

AUMENTO DEL RENDIMIENTO DE LANs CON ETHERSWITCHES

Luis Núñez A.

Escuela de Informática

Universidad Nacional, 86-3000 Heredia, Costa Rica
lnunez@irazu.una.ac.cr o lnunez.@cariari.ucr.ac.cr

RESUMEN

Este artículo presenta un estudio de las características de los etherswitches utilizados para conmutación a nivel de redes de área local (LANs, de sus siglas en inglés), específicamente en redes ethernet. Se analizan desde el punto de vista funcional, cómo se pueden utilizar para distintas topologías y por qué se están promoviendo como una opción interesante y competitiva respecto de soluciones tales como enrutadores y puentes, para mejorar el rendimiento de las LANs ethernet, especialmente.

ABSTRACT

In this article, a study of features of etherswitches used in local area networks (LANs) of type ethernet is presented. They are analyzed from the functional point of view, looking how they are used in different topologies and why they are being used as a competitive option with regard to others like routers and bridges, to improve network throughput.

INTRODUCCION

Las redes LANs tienen actualmente su mejor momento, disfrutan de la confianza y aceptación de las organizaciones para ser usadas como medio efectivo y eficiente de comunicación entre los miembros de la misma y más allá de esta. La interconexión de redes viene a ser una necesidad y con ella aumenta la complejidad de la estructura e infraestructura informática de la organización. Varias soluciones se usan en esta tarea siendo las

más populares los puentes y enrutadores, los cuales cumplen con las funciones estandarizadas, facilitar comunicación entre redes, pero además incorporan otras funciones como facilidades de administración y monitoreo. Sin embargo, nuevos dispositivos aparecen en el mercado con mayores funciones y que no son ahora fácilmente ubicables como unos u otros sino que son una nueva clase, si se quiere un híbrido de estos. Son dispositivos que realizan una función amplia conocida en el ambiente de redes de área ancha, la conmutación; son los *etherswitch*, utilizados en redes *ethernet* para mejorar las características de rendimiento de las mismas.

El mercado de *etherswitch* se proyectaba en más de \$150 millones para 1994 (DATAPRO 1994a), siendo el Kalpana (de la empresa Kalpana Inc.) el primero en su género en 1990. En pocos años ha tenido una aceptación creciente a nivel internacional, es visto como una solución de bajo costo y de relativa fácil implantación, por lo cual existen ahora en el mercado contendores como Hewlett Packard, Bay Networks Inc., IBM, entre otros. Aunque inicialmente surgieron para redes *ethernet*, hoy en día existen también para redes *token ring* y FDDI.

¿POR QUE SURGEN?

Son productos de limitaciones vistas en las redes *ethernet* y 802.3. Cuanto más usuarios se agregan a redes de este tipo, más disminuye su rendimiento producto de las características de acceso al medio, CSMA/CD. Esta situación se puede apreciar matemáticamente considerando la siguiente fórmula de utilización del medio, resultado del

análisis probabilístico de uso del canal, ether, por una población grande de estaciones (TANNENBAUM 1991).

$$\text{Rendimiento} = 1 / (1 + 2eBL/CF),$$

donde

B es velocidad en bps, C velocidad de propagación, F es tamaño trama en bits, L longitud del canal.

Conforme la relación BL/CF tienda a cero la eficiencia se acercará al 100%, no obstante esta es función del ancho de banda y la longitud del cable, lo que normalmente se traduce en un aumento del número de estaciones. Se deduce entonces que el rendimiento disminuye conforme se aumenta el ancho de banda o la cantidad de estaciones conectadas al único medio existente para transmitir, el ether. Por ello, las soluciones que se implanten están limitadas en este sentido. No obstante, este tipo de redes es ampliamente usado.

