

Elementos conceptuales básicos útiles para comprender las redes de telecomunicación

Lic. Luis de Zayas Buigas y Lic. Augusto Sao Avilés

Resumen

Se expone un conjunto de conocimientos con el objetivo de introducir a los especialistas en información en los conceptos básicos relacionados con las redes de telecomunicación, como vía para perfeccionar la cultura bibliotecaria en el campo de las nuevas tecnologías de información. Dicha cultura contribuirá decisivamente a un uso más eficiente de las redes del Sistema Nacional de Salud, a partir del desarrollo progresivo de una infraestructura de información electrónica que permita a los profesionales del sector de la comunicación y el intercambio con la comunidad científica internacional, así como el acceso conveniente y oportuno a la información.

DeSC: SERVICIOS DE INFORMACION/ tendencias; REDES DE TELECOMUNICACIONES; INTERNET

En el recién terminado siglo XX, ocurrieron acontecimientos que revolucionaron el desarrollo humano. Una de sus consecuencias es la llamada era de la información, En ella, la información y el conocimiento es un factor clave, tanto para el avance de la ciencia y la innovación tecnológica como para la vida en general.¹ Los avances tecnológicos actuales, resultantes en gran medida de la evolución de los medios de comunicación y electrónicos, han generado nuevas tendencias en la comunicación.¹ Así grandes volúmenes de información circulan por todo el mundo. Internet, el símbolo más significativo de esta nueva etapa del desarrollo humano, facilita a millones de personas obtener información desde cualquier parte del mundo, enlazada a la red.

Concebida, en el plano civil, para compartir recursos costosos de computación en la comunidad académica norteamericana, es actualmente una red universal que sirve a educadores, políticos, ingenieros y otros muchos en las más diversas tareas. Internet es, esencialmente, un importante medio de comunicación y de acceso a la información, que propicia un alcance universal, tanto a los medios masivos de comunicación como a la información.

La globalización en la informática se asocia a la concentración de la información, a las tecnologías de avanzada, así como a las diferencias entre países desarrollados y pobres. Dicha globalización plantea, la liberación, la privatización y la desregulación. Entonces, cabría preguntarse: ¿podrá sólo la informática impulsar un desarrollo integral?, ¿estaríamos en presencia de un verdadero desarrollo, si sus tecnologías no son propiedad de empresas de servicios públicos que respondan a los intereses de todos?, ¿podrían las tecnologías de información, regidas por leyes del mercado, producir el desarrollo deseado?

Cuba, inserta en esta realidad, lucha por desarrollar una sociedad más justa y humana, sobre la base del dominio eficaz de las nuevas tecnologías, en función del valor más sagrado: la vida humana y su entorno. Debe, por lo tanto, potenciarse los conocimientos y la inteligencia desarrollada por el pueblo, para que Cuba sea actor y no espectador en esta nueva era digital.

En este sentido, Carlos Lage, vicepresidente del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros de la República de Cuba expresó que Cuba está en posibilidades reales de aprovechar las innegables ventajas de esta era de la información, pese a formar parte del tercer mundo y ser víctima del más cruel e inhumano de los bloqueos. El socialismo, que en esencia pone los adelantos de la ciencia y la técnica al servicio del hombre, nos crea el mejor escenario para este esfuerzo.² Fidel, asimismo, comprendió tempranamente nuestras posibilidades en esta nueva realidad y dijo que una computadora conectada a Internet es una posibilidad de hacer llegar un mensaje, un pensamiento a millones de personas en el mundo.³ Es propósito del presente trabajo exponer un conjunto de conocimientos básicos en materia de redes con el objetivo de facilitar su comprensión por parte de aquellos que se encuentran involucrados en la asimilación de estas nuevas tecnologías.

Redes de computadoras

Las redes en el mundo

Desde el siglo pasado se inició el desarrollo de una gran variedad de redes para las comunicaciones. Hoy ellas rodean el globo terráqueo. La radio, la televisión y el teléfono permiten que millones de personas estén en permanente contacto y que salven distancias de miles de kilómetros, aunque son muchísimos los que carecen de acceso a ellas, no comprenden sus mensajes o se benefician con su existencia.¹ El bien común sólo existirá si se habla, si se discute sobre él, si se acuerdan acciones comunes sobre el asunto. El mundo globalizado tiene realmente un presente común, pero carece de un pasado común y no tiene un futuro asegurado.⁴ Aunque los primeros sistemas de comunicación, como es el caso del telégrafo, utilizaron un código digital (Morse) para transmitir información, el mayor peso de los proyectos recayó sobre la transmisión de voz e imagen, en forma analógica, sin embargo, durante la segunda mitad del siglo XX, la aparición de las computadoras cambió el panorama, se ampliaron, entonces, dramáticamente las posibilidades de los seres humanos para procesar y conservar información. Cuando se pensó y ejecutó la idea de conectarlas en red, se convirtieron, además, en medios de comunicación. Una red de computadoras permite procesar, almacenar y compartir información entre diferentes usuarios situados distantemente. Los equipos conectados pueden ser microcomputadoras, grandes computadoras, terminales, impresoras y dispositivos de almacenamiento, televisores y teléfonos celulares, entre otros. La conexión puede realizarse por medio de un alambre de cobre, una fibra óptica, una red inalámbrica o satélites de comunicación.

¿Qué es una red?

