Club de Investigación Tecnológica

Redes de Computadores

Preparado por: Roberto Sasso Rojas
Agosto 1988

Resumen Ejecutivo

En este primer informe de investigación del CIT analizamos las oportunidades y los problemas que presenta la utilización de las tecnologías de redes de computadores en nuestro medio.

El informe está dirigido a aquellas personas encargadas de planificar la aplicación de la tecnología aunque también contiene cierto nivel de detalle que será de interés para aquellos encargados de llevar a cabo la implementación de la tecnologías (en este caso, redes de computadores).

Además de una breve presentación didáctica en que se definen términos y conceptos, el informe define los límites prácticos de la utilización de redes en nuestro medio. En particular, se refiere a la escasez de personal técnico experimentado, a las características del problema que se pretende resolver y a la importancia de los estándares, tanto oficiales como de facto.

La presentación del modelo OSI (Open Systems Interconnection) se hace con cierto detenimiento, no sólo debido a su importancia como base para el desarrollo de estándares internacionales sino también debido al entendimiento del concepto de *conectividad* que conlleva el modelo.

Ponemos énfasis en la decisión de *cuándo* se debe utilizar una red, discutimos los beneficios, los motivos y los problemas asociados, y proponemos un marco de referencia que esperamos sea de utilidad para los afiliados del Club que contemplen la decisión de introducir redes en sus respectivas organizaciones.

Discutimos también, con cierto detalle, los factores a tomar en cuenta al escoger la tecnología más apropiada para resolver un determinado problema. Las labores de administración de una red las presentamos no con el fin de definir el perfil de un administrador de redes, sino con el fin de evitar que se subestime dicha actividad (sobre todo a la luz de la escasez de personal técnico experimentado).

Concluimos que la tecnología existe y está disponible para ser aprovechada y traducida en productividad en nuestras organizaciones. Advertimos, sin embargo, que el análisis debe ser muy cuidadoso y que esta tecnología no es una "pomada canaria", pero si la organización y el problema reúnen las condiciones que mencionamos en este informe, las redes de computadores serán de gran valor en el desarrollo de la organización.

Reconocimientos

Es necesario reconocer y agradecer la colaboración durante la investigación y redacción del presente informe de: Carlos González, Arnoldo Madrigal, Benjamín Sasso, Pablo Rojas y Gonzalo Adis. También debemos agradecer la colaboración de Albert Weber, Carlos Saborío, Mario Rímolo, Arnoldo Madrigal y Enrique Odio quienes leyeron un primer borrador y ofrecieron valiosos comentarios.

La labor de coordinación, investigación y edición de este primer proyecto le correspondió al autor de este informe, Roberto Sasso y por consiguiente la responsabilidad de cualquier error tanto de fondo como de forma es exclusiva de él.

Del Autor

Roberto Sasso, consultor gerencial en sistemas de informacion es doctor en Ciencias de la Computación por la Universidad de Oxford, Inglaterra, es presidente del Club de Investigación Tecnológica y se desempeña actualmente como consultor independiente tanto en Costa Rica como en el exterior.

Contenido Página

I Introducción 1

Reseña Histórica..... 2

II ¿ Qué es una red de computadores? 4

1. Introducción 4

2.Medios de Transmisión 4

Par telefónico..... 4

Cables coaxiales..... 4

Fibras ópticas 5

Radio..... 5

3. Diferentes Tipos de Redes 5

Redes punto-a-punto..... 5

Redes multipunto 6

4. Modelo de Referencia O.S.I. 6

Estrato de aplicación 7

Estrato de presentación 8

Estrato de sesión 8

Estrato de transporte 8

Estrato de red..... 8

Estrato de enlace de datos 9

Estrato físico..... 9

III Red de Area Local (LAN) 12

1. Introducción 12

2. Sistema CSMA/CD (802.3) 13

3. Sistema Token-bus (802.4)..... 14

4. Sistema Token-ring (802.5) 14

IV Red de Area Metropolitana (MAN) 16

1. Introducción 16
2. Definición de una MAN según el 802.6 IEEE 16
3. Arquitectura de una MAN..... 16

V Red de Area Ancha (WAN) 18

VI ¿Cuándo Utilizar una Red? 19

1. Motivos para Introducir una Red 19
Conectividad entre aplicaciones 19
Una red o un sistema multiusuario? 19
Aprovechamiento de equipos actuales 22
Conectividad entre usuarios 22
Obtener una ventaja competitiva 22
Mejorar la logística operacional 23
Política de procesamiento distribuido 23
2. Marco de Referencia 24