El crecimiento de las redes *ethernet* se dio en forma similar al de la red Internet; de repente el interés por su uso creció y cientos de usuarios necesitaban conectarse a la LAN provocando una caída drástica en el rendimiento de la misma. Surge entonces la necesidad de mejorar el rendimiento y mantenibilidad, lo cual se da con el estándar 10BaseT (DAVIDSON 1992), que con un enfoque de estructuración topológica basado en segmentación o como se suele llamar también

microsegmentación, disminuye el costo de mantenimiento, mejora la confiabilidad y flexibilidad de la red y en parte también el rendimiento, al permitir aislar segmentos de red de estaciones que frecuentemente se comunicaban de las demás, creando microsegmentos *ethernet*. Pero aún el rendimiento está muy por debajo de lo que es factible lograr (IBM 1995).

En una red *ethernet* se dispone de dos canales (cuatro hilos) con los cuales se podría transmitir a full-duplex desde el *transceiver* hasta la tarjeta controladora o NIC (*network interface card*), no obstante, por la necesidad de detectar los choques se hace imprescindible utilizar uno de ellos para transmitir y otro para escuchar. La figura 1 muestra una típica topología en 10BaseT (DAVIDSON 1992, IBM 1995).

En el primer esquema se presenta la estructuración básica de *ethernet* 10Base2 y en el segundo una más elaborada usando repetidores o hubs, 10BaseT. Aquí el *hub* actúa como regenerador de la señal, filtra paquetes distorsionados y provee funciones administrativas en algunos casos con facilidades tan sofisticadas como las definidas en *SNMP* (*Simple Network Management Protocol*), y *broadcasting*. A pesar de las ventajas de los *hubs*, se sigue básicamente transmitiendo en lo que podría llamarse forma *half-duplex*: una estación puede transmitir o recibir pero no al mismo tiempo, pues el único medio disponible para hacerlo puede

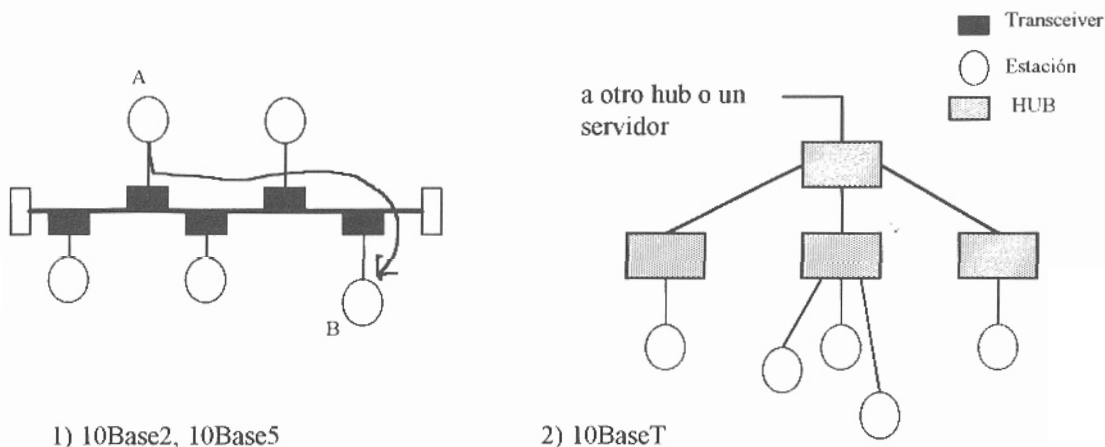


Figura 1

usarlo sólo una estación a la vez. Además, «...el ancho de banda es compartido por todas las estaciones, conduciendo a congestión durante períodos de alto tráfico. Conforme el número de estaciones se incrementa, cada estación obtiene menor ancho de banda de la red» (IBM 1995), el cual también es disminuido por efecto de las colisiones. Con 10BaseT se ha resuelto en parte esta situación segmentando la red y colocando en forma estratégica las estaciones y servidores, o colocando varias NIC en el servidor (1, 3), como se muestra en la figura 2, con lo cual se disminuyen las colisiones de estaciones en segmentos separados que se comunican poco o nada del todo; en ambientes cliente-servidor todo el tráfico se dirige por lo general al servidor, razón por la cual colocando dos NIC en este se obtienen dos redes, las cuales se pueden «puentear» internamente para facilitar el tráfico entre ellas. No obstante el problema de desaprovechamiento del medio persiste, pues sólo una estación del segmento podrá comunicarse con el servidor a la vez, además funciona bien sólo si el tráfico intersegmentos es bajo. Si se tiene un dispositivo rápido con capacidad para transmitir/recibir a toda la capacidad del ancho de banda del medio, no podrá lograr la misma, pues se verá disminuida por los constantes choques de tramas de todas las estaciones que desean transmitir (retransmisiones) y como efecto desigualador en el uso del medio, es posible que estas estaciones le quiten oportuni-

