia del tráfico IP en las redes actuales, las experiencias presentadas en el presente artículo se han realizado con tráfico IP. Las soluciones principales disponibles para transportar IP sobre ATM son: Bridging over ATM según RFC1483 [Hei93], Classical IP over ATM según RFC1577 [LH98], y la combinación de LAN Emulation (LANEv2.0) y MultiProtocol Over ATM (MPOAv1.0) desarrollados por el ATM Forum [Fin96]. Este artículo se centra en la última solución, ya que aporta un mayor soporte de servicios, flexibilidad y gestión, además de ser la más novedosa.

LANE ([LAN97] y [LAN98]) esencialmente conecta los componentes pertenecientes a una subred a través de ATM. Esta conexión se realiza mediante la emulación de una red compartida (Ethernet o Token Ring), mapeando direcciones MAC en direcciones ATM y estableciendo los circuitos conmutados necesarios entre los elementos de red. Para conseguir esto se utilizan cuatro componentes: 1) LES (LAN Emulation Server) para la resolución de direcciones, 2) BUS (Broadcast and Unknown Server) para ofrecer la transmisión broadcast, 3) LECS (LAN Emulation Configuration Server) para la configuración de la red, y 4) LEC (LAN Emulation Client).

MPOA [MPO97] permite el transporte de protocolos de capa 3 (p.e. IP), es decir tráfico entre subredes, aprovechando la eficiencia de transporte ofrecida por ATM. MPOA utiliza la tecnología LANE para realizar el transporte de capa 2 en una misma subred. En cambio, para el tráfico entre subredes, la arquitectura propuesta se basa en equipos frontera o edge devices (MPC) y servidores de rutas (MPS). El tráfico se distingue en flujos, que son pasados entre subredes (tráfico inter-LAN) a través del router. Esto es así hasta que se supera un umbral, momento en el que se desencadena una petición de resolución de direcciones ATM desde el MPOA Client (MPC) al MPOA Server (MPS). Una vez realizada esta resolución, se puede establecer un circuito conmutado directo (llamado cut-through o short-cut) entre los MPCs involucrados en la comunicación. MPOA utiliza el protocolo Next Hop Routing Protocol (NHRP) [MPO97] para realizar la

* Este trabajo ha sido subvencionado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología con el proyecto "Demostrador de Nuevos Servicios para la Red Académica de Banda Ancha (SABA)" (TEL97-1054-C03-03).

resolución de direcciones. En la Figura 1 se muestran un esquema de los componentes de una red MPOA y un diagrama de funcionamiento de una red genérica utilizando esta tecnología.

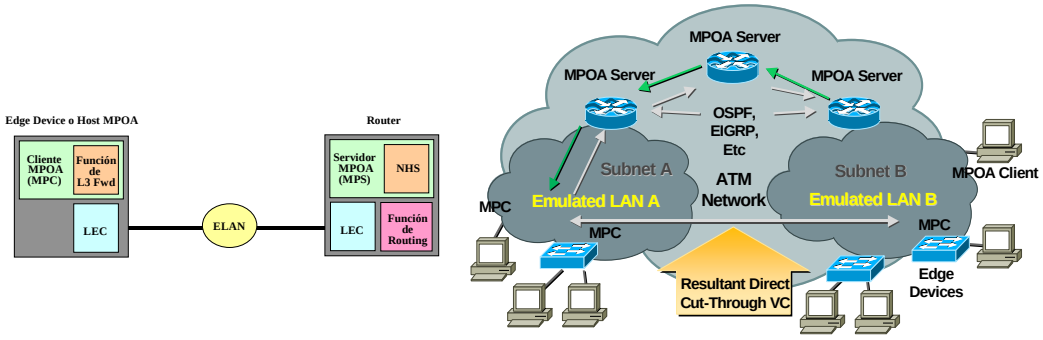

Figura 1: Componentes y diagrama de funcionamiento de MPOA

2. PRUEBAS DE LANE/MPOA EN ENTORNO LOCAL

En este apartado se muestran el escenario de trabajo y la metodología de medidas seguida para hacer la evaluación de prestaciones. También se exponen los resultados obtenidos después de la evaluación del sistema.