En la segunda mitad del siglo XX, se desarrollaron paulatinamente tecnologías vinculadas

a la microelectrónica, la informática y las telecomunicaciones; se produjo, asimismo, un incremento del uso social y del valor de la información y el conocimiento, que condujo a muchos analistas a considerar que se transita hacia un nuevo modo de desarrollo, aquel basado esencialmente en el conocimiento.⁵ A finales de siglo, se produjo una rápida convergencia tecnológica, académica y económica, que conllevaron a la aparición de un megasector integrado, el de la información y la comunicación. A medida que se incrementa la capacidad para generar, recolectar, procesar y distribuir información, su demanda crece. La industria de la computación ha mostrado un progreso espectacular en un corto período de tiempo. El viejo modelo, donde un solo ordenador servía para satisfacer las necesidades de cálculo de una organización, se reemplazó con rapidez por otro que interconectó un gran número de computadoras separadas. Estas se conocen como redes de computadoras o redes digitales. Se dice que están interconectadas, si son capaces de permitir el intercambio de información.

Las primeras redes permitieron la comunicación entre una computadora central y un grupo de terminales remotas. Para ello, se emplearon las líneas telefónicas, porque permitían un traslado rápido y económico de los datos. Se aplicaron los procedimientos y protocolos existentes para establecer la comunicación y se incorporaron moduladores para que, una vez establecido el canal físico, fuera posible transformar las señales digitales en analógicas, adecuadas para la transmisión por medio de un módem. Posteriormente, se introdujeron equipos de respuesta automática que hicieron posible el uso de redes telefónicas públicas conmutadas para realizar las conexiones entre las terminales y la computadora.

A principio de los años 70, surgieron las primeras redes de transmisión de datos destinadas exclusivamente a este propósito, como respuesta al aumento de la demanda en el acceso a las redes mediante terminales que satisficieran las necesidades de funcionalidad, flexibilidad y economía. Se comenzó, entonces, a considerar las ventajas de posibilitar la comunicación por medio de computadoras y grupos de terminales, debido a que el grado de similitud influye en la facilidad de compartir recursos en mayor o menor grado. ⁵ Durante los años 60, las necesidades de teleprocesos originaron el enfoque de redes privadas, compuestas de líneas arrendadas (leased lines) y concentradores locales o remotos que empleaban una topología de estrella. El concepto de redes de datos públicas emergió simultáneamente; algunas razones para favorecer su desarrollo fueron que las redes privadas resultaban muchas veces insuficientes para satisfacer las necesidades de comunicación de un usuario determinado. La falta de interconectividad entre las redes privadas, así como la demanda potencial de información entre ellas, en un futuro cercano, favorecerá el desarrollo de las redes públicas. Las redes, en general, permiten compartir recursos; uno de sus objetivos es precisamente que los programas, datos y equipos estén disponibles a cualquier usuario de la red que así lo solicite, con independencia de la localización física del recurso y del usuario. En otras palabras, el hecho de que un usuario se encuentre a 1000 kilómetros de distancia de los datos, no debe impedir que este los pueda utilizar como si estuvieran ubicados localmente. Otra posibilidad que ofrecen es la realización de copias múltiples de la información disponible de manera que si una de ellas falla pueden utilizarse alguna de las restantes. Además, la presencia de múltiples computadoras implica que si una de ellas deja de funcionar, las otras pueden realizar su trabajo, aunque claro, el rendimiento global será algo menor.

Otro objetivo es el ahorro económico: las computadoras pequeñas tienen una mejor relación costo-rendimiento, comparada con la ofrecida por las máquinas grandes. Estas son 10 veces más rápidas que el más rápido de los microprocesadores, pero su costo es extremadamente superior. Este desequilibrio ha ocasionado que muchos diseñadores construyan sistemas constituidos por poderosas computadoras personales, en ellos, los datos se guardan en una o más máquinas que funcionan como servidor de archivos compartidos. A este tipo de red se denomina LAN (Red de Área Local), en contraste con lo extenso de una WAN (red de área extendida), a la que también se conoce como red de gran alcance. En el primer caso, para aumentar el rendimiento del sistema en forma gradual, a medida que crece la carga, se añaden más procesadores. Con máquinas grandes, cuando el sistema no da más, debe reemplazarse por otro mayor. Esta es una operación que, por lo general, ocasiona un gran gasto y una perturbación inclusive mayor al trabajo de los usuarios.⁵

La creación de una red de computadoras proporciona un poderoso medio de comunicación entre personas que se encuentran muy alejadas unas de otras. Con acceso a una red, es relativamente fácil, para dos o más personas que viven en lugares separados, escribir informes juntos, o realizar correcciones en él, sin tener que esperar varios días para recibirlas por carta. Esta facilidad permite ahora la cooperación entre grupos de individuos que se encuentran alejados, y que anteriormente fue imposible de establecer.⁶

El reemplazo de una máquina grande por estaciones de trabajo sobre una LAN, no ofrece la posibilidad de introducir muchas aplicaciones nuevas, aunque puede mejorarse la fiabilidad y el rendimiento, sin embargo, la instalación de una WAN, si genera nuevas aplicaciones, algunas de ellas incluso pueden ocasionar importantes efectos a escala de la sociedad. Para dar una idea de algunos de los usos más importantes que presentan las redes de computadoras, se expondrán dos ejemplos: el acceso a programas remotos y las facilidades de comunicación con valor añadido.

Una empresa, que ha creado un modelo que simula el desarrollo de la economía mundial, puede permitir que sus clientes se conecten mediante la red y corran el programa para que ellos por sí mismos puedan valorar cómo afectarán sus negocios las diferentes proyecciones de inflación, de tasas de interés y las fluctuaciones en el cambio. Con frecuencia, se prefiere esta alternativa a vender los derechos del programa, en especial, si el modelo se ajusta constantemente o necesita de una máquina muy grande para correrlo.⁶

Todas estas aplicaciones operan sobre redes por razones económicas: llamar a una computadora remota mediante una red es más económico que hacerlo directamente. La posibilidad de tener un precio más bajo se debe a que el enlace de una llamada telefónica normal utiliza un circuito caro y exclusivo durante todo el tiempo que dura la llamada, en tanto que el acceso mediante una red, ocupa sólo los enlaces de larga distancia, cuando se transmiten los datos.