des a las más lentas, en términos de su capacidad para acceder al medio; de esta forma, si por ejemplo se dispone de dos servidores que pueden transmitir/recibir a alta velocidad, su capacidad de transmisión se verá afectada por esta situación, mostrándose con capacidad menor de la que realmente poseen. Esto ha llevado a pensar en distintos mecanismos de solución y de ahí nacen los *etherswitches* (DAVIDSON 1992, IBM 1995, DATAPRO 1994a, DATAPRO 1994b, SAUNDERS 1995, KALPANA 1993a, KALPANA 1993b), como una solución novedosa, en principio mejor a la ya existente de routers y bridges.

EL ETHERSWITCH COMO SOLUCION

Lo que el *etherswitch* hace es aprovechar los dos canales que la estación tiene para conectarse al *ether* y convertirlo en full-duplex, lo cual puede hacer al eliminar la necesidad de escuchar los choques, pues estos no existirán (IBM 1995, DATAPRO 1994a, KALPANA 1993a).

Los *etherswitches* permiten la interconexión de varias LANs en modalidad de conmutación combinada de paquetes y circuito pero a la vez mantienen las interfaces estándar del 802.3 (DAVIDSON 1992). La conmutación se realiza a nivel de las tramas del MAC del 802.3 y cada una puede ser aislada en su segmento de LAN o en la LAN

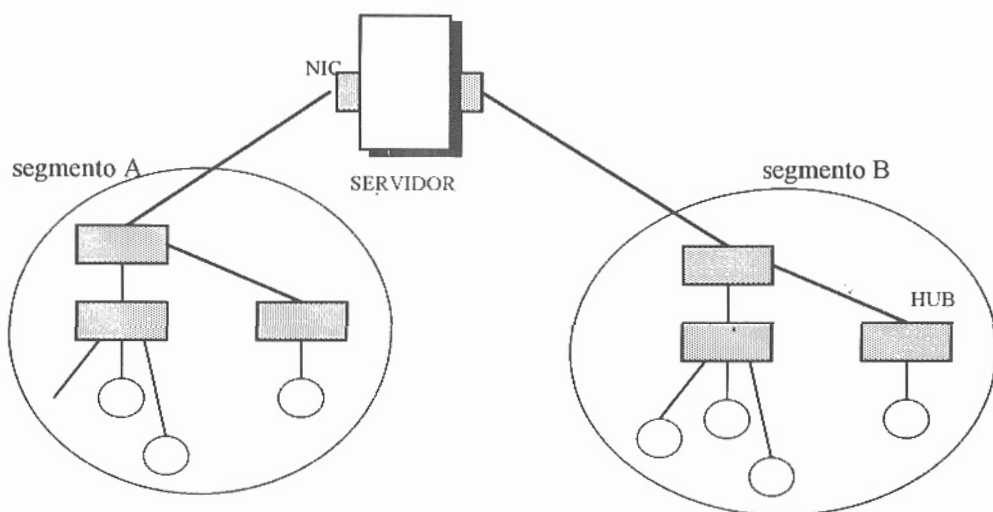


Figura 2

determinada. La figura 3 muestra la interconexión de varias LANs por medio de un *etherswitch*. Nótese que la estructuración es similar a la efectuada con un puente o un enrutador.