VII ¿Cuál Red Utilizar? 26

1. Redes No-Locales 26
Redes homogéneas 26
Redes heterogéneas 27
2. Redes Locales 27
Estándares de redes de área local (LANs) 28
Diseño de una LAN 28
Escogimiento de una LAN 31

VIII Administración de una Red 32
1. Soporte a Usuarios 32
2. Mantenimiento de la Red 33
3. Planeamiento de la Red 33
3. Seguridad de la Red 34

IX Conclusiones..... 35

Bibliografía **37**

I Introducción

La era de las redes de computadores por fin ha llegado. Esto se hace evidente en las investigaciones de mercado realizadas en Estados Unidos y en Europa que demuestran que la tecnología de redes es la que tiene el mayor crecimiento (en ventas) esperado para los próximos cinco años.

Tecnología de redes es el conjunto de dispositivos (tarjetas, cables, servidores etc.) que hacen posible que dos o más computadores *interactúen* . La interacción de varios computadores va mucho más allá de la simple comunicación de datos, implica la posibilidad de compartir recursos caros (como las impresoras láser), la posibilidad de accesar bases de datos comunes, y claro está, la posibilidad de accesar y entablar comunicación con otros computadores en otras redes.

El auge de esta tecnología se ha visto impulsado por la explosión del mercado de los computadores personales y por la promulgación de estándares internacionales que han hecho posible la integración de equipos de los más diversos proveedores.

En Occidente, el mercado de los minis se ha visto severamente afectado, la tasa de crecimiento de este sector ha decrecido al punto de que se espera que permanezca casi constante durante los próximos años. El mercado de los mainframes no ha sufrido variaciones mientras que el mercado de micros ha perdido un poco del ímpetu de los últimos años pero el de las redes se espera que crezca al ritmo de, 30% en unidades y en un 25% en valor, por año durante los próximos cinco años (ver [Wilder88] y [Fin87]).

Lo que está estimulando este mercado es el gran número de micros personales instalados, a los cuales se les puede aumentar considerablemente la productividad si se les brinda conectividad. El costo promedio en que hay que incurrir para que un micro existente sea parte de una red que ofrezca los beneficios antes mencionados es de £500 (en el Reino Unido) y oscila desde £200 hasta £1000.

A principios de 1987 habían en el Reino Unido 24,000 redes locales que soportaban 255,000 conexiones, esto es menos de un 20% de las micros instaladas en esa época, ver [Kelly87].

En [Fin87] se describen los resultados de una encuesta publicada por International Data Corporation en la cual se describen varias de las tendencias arriba mencionadas. También se menciona que el problema más insistente que mencionan los especialistas es "lograr que el software de control de las redes sea transparente para el usuario". Este nos parece un problema conocido: el hacer que los "sistemas sean amistosos con el usuario".

En este primer informe de investigación del Club de Investigación Tecnológica enfocamos la problemática de las redes y su utilización en nuestro medio desde una perspectiva más amplia. Reconocemos que las redes locales de microcomputadores son las responsables de que el tema tenga tanta vigencia, pero creemos que será provechoso para los afiliados estudiar las diferentes tecnologías de redes, sus diferentes problemas y beneficios.

Luego de una breve reseña histórica, definimos algunos términos y conceptos como los medios de transmisión y los diferentes tipos de red antes de presentar el modelo OSI. Uno de los principales objetivos del informe es transmitir la importancia y relevancia de dicho modelo, pues no sólo es la base para la elaboración de los estándares internacionales sino que también

es de gran ayuda para entender el concepto de **conectividad** entre computadores. Seguidamente presentamos breves descripciones de las redes de área local, de área metropolitana y de área ancha (LANs, MANs y WANS).