~~1.1~~2.1 ESCENARIO DE TRABAJO

Con formato: Numeración y viñetas

La red utilizada para realizar las pruebas pertenece al Centro de Comunicaciones Avanzadas de Banda Ancha perteneciente a la Universitat Politècnica de Catalunya. Los equipos y configuración utilizados se muestran en la Figura 2, utilizándose direccionamiento IP privado [R+96]. La red está basada esencialmente en equipos de dos fabricantes (FORE y CISCO) compuesta por:

- Conmutadores ATM Fore ASX-200BX y LE-155 y estaciones de trabajo Sun (Solaris 2.5.1.) con tarjetas ATM Fore-SBA200E con software ForeThought 5.0 ([For98a] y [For98b]). Se utiliza conectividad óptica STM-1.
- Router Cisco 7206. Puerto ATM (PA-A2). Adaptador de 4 puertos Ethernet (PA-4E). Software utilizado IOS 12.2 [Cis99].

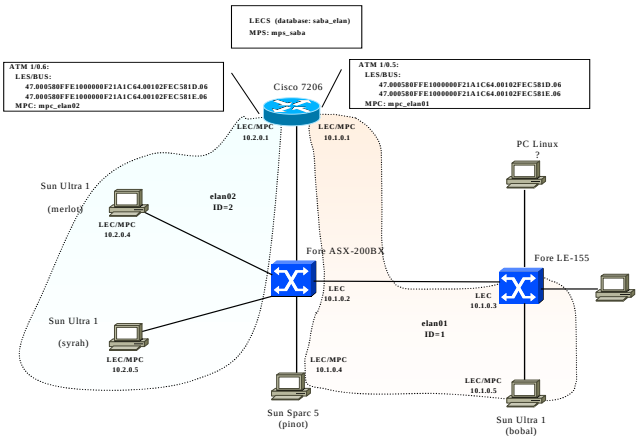

Figura 2: Configuración de red

2.2 METODOLOGÍA DE MEDIDA

La metodología de medidas utilizada para evaluar las prestaciones de la red desplegada se ha diseñado con el objetivo de, a parte de extraer las características principales de la red bajo estudio, que fuese genérica y extrapolable a otras tecnologías de routing virtual relacionadas, como podría ser MPLS.

Se ha hecho especial hincapié en el seguimiento de estándares de medidas y métricas de red como son las recomendaciones de los siguientes grupos de trabajo del IETF: IP Performance Metrics (IPPM) [P+98] y Benchmarking Methodology (BMWG) [BM99].

Las medidas se realizan con tráfico TCP y UDP utilizando conexiones sencillas y múltiples sobre una plataforma de red con distintas ELANs, tanto con MPOA activado como desactivado. Para comprobar las prestaciones de la red en situaciones de carga elevada se introduce tráfico de fondo (interferente). Se han utilizado distintas herramientas:

- Generación tráfico unicast y multicast: Mgen [NRL97].
- Análisis de máximas prestaciones: NetPerf [Net99].
- Medida de retardo: ping (ICMP) y echoping (UDP).

El motivo de utilizar dos herramientas de medida del retardo viene causado por el diferente tratamiento que los routers realizan sobre el tráfico ICMP respecto al TCP o UDP. Los routers dan prioridad al tráfico ICMP (tal y como se podrá observar en los resultados), por ello creemos conveniente obtener resultados comparativos teniendo en cuenta que el tráfico de fondo será UDP.

Los parámetros de red bajo medida han sido:

- **RTT (round trip time):** se obtienen los tiempos de ida y vuelta para distintos tamaños de paquete, utilizando ping y echoping. Estos tiempos se obtienen entre dos estaciones pertenecientes a distintas ELAN y cursando distintos niveles de tráfico, comparándose los casos de comunicación a través de router y de short-cut (MPOA).
- **Throughput:** se obtienen los desempeños máximos de tráfico TCP y UDP para dos estaciones situadas en ELANs distintas, en función de los tamaños de paquete y de buffers de transmisión y recepción mediante NetPerf.
- **Utilización media de CPU del router:** Se obtienen resultados comparativos de consumo de CPU del router en todos los casos, en presencia o no de MPOA.

