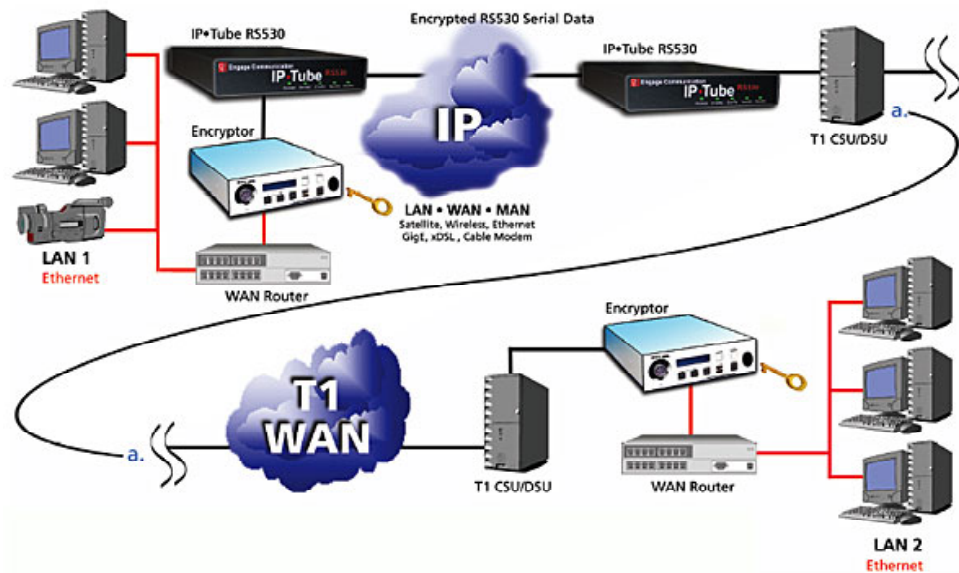




Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura

Trabajo Monográfico de Adscripción

Interconexión de Redes (Internetworking)



Vanesa Solange Roffé - L.U.: 32.477

Cátedra: Sistemas Operativos

Titular de la cátedra: Mgter. David Luis La Red Martínez

Licenciatura en Sistemas de Información

Corrientes - Argentina

2008

Índice General

1	Interconexión de Redes	1
1.1	Introducción	1
1.2	Networking Básico	3
1.3	Modelos de Referencia	3
1.4	Servicios, Medios y Sistemas de Transmisión	4
1.5	Sistemas de Cableado Estructurado	6
1.6	Redes de Área Amplia (WANs)	8
1.7	Servicios T1	10
1.8	Conexiones Dial-Up, Asíncronas y Módems	12
1.9	Encapsulamiento Seriales	14
1.10	Diseño WAN	15
1.11	Congestión WAN: Encolamiento y Compresión	17
1.12	Administración de Redes WAN	19
2	Conclusiones	21
	Bibliografía	24

Capítulo 1

Interconexión de Redes

1.1 Introducción

En un principio, en toda organización pequeña o mediana, las tareas de networking resultan bastantes fáciles. El futuro diseñador / administrador de red tendrá a lo sumo que diseñar e instalar una red de área local (LAN) para que los usuarios compartan sus recursos dentro de una misma área de cobertura (un edificio por ejemplo). Pero a medida que pasa el tiempo irán apareciendo factores que harán que el administrador de red (hasta ahora LAN) no tenga una vida tan fácil. Por ejemplo, supongamos que la empresa creció, tiene sucursales, y los usuarios quieren recuperar documentos de los clientes o de otras sucursales. Entonces, se enseña a los usuarios como conectarse a una computadora remota y a transferir archivos. La tarea esta cumplida [1].

Pronto los usuarios quieren, también, tener acceso a impresoras remotas y, muy poco después acceso a todos los recursos de las LANs remotas (en las sucursales), es decir las aplicaciones y los dispositivos compartidos.

Después de un tiempo, toda la organización quiere estar conectada como si estuviera en la misma red local. Es decir todos quieren estar conectados a todo el que tenga una computadora (en forma rápida y transparente). Para colmo de males una de las peticiones más frecuentes es el acceso a Internet.

Ahora es el momento en que el administrador (hasta ahora local) se da cuenta que la comunicación de datos en una red de área extensa no se reduce a conectarse con todo el mundo.

Red de Área Extensa (WAN) es un termino muy amplio. Ningún trabajo, no importa cual fuere su tamaño, podría cubrir todos los aspectos sobre la instalación y gestión de una WAN. Aun así, en este trabajo se intenta hacerlo.

Generalmente se enfoca a las WAN como una convergencia de áreas de responsabilidad. Es habitual hacer una distinción entre las responsabilidades de administración o gestión de redes y la de administración o gestión de telecomunicaciones. Los administradores de telecomunicaciones (o si se quiere administradores WAN) gestionan todas las comunicaciones fuera de la red de área local (ya su nombre lo indica, telecomunicaciones es igual a comunicaciones a distancia) hasta los muros del edificio o la puerta de un campus. En muchas organizaciones esta situación es todavía verdad, aunque esta cambiando velozmente. Sea o no este el caso de una organización dada, probablemente el administrador deberá leer bibliografía (o trabajos como el presente), ya que las líneas divisorias entre redes locales y de área extensa se están difumando a gran velocidad (es decir entre administrador LAN y administrador WAN).

Un administrador de redes, probablemente sabrá que la mayoría de los vendedores de equipos de área extensa dan por hecho que conoce lo bastante sobre comunicaciones de datos de área extensa como para seleccionar y gestionar sus productos. Si se es un administrador de telecomunicaciones, se sabe que la comunicación de área extensa es el aspecto que más velozmente crece en una organización (el mejor ejemplo actual es el acceso a Internet a través de redes locales y el uso de redes privadas virtuales como soporte para aplicaciones remotas) y que ello exige un conocimiento de las comunicaciones WAN. En todos los casos, se necesitara entender el funcionamiento de las WAN y como interactúan con las LANs.

Otro de los motivos mas apremiantes para aprender mas sobre WANs es que los usuarios no conocen la diferencia entre comunicaciones de área local y de área extensa (y tampoco quieren saberlo). Los sistemas operativos y las aplicaciones de red se están extendiendo mucho y son tan buenos ocultando donde se encuentran los datos y los programas, que los usuarios confunden los problemas de rendimiento de la redes de área extensa con los del área local (como explicarles que un enlace de área extensa es varias veces mas lento que un enlace local, y que el costo de su mejora no es justificable).

