

# Redes de Computadoras

**Cornelio Robledo Sosa**

Edif. 5 1er. piso ESIME-Zacatenco

Recibido el 18 junio de 1999; Aceptado el 21 de junio de 1999.

## • Introducción

Al principio fue la computadora aislada en la oficina, en el puesto de trabajo, en la escuela o en el hogar; después se hizo la luz, es decir, se hizo la red que permitió que los usuarios de los equipos pudieran intercambiar información y compartir recursos de hardware como impresoras, disco duro y memoria; de software como paquetes de programación, bases de datos y sistemas de información; de comunicación como el canal que enlaza la red de la empresa a la red Internet. Lo anterior permite que decenas de usuarios en una empresa utilicen a través de la red un solo recurso de impresión o un solo canal de comunicación para acceder la Red Internet. Una vez conectado a la red mundial es posible el acceso a múltiples y variadas fuentes de información o a la comunicación de mensajes con interlocutores ubicados en cualquier parte de la ciudad, del país o del mundo.

En este artículo pretendemos exponer el tema de las redes de computadoras. Para ello comenzamos revisando los diversos tipos de redes: LAN, VLAN, MAN, WAN, VPN, Internet, Extranet, Intranet, de modo de precisar que se entiende por cada uno de esos conceptos. Posteriormente se exponen los medios de comunicación comúnmente utilizados en las redes de computadoras y en seguida las redes LAN, con especial énfasis en las redes Ethernet que son las más importantes y de mayor uso en el mundo. Después se estudian las redes WAN switcheadas que son representadas por las redes Frame Relay y ATM, continuando luego con la red Intranet que usa equipos ruteadores y los protocolos de la familia TCP/IP que es el lenguaje empleado en la red mundial Internet. Posteriormente se tocará el tema de la seguridad en las redes para garantizar la confidencialidad de la información y se concluye el artículo con la administración de redes, que es un elemento vital sin el cual la operación de las redes actuales sería imposible.

## • Tipos de redes

En este punto se hace una definición de los diversos términos empleados en el contexto de las redes de computadoras.

**LAN:** Es una red de área local cuyo alcance se restringe a un radio de unos cuantos cientos de metros, y que normalmente cubre el espacio ocupado por una empresa. Una red LAN es de broadcast, es decir, el mensaje que emite una computadora llega a todas las otras computadoras que constituyen la red; pero sólo la que reconoce la dirección destino del mensaje como su dirección copia el mensaje. La red local incluye un servidor en el cual reside el sistema operativo que es el software que permite administrar los recursos de la red como son: procesador, memoria, discos, impresoras e información.

**VLAN:** Es una red virtual que se instala en una red local switchada tomando como base el número del puerto switch al cual se conecta la computadora, la dirección física o MAC de la tarjeta de la PC o la dirección IP de la computadora. El concepto de red virtual permite que se construya una red con computadoras que pertenecen a redes físicas distintas, con lo cual se puede crear un conjunto de PC's que usan el protocolo IP, otro con computadoras que empleen IPX, otro con las PC's de los funcionarios de la empresa, etc.

**MAN y WAN:** Estas siglas provienen de Metropolitan Area Network y Wide Area Network respectivamente, es decir, Red de Área Metropolitana y Red de Área Amplia. Estos dos tipos de redes usan las mismas tecnologías y los mismos medios de comunicación. Estas redes son manejadas e instaladas en el país por las compañías prestadoras de servicio de comunicaciones como Telmex, Avantel o Alestra.

**INTERNET:** Es la red mundial de computadoras que usan como protocolos la familia o conjunto TCP/IP, sobre los cuales opera el protocolo HTTP (Hypertext Transmission Protocol) que se usa por un navegador para acceder las páginas WEB construidas empleando el lenguaje HTML (Hypertext Markup Language).

**INTRANET:** La Intranet es la Red interna de una empresa que montada sobre una estructura de red local (LAN), hace uso de los protocolos de Internet como TCP/IP, HTTP, navegadores, URL, páginas WEB y HTML.