2.3 EVALUACIÓN DE PRESTACIONES. RESULTADOS.

La Figura 3 muestra el escenario de pruebas del que se han obtenido los resultados presentados en esta sección. En las pruebas se han creado dos redes virtuales utilizando LANE, sobre una infraestructura ATM compuesta por dos conmutadores ATM (comunicándose a través de señalización PNNI) y un router. En cada LAN emulada se configuraron dos estaciones de trabajo Sun de idénticas características (Sun Ultra 1). Para los tests de retardos se enviaba tráfico para la medida de tiempos (ping y echoping) con diferentes niveles de tráfico de fondo entre las estaciones de trabajo involucradas en las pruebas. Estas pruebas se hacían pasando por el router que unía ambas ELANs (MPOA desactivado) y cuando el cut-through estaba activado, puenteando el router (MPOA activado).

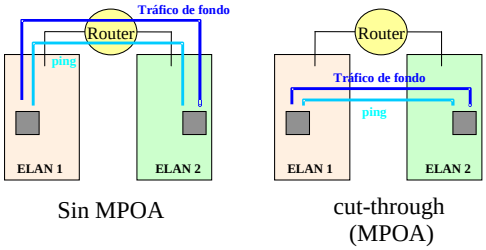

Figura 3: Escenario de pruebas

De la misma manera (pero sin tráfico de fondo) se realizaron las pruebas de throughput tanto con TCP como UDP. En los siguientes apartados se muestran los resultados obtenidos tanto en retardos como en throughput.

2.3.1. RETARDO (ROUND TRIP TIME)

La Figura 4 representa el tiempo de ida y vuelta (RTT) medido en milisegundos para diferentes niveles de tráfico de fondo tanto con MPOA activado o desactivado. Los resultados fueron obtenidos mediante la herramienta ping con un tamaño de paquete muy elevado (60 Kbytes) de cara a resaltar el comportamiento de la red en un caso extremo. Las barras de error de cada punto representan los valores máximo y mínimo obtenidos en las medidas, mientras que el punto que se halla en la recta corresponde a la media. Es importante hacer notar el menor RTT obtenido en los casos en que MPOA está activo. Otro aspecto a destacar y representado en la figura es la carga de CPU del router que en el caso de interferencia constante de 100 Mbps llega al 50% provocando unas pérdidas muy importantes en el tráfico de ping.

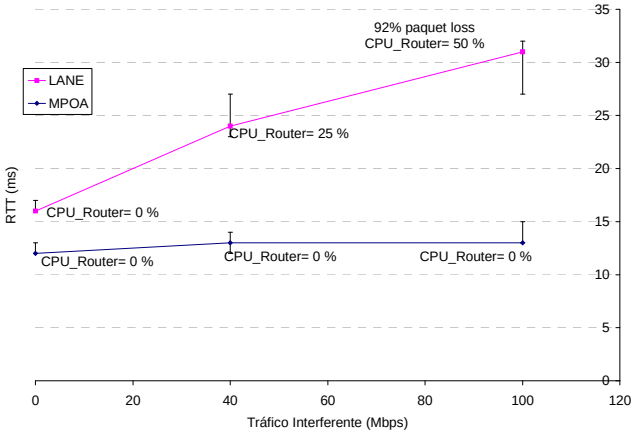

Figura 4. RTT (ms) frente a tráfico de fondo (I) con y sin MPOA. Ping de 60000 bytes (ICMP)

En la Figura 4 se presenta un estudio comparativo entre la utilización de ping (ICMP) y echoping (UDP) con el mismo tamaño de paquete (1000 bytes) e idénticas condiciones de contorno (tráfico de fondo). Los resultados continúan reflejando una mejora sustancial en los casos de activación de MPOA.