Un ultimo motivo del porque estudiar las WANs (que se desprende del párrafo anterior), es que debido a las transparencias de las aplicaciones y sistemas operativos de red en el área extensa mencionada previamente, se tendrá que solucionar problemas de área extensa, así como recomendar y justificar el

costo de las soluciones en dicha área, y esto es tanto si se es un administrador de telecomunicaciones como de redes.

1.2 Networking Básico

El objetivo principal de todo sistema de comunicaciones es intercambiar información entre dos entidades. Por ejemplo entre una estación de trabajo y un servidor a través de una red telefónica existente. Otro ejemplo es el intercambio de señales de voz entre dos teléfonos a través de la misma red telefónica. Aún cuando el modelo de comunicaciones es en apariencia sencillo, en realidad implica una gran complejidad [2].

El modelo implica una lista de tareas y elementos claves que deben relacionarse e interactuar para lograr que el sistema de comunicaciones funcione y trabaje. Aún más, esta relación es un tanto arbitraria ya que se podría añadir elementos, mezclar tareas, etc. ó más todavía, algunos elementos podrían realizar diversas tareas en diferentes niveles del sistema.

En este trabajo se intenta desentrañar el significado de algunas de las tareas y entender cómo se utilizan esos elementos necesarios del modelo de comunicación para lograr que un usuario pueda comunicarse con otro, a través de la distancia, y que todo eso sea transparente para él.

Se comenzará definiendo lo que es una red de objetos, una red de comunicaciones (networking), los elementos de una red que permiten que esa red de comunicación funcione (NIC, medios), los tipos de redes que se pueden lograr (LAN, MAN, WAN), la capacidad, definición e importancia del canal por donde se transmiten los datos (ancho de banda) y cómo las distintas señales (digitales, analógicas) son convertidas (codificadas) para su transmisión sobre los distintos medios y sistemas de transmisión (jerarquías, protocolos) hasta llegar al usuario final, el cual percibe la llegada de la misma ponderando el tiempo que tarde la misma desde que fue solicitada mediante un requerimiento suyo (tiempo de respuesta, tiempo de transmisión y velocidad efectiva).

1.3 Modelos de Referencia

Cuando se realiza un intercambio de datos entre dos computadoras, terminales u otros dispositivos de procesamiento, las cuestiones a estudiar son muchas más

que las mencionadas en el apartado anterior.

Entre las cosas adicionales es necesario determinar por ejemplo: la existencia de un camino (path) entre las dos computadoras, directo o a través de una red de comunicación, cómo el sistema fuente activa ese camino directo ó cómo identifica al sistema destino, cómo asegurarse que el sistema destino está preparado par recibir datos y cómo los almacenará y entregará al usuario deseado, y entre otras muchas cosas, cómo compatibilizar los dos sistemas (fuente y destino) antes y durante el intercambio de datos entre ellos.

Al intercambio de información entre dos computadoras se lo denomina comunicación entre computadoras y al conjunto de computadoras que se interconectan a través de una red de comunicaciones, se las denomina red de computadoras.

Ahora bien al estudiar las comunicaciones entre computadoras y las redes de computadoras, son relevantes dos conceptos: los protocolos (convenciones que indican qué, cómo y cuándo se comunica), es decir el establecer el idioma a hablar ó el conjunto de reglas a seguir para un intercambio exitoso; el otro concepto es el de arquitectura (estructura funcional), es decir el sistema que integra todas las partes (cada uno de los distintos protocolos intervinientes), de un sistema fuente con los de un sistema destino, permitiendo que se establezca una comunicación de igual a igual o comunicación entre pares entre ellos.

La estructura mencionada se denomina *arquitectura de protocolos* y se estudiarán y compararán dos arquitecturas que fueron determinantes y básicas en el desarrollo de los estándares de comunicación: el conjunto de protocolos TCP/IP y el modelo de referencia OSI. TCP/IP es la arquitectura más adoptada para la interconexión de sistemas, mientras que OSI se convirtió en el modelo estándar para clasificar las funciones de comunicación.

1.4 Servicios, Medios y Sistemas de Transmisión

La transmisión es el mecanismo para el cual una red de área extensa (WAN) envía señales eléctricas. El método y calidad de la transmisión determinará si el destino recibirá datos que pueda entender y procesar, o si recibirá basura eléctrica y deberá solicitar una retransmisión.

Muchos de los métodos de transmisión más ampliamente utilizados hoy en día fueron desarrollados en sus orígenes para transmitir voz como parte de

la red telefónica conforme fue creciendo la demanda de conexiones WAN, se fueron adaptando estos sistemas de transmisión de voz para transmitir datos. También se desarrollaron sistemas de transmisión especiales para la transmisión digital. Para seleccionar los servicios apropiados, se debe entender el método de configuración que utilizan. Esto también será útil para comprender los problemas que puedan aparecer en un sistema de transmisión.

Pero, a todo esto, ¿qué es un sistema de transmisión? Es el conjunto formado por todos los dispositivos de transmisión conectados por el medio (cableado o enlace). Los sistemas de transmisión normalmente transmiten varios canales de señales de manera simultánea, y pertenecen a uno de dos tipos: analógicos o digitales.

Una red WAN utiliza conexiones dedicadas o conmutadas para conectar computadoras distantes. Estas conexiones WAN pueden realizarse bien a través de una red pública o bien a través de una red privada. Las redes WAN pueden incluir tanto líneas dedicadas (camino permanente entre dos puntos durante un tiempo determinado) como líneas conmutadas (no requieren conexiones permanentes, utilizan conexiones temporales entre múltiples puntos cuya duración corresponde a la de la duración de datos); a su vez existen dos tipos de servicios conmutados: por circuitos y por paquetes.

El éxito de la transmisión de datos depende de dos factores fundamentales: la calidad de la señal que se transmite y las características del medio de transmisión. Los medios de transmisión se pueden clasificar en guiados (UTP, coaxial, fibras ópticas), donde las ondas se transmiten confinadas en el medio (cable) físico, y en no guiados (radio, infrarrojo, microondas) o inalámbricas, donde las ondas se transmiten sin confinarlas (aire, agua, vacío). En ambos casos, las ondas son electromagnéticas.