**EXTRANET:** La Extranet es la red de una empresa que utiliza las tecnologías citadas de la Internet y la Intranet, que tiene seg-



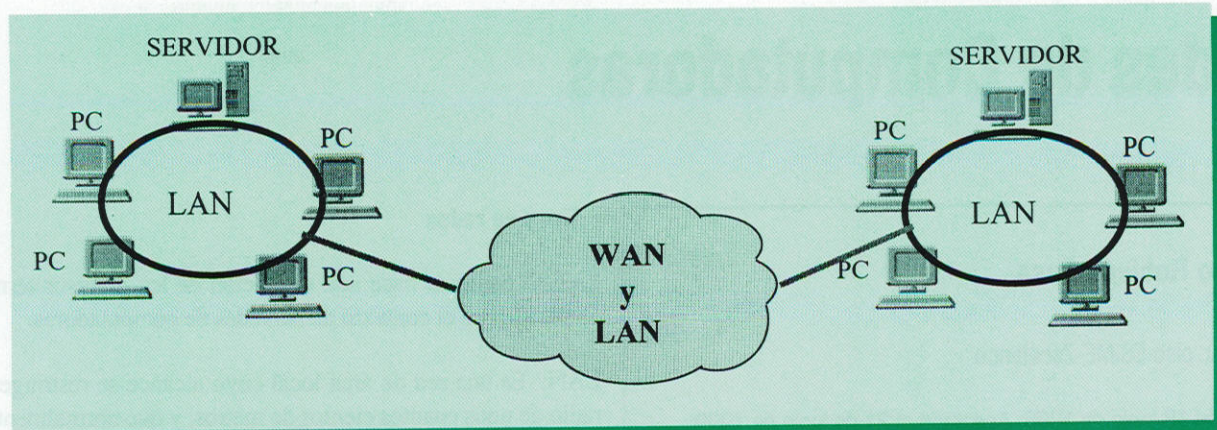


Fig. 1. Ilustración de los diversos tipos de redes.

mentos o subredes en diversos sitios de una ciudad o de un país y que para conectar esos sitios usa la red Internet o medios privados de comunicación rentados a la compañía prestadora del servicio de comunicación como Telmex, Avantel o Alestra. La figura 1 ilustra parte de estos conceptos

#### • Medios de comunicación

Hay diversos medios de transmisión, pero los más utilizados en redes de computadoras son los siguientes:

#### • Cable UTP categoría 5

Este es un cable que contiene 4 pares hilos de cobre trenzados, sin malla y con capacidad para transmitir datos a una velocidad de hasta 155 Mbps. El cable UTP es la base de lo que se ha dado en llamar el sistema de cableado estructurado dentro de una empresa y como tal, es el medio de comunicación por excelencia dentro de un edificio. Se prevé que en los próximos cuatro o cinco años este medio seguirá siendo la vía de comunicación por excelencia dentro de un edificio.

#### • Fibra óptica

El cable de fibra óptica consiste de un conductor interno de fibra de vidrio, llamado núcleo y un revestimiento también de fibra de vidrio pero de un índice de refracción diferente llamado cladding. La señal de luz se transmite sobre el núcleo y tiene una capacidad de transmisión de datos que pueden ser de 155 Mbps, 622 Mbps ó 1244 Mbps por cada par de fibras ópticas. Un cable lleva varios pares de fibras y es el medio de transmisión usado para la comu-

nicación en un ambiente WAN, aunque también se emplea como backbone o enlace de alta velocidad para interconectar las subredes de una empresa en un campus donde puede hacer canalización e instalación de cable de fibra óptica.

#### • Sistema satelital

El Sistema satelital es ahora menos importante para la transmisión masiva de datos, sin embargo, su uso como medio de transmisión en redes de computadoras se incrementará en los próximos años con la operación de los satélites de baja altura. Su aplicación será sobre todo en los vehículos móviles que portan equipo de cómputo para los cuales se empleará lo que se llama IP móvil.

En cuanto a los satélites mexicanos ubicados a 36,000 kilómetros de altura pensamos que dado que el problema de la transmisión masiva de datos entre las ciudades de la República Mexicana ha sido resuelto con las redes de fibra óptica de las compañías proveedoras de servicios satelitales, éstos deberán ser usados para proveer canales de comunicación a las áreas del país no conectadas con la red de fibra óptica.