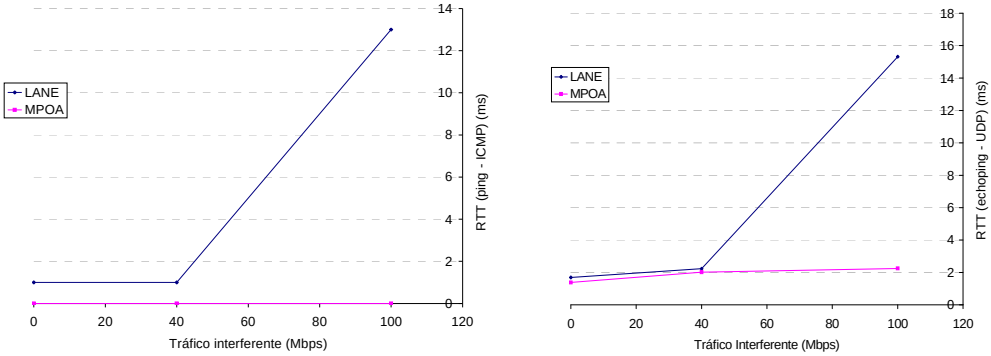

Figura 5: RTT (ms) frente a tráfico de fondo (I) con y sin MPOA

~~2.3.1.~~2.3.2. THROUGHPUT

Con formato: Numeración y viñetas

En la Figura 6 se representan los máximos desempeños (throughput) de tráfico TCP y UDP entre dos estaciones Sun situadas en redes distintas con MPOA activado y desactivado. Este parámetro bajo medida (throughput) se representa en función de otros dos parámetros: el tamaño de los buffers (emisión y recepción) y el tamaño de paquete IP. Los resultados muestran una importante mejora en las prestaciones cuando se utiliza MPOA y para tamaño de paquete grande. Para tráfico UDP se obtienen desempeños que se aproximan a la máxima capacidad de carga útil de los enlaces STM-1 utilizados (140 Mbps sin contar la sobrecarga de AAL5)

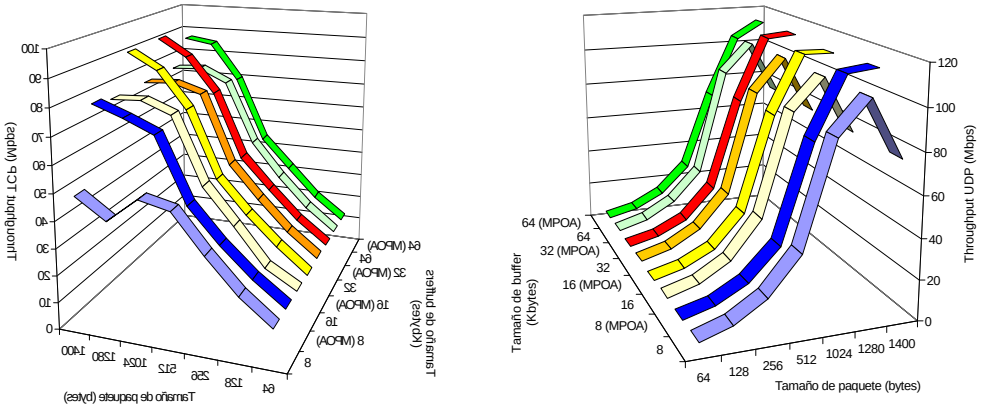

Figura 6: Throughput para tráficos TCP y UDP

3 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

Después del estudio y evaluación de las tecnologías LANE/MPOA se pueden extraer distintas conclusiones:

- Conclusiones del despliegue y configuración de red:
  - La combinación de tecnologías LANE y MPOA se presentan como la solución óptima para la utilización de IP en redes de entorno local o corporativo basadas en ATM. Por una parte, LANE permite la creación de redes virtuales (VLANs) de altas prestaciones y flexibilidad. MPOA complementa a esta tecnología dotándola de prestaciones de conmutación de IP de nivel 2. Son las tecnologías ideales para integrar redes tradicionales (Ethernet) en entornos ATM extremo a extremo.
  - El cumplimiento de estándares ATM Forum permite la interoperabilidad de equipos de distintos fabricantes. Sin embargo, se han identificado ciertas incompatibilidades o deficiencias, posiblemente debido a la novedad de las versiones utilizadas.
  - Se reduce la configuración y gestión frente a otras soluciones como IP sobre ATM (RFC2225).
- Conclusiones de los resultados obtenidos:
  - MPOA libera capacidad de procesado en los routers. De esta manera se pueden crear redes más grandes sin aumentar la capacidad (coste) de los routers y aprovechando la potencia de la conmutación ATM.
  - Debido a que la comunicación entre elementos de red se realiza a través de circuitos ATM directos, se aprovechan las ventajas de ATM como son alta velocidad, bajo retardo, conmutación hardware de nivel 2, etc. sin tener que atravesar routers, elementos que deben realizar un

