

# Herramienta para el Desarrollo de Algoritmos de Gestión de Recursos Radio en Sistemas LMDS

Luis Alonso\*, Jordi Pérez-Romero\*, Oriol Sallent\*, Manuel Poza♦

\*Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones –Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)

c) Jordi Girona 1-3. Campus Nord. Edifici D4. 08034.-Barcelona.

Tel: 34-93-401 71 95 Fax: 34-93-401 72 00 e-mail: [luisg, jorperez, oriol]@tsc.upc.es

♦ Departamento de Sistemas, Alcatel España S.A., Avda. Princesa Juana de Austria, Km. 8,7- 28021 Madrid

e-mail: manuel.poza@alcatel.es

## RESUMEN

*El sistema Local Multipoint Distribution System (LMDS) es una de las tecnologías emergentes de acceso inalámbrico de banda ancha a la Internet. Existen algunas líneas de investigación abiertas en la actualidad que están encaminadas al desarrollo de algoritmos eficientes de gestión de los recursos radio con el objetivo de garantizar una cierta calidad en las comunicaciones para este tipo de sistemas. Con el objetivo de contribuir en esta dirección, se ha desarrollado un simulador de sistema LMDS que permite estudiar y analizar diferentes propuestas para este tipo de algoritmos. El simulador incluye todas las funcionalidades de la capa MAC del estándar IEEE 802.16 así como un conjunto de herramientas para obtener estadísticas significativas del rendimiento del sistema. Por otro lado, se ha realizado una propuesta de algoritmo cuyas prestaciones han sido analizadas con el simulador, demostrando cumplir los requisitos de diseño de forma eficiente.*

## PROPUESTA DE PONENCIA

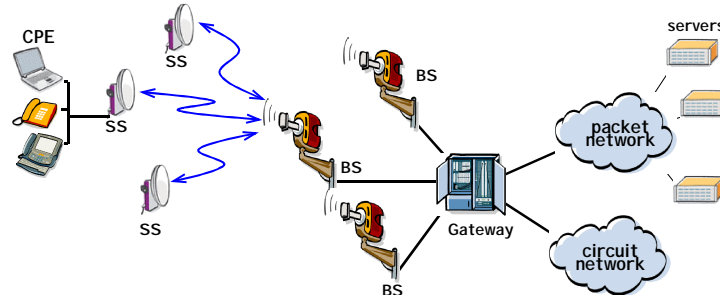
Una de las áreas de mayor interés en el desarrollo de los actuales sistemas de telecomunicaciones es la implantación de accesos de banda ancha para usuarios finales a un coste aceptable. El sistema *Local Multipoint Distribution System* (LMDS) es actualmente una de las tecnologías emergentes en el acceso a la red de banda ancha inalámbrico. El grupo de estandarización IEEE 802.16 ha finalizado una versión del estándar sobre el que se basan estos sistemas [1]. Existe también un grupo de estudio en la UIT, el JRG 8A-9B, que está trabajando en la estandarización de un acceso inalámbrico de banda ancha (*Broadband Wireless Access, BWA*) a la red [2]. Estos sistemas utilizan un enlace punto a punto fijo con una capacidad total de 38 Mbps por cada flujo de transporte de datos, ofreciendo una gran flexibilidad para soportar cualquier tipo de tráfico. Se espera que la tecnología LMDS mejore de un modo muy significativo el acceso a la red de banda ancha tanto para hogares como para empresas, lo que puede redundar en un intenso empuje del crecimiento del uso de servicios en red como el comercio electrónico y la televisión interactiva [3]. Una ventaja fundamental de LMDS es que ofrece un canal descendente de gran capacidad que puede ser compartido por múltiples usuarios de un modo muy flexible, junto con un enlace ascendente que permite una conexión inalámbrica full-duplex de gran capacidad.