#### • Redes LAN

Hay dos tipos de redes locales en el mercado; una es la token ring y la otra la Ethernet. La red token ring tiene una topología lógica de anillo y la Ethernet de bus lineal (figura 2), pero la topología física es una estrella, según se muestra en la figura 3.

Dos cosas distinguen a las redes token ring y ethernet; el formato de la trama y el método de acceso de una computadora a la red.



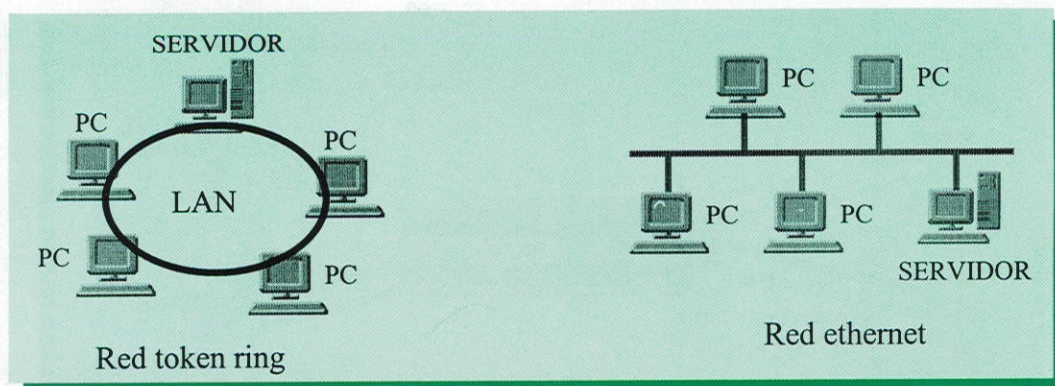


Fig. 2. Topología lógica de las redes LAN

En token ring la trama puede tener una longitud máxima de 4500 bytes mientras que en ethernet este tamaño es de 1500 bytes. En token ring no se requiere un tamaño mínimo para la trama, y en ethernet debe ser de al menos 64 bytes. En ambas, la magnitud de una dirección física es de 6 bytes ó 48 bits.

En token ring el método de acceso es determinístico y se pueden fijar niveles de prioridad. En esta red hay una secuencia de 3 bytes llamada token que debe ser atrapada por la estación que desea transmitir; cuando se apodera del token cambia un bit en la secuencia indicando el cambio de estado de libre a ocupado, adiciona su mensaje a transmitir y lo envía. Cada computadora en la red recibe el mensaje, pero solo la que reconoce como propia su dirección destino, copia la trama, cambia el estado de unos bits indicando que recibió y copió el mensaje y lo retransmite. Cuando la estación que envió la trama la recibe de regreso, la elimina del anillo y libera el token para que otra estación pueda transmitir.

Una red token ring es más cara que la red ethernet, es más sofisticada y opera a velocidades más bajas, es por esto que el lugar que ocupa en el mercado es relativamente pequeño. De hecho se puede hacer la recomendación a cualquier empresa que vaya a instalar una red que procure adquirir una ethernet que es la red LAN mundial y masivamente empleada. La red ethernet utiliza el método de acceso CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) en el cual una estación que desea transmitir, escucha primero el canal para detectar si hay o no una señal siendo transmitida; si la hay espera para intentarlo más tarde, si no la hay, procede a transmitir su mensaje y continua escuchando. Si otra estación transmite al mismo tiempo se detecta una colisión, deja de transmitir y se notifica a todo mundo acerca de la colisión.

Hay dos redes LAN ethernet en uso en la actualidad; ambas usando un medio de comunicación de cable UTP categoría 5. Una es la 10 BASE-T que opera 10 Mbps y la otra 100 BASE-T que trabaja a 100 Mbps. En ambas redes hay un concentrador o hub que se ubica en el centro de distribución de cableado de un piso en un edificio y de ahí salen cables UTP a los sitios de instalación de las estaciones de trabajo. Una estación puede estar a lo más a una distancia que se cubra con 100 metros de cable UTP, y usa dos pares de hilos, un par para transmisión y un par para recepción (figura 4).