Otra forma que muestra el amplio potencial del uso de las redes, es su empleo como

medio de comunicación. Por ejemplo, el tan conocido por todos, correo electrónico, que se envía desde una terminal a otra, situada en cualquier parte del mundo que disfrute de este servicio, posibilita el envío de texto, imágenes y sonido. 5

Red de redes

Con la aparición de las redes de computadoras, surgió un nuevo reto tecnológico, la mayor parte de las redes eran entidades independientes, creadas para satisfacer necesidades de un solo grupo. Los interesados escogían una tecnología de hardware apropiada para sus necesidades de información y no era posible construir una red universal a partir de una sola tecnología de hardware,⁵ porque ninguna red satisfacía todas las necesidades de su uso. Así, nació un conjunto de normas de comunicación que permitió interconectar múltiples redes físicas diferentes y que funcionara como una unidad coordinada. En este caso, las computadoras se comunican independientemente de su arquitectura de hardware y de sus conexiones físicas a la red. Para lograr esta transferencia de mensajes entre redes distintas, se emplearon estándares que proporcionaron las reglas para la comunicación, denominados protocolos. En este sentido, se plantea utilizar estándares existentes de protocolo, siempre que dichos estándares se puedan aplicar, inventar nuevos protocolos, sólo cuando los estándares existentes no sean suficientes y estar preparado a utilizar nuevos estándares cuando estén disponibles y proporcionen una funcionalidad equivalente. Cuando se habla de Internet, se refiere precisamente a una colección específica de redes distribuidas por todo el mundo, conectadas mediante el protocolo TCP-IP (Transmisión Control Protocol-Internet Protocol). que debido a su ubicuidad se le llama, a veces, la "red de redes" o simplemente la "red". 5

Internet representa una ruptura o discontinuidad en la secuencia evolutiva de la tecnología de redes, con importantes implicaciones económicas y sociales que representan, por sí mismas, tema de análisis, investigación y toma de decisiones. Estas implicaciones incidieron de forma inmediata, en la manera de estructurar las relaciones económicas y laborales e incluso, como consecuencia del cambio económico, también en la estructura de las relaciones sociales en general. A su vez, las demandas del sistema socioeconómico imperante posibilitaron y dieron una orientación determinada al desarrollo de la red de redes. Internet evolucionó de forma acelerada: se introdujo una red que actuaba como columna vertebral y cientos de nuevas redes se conectaron, sin embargo, los cambios más significativos fueron el resultado de las demandas de contenidos, que exigían cada vez más, una mayor capacidad para su organización y tráfico. Así apareció el WWW, con sus navegadores asociados en el escenario de las comunicaciones, el cual propició la generación de la primera red hipermedia verdaderamente global. Una evidencia de su necesidad e importancia, es que es el medio de comunicación que en menos tiempo (4 años) alcanzó los 50 millones de usuarios en toda la historia de la comunicación.¹⁻⁵ La red de redes conecta cientos de millones de centros y hogares, distribuidos por todo el mundo. Lo que aparece en Internet puede ser consultado desde cualquier lugar de la Tierra, incluso, aunque no se disponga de red telefónica, porque es posible realizarlo por vía satélite o por redes inalámbricas (las tendencias actuales apuntan hacia una creciente participación del satélite en el ámbito de la red, porque los avances recientes ofrecen mejores prestaciones que los tradicionales satélites geoestacionarios, sobre todo en términos de latencia y multiacceso). De esta forma, puede parecer que no existen fronteras para la información ni una versión oficial sobre cualquier asunto, porque podrán evaluarse desde distintos

puntos de vista, así como desde la perspectiva de países diferentes y distantes; lo que es más una ilusión o deseo que una realidad, debido a la superconcentración de la propiedad sobre los medios de comunicación, incluida la de los proveedores de servicios y los portales de información en Internet, así como la orientación topológica de las redes. 6

A partir de la posibilidad de digitalizar todo tipo de información, desde un banco de datos hasta un filme o una transmisión en vivo de televisión, se produjo la integración de las redes de computadoras con las telecomunicaciones y los sistemas audiovisuales. Este es el pilar fundamental de una nueva revolución en la esfera del conocimiento, al generar transformaciones profundas en los paradigmas convencionales que operan en los procesos de enseñanza-aprendizaje, de trabajo, de utilización del tiempo de ocio y de cualquier otra forma de comunicación humana. 6

Tal vez, la característica más relevante de esta integración es su alto grado de interactividad, entendida esta como la capacidad de los usuarios para producir y consumir selectivamente la información. Con ello la generación de conocimiento se acerca cada día más al usuario, quien puede utilizarlo según sus necesidades y convertirse, de hecho, en un receptor con facultades emisoras, base del paradigma de comunicación mediante el diálogo, que garantiza la activa participación de los destinatarios en el proceso de construcción de sus propios contenidos; esta posibilidad que no se logra automáticamente con implementación de la tecnología, sino que requiere de la formación de receptores cultos en el sentido integral de la palabra, con juicio crítico y capacidad analítica como para valorar los contenidos a su alcance. 5