Por último el ancho de banda es un recurso escaso, es conveniente maximizar la velocidad de transmisión de los datos para el ancho de banda disponible. El ancho de banda disponible está limitado por el medio de transmisión y a su vez el ancho de banda limita la velocidad de transmisión, de aquí que existan dispositivos encargados de maximizar el rendimiento del enlace establecido, no solo aprovechando al máximo su capacidad, sino utilizándolo para realizar simultáneamente varias comunicaciones independientes. Tales dispositivos (multiplexores en datos, PABX en voz) soportan, administran y optimizan la utilización de los medios de transmisión digitales, por lo que se denominan gestores de ancho de banda.

1.5 Sistemas de Cableado Estructurado

Los responsables del cableado de las redes de comunicaciones deben enfrentarse a una serie de decisiones críticas. Tanto el equipamiento como la propia instalación de cableado deberá satisfacer una serie de requisitos actuales y futuros relativos a la transmisión de datos, las características eléctricas y la topología. Afortunadamente, los fabricantes han estimulado una alta velocidad de transmisión de datos sobre cables de cobre de par trenzado a un precio asequible, cuyos niveles de transmisión de datos podrán cumplir las demandas futuras de transmisión de elevados anchos de banda desde equipos de escritorio.

El cableado estructurado es un sistema de cableado preplanificado que está pensado para hacer frente a las reconfiguraciones y el crecimiento. La Asociación de Industrias Electrónicas (EIA) y la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (TIA) desarrollaron una norma para el cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales denominada normativa 568 de cableado para edificios comerciales. Esta norma proporciona un sistema de cableado uniforme que es apto para los entornos y los productos de diferentes vendedores. En paralelo con este desarrollo llevado a cabo en Estados Unidos, las organizaciones de normalización internacionales también desarrollaron y adoptaron normas que prescriben la calidad de transmisión de los sistemas de cableado instalados y los métodos que han de utilizarse para medir y verificar la conformidad con esas normas. La especificación EIA/TIA 568 se aplica a todos los esquemas de cableado de par trenzado en topologías Ethernet, Token Ring, PBX, ISDN, ATM y otros tipo de topologías.

El cableado estructurado conforma una infraestructura con caminos para las partes críticas de la red. El sistema incluye cables, conectores de comunicación, enchufes, adaptadores, baluns (equilibrado, no equilibrado), sistemas de paneles de patcheo y componentes electrónicos. Idealmente, proporciona un medio para la transmisión de datos, video, voz y otros tipos de información.

Los sistemas de cableado estructurado están basados en normas. Están definidas las distancias, las topologías y las especificaciones físicas de forma que se cumplan los requisitos de cableado que luego se puedan presentar; de esta forma, es posible realizar el cableado de un edificio sin conocer de antemano los equipos de comunicación de datos que lo utilizarán. El tendido de los cables es sencillo de administrar y los fallos son fáciles de localizar.

Para certificar una instalación de cableado se requiere una norma aceptada con carácter general que defina el nivel mínimo de rendimiento admisible, el

método de medición y las prestaciones que deben ofrecer las herramientas de medida.

La promulgación de normas sobre conexiones en red más rápidas y de mayor capacidad, ha suscitado la necesidad de entender que la velocidad de transferencia de datos expresada en Mbps y el ancho de banda necesario para soportar una elevada velocidad de transferencia, son magnitudes diferentes aunque relacionadas entre sí.

Muchos usuarios confunden los términos Mbps y MHz. El primero de ellos (Mbps) es una medida de la velocidad con que pueden transmitirse datos binarios. Esta velocidad se expresa en millones de bits por segundo, abreviado Mbps. El segundo (MHz) expresa la frecuencia de una señal sinusoidal pura. Un ancho de banda de 100 MHz indica que un sistema de cableado (en general, un medio de transmisión) puede transmitir señales sinusoidales de hasta 100MHz de frecuencia con un nivel de calidad aceptable. La expresión nivel de calidad aceptable resulta vaga y general, por lo que es preciso definirla con claridad. Para esta complicada tarea se suele recurrir a una norma establecida o a una especificación detallada de cada una de las principales características de transmisión.

La relación entre Mbps y MHz del sistema de cableado de una red depende de la codificación de señal utilizada para los datos binarios y de la velocidad de transferencia deseada. Cuando mayor es la velocidad de transferencia de datos expresada en Mbps, más corto es el tiempo disponible para transmitir un solo bit y más rápidos los tiempos de subida y de bajada (tiempos de transición) de los impulsos que han de transmitirse a través del enlace por cable. Un método de medida para verificar que dicho enlace es capaz de transmitir impulsos tan cortos con rápidos tiempos de subida y bajada, consiste en medir la calidad de transmisión de una señal sinusoidal de la frecuencia adecuada. Así pues, la mayoría de las normas genéricas de cableado especifican la calidad de transmisión de los enlaces de cableado en función de la banda de frecuencia de señales sinusoidales que puede transmitirse por el enlace con un nivel de calidad especificado. Los parámetros que se utilizan para caracterizar este nivel de calidad son atenuación, diafonía, y/o el efecto combinado de estos dos parámetros, denominado relación de atenuación a diafonía (ACR).

La fiabilidad de la transmisión en la comunicación de datos o digital viene determinada en última instancia por la tasa de errores de bit (BER), un valor estadístico de la transmisión digital que indica cuántos bits pueden transmitirse antes de que se detecte (es decir, se transmita) un bit erróneo. Los

comprobadores de BER no son muy prácticos para verificar instalaciones de cableado dado su costo y dado que hay muchos estándares LAN diferentes y cada uno utiliza una forma distinta de codificación digital para transmitir por el cableado.

Puede existir una cierta indecisión a la hora de optar por instalar un sistema de cableado estructurado o bien un sistema de tradicional como Ethernet. Si bien con EIA/TIA se deben seguir una serie de reglas rígidas y su instalación resulta más cara si es una instalación de magnitud, se tiene que siguiendo la normativa y obteniendo una certificación del cableado, se logra que la instalación permita expansiones futuras y soporte las nuevas tecnologías de transmisión sin mayores cambios en la estructura de cableado, cosa que permite obtener un ahorro (de tiempo y dinero) en futuras instalaciones de cableado.

1.6 Redes de Área Amplia (WANs)

En las telecomunicaciones modernas de hoy en día, la necesidad de extender las redes está en rápido crecimiento. Mientras que una red LAN puede cubrir la mayoría de las necesidades de comunicación y de compartición de recursos dentro de un campus o empresa, la conectividad WAN permite a los usuarios y organizaciones tomar una mayor ventaja de servicios como Internet, e-commerce y videoconferencia.