procesado software de nivel 3. Ello redunda en unas mejoras sustanciales en el comportamiento: retardos menores, mayores capacidades de transferencia, etc.

El trabajo que está en curso o pendiente de realizar es el siguiente:

- Las tecnologías LANE y MPOA pueden presentar problemas de escalabilidad debido a su arquitectura orientada a servidor. Estos problemas son causados por la carga computacional en estos servidores, el número elevado de circuitos conmutados (SVCs) utilizados, etc. Por ello, se está realizando un estudio detallado del comportamiento en presencia de un número elevado de flujos con el objetivo de emular y poder evaluar el comportamiento de una red con elevado número de estaciones de trabajo y equipos de acceso.
- Estas tecnologías son óptimas en entornos LAN y pueden tener problemas de escalabilidad en entornos WAN y de troncal de Internet. Existe la tendencia de unificar estos estándares con soluciones como MultiProtocol Label Switching (MPLS) más idóneas en estos escenarios. Por ello estamos diseñando unas pruebas en entorno WAN a través de red ATM pública (Gigacom). El objetivo es evaluar el comportamiento de esta tecnología en un entorno de este tipo, donde los problemas de escalabilidad por número de SVCs, retardos, etc. pueden ser más patentes.
- Pruebas con aplicaciones multimedia sobre IP. El objetivo es comprobar las mejoras introducidas en aplicaciones reales con unas restricciones de calidad de servicio, especialmente retardos y variación de retardo. Otro aspecto que afecta a este tipo de aplicaciones es el servicio multicast que aunque es soportado en intra-LAN, MPOA no lo soporta en inter-LAN.

REFERENCIAS

[All95] A. Alles, ATM internetworking, Engineering InterOp, Las Vegas, Marzo 1995.

[And96] Andrews E. ‘MPOA Ties it All Together.’ Data Communications. Abril 1996.

[BM99] S. Bradner, J. McQuaid. Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices. RFC2544. Obsoleta a RFC1944. Marzo 1999.

[Cis99] Cisco Systems Inc. Configuration Guides and Command References. http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios120/12cgcr/index.htm, 1999.

[Fin96] Finn N., and Mason T. ‘ATM LAN Emulation.’ IEEE Communications Magazine. Junio 1996.

[For98a] FORE Systems, Inc. Fore Runner SBA-200 ATM Sbus Adapter User’s Manual, 1998.

[For98b] FORE Systems, Inc. Fore Runner ASX-200BX ATM Switch User’s Manual, 1998.

[Hei93] J. Heinanen. Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5. RFC1483. Julio 1993.

[LAN97] ATM Forum. LAN Emulation Over ATM Version 2 – LUNI Specification. Documento AF-LANE-0084.000 Julio 1997

[LAN98] ATM Forum. ‘LAN Emulation over ATM Version 2 – LNNI Specification-Draft 15. Documento STR-LANE-LNNI.01.01. Straw Ballot, Diciembre 1998.

[LH98] M. Laubach, J. Halpern. Classical IP and ARP over ATM. RFC2225. Obsoleta a RFC1577. Abril 1998

[MPO97] ATM Forum. Multi-Protocol Over ATM Version 1.0. Documento AF-MPOA-0087.000. Julio 1997

[Net99] NetPerf Homepage: http://www.netperf.org/netperf/NetperfPage.html

[NRL97] Naval Research Laboratory. Multi-Generator (MGEN). 1997.

[P+98] V. Paxson et al.. Framework for IP Performance Metrics. RFC2330. Mayo 1998.

[R+96] Y. Rekhter et al.. Address Allocation for Private Internets. RFC1918. Febrero 1996.