Internet vive su etapa de adolescencia, pero da pasos hacia su madurez. Como la tecnología no puede soportar el crecimiento del tráfico anual, ni las nuevas demandas de fiabilidad, seguridad y uso, han surgido varios proyectos en tecnología y aplicaciones de red, que inciden de manera decisiva en su desarrollo. Tales son los casos de Internet 2 y el programa Next Generation Internet (NGI).⁶ Las cifras que diariamente se publican, asociadas al creciente uso de Internet en todos los ámbitos de la actividad humana, no son siempre estrictamente coincidentes; ellas muestran, sin embargo, las tendencias principales que caracterizan su evolución. En el transcurso de un año, de 1998 a 1999, el número de usuarios aumentó en 55% a escala mundial. El tráfico en la red se duplica cada 100 días. Actualmente el número de nombres registrados sobrepasa los 15,5 millones y se prevé que la tasa de crecimiento más rápida de los próximos años se produzca en Asia y América Latina. China, por ejemplo, que en 1998 alcanzó 2,1 millones de usuarios de INTERNET, cerró el año 2000 con 6,7 millones, y llegará a 33 millones en el año 2003.⁵

El uso de Internet ha alcanzado proporciones de tal envergadura que las empresas no pueden permanecer al margen de la red, si desean mantener su presencia en el mercado. Algunos expertos consideran que este crecimiento continuará en la misma línea en los próximos 20 años, motivado por los avances tecnológicos y la disminución de los costos en materia de informática y telecomunicaciones.

El aumento de los ingresos es igualmente impresionante. Partiendo de cero prácticamente en 1995, el comercio electrónico mundial alcanzó los 26 000 millones de dólares en 1997 y los 43 000 millones en 1998. Se espera que alcance los 330 000

millones entre el 2001 y el 2002, y que llegue a la extraordinaria cifra de 2 ó 3 billones de dólares en el período 2003-2005. La mayor parte de este crecimiento proviene de las transacciones empresa - empresa, en tanto que el aumento de las transacciones de los consumidores se ha retrasado por la necesidad de desarrollar sistemas masivos de distribución a domicilio y las impresiones negativas existentes con respecto a la seguridad de los pagos, los posibles fraudes y los problemas de confidencialidad asociados al acopio de datos personales.

Con apenas unos cuantos países incorporados al comercio electrónico en 1990, a mediados de 1998 se habían involucrado más de 200 países. Al mismo tiempo, la distribución de los host (sistemas de alojamiento, los proveedores de servicios que conectan a los usuarios con las redes digitales) en Internet refleja las diferencias - más del 88% se ubican en Norteamérica y Europa - en cuanto a la participación de las regiones. (UIT, enero de 1999)

Canadá y Estados Unidos	64,0 %
Europa	24,3 %
Australia, Japón y Nueva Zelandia	6,3 %
Países en desarrollo de Asia y el Pacífico	3,4 %
América Latina	1,6 %
África	0,4 %

Fuente: UIT, enero de 1999

No obstante, el enorme impacto de la era digital en el comercio y las comunicaciones, actualmente sólo el 2% de la población mundial se encuentra en línea. De hecho, existen en el mundo 950 millones de hogares (65% del total) que no disponen de una línea telefónica, que es todavía el principal medio de conexión con las redes digitales. De los 45 millones de host activos en Internet en enero de 1999, el 96% se encontraba en países de altos ingresos donde vive sólo el 16% de la población mundial. En Estados Unidos de América, donde reside menos del 5% de esta, hay más computadoras que en el resto del mundo, y ese país acoge el 26% de los usuarios de la red, mientras que Asia meridional, donde se concentra más del 20%, reúne menos del 1% de dichos usuarios, sin embargo, esta distribución se modificará parcialmente, se pronostica que el crecimiento más relevante se producirá en los mercados de Asia y América Latina, actualmente subdesarrollados. Por ejemplo, en Tailandia¹ el índice anual de aumento de la utilización de Internet ha alcanzado el 1 000% y algunos especialistas predicen, que hacia el año 2005, China superará a los Estados Unidos de América según su cantidad de usuarios en Internet.

De manera similar, en América Latina y el Caribe, la utilización de Internet y el comercio electrónico registraron recientemente un aumento de los más rápidos en el mundo; entre 1993 y 1997, en las 11 economías más importantes de América Latina, el número de host en la red aumentó en un 144 %, según un índice anual. Actualmente, América Latina cuenta con cerca de 8 millones de usuarios, se pronostica que esta cifra se incrementa en los próximos cuatro años hasta alcanzar entre 20 y 34 millones de usuarios, sin embargo, existe una notable disparidad, aún entre los países, en lo que concierne a la evolución de la infraestructura y el número de usuarios con acceso a

computadoras; por ejemplo, en América Latina y el Caribe existen cinco computadoras personales por cada 100 habitantes, en comparación con 27 por cada 100 habitantes en Canadá y 36 por cada 100 habitantes en los Estados Unidos de América.⁷ Muchos expertos consideran que Internet ofrece a los países del tercer mundo oportunidades para acelerar su desarrollo, en particular, para acceder a la información y el conocimiento, convertidos en los factores diferenciadores básicos entre los países, así como para acceder a nuevos mercados internacionales con un bajo costo y una inversión mínima de capital, con el objetivo de mejorar su competitividad y los servicios al usuario, así como de reducir los costos de transacción y los gastos generales. Las pequeñas y medianas empresas (PYME) pueden aprovechar estas ventajas, mejorarán así los sistemas de comunicación para acceder a los nuevos mercados y se reducirán los costos de administración. Se evitarán, al mismo tiempo, las limitaciones tradicionales del acceso restringido a la información, los elevados costos del ingreso en el mercado y el aislamiento de sus posibles clientes.