Generalmente, se considera como Redes de Área Amplia (WAN) a todas aquellas que cubren una extensa área geográfica (opera más allá del alcance geográfico de una LAN), requieren atravesar rutas de acceso público, y utilizan parcialmente circuitos proporcionados por una entidad proveedora de servicios de telecomunicaciones (Carrier o Telco). Típicamente una WAN consiste en una serie de dispositivos de conmutación interconectados. La transmisión generada por cualquier dispositivo se encaminará a través de estos nodos internos hasta alcanzar el destino. A estos nodos (incluyendo los situados en el contorno) no les concierne el contenido de los datos, al contrario su función es proporcionar el servicio de conmutación, necesario para transmitir los datos de un nodo a otro hasta alcanzar su destino final. Una WAN, es también, una red de acceso remoto que conecta sitios a través de un área geográfica extensa.

Existe un gran número de servicios de transmisión usados para soportar comunicaciones WAN, todos ellos utilizando componentes de hardware que

conectan a las diferentes LANs. Para los usuarios conectados, todos esos servicios y componentes trabajan en conjunto (un sistema WAN) para crear la ilusión de una gran red virtual (la nube WAN). Tradicionalmente, las WAN se implementaron usando una de las tecnologías siguientes: conmutación de circuitos (ISDN, Dial-up, POTS, DDR, SW-56) y conmutación de paquetes (X.25); aunque últimamente se están empleando como solución las técnicas de retransmisión de tramas (Frame Relay) y las de retransmisión de celdas (Cell Relay o ATM), ambas derivadas de la conmutación de paquetes y ofreciendo conmutación rápida de paquetes o fast packet.

El objetivo que busca una WAN es el de permitir el acceso a datos y aplicaciones críticas a usuarios ubicados en otros puntos de una ciudad o de otras ciudades, incluso del exterior. Se necesita la interconexión de LANs para lograr comunicaciones más eficientes entre usuarios dispersos, así como lograr también un mayor ancho de banda para aplicaciones de imágenes y video. Todo esto se quiere lograr con una adecuada administración y control de costos, así como permitir un adecuado crecimiento o expansión.

Los tipos de servicios WANs disponibles y sus costos varían, dependiendo de la región geográfica y del proveedor del servicio. Los costos y la disponibilidad de servicio son a menudo el criterio de selección que se impone.

Para que el profesional lleve a cabo la solución más apropiada, debe entender las ventajas y desventajas de los diferentes tipos de servicios WAN. Se deben utilizar las distintas pautas o criterios ofrecidos para seleccionar el mejor servicio o mezcla de servicios de acceso remoto entre el número grande de productos disponibles.

En un sentido amplio, una WAN es un grupo de computadoras que están físicamente separadas por largas distancias pero consideradas lógicamente juntas. En un sentido más estricto, una WAN es un puente que conecta LANs remotas y permite mirarlas como una gran LAN.

Las tecnologías WAN funcionan en las tres capas inferiores del modelo OSI y utilizan el enfoque de división en capas para el encapsulamiento, al igual que las LAN, pero el enfoque se centra principalmente en las capas física y de enlace de datos. Los estándares WAN normalmente describen los métodos de entrega de la capa física y los requisitos de la capa de enlace de datos, incluyendo direccionamiento, control de flujo y encapsulamiento. Los enlaces WAN normalmente operan al nivel de capa 2 y convierten el encapsulamiento de trama LAN, como Ethernet o Token Ring, en encapsulamiento de trama de

capa 2 WAN como HDLC, PPP, X.25 o Frame Relay. El encapsulamiento de trama WAN varía según la tecnología WAN utilizada entre redes conectadas por routers. El encapsulamiento de la capa de enlace coloca un encabezado e información final en el paquete. El entramado de capa 2 en una LAN es diferente del de una WAN y el router debe realizar la conversión entre los dos.

Los estándares, normas y regulaciones también influyen en el desarrollo e implementación de los métodos de transporte y de acceso WAN; es decir están incluidos como factores externos a la misma.

En este trabajo se presentarán los diversos protocolos y tecnologías que se utilizan en los entornos de red WAN. Se verán los aspectos básicos de las WAN, incluyendo las tecnologías WAN comunes, tipos de servicios WAN, formatos de encapsulamiento y opciones de enlace. Se describirá los enlaces punto a punto, la conmutación de circuito, la conmutación por paquetes, los circuitos virtuales, los servicios de acceso telefónico (discado) y los dispositivos WAN.

Se hará una introducción al propósito funcional de una WAN, las características que definen las dimensiones de una red WAN, se comparará y contrastará los principales tipos de tráfico (voz, datos, video).

1.7 Servicios T1

Los servicios T de las compañías de telecomunicaciones distribuyen transmisiones de datos y voz digitales sobre redes LAN o WAN a velocidades de hasta 45 Mbps. Tradicionalmente los circuitos son dedicados, pero también los servicios conmutados están a disposición de aquellos clientes que necesiten un gran ancho de banda de forma periódica. Los clientes pueden construir sus propias redes privadas con líneas T1 o T3. El cliente alquila una línea dedicada a la compañía telefónica entre cada dos emplazamientos, luego instala en cada uno de ellos, un equipo de conmutación (un multiplexor / demultiplexor) que maneja el tráfico de paquetes entre esos lugares. Este esquema se denomina red privada ya que es el equipo del cliente el que dirige el tráfico desde cada emplazamiento a través de las líneas alquiladas.

En contraste, las tecnologías de conmutación de paquetes tales como Frame Relay, SMDS y ATM proporcionan conexiones cualquiera a cualquiera sobre topologías de malla, donde los paquetes poseen datos de dirección autocontenidas que les permiten llegar a su destino a través de las conexiones malladas.

No se necesita una conexión predefinida (como T1) entre dos puntos.

Con la conmutación de paquetes los clientes pueden construir redes virtuales y evitar el uso de las caras líneas T1 de gran distancia. Pero, aun se requieren T1 u otros servicios digitales en las mayorías de los casos para la conexión con los servicios de conmutación de paquetes, pero la distancia de la línea de enlace entre centrales es ahora mucho más corta y los clientes obtienen los beneficios de la red conmutada. Sin embargo algunos clientes necesitarán todavía los servicios de línea dedicada y privada que T1/T3 proporciona especialmente si existe mucho tráfico entre dos puntos.