Los sistemas LMDS operan en diferentes bandas de frecuencia dependiendo de las licencias otorgadas en los diferentes países. Estas bandas están normalmente situadas en los 28, 38 o 40 GHz. Estos valores de frecuencias permiten unos amplios anchos de banda que pueden ofrecer servicios para todo el abanico posible de aplicaciones, incluyendo vídeo digital de alta calidad, Internet de alta velocidad y servicios multimedia [3].

Por otro lado, todos los sistemas de comunicaciones del futuro deberán ofrecer de un modo u otro un cierto grado de garantía en la calidad de las transmisiones [4]. En este sentido, los sistemas LMDS necesitan establecer algún tipo de mecanismo que permita ofrecer estas garantías de servicio. Este mecanismo deberá consistir al menos en algún tipo de gestión de los recursos radio a nivel de la capa MAC [5]. Con el propósito de contribuir al diseño de los sistemas en este sentido, se ha desarrollado una herramienta de simulación y análisis basada en tecnología OPNET como instrumento para el estudio de diferentes propuestas de gestión de los recursos de transmisión en sistemas LMDS. Esta ponencia presenta una descripción de la estructura y funcionalidad de este simulador, así como una propuesta de algoritmo de gestión de recursos capaz de conseguir este objetivo para un escenario significativo de

comunicaciones. Además, y a modo de ejemplo, en este resumen se muestran algunos resultados representativos obtenidos con el simulador y la propuesta de algoritmo de gestión de recursos.

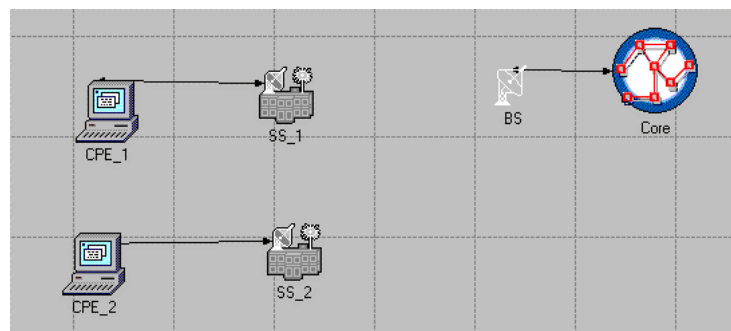
La Figura 1 muestra la estructura genérica de un sistema LMDS. Las líneas en zig-zag representan los enlaces radio, que funcionan en modo full-duplex. Una estación base (BS) se conecta con un cierto número de Estaciones de Abonados (SS). Cada SS se conecta a su vez con un cierto número de Equipos Terminales de los Clientes (CPE) que representan los diferentes usuarios finales del sistema. Por su parte las BS están conectadas con la red fija de transporte de datos a través de una puerta de enlace o un nodo de conmutación.



**Figura 1. Estructura genérica de un sistema LMDS donde CPE: Customer Premises Equipment, SS: Subscriber Station, BS: Base Station**

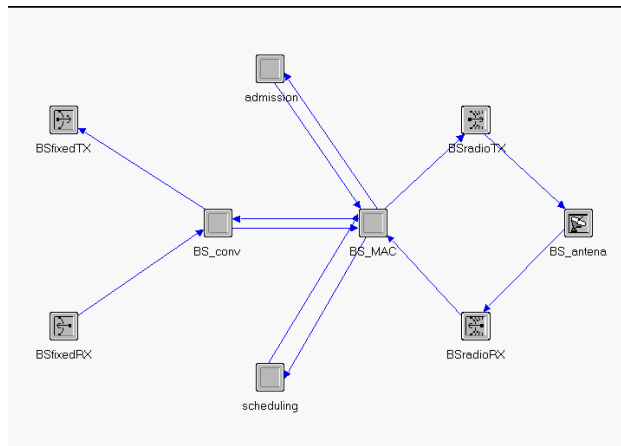
Teniendo en cuenta la estructura del sistema mostrada anteriormente, la Figura 2 muestra la estructura del simulador desde el punto de vista del modelo OPNET desarrollado. Existen cuatro elementos básicos, que corresponden directamente con los cuatro elementos fundamentales de la estructura del sistema LMDS. El número de SS y CPE que pueden simularse es totalmente arbitrario y definible por el usuario. El nodo 'Core' representa la red fija de transporte de datos e incluye todas las fuentes de datos en sentido descendente.