Los sectores económicos que podrían verse más favorecidos por la introducción del comercio electrónico son los de los servicios (soporte físico y programas informáticos, el turismo, el sector editorial y de la información, las finanzas, los servicios de Internet y otros de carácter profesional), ello tiene importantes implicaciones para las economías emergentes, en las que las prioridades de su desarrollo económico se desplazan de la agricultura a los servicios⁷ sin embargo, muchas veces los pronosticados beneficios de Internet para los países subdesarrollados se convierten en mero panfleto propagandístico a causa de las constantes fusiones de los gigantes del mercado, copado por las grandes transnacionales, representantes de las tendencias globalizadoras más neoliberales.

Redes de área local.

La necesidad de comunicar terminales que se encontrarán en un extremo próximo, mediante una red, originó medios adecuados - cables, equipos y software de comunicaciones - que constituyeron lo que se denomina "Red de área local o LAN". Una LAN (Local Área Network) es un sistema de comunicaciones constituido por un hardware (cableado, terminales, servidores, etc.), y un software (acceso al medio, gestión de recursos, intercomunicación, etc.) distribuido por una extensión limitada (planta, edificio, grupo de edificios) en el que existen una serie de recursos compatibles (discos, impresoras, bases de datos, etc.), a los que tienen acceso los usuarios para compartir información de trabajo. La interconexión entre ellas (LAN/LAN) o entre LAN y WAN, se realiza por medio de repetidores (repeaters), puentes (bridges), encaminadores (routers) y pasarelas, o los más recientes conmutadores (switches) con un retardo muy bajo para enlazar segmentos de una red, en cuyo caso se dispone de todo el ancho de banda entre los dos elementos puestos en comunicación.⁷ Según el Comité IEEE 802,7 una LAN se distingue de otros tipos de redes de datos, en que las comunicaciones se restringen en un área geográfica limitada y en que pueden depender de un canal físico de comunicación con una velocidad binaria alta y una reducida tasa de errores.

Las características más importantes de las LAN son:

- La velocidad de transmisión de los datos, es elevada (desde 1 Mbps hasta 1 Gbps, o incluso superior).
- La tasa de error de transmisión de los bits es despreciable (del orden de 1bit erróneo por cada 100 millones de bits transmitidos, es decir, una tasa de error máxima de 10).
- La gestión de una LAN, una vez instalada, y la de los recursos informáticos conectados, corresponde hacerla a su propietario o contratarla a un tercero.
- En todas las redes de área local se encuentra siempre un modo de transmisión/modulación (banda base o banda ancha), un protocolo de acceso (TDMA, CSMA/CD, Token Passing, FDI), un soporte físico (cables de pares trenzados con pantalla o sin ella, coaxiales o fibra óptica), y una topología (bus, anillo, estrella y malla), además de las terminales o máquinas que utilizan los usuarios o sirven para controlar la red.

Sus ventajas principales son:

- Permiten mantener bases de datos actualizadas instantáneamente y accesibles desde distintos puntos.
- Facilitan la transferencia de archivos entre servidores y sus miembros de un grupo de trabajo.
- Comparten periféricos caros (impresoras láser, plotters, discos ópticos, etc.).
- Disminuyen el costo del software, al comprar licencias de uso múltiple en lugar de muchas individuales.
- Mantienen versiones actualizadas y coherentes de software.
- Facilitan la copia de respaldo de los datos.
- Posibilitan la comunicación mediante correo electrónico, la comunicación con otras redes (bridges y routers) y la conexión con minis y mainframes (gateway).
- Permiten contactar con usuarios remotos vía módem. Si las terminales o estaciones de trabajo que forman la red, carecen de unidad lectora de disquetes, se puede además evitar el uso ilegal de software y de información, así

como la entrada de virus, además facilita el acceso al sistema para usuarios inexpertos, al entrar directamente a ejecutar sus aplicaciones.

Red basada en servidor

En una red basada en un servidor (server-based), los recursos a compartir se centralizan en una máquina denominada servidor (server) y las demás máquinas, se denominan estaciones de trabajo (workstations). Estas últimas pueden utilizar sus recursos propios o los del server. Estas redes se clasifican en dos subclases: con servidor "dedicado" y "no dedicado". En el primer caso el servidor se utiliza con esta única función, mientras que en el segundo, la máquina que funciona como servidor, lo hace también como estación de trabajo.

Las ventajas y desventajas de este tipo de red son las derivadas de la centralización de recursos. En general, las redes importantes tienden a disponer de servidores dedicados, mientras que las más pequeñas disponen del tipo peer to peer. (Servidor no dedicado, funge como servidor por momentos o sesiones). Las redes basadas en un servidor tienen las siguientes características:

- Presentan mayor capacidad de trabajo que una máquina que opera además como estación.
- Ofrecen más seguridad contra accesos no autorizados, al tener la información centralizada en lugar de distribuida. Las redes que ofrecen mayor seguridad contra pérdidas accidentales de información, trabajan con servidores dedicados.
- Simplifican el trabajo del supervisor o administrador del sistema.
- Hacen, con los archivos centralizados, actualizaciones de programas y copias de respaldo.
- Poseen mayor capacidad de memoria libre (cuando una estación de una red ofrece recursos para compartir, le queda mucho menos memoria libre que cuando sólo usa los de otras estaciones; la diferencia puede ser tal que no se pueda cargar el programa de aplicación que debería ejecutarse en la estación).
- Presentan menor riesgo de que una estación se cuelgue o cuelgue al sistema.