Con T1, la compañía telefónica local sirve como un concentrador para cada red dentro de una cierta área geográfica. Redes en sitios diferentes de las compañías dentro del área mantenida por la compañía telefónica (generalmente, un área metropolitana) se conectan al concentrador proporcionado por la compañía telefónica.

Las compañías telefónicas locales operan dentro de las áreas locales para acceso y transporte (LATA, Local Access and Transport Areas), que son equivalentes al área geográfica cubierta por un código de área telefónica. Son en estas áreas donde los servicios digitales T se utilizan con mayor frecuencia, sobre todo cuando se desea obtener un enlace de alta velocidad al área de acceso de una WAN.

Típicamente, los servicios T de las compañías de telecomunicaciones se alquilan mes a mes e incluyen un coste de establecimiento inicial. La distancia de las líneas determina su costo, en especial cuando intervienen dos o más telcos.

En Estados Unidos se utiliza una jerarquía de señales digitales, en la cual se incluyen los servicios T, en donde una señal T1 es igual a la velocidad de la línea de señal DS-1 (señal digital nivel 1), es decir 1,544 Mbps, siendo la base de la jerarquía la señal DS-0, con 64 Kbps (un canal de voz, base de las líneas telefónicas analógicas y base para la modulación de las señales digitales de voz).

Las velocidades de señal europeas son diferentes a las norteamericanas, con una señal E1 que tiene una velocidad de datos de 2,048 Mbps. Esta discrepancia, entre las dos categorías, se normalizará con SONET.

Los servicios digitales T ofrecen servicios fraccionales, como accesos de bajo costo para los clientes con requisitos de anchos de banda bajos. El ancho

de banda de 1,544 Mbps de T1 se puede dividir en 24 canales de 64 Kbps, cada uno conlleva transmisión de voz y datos.

Fundamentalmente, una línea T1 es una línea telefónica acondicionada, lo que significa que se usan regeneradores de señal a distancias regulares sobre la línea entre el cliente y la telco para reducir el ruido de línea.

Una línea T1 se inicia con dos pares de cable trenzado en el emplazamiento del cliente. Estos cables se unen a las líneas acondicionadas por las telcos. Para la conexión de una LAN a una línea T1 se necesitarán equipos como ser: una CSU/DSU (punto de contacto de la línea T1, activación y señalización), un multiplexor (permite múltiples canales de voz/datos), y un puente o encaminador (punto de conexión entre la LAN y la línea digital T1).

Los servicios T se originaron ante la necesidad de más ancho de banda que el proporcionado por las redes de conmutación de paquetes (X.25) o los servicios de datos digitales (Switched 56, DDS) a 56 Kbps. La capacidad para multiplexar la voz en la misma línea y reducir los costos de las llamadas telefónicas, causó un incremento en el uso de las líneas. Sin embargo las líneas dedicadas alquiladas tienen sus limitaciones. La primera es que son dedicadas y requieren una cuota alta de establecimiento inicial. Además, se fija el ancho de banda, lo cual no se acomoda a las ráfagas de tráfico de las LANs. Los usuarios se pueden encontrar con que pagan por un ancho de banda que frecuentemente no usan, excepto durante las horas de tráfico picos en que no es suficiente. También es una forma cara de construir redes privadas sobre grandes áreas cuando se compara con servicios como Frame Relay, SMDS o, en algunos casos, ATM que proporcionan ancho de banda bajo demanda y la habilidad para conmutar conexiones. Pero, téngase en cuenta que todavía se necesitan los servicios dedicados como T1 para conectar el sitio del cliente con los puntos de acceso al servicio (WAN).

Otras tecnologías competitivas para los puntos de acceso (bucle local) incluyen: ISDN y la familia xDSL.

1.8 Conexiones Dial-Up, Asíncronas y Módems

Las conexiones discadas (dial-up) por líneas conmutadas analógicas asíncronas son una solución WAN barata de acceso remoto, disponible al momento. Por estas razones, virtualmente todas las organizaciones usan módems y líneas

telefónicas analógicas en alguna forma (aunque cada vez más en menor medida). Tanto los routers como los puestos de trabajo pueden configurarse para conexiones dial-up con módems. Como profesional de redes, se debe entender cómo trabajan los módems, además de saber poder cablear y configurar una conexión dialup.

Al seleccionar una solución de acceso remoto para oficinas remotas y usuarios hogareños, los diseñadores de red optan a menudo por conexiones dial-up analógicas porque se soportan sobre las líneas telefónicas ordinarias.

Las líneas de teléfono ordinarias, también llamadas Servicio Telefónico Básico Antiguo o POTS (Plain Old Telephone Service) fueron originalmente diseñadas para llevar voz usando señalización analógica.

Para usar líneas de teléfono analógicas para transmisión de datos, las señales digitales de una computadora deben convertirse a un tono analógico que puedan ser transportados por los POTS. Un módem realiza estas conversiones para poder acceder a la Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN, Public Switched Telephone Network) vía los loops locales analógicos. Además, las señales analógicas deben convertirse de nuevo a señales digitales para que la computadora receptora descifre la información. Todas las compañías de telecomunicaciones (telcos) usan medios digitales dentro de sus propias redes. Mediante el uso de la transmisión digital, las telcos pueden transmitir eficientemente datos entre sus switches y mantener tasas de error mínimas. Retransmitir señales analógicas es menos eficiente porque las señales analógicas requieren amplificación, la cual a su vez amplifica cualquier ruido en la señal y crea errores.

Entonces, los módems conectan las computadoras digitales a la red digital de las telcos vía loops locales analógicos (también conocidos como última milla). Cuando el switch de la telco recibe la señal analógica del módem, debe codificar la señal para que pueda atravesar la red digital, para ello utiliza un dispositivo llamado codec (codificador/decodificador, coder/decoder) para codificar las formas de onda analógicas en pulsos digitales (conversión analógica a digital), y viceversa.

1.9 Encapsulamiento Seriales

La transmisión serie consiste en la transmisión de señales a través de un único canal o enlace, frente a la comunicación en paralelo donde se transmiten múltiples señales sincronizadas a través de varias líneas paralelas. En las comunicaciones serie, los bits de datos se transmiten secuencialmente, uno detrás de otro. Este método es característico de la transmisión de un flujo de bits entre una computadora y un periférico como un módem.