La labor de transmisión de paquetes entre LANs la realiza el *etherswitch* en forma similar como una PBX conmuta llamadas entre usuarios de una organización y como un enrutador pasa paquetes de una LAN a otra, la diferencia que alegan los proveedores es que el *etherswitch* está dotado de mayor capacidad producto de un funcionamiento más simple, mayor ancho de banda y una mucho menor latencia en la distribución de tramas (IBM 1995, DATAPRO 1994a, KALPANA 1993a).

La transmisión la realiza la estación en la forma que normalmente se hace, siguiendo las reglas del protocolo MAC. Para salvaguardar compatibilidad con las redes *ethernet* actuales, la estación transmite su trama, espera T unidades de tiempo (período de contención) y está lista para transmitir de nuevo. En principio no tiene que detectar choques, pues no existirán, al menos no si la estación está conectada directamente a un puerto del conmutador. Como de hecho existe un canal de transmisión y otro de recepción en la NIC (si es AUI o RJ45), la conexión entre el dispositivo y el conmutador se puede efectuar en forma full-duplex, eliminando la necesidad de preocuparse de la detección de colisiones. En principio se estaría operando en modo full-duplex, con lo cual se duplicaría el ancho de banda (IBM 1995). Otra

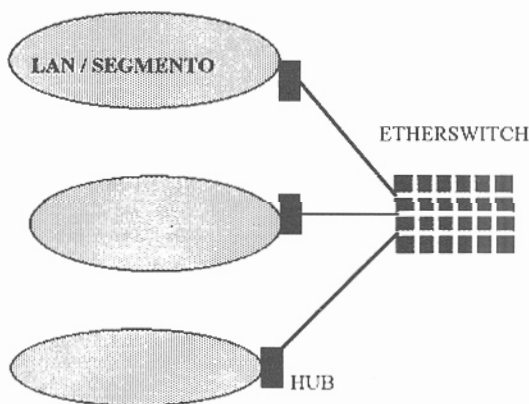


Figura 3

ventaja de este esquema es que el MAC Ethernet podrá ser más simple. La figura 4 muestra el principio de funcionamiento (KALPANA 1993a).

Existen modelos de cuatro, doce y más puertos. Son *black boxes* con interfaces RJ45, FDDI y BNC, ubicables en un armario especial en el cual se puede apilar de manera creciente varios de ellos junto con los *hubs*, creando un centro de alambrado y conmutación, similar al existente en una central telefónica. Todas las conexiones de los *hubs* o de las mismas estaciones llegan a estos paneles. Del *etherswitch* se pueden sacar conexiones a otros *etherswitch* o los servidores en enlaces de 10 Mbps o 100 Mbps, en algunos casos se permiten ambas velocidades de operación. Cada puerto de conexión hacia los segmentos de red soporta 10 Mbps.

En forma similar al enrutador, un paquete que llega es identificado si pertenece o no al segmento, en cuyo caso es desechado, de lo contrario es puesto en el puerto de salida correspondiente, a otro segmento o al servidor, normalmente se usa un *buffer* para los paquetes. Si existe conexión con diferentes tipos de redes, se efectúa la traducción de la trama. En lo interior se realiza la conmutación de los paquetes en forma transparente para la red. Se mantiene una tabla con las direcciones MAC para efectos de direccionar apropiadamente a cada puerto, por ejemplo el Kalpana puede mantener hasta 1.700 direcciones y una latencia en la conmutación de 40 μ s (KALPANA 1993a).