Las redes en las que existen terminales con sistemas operativos diferentes, disponen de servidores dedicados.⁷

Sistema operativo de la red

Un sistema operativo es un programa mediante el cual los demás programas utilizan los recursos de la red. En los sistemas basados en servidores, el sistema operativo puede ser especial (como en el caso del NetWare y Windows NT, UNIX, LINUX). Generalmente el servidor no trabaja bajo DOS, porque este no es multiusuario ni multiproceso y está limitado a manejar 640 k de RAM. Lo importante es que desde las estaciones de trabajo el servidor se vea igual que un disco duro bajo DOS.

Topología de las redes

La necesidad de crear una estructura que facilitara la comunicación entre terminales, con el fin de compartir información, da origen al establecimiento de los medios adecuados como cables, equipos, software de comunicación, viniendo a constituir lo que se denomina topología de red, es decir, es una estructura constituida por un hardware (cableado, terminales, servidores, repetidores, etc.) y un software (acceso al medio, gestión de recursos, intercomunicación, etc.). La topología de redes, no va a ser más que la estructura, que conforman a los diferentes tipos de redes, los cuales se crean con

el objetivo de mejorar su confiabilidad, velocidad y control del flujo de información que se genera y mueve en la red, evitando a toda costa, la congestión y la pérdida de información, esto define a los diferentes tipos de redes.

Tipos de topología

Existen, básicamente, cuatro topologías diferentes para la construcción de una LAN:

- Bus: Es la forma más simple, en la que un único tendido, mediante derivaciones, da servicio a todos y cada uno de los terminales. En caso de fallo una parte de la red queda sin servicio. Suele emplearse para ellas, cable coaxial, y el ejemplo más típico lo constituyen las redes Ethernet. Se puede complicar, añadiendo diversas ramificaciones, hasta llegar a hacer un árbol.

- Anillo: Es una variante de la anterior, en la que el tendido se cierra sobre sí mismo, por lo que en caso de su rotura se puede acceder a las estaciones aisladas por el otro semianillo. En la práctica, la mayoría de las topologías en anillo (lógica) terminan en una estrella física. Pueden emplearse cables de pares, coaxiales o la fibra óptica, su ejemplo más significativo de utilización es en las redes Token Ring.

- Estrella: Es aquella en la que un elemento central (Hub) sirve de puente entre todas las terminales de la LAN, ella proporciona la conmutación entre todas. Aisla unos elementos del fallo de otros, pero presenta un punto crítico: el nodo central, que en caso de fallo deja la red sin servicio. El costo del cableado es elevado al requerir conexiones punto a punto para todos los elementos, aunque este se minimiza al emplear cable UTP.

- Malla: Es la topología que presenta un nivel mayor de seguridad. Los nodos de la red se unen entre sí, para formar una estructura en la que al menos existen dos rutas posibles por cada nodo; así, si hay un fallo en una de ellas, la información se puede hacer circular por la otra. Resulta muy adecuada para cubrir, por ejemplo, un país completo. Puede resultar inicialmente más cara que las otras, pero si se cuida el diseño y se ajusta la capacidad de los enlaces, este incremento se recompensa con creces.

Métodos de control y acceso al medio

Al ser la red local un medio compartido, se hace necesario establecer las reglas que definen cómo los distintos usuarios tienen acceso a ella, para evitar conflictos y asegurar que cada uno tenga iguales oportunidades de acceso. Este conjunto de reglas es el denominado método de acceso al medio, que también se conoce como protocolo de arbitraje.

Los métodos de acceso al medio más utilizados son CSMA/CD y Paso de Testigo. CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection o Acceso múltiple con escucha de portadora y detección de colisión), es el protocolo de acceso al medio que utilizan las redes Ethernet (las más frecuentes en el mundo empresarial, que cubren un 80 % del mercado y que disponen de una topología lógica de bus). De esta manera, aunque la red puede estar físicamente dispuesta en bus o en estrella, su configuración a nivel funcional es la de un medio físico compartido por todas las terminales. Su funcionamiento es simple, antes de transmitir un ordenador, este "escucha" el medio de

transmisión que comparten todas las terminales conectadas para comprobar si existe una comunicación. Esta precaución se toma para que la transmisión que se realiza en ese momento no se interfiera por una nueva. En el caso de no detectar ninguna comunicación, se transmite y por el contrario, esperará un tiempo aleatorio antes de comenzar de nuevo el proceso. En el caso de que dos ordenadores transmitan al mismo tiempo se produce una colisión, es decir, las señales se interfieren mutuamente. Ellas entonces quedan inservibles para su correcta recepción por sus respectivos destinatarios. Al escuchar una señal ininteligible, las terminales implicadas en la colisión cortan la transmisión que se realiza para a continuación transmitir una secuencia especial de bits, llamada señal de atasco o de interferencia, cuya misión es garantizar que la colisión dure lo suficiente (tiempo de atascamiento) para que la detecten el resto de las terminales de la red. Esta señal tiene más de 32 bits, pero menos de 48 con el objeto de que las computadoras conectadas a la red puedan interpretar que es un fragmento resultante de una colisión. Las estaciones descartarán cualquier trama que contenga menos de 64 octetos (bytes).

La técnica CSMA/CD no es adecuada para soportar aplicaciones de procesos en tiempo real (control de procesos industriales, transmisión de voz y vídeo, etc.).⁷

Paso de testigo (Token Passing)

Este método de acceso se utiliza en diferentes redes que disponen de un anillo lógico; Token Ring, Token Bus y FDDI. Al contrario del método anterior, este se comporta de manera determinista, es decir, una terminal de la red puede transmitir en un intervalo de tiempo establecido.

El método de paso de testigo se vale de una trama especial o testigo (token), que monitorea cada computadora, para dar a estos permiso o no de transmisión. Las computadoras conectadas al anillo lógico, no pueden transmitir los datos hasta que no obtienen el permiso para hacerlo.