Concluimos el informe discutiendo los temas que consideramos de mayor importancia para aquellos encargados de la planificación de la tecnología en una organización: cuándo utilizar una red, cuál red utilizar y cómo administrar la red.

Reseña Histórica.

El 24 de mayo de 1844 Samuel Morse, inventor del telégrafo, enviaba el primer mensaje entre las ciudades estadounidenses de Washington D.C. y Baltimore. Este hecho marca un profundo cambio en la **comunicación de datos**[1] que ha repercutido hasta nuestros días.

En efecto, a pesar de que el desarrollo de las comunicaciones entre computadores es reciente, se está utilizando una tecnología de mediados del siglo pasado. Las señales que salen de un computador son digitales, al igual que las señales telegráficas originales. Términos como marca, dúplex y espacio, ya se usaban en esa época.

Años más tarde, en 1877, el invento de Morse pasa a un segundo plano, cuando Alexander Graham Bell pone en funcionamiento el primer teléfono. Basta pensar en el cambio que se dio en las oficinas de la época, producto de este invento. Se redujeron considerablemente las comunicaciones escritas. La rapidez con que se podían realizar las comunicaciones marcó la diferencia.

Es a finales de los años sesenta cuando los computadores empiezan a utilizarse en el medio de la comunicación de datos. Los primeros que utilizaron comercialmente las redes de computadores fueron algunas líneas aéreas, con el fin de administrar sistemas de reservaciones. Por esa misma época, en algunas universidades se comienzan a usar sistemas de tiempo compartido.

La configuración básica de los sistemas interactivos era en esencia grandes sistemas computacionales conectados a terminales por medio de líneas telefónicas.

Los dos mayores cuestionamientos en esa época con respecto a estos sistemas, estaban orientados hacia el hecho de que los sistemas más grandes contaban con la mejor relación precio/rendimiento; además, el costo de la computación era relativamente alto, comparado con el de las comunicaciones. No era difícil contar con conexiones intercontinentales para accesar grandes sistemas interactivos [Scherr87b].

Las primeras aplicaciones que se implementaron en un ambiente de comunicaciones eran simples extensiones de aplicaciones centralizadas ya existentes. Sin embargo, con los sistemas basados en comunicaciones nace otro tipo de aplicaciones.

Específicamente, la primera automatización en la mayoría de las empresas eran operaciones como control de inventarios, cuentas por cobrar, cuentas por pagar, etc. Posteriormente, debido a la incorporación de enlaces de comunicación entre terminales remotas cada vez más sofisticadas y baratas, se pudieron realizar procesamientos distribuidos.

Conforme el volumen de datos transmitidos entre computadores era cada vez mayor, se hizo

[1] **Comunicación de datos**. Proceso de transmisión, recepción y validación de datos entre un emisor y un receptor, a través de un canal, de acuerdo con determinadas convenciones.

necesario atacar el problema sobre posibles fallas en el sistema. Así, se requirió suministrar mecanismos para diagnosticar errores, recuperar la información y arrancar el sistema después de una falla, ya fuera por problemas de enlace o de alguno de los componentes del sistema.

Para suministrar estos servicios y otros en forma eficiente sobre redes grandes y complejas, se requiere de una implementación importante de **protocolos**[1] de error, es decir, de señalización y de formatos de registro.

En los años setenta el enfoque sobre los sistemas interactivos que se mencionó anteriormente cambió. Para ilustrar esta afirmación veamos el siguiente ejemplo [Scherr87b]:

Consideremos una empresa con 10 sucursales en todo el país, que deseaba favorecerse de las posibilidades de la computación. Esta empresa tenía dos opciones:

• un computador central conectado, por medio de líneas de communicación, a 10 terminales, una en cada sucursal.

• tener 10 minicomputadores, cada una con terminales enlazadas localmente, y sin ninguna conexión con el computador central.

En esta época, por lo general se escogía la segunda opción. Era más fácil y económico enviar por correo una cinta que transmitirla

En 1975, dos nuevas estructuras, basadas en el uso de minis emergen:

• varios minicomputadores conectados por medio de líneas de comunicación.

• un gran computador central conectado, por medio de líneas de comunicación, a varios minis remotos.