En el esquema de la figura 4 todas las estaciones comparten el canal, de modo que la velocidad real de 10 Mbps se ve disminuida conforme se agregan más estaciones a la red. Para subsanar este problema se han introducido equipos llamados switches, los cuales garantizan una velocidad de, por ejemplo: 100 Mbps en cada uno de sus puertos. Con los switches se conectan directamente a puertos de alta velocidad los equipos servidores, mientras que las estaciones de usuario se enlazan a hubs compartidos y estos hubs son luego conectados a un puerto del switch. Recientemente han salido al mercado las redes Gigabit ethernet ó

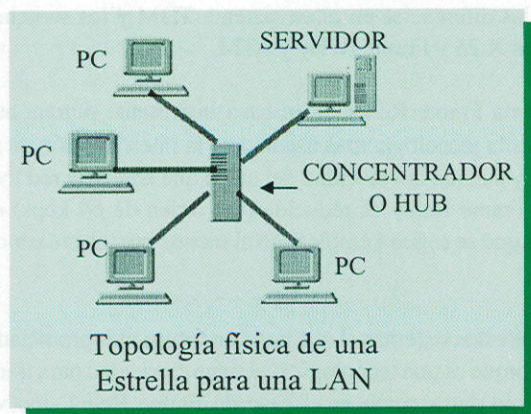


Fig. 3. Topología física de las redes token ring y ethernet.



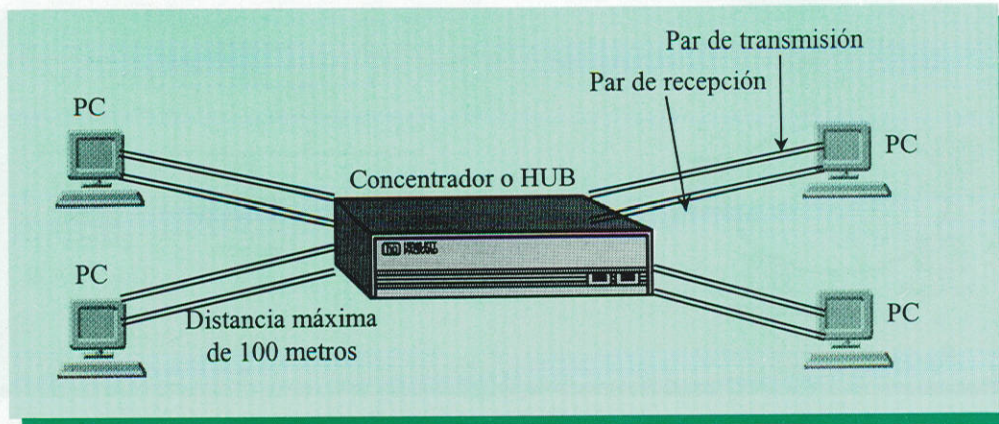


Fig. 4. Red LAN ethernet sobre cable UTP.

1000 BASE-X en las cuales se tiene una velocidad de 1000 Mbps, operan en modo full duplex y usan fibra óptica como medio de comunicación aunque se pretende que puedan ser utilizadas con cable UTP. Dada la alta velocidad de la red, se contempla su uso como backbone o supercarretera de alta velocidad para enlazar redes locales dentro del campo de una empresa empleando como medio de comunicación fibra óptica.

#### • Redes switcheadas WAN

Hay dos tipos de tecnología de switcheo de datos: switcheo de circuitos y switcheo de paquetes. Enseguida se hace referencia a cada una de esas técnicas.