Este sistema evita la colisión, pues limita el derecho de transmitir a una máquina. Esa máquina se dice que tiene el Token. La circulación del Token de una máquina a la siguiente se produce a intervalos fijos y en forma de anillo lógico. En efecto, si bien IEEE 802.5 emplea un anillo físico, IEEE 802.4 especifica un Bus y ARCnet usa una configuración física en estrella.

Comparación entre CSMA/CD y Token Passing

Ambos tipos de protocolos presentan un uso generalizado. La ventaja del primero es que ofrece un mayor rendimiento, en especial cuando existen pocas colisiones. Esto ocurre si la mayoría de las transmisiones se originan en la misma terminal o si hay relativamente poco tráfico en la red. Una ventaja del segundo es que puede asegurarse que, con independencia del tráfico en la red, una terminal transmitirá antes de concluir un tiempo predeterminado. Esto tiene dos efectos positivos: uno, que el rendimiento de la red no disminuye significativamente al aumentar el tráfico y el otro que, asegura la llegada del mensaje a su destino antes de que pase cierto tiempo, como se requiere en

muchas aplicaciones industriales. CSMA/CD resulta muy adecuado para aplicaciones interactivas con tráfico muy dispar, como son las aplicaciones normales de procesamiento de textos, financieras, etc; mientras que Token Passing es el método de acceso adecuado para las empresas con aplicaciones que exigen un tráfico elevado y uniforme en la red (multimedia, CAD, autoedición, etc.), se prefiere el CSMA/CD para oficinas. El Token Passing es el favorito para las fábricas e instituciones que manejan grandes cúmulo de información.

La Normativa 802.X del IEEE.7

El IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos), ha desarrollado una serie de estándares (IEEE 802.X) en los que se definen los aspectos físicos (cableado, topología física y eléctrica) y de control de acceso al medio de redes locales. Estos estándares se han reconocido internacionalmente (ANSI, ISO, etc.), y adoptado por ISO en una serie equivalente ISO 8802.X.

La serie de normas 802.X que ha realizado el IEEE son:

- IEEE 802.1: Define la relación existente entre los niveles del modelo OSI y los definidos por el IEEE para sus redes locales. También analiza métodos de gestión de red y direccionamiento.
- IEEE 802.2: Define el protocolo LLC (Logical Link Control o Control del Enlace Lógico).
- IEEE 802.3: Define diferentes tipos de red (denominadas genéricamente redes Ethernet) que tienen en común la utilización del mismo protocolo de acceso al medio MAC (CSMA/CD).
- IEEE 802.4: Define redes con anillos lógicos en un Bus físico (también se puede configurar el anillo lógico con una topología física de estrella) y con protocolo MAC de paso de testigo (Token Bus). Este tipo de redes se emplea poco en oficinas, pero bastante en entornos industriales donde se necesita un control automatizado de los procesos. Existen diferentes niveles físicos para esta norma y sus velocidades pueden ser de 1,5 0 10 mbit/s.
- IEEE 802.5: Define redes con anillo lógico en un anillo físico (también se puede configurar el anillo lógico sobre una topología física de estrella) y con protocolo MAC de paso de testigo (Token Ring). La norma prevé distintos niveles de prioridad (codificados mediante unos bits incluidos en el testigo). Las velocidades de transmisión normalizadas son de 1,4, 16, 20 y 40 Mbit/s (la más común es de 16 Mbit/s), existen diferentes tipos de cableado: UTP, STP y cable coaxial.
- IEEE 802.8: También llamada FDI (Fiber Distributed Data Interface) es una de las normas definidas por el organismo de normalización americano ANSI (ANSI X3T9.5) y que fue adoptada por el IEEE y la ISO. La red consta de un doble anillo de fibra óptica (en CDDI, Koper Distributed Data Interface, el soporte de FDI es sobre cables de pares trenzados UTP), cada uno con un sentido para la transmisión, diferente. La velocidad de transmisión es de 100 Mbit/s.
- IEEE 802.10: Actualmente existe la tendencia de que las redes locales estén divididas en grupos de trabajos, conectadas por redes troncales (backbones) para formar una topología de LAN virtual (VLAN). Las redes virtuales separan efectivamente el tráfico, posibilitan entonces una mejor utilización del ancho de banda, mediante la segmentación a nivel lógico (no físico) de la infraestructura de la red en diferentes subredes, de forma que los paquetes se conmutan solamente entre puertos dentro de la misma red virtual. Mediante un soporte de

gestión centralizado, las VLAN facilitan los cambios de los clientes/servidores y de los grupos de trabajo.

- IEEE 802.11: Normativa referida a las redes locales inalámbricas, que trata de la normalización de medios como la radio de espectro expandido, radio de banda estrecha, infrarrojos y transmisión sobre líneas de potencia.
- IEEE 802.14: Incluye las redes de televisión por cable.

Es significativo apuntar que merece mención particular la norma 100 BASE T (Fast Ethernet) en la que existen diferentes tipos de segmentos:

- 100 BASE T4: Cada segmento está formado por cuatro pares trenzados de cobre UTP y conectores RJ-45.

- 100 BASE TX: Cada segmento está formado por cuatro pares trenzados de cobre UTP y conectores RJ-45.

- 100 BASE TX: Usa dos fibras ópticas.

Elementos básicos de una LAN Ethernet

Los elementos que conforman una LAN Ethernet - basada en servidor - son los siguientes:

· Terminales: típicamente son computadoras personales o PC "clientes", son los puestos de trabajo de los usuarios.