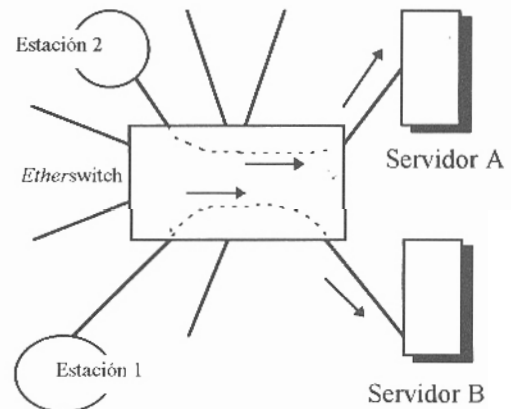


Figura 4

A la fecha existen dos formas de realizar la conmutación y ello influye también en el costo (ver cuadro 2). En la llamada *cut-through* «cuando un paquete llega por un puerto es enviado por el correspondiente de salida tan pronto se identifica su dirección» (DATAPRO 1994a) y por tanto el puerto por donde hay que enviarlo. Aunque esta técnica minimiza el retardo, puede producir choques de tramas en la red de destino, si es un segmento de red, pues la trama reexpedida puede chocar con una transmisión en proceso en ese segmento. Otra técnica de conmutación es la de utilizar almacenamiento temporal; aquí la trama es almacenada y reexpedida posteriormente, una vez revisada contra errores. Este tipo de dispositivos se comportan como un enrutador en el proceso de reexpedición de tramas, usando incluso el algoritmo STP (*Spanning Tree Algorithm*) (DATAPRO 1994a). De hecho, la operación inicial del *etherswitch* es similar a la de un puente en cuanto al aprendizaje de las direcciones, no obstante algunos fabricantes hacen ver que los *etherswitches* son muchas veces más rápidos que los enrutadores, hasta 35 veces en el caso del Kalpana (KALPANA 1993a). Se pueden también obtener funciones adicionales como filtrado de tramas para efectos de seguridad. La desventaja inherente a esta técnica es que introduce mayor retardo, aunque permite compensar las diferencias de velocidades entre redes distintas conectadas a él.

El cuadro 1 presenta una comparación entre puentes, enrutadores y *etherswitches* ofrecido por (KALPANA 1993a). Para la interconexión de redes LAN se destacan los datos de retardo por paquete y caudal (*throughput*).

Las características del Kalpana son ventajas respecto de los otros dispositivos pues usa *cut-through*, sin almacenamiento, sin embargo en el caso de *etherswitches* con almacenamiento temporal son más parecidos a los

puentes y enrutadores que lo usan, con la ventaja ya citada que son más rápidos.

OPCIONES DE CONFIGURACION

Cuando se tiene la posibilidad de agrupar las estaciones por su rendimiento y producción de tramas el *cut-through* puede ser una opción a tomar en cuenta. Las estaciones o servidores con alto caudal pueden utilizar un puerto directo de 10 Mbps al *etherswitch* mientras que los segmentos de bajo caudal otro puerto cada uno.

La figura 5 muestra una configuración simple en donde un servidor es conectado al *etherswitch* a 100 Mbps mientras que varios segmentos de red se conectan a 10 Mbps a puertos de *etherswitch* con la intermediación de *hubs*. Aquí el servidor interactúa a toda su capacidad con el *etherswitch* siendo capaz de enviar y recibir al mismo tiempo a los 100 Mbps. El rendimiento del servidor se aumenta veinte veces, pues no sólo se pasa de 10 a 100 Mbps sino que ahora no existen choques y se puede entonces considerar un ancho de banda de 20 Mbps por ser full-duplex.

En la figura 6 se observa una configuración más elaborada en donde se separan estaciones de alto rendimiento para ser conectadas en forma

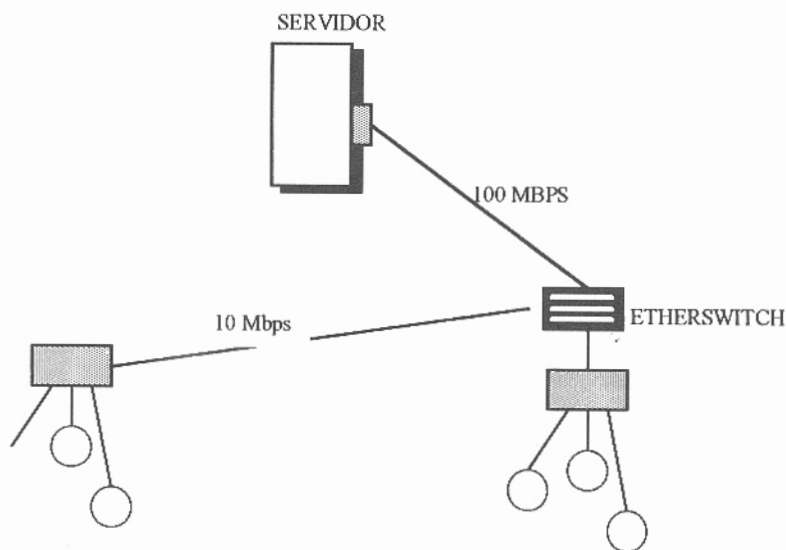


Figura 5

Cuadro 1.
Comparación de características funcionales entre
puentes, enrutadores y etherswitches