En el switcheo de circuitos se asigna una ranura de tiempo a cada canal a multiplexar, y una franja de tiempo es asignada en forma permanente, se use o no se use. Por ejemplo: en el multiplexaje de canales telefónicos se toman muestras de cada canal a una velocidad igual al doble del ancho de banda de la señal telefónica que es de 4000 hz, así que se toman 8000 muestras por segundo (de acuerdo con el teorema de muestreo), después cada muestra se codifica con 8 bits lo cual da 8000/muestras por seg \* 8 bits/muestra ó 64,000 bits por segundo ó 64 kbps que es lo que se llama un canal E0. Hay varios esquemas de multiplexaje de switcheo de circuitos TDM (Time División Multiplexing), destacando el sistema T1 que comprende 24 canales E0 y el T3 que incluye 28 T1 (bastante usado en Internet como backbone) que rigen en Estados Unidos, Canadá y Japón y el sistema E1 que comprende 30 canales E0 y que se emplea en México y en Europa. El problema con los sistemas TDM es que un canal, por ejemplo: un E0, es asignado en forma permanente lo utilice o no el usuario contratante.

La otra tecnología importante es la de switcheo de paquetes en la cual no se asigna un canal de comunicación en forma permanen-

te como en TDM sino que el canal es de quien lo utilice. En este caso los mensajes del usuario son encapsulados en unidades de transmisión llamados paquetes (como en X.25), tramas (como en Frame Relay) y celdas (como en ATM). En los sistemas de switcheo de paquetes se crean lo que se llaman circuitos virtuales, a través de los cuales se transmiten los paquetes enviados en una sesión entre las dos entidades que establecen el circuito virtual; para ello el circuito virtual tiene una identificación que se pone en todos los paquetes que se envían a través de él. Hay tres sistemas de switcheo de paquetes, ellos son: X.25, Frame Relay y ATM.

X.25 es el sistema de switcheo de paquetes más antiguo y en la década presente ha sido substituido por Frame Relay que es una tecnología simple que no hace control de flujo ni control de error y que cuando detecta una trama errónea o con identificación de circuito virtual desconocida simplemente descarta la trama y deja a protocolos como TCP, corriendo en las computadoras que se enlazan, la labor de corregir los mensajes erróneos. La figura 5 ilustra las diferencias entre un sistema TDM y los switcheo de paquetes X.25 y Frame Relay y ATM.

El sistema Frame Relay es un caso interesante porque actualmente es la tecnología más usada para la interconexión de redes locales y aunque la velocidad del canal que enlaza la red local al switch Frame Relay es reducida (del orden de 64 kbps) es un sistema que se seguirá empleando al menos por los próximos 3 o 4 años.

De todos estos sistemas el que tiene un futuro más prometedor es ATM porque es una tecnología que tiene capacidad para transmitir no solo datos como es el caso de Frame Relay sino voz y vídeo. Además ATM puede operar a velocidades normadas por Sonet como son OC-3 (155 Mbps), OC-12 (622 Mbps), OC-24 (1244 Mbps) y OC-48 (2488 Mbps). El mayor uso actualmente