· Dispositivos periféricos: impresoras, módem, fax, dispositivos de almacenamiento, etc.
· Adaptadores de LAN: se denominan también tarjetas de interfaz de Red (NIC/Network Interface Card). Son tarjetas que se deben instalar en todas las computadoras y dispositivos que se desean conectar en red. Por supuesto, existen tantas tarjetas como tipos de redes existen en el mercado (Ethernet, Token Ring,...). Además, las tarjetas también son distintas según el tipo de cable que se utiliza en la red (UTP, STP, Fibra Óptica, etc).

· Servidor de LAN: Este dispositivo es frecuentemente una computadora, especializado y dedicado a colocar a disposición de las terminales sus recursos de hardware y software. Un servidor puede realizar varias funciones, aunque se puede instalar uno, que se dedique exclusivamente a un recurso con el objetivo de aumentar su rendimiento. Existen distintos tipos de servidores, dentro de los más importantes se encuentran:
- Servidor de aplicaciones: Existen dos formas de ejecutar las aplicaciones informáticas por parte de las terminales en la red: ejecución centralizada en la que la corrida del programa se desarrolla íntegramente en el servidor (denominado servidor de aplicaciones) y, ejecución distribuida en la que las aplicaciones siguen el modelo cliente/servidor universal.

- Servidor de ficheros: Su función consiste en poner los ficheros a disposición de las terminales que dispongan de memoria y de acceso a las aplicaciones informáticas residentes en el servidor, se ejecutan en él las órdenes enviadas desde las terminales.
- Servidor de impresión: Se encarga de gestionar las impresoras, compartidas por los usuarios de la red. Así, según el tipo de trabajo y la resolución deseada, se utilizará una impresora matricial, láser, de chorro de tinta, en blanco y negro o en color.
- Servidor de comunicaciones: Se encarga de gestionar todas las comunicaciones de la LAN con otras redes externas, tanto públicas como privadas, mediante los correspondientes dispositivos de interconexión (bridges, routers, gateways, etc.) y enlaces de comunicación (líneas telefónicas con módem, punto a punto, X25, Frame Relay, ATM, etc).

- En el caso del sistema operativo de red, es un software que se instala en todas las terminales y servidores con la finalidad de que los usuarios puedan compartir los recursos que ofrece su red. Sus funciones principales son dirigir las peticiones de utilización de los recursos que realizan las terminales de los usuarios a los servidores de la red y proveer las herramientas para su gestión y administración.

Protocolos de transporte y encaminamiento

Para su operación, se tienen en consideración dos tipos de protocolos: uno, que puede denominarse de "transporte de paquetes" (routing protocol) que depende, en gran medida, de las aplicaciones y el sistema operativo, responsable de definir el esquema de direccionamiento de las redes interconectadas, como IP (Internet Protocol), IPX (INTERNET Packet Exchange), CLNP (Connectionless Network Protocol), XNS (Xerox Network System), etc. Otro que se le llama protocolo de "encaminamiento" (routing protocol), el cual se utiliza para crear, mantener y comunicar las tablas de encaminamiento, así como la información del estado de las distintas rutas dentro de la red, normalizados o propietarios; varían de vendedor en vendedor, Algunos de los más conocidos son los siguientes: RIP (para IP), IGRP (IP y OSI, CLNP), OSPF (IP), BGP (IP), EGP (IP), ES-IS (OSI, CLNP) e IS-IS (OSI CLNP), CLNP (Connectionless Network Protocol) es el equivalente OSI de IP. 7

Protocolos de la familia TCP/IP

- TELNET: Para la conexión a una aplicación remota desde un proceso o terminal.
- FTP (File Transfer Protocol): Para la transferencia de ficheros.
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol): Aplicación para correo electrónico.
- RPC (Remote Procedure Call): Que permite la llamada a procedimientos situados distancientemente, como si fuesen locales.
- NFS (Network File System): Para la utilización de los archivos distribuidos por los programas de aplicación.
- X-WINDOWS: Para el manejo de ventanas e interfaz de usuarios en una estación de trabajo.
- SNMP (Simple Network Management Protocol): Para la gestión de la red.

Abstract

A set of knowledge is expounded aimed at introducing the key concepts related to telecommunication networks among the information specialists, as a way to improve the librarian culture in the field of new information technologies. This knowledge will contribute decisively to a more efficient use of the National Health Care System networks, based on the progressive development of an electronic information infrastructure that will allow the contact among the communication sector professionals and the exchange with the international scientific community, as well as a convenient and timely access to information.

Subject headings: INFORMATION SERVICES/ trends; TELECOMMUNICATION NETWORKS, INTERNET

Referencias bibliográficas

1. García Cabrera G. Retos y tendencias. Ciencia, Innovación y Desarrollo 2000; 5(2): 20-2.
2. Lage Dávila C. Conferencia inaugural del III Congreso Internacional de Informática Médica de La Habana. La Habana, Palacio de las Convenciones, 2000.
3. Castro Ruz F. Mensaje al Grupo de los 77. La Habana: septiembre de 1999.
4. Quéau P. La revolución de la información: en la búsqueda de un bien común. ACIMED 2001; 9 (suplemento):102-10.
5. García Cabrera G, Febles Rodríguez JP. Secretos de Internet. La Habana: Academia; 2001.
6. Vidal JR. Claves del desarrollo. Ciencia, Innovación y Desarrollo 2000;5(2):18-9.
7. Tanenbaum AS. Redes de computadoras. México D.F.: Prentice may; 1997.

Recibido: 14 de agosto del 2002
Aprobado: 5 de septiembre del 2002

Lic. Luis de Zayas Buigas
Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya".
Carretera Guardalavaca, Km. 3. Holguín. Cuba
Correo electrónico: zayas@uho.edu.cu