<i>CARACTERISTICA</i>	<i>PUENTE</i>	<i>ENRUTADOR</i>	<i>ETHERSWITCH</i>
Arquitectura de dispositivo	basado en bus	basado en bus	sin bus, totalmente paralelo
Tipo de procesador	CISC o RISC	CISC o RISC	15 procesadores paralelos (ASICs) operando todos en paralelo
Controladores <i>ethernet</i>	Estándar, debe almacenar y retransmitir luego cada paquete	Estándar, debe almacenar y retransmitir luego cada paquete	Conmutación de paquete
Latencia para paquetes de 1518 B	Mayor a 1.200 μ s	Mucho mayor a 1.200 μ s	40 μ s
Redes lógicas	NO, permanece como una red homogénea	SI, crea redes separadas	NO, permanece como una red homogénea
Enlaces redundantes	Se resuelven con algoritmo spanning tree	Topología de malla	Se resuelven con algoritmo spanning tree
Conexiones WAN	SI	SI	NO
Caudal (throughput)	Limitado por procesador y bus	Limitado por procesador y bus	100% de eficiencia en filtrado y reexpedición, 14.880 paquetes por puerto

Fuente: KALPANA 1993a

directa a puertos de un *etherswitch*, mientras que otros segmentos son conectados a otros *etherswitches* con enlaces a 100 Mbps 10BaseT y se conectan a dos servidores.

Configuraciones similares a las de la figura 6 se pueden lograr para interconectar por medio de un *backbone* varios *etherswitches*, permitiendo intercambio a altas velocidades por ejemplo con FDDI, como es el caso que se muestra en la figura 7 (DATAPRO 1994a).

COSTOS

Los *etherswitches* existen para redes *ethernet*, 802.3, *token ring* y FDDI (IBM 1995). Existe gran variedad en el mercado de la cual el cuadro 2 presenta una muestra.

Una de las ventajas principales de estos dispositivos es que salvan la inversión actual, al integrarse de forma casi transparente a la red existente (IBM 1995).

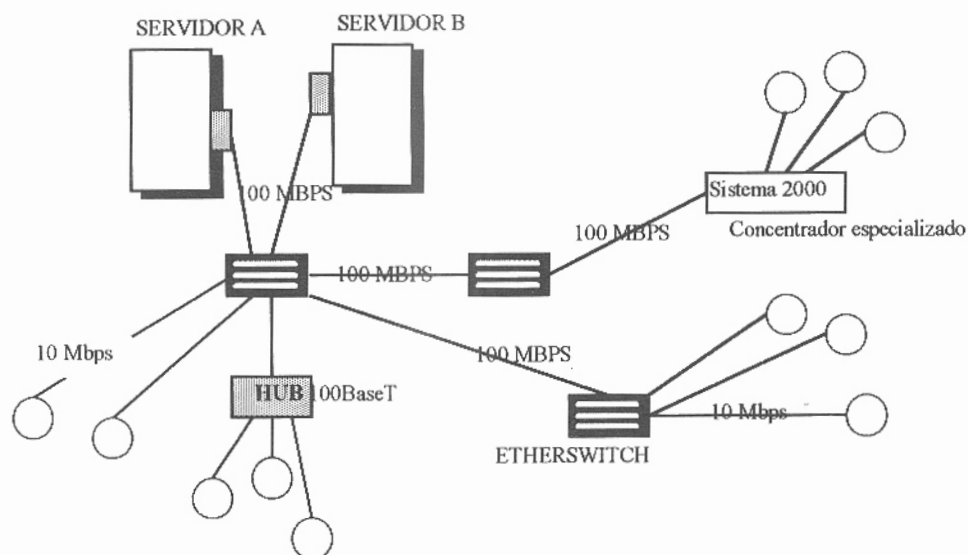


Figura 6

Cuadro 2.
Tipos de switches disponibles en el mercado y su costo (DAVIDSON 1992)