Los dos nodos finales (CPE y Core) contienen los generadores de tráfico, que pueden ser configurados para representar cualquier número y tipo de modelo de usuario que se desee.



**Figura 2. Modelo de red del simulador de sistema**

Como muestra del diseño del simulador, la Figura 3 representa la estructura interna definida para el nodo BS. Todas las funcionalidad del MAC y de la capa física están implementadas en este nodo, junto con la capa de convergencia entre la capa MAC y las capas superiores del sistema.



**Figura 3. Estructura de un nodo BS**

De cara a probar el funcionamiento del simulador y evaluar sus prestaciones, se ha propuesto un algoritmo de gestión de recursos de transmisión para un cierto escenario representativo de comunicaciones, con el objetivo de garantizar una cierta calidad de servicio. Por brevedad, en este resumen sólo se perfilará la idea de funcionamiento del mismo.

Cada aplicación genera uno o varios flujos de información que necesitan ocupar recursos de transmisión. Cada uno de estos flujo se clasifica y se incluye en un cierto tipo de servicio. El algoritmo propuesto establece una asignación de prioridades a los diferentes flujos de datos en función del tipo de servicio en el que estén clasificados y reserva los recursos de transmisión atendiendo a estas prioridades tratando de preservar los requisitos de calidad de cada una de las conexiones. Los tipos de servicio definidos son cinco:

- UGS (*Unsolicited Grant Service*): Servicios de tasa constante que ocupan una cierta cantidad de recursos de forma fija y predeterminada. En esta categoría entrarían todas las aplicaciones que requieren de una conexión a tasa constante, como pueden ser las transmisiones de audio o vídeo codificados a tasa constante, vídeo-conferencias, etc.
- UGS-AD (*Unsolicited Grant Service with Activity Detection*): Servicios y aplicaciones en los que la fuente puede estar en dos estados posibles: actividad o reposo. En estado de reposo no utilizan recursos de transmisión, mientras que en estado activo generan información a tasa constante. Entrarían en esta categoría las aplicaciones de transmisión de voz a tasa constante con detección de actividad.
- rt-PS (*Real Time Polling Service*): En esta categoría se incluyen todos los servicios que requieren un cierto grado de interactividad, tienen unos requerimientos estrictos sobre el máximo retardo tolerado extremo a extremo y cuya generación de tráfico es de tasa variable en el tiempo. Algunos sistemas de telecontrol, telemedida o juegos en red serían ejemplos de aplicaciones de este tipo.
- nrt-PS (*Non Real Time Polling Service*): Aplicaciones interactivas que generan información de tasa variable pero que no tienen requisitos muy estrictos en cuanto a retardo máximo de transmisión de los paquetes. La navegación web o el comercio electrónico serían ejemplos de este tipo de servicios.
- BE (*Best Effort*): En esta categoría entrarían todas las aplicaciones que no están incluidas en las anteriores categorías y que no tienen ningún tipo de requerimiento de calidad de servicio.

El escenario de pruebas considerado consiste en una sola BS con un número elevado de clientes conectados, cada uno de los cuales utiliza una aplicación que pertenece a una de las categorías descritas. El número de conexiones de cada tipo establece la carga total de tráfico del sistema. El algoritmo propuesto asigna valores de prioridad diferentes a las conexiones de cada tipo, siendo los servicios UGS los más prioritarios y los BE los menos prioritarios. Los recursos de transmisión se asignan por orden de prioridad de cada conexión. Por tanto, cuando los recursos están saturados, en primer lugar se bloquean las transmisiones BE, si aún no hay recursos suficientes para todas las conexiones, entonces se bloquean las transmisiones nrt-PS y así sucesivamente.