Se han definido un cierto número de normas para la interfaces series en el nivel físico con relación al modelo OSI. Las especificaciones de interfase definen los tipos de señales, los tipos de cables, los conectores y los procedimientos. La especificación RS-232 (de 20 Kbps) de la EIA es una de las normas de interfase serie más popular, así como lo son las normas Bell, las normas V punto del CCITT y las interfaces de alta velocidad HSSI (High Speed Serial Interfase), una norma industrial de facto, desarrollada por Cisco, capaz de transmitir a velocidades de hasta 52 Mbps a lo largo de cables de hasta 10 metros de longitud.

Una vez estudiadas las tecnologías de red de área amplia (WAN), es importante comprender que las conexiones WAN son controladas por protocolos que ejecutan las mismas funciones básicas que los protocolos LAN de capa 2, como Ethernet. En un entorno LAN, para mover los datos entre dos nodos o routers cualquiera, se debe establecer una ruta de datos y se deben establecer procedimientos de control de flujo para asegurar el envío de datos. Esto también es aplicable para el entorno WAN y se logra utilizando protocolos WAN como SLIP, PPP, HDLC, Frame Relay, etc.

Los dos encapsulamientos WAN punto a punto más comunes son HDLC y PPP. Todos los encapsulamientos de línea serial comparten un formato de trama común.

Cada tipo de conexión WAN utiliza un protocolo de capa 2 para encapsular el tráfico mientras atraviesa el enlace WAN. Para asegurarse de que se utiliza el protocolo de encapsulamiento adecuado, es necesario configurar el tipo de encapsulamiento o de capa 2 que se debe utilizar para cada interfaz serial. La elección del protocolo de encapsulamiento depende de la tecnología WAN y del equipo de comunicación. Los protocolos de encapsulamiento que se pueden utilizar con los tipos de conexión WAN que se abarcan en este capítulo son SLIP, PPP y HDLC.

PPP es un estándar más reciente que SLIP e igualmente es el protocolo de encapsulación de capa 2 más preferido sobre enlaces dial-up asíncrono. Aunque SLIP y PPP se diseñaron con IP en mente, SLIP está limitado principalmente a usarse con IP, mientras que PPP puede usarse con otros protocolos de red como IPX y Appletalk.

Además PPP soporta facilidades esenciales como asignación dinámica de direcciones, autenticación PAP y CHAP y PPP multienlace. SLIP no soporta estas facilidades. Como tecnologías legadas, SLIP y ARAP son raramente implementadas en los nuevos diseños de red, aunque ambos protocolos permanecen en uso.

HDLC es un superconjunto del protocolo SDLC de IBM. HDLC da soporte a transmisiones full duplex y se desempeña en conexiones punto a punto o multipunto. Los subconjuntos de HDLC se usan para proporcionar señalización y enlaces de control de datos para redes X.25, ISDN y Frame Relay.

HDLC es el protocolo de encapsulación por defecto para interfaces seriales e ISDN sobre routers Cisco. El HDLC no es necesariamente compatible con las implementaciones HDLC de otros vendedores. En cambio, las implementaciones PPP siguen un estándar abierto y son siempre compatibles. PPP es el protocolo a optar cuando se configuran enlaces seriales en ambientes multivendedor.

Es importante notar que actualmente PPP usa a HDLC como base para la encapsulación de datagramas. Sin embargo, PPP es más expandible que HDLC porque agrega extensiones a la capa de enlace.

Aunque PPP se utiliza principalmente en líneas de enlace telefónicos o alquiladas, el grupo de trabajo que lo definió trabaja en procedimientos para el uso de PPP sobre redes X.25, Frame Relay e ISDN. PPP dará soporte a comunicaciones síncronas (al bit) y asíncronas (al byte).

1.10 Diseño WAN

Los administradores de redes de hoy deben administrar redes WANs complejas para soportar el número creciente de aplicaciones de software que se desarrollan en torno del protocolo IP y la Web. Estas WAN exigen una gran cantidad de recursos de la red, y necesitan tecnologías de networking de alto desempeño. Las WAN son entornos complejos que incorporan múltiples medios, múltiples

protocolos, e interconexión con otras redes, como Internet. El crecimiento y la facilidad de administración de estos entornos de red se logran mediante la a menudo compleja interacción de protocolos y funciones.

A pesar de las mejoras en el desempeño de los equipos y las capacidades de los medios, el diseño de una WAN es una tarea cada vez más difícil. El diseño cuidadoso de las WAN puede reducir los problemas asociados con los entornos crecientes de networking. Para diseñar WAN confiables y escalables, los diseñadores de red deben tener en mente que cada WAN posee requisitos de diseño específicos.

El diseño de una WAN puede ser una tarea sumamente difícil. Una WAN bien diseñada puede ayudar a equilibrar objetivos. Cuando se implementa correctamente, la infraestructura de la WAN puede optimizar la disponibilidad de las aplicaciones y permitir el uso económico de los recursos de red existentes.

El objetivo general del diseño WAN es minimizar el costo basándose en distintos elementos (equipos, tráfico, rendimiento, topologías, capacidad de línea, etc), proporcionando servicios que no comprometan los requisitos de disponibilidad establecidos. Hay dos aspectos fundamentales: disponibilidad y costo. Estos aspectos se encuentran esencialmente en posiciones antagónicas. Cualquier aumento en la disponibilidad en general debe reflejarse en un aumento en los costos. Por lo tanto, se debe analizar cuidadosamente la importancia relativa de la disponibilidad de recursos y el costo general.

El primer paso en el proceso de diseño es comprender los requisitos de la empresa. Los requisitos de la WAN deben reflejar los objetivos, características, procesos empresariales y políticas de la empresa en la que opera.

Tradicionalmente, las características de la comunicación WAN han sido rendimiento relativamente bajo, alto retardo y elevados índices de error. Las conexiones WAN también se caracterizan por el costo del alquiler de los medios (los cables) a un proveedor de servicios para conectar dos o más sitios entre sí. Como la infraestructura WAN a menudo se arrienda a un proveedor de servicio, el diseño WAN debe optimizar el costo y eficiencia del ancho de banda. Por ejemplo, todas las tecnologías y funciones utilizadas en las WAN son desarrolladas para cumplir con los siguientes requisitos de diseño: optimizar el ancho de banda de WAN, minimizar el costo y maximizar el servicio efectivo a los usuarios finales.