<i>PROVEEDOR</i>	<i>MODELOS</i>	<i>COSTO</i> (\$ por puerto)	<i>CARACTERISTICAS</i>
3 Com	LinkBuilder 3GH Ethernet Switching module	1.700	Conmutación con almacenamiento temporal. 8 puertos por módulo. Bridging y Routing
Alantec	PowerHub	1.400	Conmutación con almacenamiento temporal. 8 puertos por módulo. Bridging y Routing
Kalpana Corp.	EPS-1550	1.000	Conmutación cut-through. 15 puertos por módulo
Hewlett-Packard	HP EtherTwist	700	Conmutación con almacenamiento temporal. 6 puertos por módulo.
Standard Microsystems	Elite Switching	1.600	Conmutación con almacena- miento temporal y bridging. 4 a 10 puertos por módulo.

Fuente: DATAPRO 1994a

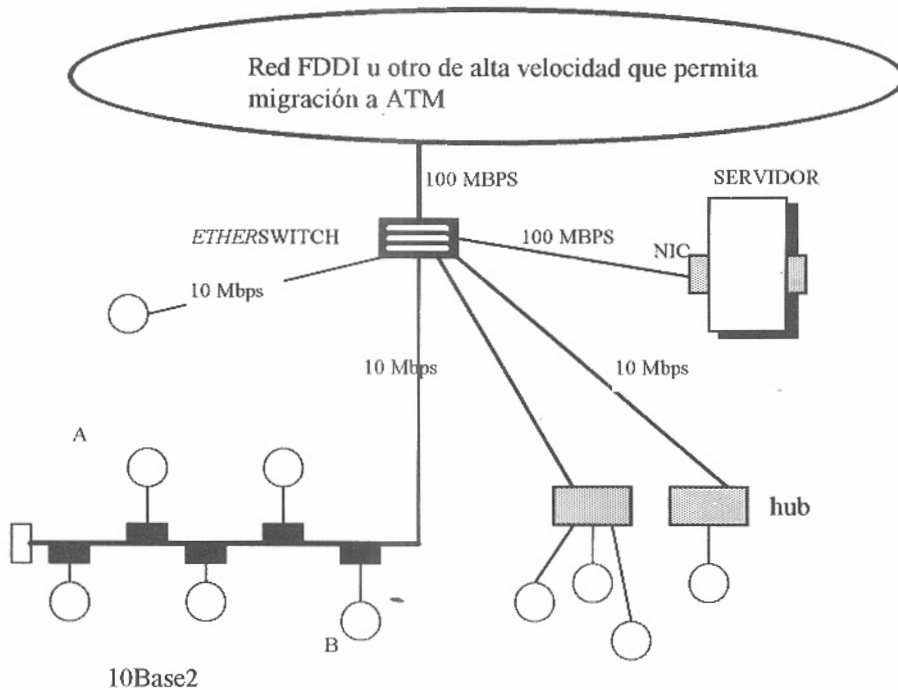


Figura 7

Al comparar los *etherswitches* con los puentes y enrutadores, en DATAPRO (1994a) se menciona que los primeros ofrecen una mejor relación precio por puerto, pues soportan más puertos que los otros dos, y son más eficientes. Según una prueba de laboratorio (IBM 1995), los *etherswitches* sí soportan el mínimo tiempo de conmutación para una red *ethernet* de 10 Mbps, 14.880 tramas por segundo. El cuadro 3 presenta una comparación de costos entre distintos tipos de dispositivos.

Según este cuadro, los conmutadores o *etherswitches* tienen un precio 73% más bajo que los enrutadores, con tiempos de retardo aproximados a los 40 μ s comparados con 3.000 μ s de los otros.