A título de ejemplo de los resultados obtenidos, la Figura 4 muestra el retardo medio de transmisión para los servicios del enlace ascendente cuando variamos el número de conexiones de tipo rt-PS, manteniendo constante el número de conexiones del resto de servicios (100 conexiones de cada tipo). Se puede observar como para cargas de tráfico pequeñas todos los tipos de servicio mantienen acotado su retardo de transmisión. A medida que la carga va aumentando, los usuarios con menos prioridad son los primeros en ver aumentado su retardo en las transmisiones. Estos usuarios son los de tipo *best-effort* (BE). Cuando sigue aumentando la carga de tráfico, los siguientes que sufren un aumento en el retardo son los de tipo nrt-PS, que son los siguientes en orden de prioridad. Este comportamiento corrobora que el algoritmo de gestión de recursos está actuando correctamente respetando las prioridades asignadas en la asignación de recursos de transmisión.

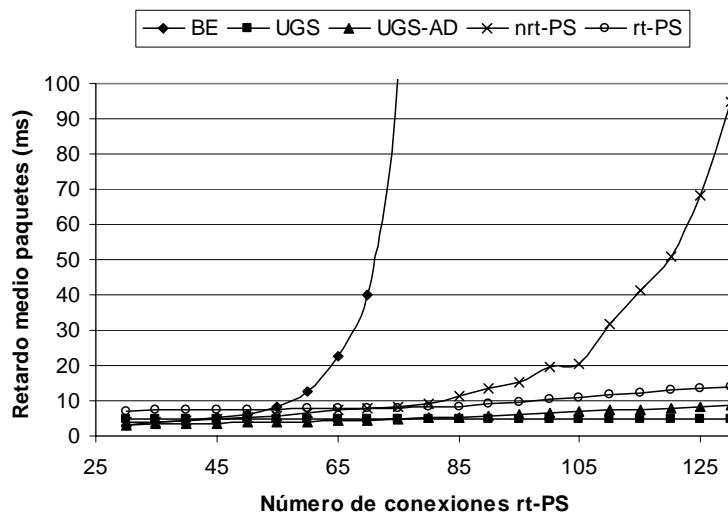


Figura 4. Retardo medio de los paquetes para las diferentes clases de servicio

Un estudio completo del algoritmo, consistente en un amplio abanico de escenarios y valores de los parámetros, se mostrará en la versión completa de la ponencia. Estos resultados obtenidos permiten analizar en profundidad el rendimiento tanto del algoritmo propuesto como del simulador.

Finalmente, es importante reseñar que, puesto que el simulador implementado se ha desarrollado sobre un estándar (IEEE 802.16), éste puede resultar una herramienta de gran utilidad de cara al diseño y verificación de diferentes alternativas de mecanismos de gestión de los recursos de transmisión en el inminente despliegue de los servicios de acceso inalámbrico de banda ancha.

## REFERENCIAS

- [1] IEEE 802.16 Working Group. LMDS Standard.
- [2] M. Danesh, J. Zuñiga, F. Concilio, "Fixed low-frequency broadband wireless access radio systems", IEEE Communications Magazine, Vol. 39, No. 9, pp. 134-138, sept. 2001.
- [3] Z. Shelby, P. Mahonen, "Wireless Internet over LMDS", Proceedings of Internet Technologies and Services Workshop, pp. 149-152, 1999.
- [4] R. Choderek, "QoS measurement and evaluation of telecommunications quality of service", IEEE Communications Magazine, Vol. 40, No. 2, pp. 30-32, February 2002.
- [5] C. Yaxin, V.O.K. Li, "Scheduling algorithms in broadband wireless networks", Proceedings of the IEEE, Vol. 89, No. 1, pp. 76-87, January 2001.