En comparación con las WAN actuales, las nuevas infraestructuras WAN deberán ser más complejas, deben basarse en nuevas tecnologías y deben poder

manejar combinaciones de aplicaciones cada vez mayores (y en rápido proceso de cambio), con niveles de servicio requeridos y garantizados. Además, con un aumento estimado del 300% en la cantidad de tráfico para los próximos cinco años, las empresas sufrirán una presión aún mayor para limitar los costos de las WAN.

Los diseñadores de redes están usando las tecnologías WAN para soportar estos nuevos requisitos. Las conexiones WAN generalmente manejan información importante y están optimizadas en el aspecto del precio y desempeño del ancho de banda. Los routers que conectan campus, por ejemplo, generalmente aplican optimización del tráfico, múltiples rutas para redundancia, respaldo de discado para la recuperación de desastres y calidad de servicio para las aplicaciones críticas.

El trabajo de los diseñadores de redes de datos será parcialmente intuitivo y parcialmente analítico. Mientras que el único camino para tomar ventaja de lo intuitivo es a través de la experiencia y el entrenamiento, la utilización de herramientas analíticas para el trabajo requerirá el mero aprendizaje de cómo aplicar fórmulas matemáticas.

1.11 Congestión WAN: Encolamiento y Compresión

Con las aplicaciones actuales, hambrientas de banda ancha, la necesidad de ancho de banda de un sitio remoto también aumentará, aun cuando no se requiera ancho de banda en el sitio central.

Cuando las demandas de ancho de banda de un sitio remoto excedan la capacidad del enlace, la mejor solución es proveer de más ancho de banda. Sin embargo, en algunos casos, arrendar una línea adicional o aumentar el número de circuitos, puede no ser práctico, sobre todo si las demandas de ancho de banda son súbitas e inesperadas.

Entonces, para manejar la congestión de los enlaces WAN, se dispondrá de dos técnicas: el encolamiento (queuing) y la compresión, particularmente sobre enlaces que ofrecen anchos de banda menores que un T1/E1 (1,544/2,048) Mbps.

Existen muchas estrategias y técnicas para optimizar el tráfico sobre enlaces WAN, incluyendo encolamiento y listas de acceso (ACLs). Sin embargo uno de los métodos más efectivos es la compresión.

El encolamiento se refiere al proceso por el cual un dispositivo (un router por ejemplo) usa, para transmisión, paquetes estacionados (en espera en un buffer) durante los períodos de congestión. Se puede configurar un router congestionado para que priorice y envíe primero aquellos paquetes de misión crítica y de tráfico sensible al retardo, aun cuando existan paquetes, de baja prioridad, que hayan llegados primeros o, puede darse el caso de que se descarten paquetes debido al exceso. En muchos casos se requiere de más ancho de banda.

El encolamiento, en realidad, aumenta los problemas de performance porque demanda ciclos de CPU adicionales y fuerza al router a aplicar un encolado lógico a cada paquete. Además, el encolamiento es una solución temporaria o una solución para aquellas raras ocasiones cuando las sesiones interactivas fallan por problemas de latencia o descarte de paquetes.

Por otro lado, la compresión de datos trabaja identificando patrones o modelos en una corriente o flujo (stream) de datos, y escogiendo un método más eficaz de representar la misma información. Esencialmente, se aplica a los datos un algoritmo para remover o quitar tanta redundancia como sea posible. La eficacia y efectividad de un esquema de compresión se mide por su tasa de compresión, la tasa o proporción del tamaño de datos no comprimidos a datos comprimidos. Una tasa de compresión de 2:1 (relativamente común) indica que el dato comprimido es de la mitad de tamaño de los datos originales.

Para comprimir datos existen disponibles muchos algoritmos diferentes. Algunos se diseñan para tomar ventaja de un medio específico y encontrar las redundancias, pero por otro lado realizan un pobre trabajo cuando se aplican a otras fuentes de datos. Por ejemplo, la norma MPEG fue diseñada para tomar ventaja de la diferencia, por otro lado hace un trabajo terrible para comprimir texto.

Sin embargo, en la teoría de compresión existe un límite teórico que especifica cuánto puede comprimirse una fuente de datos.

La tecnología de compresión de datos maximiza el ancho de banda e incrementa el throughput (rendimiento) del enlace WAN (al reducir el tamaño del frame permite transmitir más datos sobre el enlace).

1.12 Administración de Redes WAN

El diseño e implementación de una red es sólo parte del conocimiento necesario para llevarla a cabo (si bien una gran parte). También es necesario saber cómo mantener la red y hacer que funcione a un nivel aceptable.

Esto significa que se debe saber diagnosticar los problemas a medida que surjan. Además, se debe saber cuándo resulta necesario expandir o cambiar la configuración de la red para cumplir con las necesidades cambiantes de los usuarios de red.

La administración de red incluye muchas áreas distintas, entre ellas: documentación de la red, seguridad de la red, mantenimiento de la red, administración del servidor y mantenimiento del servidor. Esta lista no es exhaustiva, pero es más que suficiente. Cada uno de los temas enumerados es tan importante como el resto, y ninguno se debe pasar por alto. El problema es que muchos administradores consideran que, una vez que la red está funcionando, su tarea ha terminado. Esta afirmación no puede ser más falsa. Después de terminar la configuración de la red es cuando empieza la verdadera tarea de un administrador de red.

Lo importante al administrar una red es recordar que se debe considerarla como una unidad y no como un grupo de dispositivos individuales conectados. Esto también se aplica a las conexiones WAN que se usan al conectarse a Internet. Los cambios realizados a los dispositivos en su ubicación afectarán directamente la eficiencia y confiabilidad de la comunicación en todo el sistema.

La administración de red incluye varias responsabilidades, incluyendo el análisis de costos, desgraciadamente, el costo del desarrollo de la red es sólo el principio.

La seguridad de red involucra dos componentes principales: el primero es proteger la red contra el acceso no autorizado y el segundo es la habilidad para recuperar datos ante eventos catastróficos.

Otro de los aspectos de una buena administración de red es manejar los factores ambientales que pueden afectar a una red. Si se controlan estos factores, se puede obtener una red más estable y confiable.

Además de todo lo anterior es necesario también poder hacer un monitoreo de la red, por varios motivos. Los dos motivos principales son la predicción de los cambios para el crecimiento futuro y la detección de cambios inesperados en

el estado de la red. Entre los cambios inesperados se pueden incluir cosas tales como la falla de un router, un switch, un hacker que intenta obtener acceso ilegal a la red, o una falla de enlaces de comunicación. El monitoreo de una red WAN involucra varias de las mismas técnicas básicas de administración que se aplican para una red LAN, existiendo pocas diferencias en una comparación entre WAN y LAN, entre ellas la ubicación física del equipo.