RESUMEN

Los *etherswitches* vienen a resolver un problema grave en la utilización efectiva de las ampliamente extendidas redes *ethernet*. En algunos casos se ven como una solución de corto plazo en la migración a redes LAN ATM, en forma similar como Frame Relay se ve en redes de área ancha,

Cuadro 3.
Comparación de costo por puerto entre puentes, enrutadores y *etherswitches*

	Costo por puerto \$
Puente	2.000
Enrutador	3.000
<i>Etherswitch</i>	700

mientras que en otros casos se ven como una solución de precio razonable comparada con otras, que mejorará en capacidad y menor costo de mantenimiento y que podría inclusive relegar a ATM (DATAPRO 1994a, 1994b).

Aunque se pueden conectar diferentes LANs por medio de enrutadores (1, 4, 12), la tendencia es a usar *etherswitches* por su costo y por un aspecto que típicamente se deja de lado pero que cobra cada día mayor relevancia, la administración. El llamado *patch panel*, o armario de distribución facilita la

interconexión de nuevos dispositivos que en el caso de enrutadores y puentes, solían estar dispersos. Además, se puede realizar lo que se ha denominado microsegmentación, una gran red corporativa se puede dividir en segmentos tan pequeños como una sola estación, que tendría un ancho de banda de toda la capacidad del puerto del *etherswitch*, 4, 10, 20, 100 Mbps. En esencia se obtienen las ventajas de la centralización.

Desde el punto de vista de confiabilidad, la centralización y la dependencia son importantes. En ciertas configuraciones la falla de un *etherswitch* puede significar la caída total de la red, es el caso de varios segmentos conectados a un único *etherswitch*. Debe prestarse especial cuidado de diseñar con redundancia adecuada para evitar situaciones de este tipo y aprovechar características de los *etherswitches* que permitan correr en forma degradada cierto tipo de estaciones.

A nivel nacional los *etherswitches* están siendo ampliamente aceptados. Las organizaciones medianas sobre todo se podrían beneficiar por el costo relativamente bajo que representan para resolver el problema de comunicar a cientos de estaciones por medio de una red *ethernet*.

Mientras que soluciones de cientos de megabits y gigabits con ATM siguen siendo vistas como lejanas, los *etherswitches* son una solución hoy y de costo razonable que mantiene la inversión actual, esto explica quizá su alta aceptación.

REFERENCIAS

- Backes, Floyd. 1988. Transparent Bridges for Interconnection of IEEE LANs. IEEE Network. Vol. 2, No. 1.
- Bay Networks. 1994. Ethernet WorkGroup Switches. Bay Networks, reporte especial.
- Benhamou, Eric. 1988. Integrating Bridges and Routers in a Large Internetwork. IEEE Network. Vol. 2, No. 1.
- DATAPRO. 1994a. Ethernet Switches. DATAPRO Report.
- DATAPRO. 1994b. The Convergence of Hubs, Routers, and Switches. DATAPRO Report.
- DATAPRO. 1994c. Switched Virtual Networks. DATAPRO Report.
- Davidson, Robert P. and Nathan J. Muller. 1992. Internetworking LANs: Operation, Design, and Management. Artech House.
- IBM. 1995. Migration to Switched Ethernet LANs. Technical White Paper. (www.raleigh.ibm.com/mse/mse0.c01).
- Kalpana. 1993. Designing High-Performance Networks with the Kalpana Etherswitch. Technical White Paper.
- Kalpana. 1993. Doubling Ethernet Performance with Kalpana Full Duplex Etherswitch. Technical White Paper.
- Saunders, Stephen. 1995. Bruce Ley. Ethernet Switches. Data Communications.
- Seifert, William M. 1988. Bridges and Routers. IEEE Network. Vol. 2, No. 1.
- SMC. EliteSwitch ES/1. Brochure informativo.
- Tadesse, Georgis W. 1995. 29 Switching Hubs. Byte Lan Report.
- Tanenbaum, Andrew S. 1991. Redes de Ordenadores. Prentice-Hall.