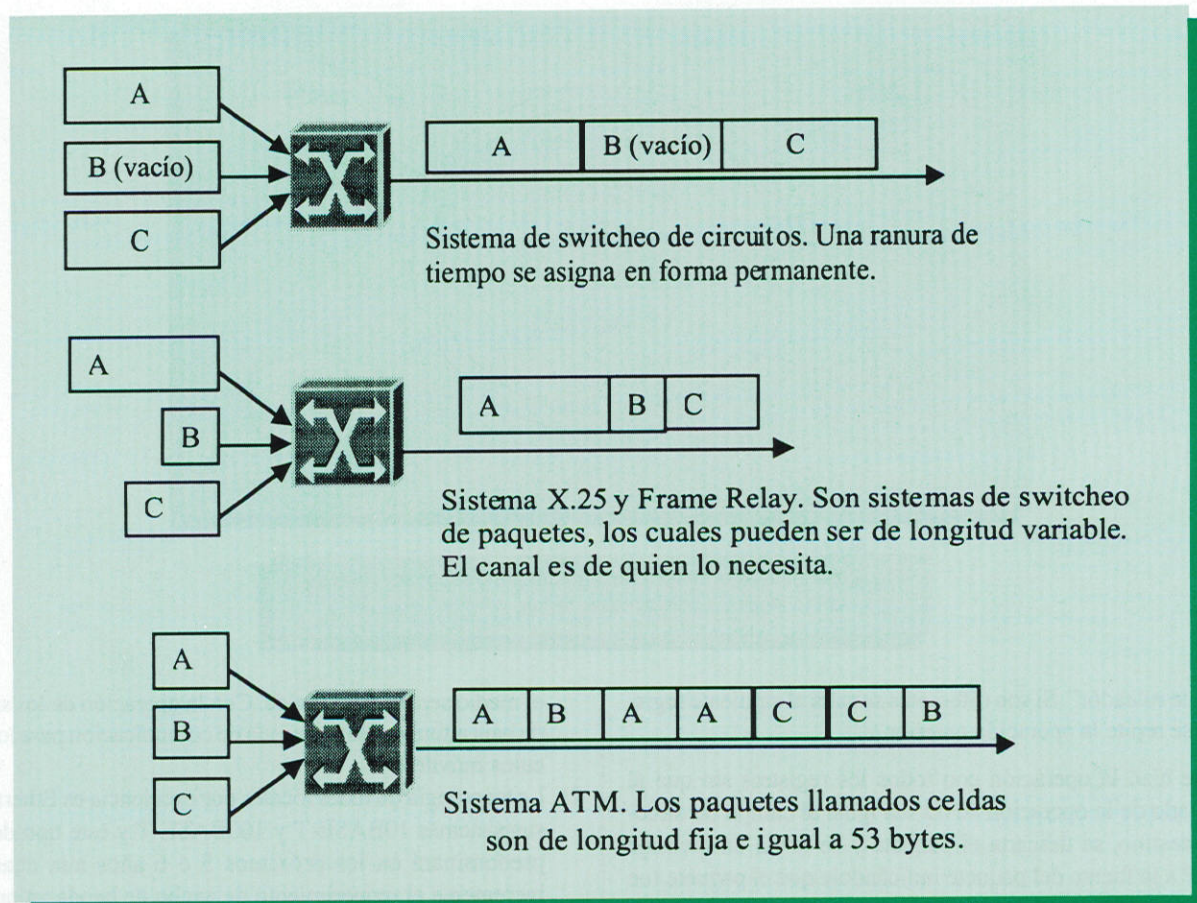


Fig. 5. Sistema de switcheo de circuitos y de switcheo de paquetes.

del sistema ATM es el de backbone de la red pública de las compañías prestadoras del servicio de comunicaciones y el de backbone en el campus de una empresa para conectar las redes LAN ubicadas en diversos edificios según se muestra en la figura 6.

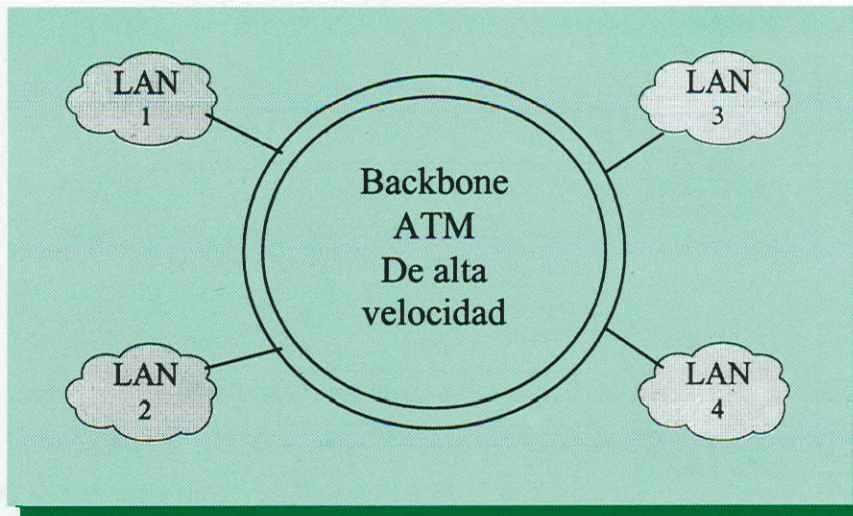
#### • Protocolos

Cuando dos computadoras se comunican en una red lo hacen a través de un protocolo, justamente como los humanos. Con el protocolo se establece un conjunto de reglas que los equipos que se comunican deben de respetar. Hay un conjunto de protocolos llamado TCP/IP que es universalmente empleado en la red Internet. El protocolo IP cae dentro de la categoría de los no orientados a conexión, es decir, el módulo IP en una computadora envía un paquete sin establecer previamente una conexión, por eso a la unidad de transmisión se le llama paquete o datagrama ya que opera en forma "similar" al servicio telegráfico donde se transmiten telegramas.