Para poder realizar el monitoreo y administración de la red existen herramientas de software y hardware que mediante el uso de protocolos reflejan el estado actual y, en algunos casos el estado futuro probable de la red.

Entre ellos, SNMP (Simple Network Management Protocol) es un protocolo que permite que la administración transmita datos estadísticos a través de la red a una consola de administración central. SNMP es un componente de la Arquitectura de Administración de Red.

Capítulo 2

Conclusiones

Las tendencias actuales se orientan a incrementar la informática cliente servidor en entornos informáticos distribuidos. Los usuarios necesitan enlaces más rápidos hacia una gran variedad de servicios, con inclusión de sistemas de gestión de bases de datos que se ejecutan sobre plataformas diferentes. Los requisitos de hardware de las LANs, que sirven de soporte a esta tendencia, incluyen a redes Ethernet conmutadas y servicios de conmutación rápida de paquetes sobre redes WANs, como Frame Relay, SMDS, y ATM. Las tradicionales líneas alquiladas T1 no ofrecerán el soporte necesario, según comienzan a parecerse las WANs cada vez más a las LANs, presentándose ráfagas de tráfico y acceso frecuente a recursos remotos localizados en una gran variedad de ubicaciones.

Los actuales sistemas nacionales e internacionales de teléfono son incapaces de manejar los cada vez mayores requerimientos de transferencia de multimegabits de datos para la informática de gran ancho de banda y los sistemas multimedia. Por tanto, merece la pena echar un vistazo a algunas de las tecnologías y servicios que soportarán en el futuro las redes globales de datos, voz e imágenes. La cantidad de tráfico de datos en las redes, se incrementará a medida que lo hagan la potencia y velocidad de los sistemas informáticos. Cuando la demanda crezca, las redes de datos llegarán a ser tan frecuentes y transparentes como lo son las redes de voz. La red SONET es una red transparente que posibilita esto. Define un estándar de multiplexación para la transmisión a través de cables de fibra óptica con velocidades en el rango de los 51 Mbps y los 2488 Mbps.

El *Modo de Transferencia Síncrono* (ATM) transporta datos en las redes SONET. Multiplexa celdas de datos (tamaño fijo) que proceden de diversas fuentes de la red física (SONET). Un circuito virtual orientado a la conexión entre dos puntos puede alcanzar velocidades de 45 Mbps a 622 Mbps, aunque la limitación habitual de las compañías de telecomunicaciones es de 45 Mbps. La conmutación ATM es habitual en el nivel LAN de los concentradores cableados. También es frecuente su uso como una técnica de conmutación de las redes de telecomunicación internacionales y globales.

Frame Relay se presenta como una alternativa, que no es un sustituto a X.25, ya que en muchas ocasiones puede ser muy ventajoso disponer de una red híbrida con enlaces Frame Relay a nivel troncal y X.25 a nivel de acceso, con lo cual nos beneficiamos de la alta velocidad de transmisión propia de Frame Relay y de la seguridad proporcionada por X.25. Muchos operadores ofrecen Frame Relay como opción a las líneas dedicadas T1/E1 y como integrador de redes legadas (legacy) como las SNA de IBM.

Por encima de ATM está la *Red Digital de Servicios Integrado* de banda ancha (RDSI-BA). ATM es la base de B-ISDN. B-ISDN es un sucesor de ISDN (de banda estrecha) que define cómo proporcionar la comunicación entre casas y oficinas basándose en conmutación de circuitos, en incrementos de 64 Kbps. B-ISDN usa ATM y la red física SONET para difundir datos con una velocidad de transferencia entre 155 Mbps y 622 Mbps, junto con diversos servicios al cliente.

Se vive en una época de cambios continuos, en donde cada día aparecen nuevas tecnologías y nuevas soluciones a los mismos problemas, cada uno de ellos superando a los anteriores y predestinados a ser la tecnología o solución del futuro. Este fenómeno se da en todos los campos de la teleinformática y así vemos que los medios de transmisión cada vez soportan un mayor ancho de banda, los sistemas de conmutación son muchos más rápidos y con mayor capacidad, los dispositivos multimedia tratan cualquier tipo de información, etc.; en definitiva, parece ser que como no adquirimos la tecnología por venir estamos realizando una elección inadecuada. Lo mismo ocurre con la compra de computadoras personales nuevas, la diferencia está en que, en el caso de las redes, no se cambia una red por otra de la noche a la mañana y su coste no es una minucia. La elección de la red es una decisión estratégica que afecta a la competitividad del propio negocio y debe ser cuidadosamente estudiada y tomada.

Entonces, no es necesario elegir la última tecnología, la regla es elegir la

penúltima. La elección de la tecnología adecuada (la más eficaz), capaz de satisfacer las necesidades presentes y futuras, es por tanto un factor clave para obtener competitividad y costos acotados. Teniendo esto en cuenta resulta que la conmutación de paquetes se presenta en términos generales como la tecnología más adecuada para las redes WAN, ya que presenta una gran estabilidad y al mismo tiempo tiene la flexibilidad suficiente para adaptarse a las nuevas necesidades, aunque requiere, cada cierto tiempo, de actualizaciones.

En el contexto de todas las demandas que debe atender la red, a veces puede parecer que el enlace WAN es más un problema que una solución. A pesar de los desorientados que en ocasiones pueda estar el administrador de la WAN, esto no es cierto. Cuando se toma un poco de tiempo para seleccionar cuidadosamente el protocolo y/o el servicio, seleccionar la cantidad adecuada de ancho de banda y lograr proveedores de servicio y equipos experimentados e inteligentes, el enlace WAN puede ser la parte más robusta de la red.

El futuro WAN nos depara tecnologías que en muchos casos no están ampliamente implementadas y probadas, por lo que no se tuvieron en cuenta en el presente trabajo. Tal vez, en un futuro cercano. Entre estas tecnologías se cita MPLS (Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo), redes fotónicas en capas superiores, conmutación rápida en capas superiores, etc.

Bibliografía

- [1] Cisco Systems. *Curso de Introducción al Internetworking*.
- [2] *LAN y WAN (And Anything in Between)-Redes de Computadoras*. Canaima SRL.