A los nodos de la red Internet que tienen como función reenviar los paquetes que reciben a través de la mejor ruta se les llama ruteadores y son equipos que operan al nivel de la capa de red del modelo OSI. Un ruteador realiza su función basado en un conjunto de registros de varios campos llamado tabla de ruteo. Aun cuando el formato de esta tabla depende del fabricante hay tres campos que son comunes: la dirección de red destino que el ruteador conoce, la mascarilla de red y la dirección del siguiente ruteador al cual enviar el paquete recibido para hacerlo llegar a su destino. Un ruteador de velocidad baja opera a 14,000 paquetes por segundo y uno de alta, a más de 500,000 paquetes por segundo. Para lograr esta velocidad el proceso de determinar a donde se envía un paquete que se recibe, se realiza del modo siguiente:

- Se hace una operación lógica AND entre la dirección destino del paquete recibido y el campo "mascarilla" de red del primer registro de la tabla de ruteo. Se compara el resultado con el campo destino especificado en un registro. Si son iguales envía el paquete a la dirección especificada en el campo "si-





**Fig. 6.** Sistema ATM usado como Backbone o supercarretera de alta velocidad para enlazar redes.

guiente ruteador". Si son diferentes se salta al siguiente registro y se repite la operación anterior.

- b) Si se hizo la operación con todos los registros sin que el resultado de la operación AND sea igual al campo de dirección destino, se descarta el paquete y se envía un mensaje ICMP a la fuente del paquete indicándole que el paquete fue descartado porque el destino es inalcanzable.

Aparte de la función anterior, un ruteador puede operar también como una pared de fuego (Firewall) básica para proteger la red de una empresa de ataques desde el mundo exterior (Internet). Para ello en el ruteador se configuran lo que se llama listas de acceso para negar o permitir el paso de paquetes de datos basados en la dirección fuente, en la dirección destino o en el protocolo especificado en el encabezado del paquete.

### • Conclusiones

Hay una empresa norteamericana que tiene como lema "La red es la computadora", lo cual da una idea de la importancia de la computadora en red, de la potencialidad de los canales de transmisión en la interconexión de equipos y de los protocolos para que las computadoras se puedan comunicar unas con otras no importando de que marca sean o en que lugar del mundo se encuentran. Al respecto y resumiendo lo que se dijo en la exposición de este artículo podemos concluir lo siguiente:

- 1) El medio de comunicación dentro del edificio de una empresa es y será en los próximos cuatro años el cable UTP categoría 5 o superior y en el backbone de un campus o en la red WAN

el medio será la fibra óptica. Con la operación de los satélites de baja altura se usará esta vía de comunicación para los vehículos móviles.

- 2) La tecnología de redes locales por excelencia es Ethernet con sus sistemas 10BASE-T y 100BASE-T y este tipo de LAN predominará en los próximos 5 ó 6 años aun cuando se incremente el requerimiento de ancho de banda ya que para ello está ya disponible el sistema Gigabit Ethernet que opera a 1000 Mbps.
- 3) La tecnología que se usará para el backbone de un campus o para la red WAN será ATM que permite no sólo la transmisión de datos sino la integración en el mismo sistema de las señales de voz, vídeo y datos.
- 4) En los sistemas operativos de red se incluirá como protocolo de comunicación de red la familia TCP/IP.
- 5) El conjunto de protocolos TCP/IP con IP versión 4 e IP versión 6 será el lenguaje de red de transporte y aplicación para la comunicación entre computadoras.

### • Referencias bibliográficas

- [1] Cornelio Robledo Sosa. "Redes de computadoras".
- [2] William Stallings. "Local Networks".
- [3] Comer and Stevens. "Internetworking with TCP/IP".
- [4] Lynch Rose. "Internet System Handbook".
- [5] Minoli. "Enterprise Networking".