Con esta última estructura era posible el procesamiento distribuido.

Con el advenimiento de los microcomputadores en la década de los ochenta, se abrió una nueva gama de posibilidades. En el caso de los sistemas vistos anteriormente se usaban estaciones de trabajo sin poder de cómputo. Ahora, se pueden reemplazar por estaciones de trabajo inteligentes basadas en computadores personales.

[1]**Protocolo**. Conjunto de convenciones y normas que regulan los procedimientos, controles, códigos y cronología para el establecimiento, desarrollo y finalización del intercambio de mensajes sobre una red.

II ¿ Qué es una red de computadores?

Iniciamos este capítulo con una introducción a los aspectos más importantes relativos a las redes de computadores.

Como las redes de computadores pueden clasificarse según sus medios de transmisión, su topología, o sus métodos de acceso a los medios, en la segunda parte del capítulo haremos una revisión de los diferentes medios de transmisión utilizados en las comunicaciones de datos.

En la tercera parte, estudiaremos las diferentes topologías de red existentes.

Finalmente, el capítulo se concluye con una introducción al modelo de referencia OSI.

1. Introducción

Una **red de computadores** es un conjunto de computadores que usan protocolos comunes para comunicarse entre sí. Esta comunicación se realiza para que diferentes usuarios, puedan tener al alcance de sus manos todo el poder de cómputo de los mismos.

Existen diversos tipos de redes de computadores, como veremos luego. Sin embargo, en la mayoría de ellas, se tienen componentes comunes.

Por lo general, se tiene un computador llamado **anfitrión (host)** que se encarga de funciones específicas y necesarias para la red, pero ajenas al intercambio de información propiamente dicha. También, encontramos los **nodos** que son computadores que juegan el papel de conmutadores. Algunos computadores pueden trabajar como nodo o anfitrión. Las **terminales** son interfaces entre el usuario y la red. Finalmente, los **enlaces (links)** permiten la conexión entre estos componentes.

2.Medios de Transmisión

En esta sección enumeramos brevemente los diferentes tipos de medio que se pueden utilizar para la transmisión de datos.

Par telefónico

Podríamos decir que uno de los medios de interconexión más sencillos lo constituye el par telefónico. Es el medio más utilizado para el enrutamiento de las comunicaciones telefónicas.

Este es un medio que permite la transmisión digital en distancias cortas (≤ 1km) a pesar de ser diseñado para la transmisión analógica. Por esto es que tiene la mayor sensibilidad a interferencias y distorsiones.

En nuestro medio la red telefónica permite una transmisión confiable de 9600 bps, usando modems adecuados.

Cables coaxiales

Para evitar las perturbaciones producidas por ruidos externos, se utilizan dos conductores cilíndricos separados por un aislante llamado cable coaxial.

Los cables coaxiales se utilizan para transmitir gran cantidad de canales de voz o de datos simultáneamente. Es un medio con una mayor protección a las interferencias y distorciones que el par telefónico.

Con este medio es posible alcanzae velocidades de transmisión mucho más altas que con el par telefónico (100 veces mayores).

Fibras ópticas

Este medio es lo más avanzado en tecnología de telecomunicaciones. Es el medio ideal para la transmisión de datos en forma digital. En el futuro cercano se generalizará su uso como medio de transmisión de voz, datos y video.

Este medio es el que proporciona inmunidad al ruido debido, precisamente a que la transmisión es por medio de luz. Además el acceso no autorizado al medio de transmisión es casi imposible.

Radio

En este caso no se requiere de medios físicos. La transmisión por este medio no adolece de las limitaciones de tipo geográfico que sufren los otros medios. Esto incluye transmisiones vía satélite, enlaces por microondas, radio VHF y UHF.

Este es un medio moderadamente susceptible al ruido y a las manifestaciones eléctricas de la atmósfera. Las velocidades de transmisión son muy altas.

3. Diferentes Tipos de Redes

En esencia, una red de computadores es un conjunto de dispositivos de conexión y líneas de transmisión.

Los dispositivos de conexión por lo general son computadores especializados llamados **computadores de comunicación** o **nodos.** Las líneas de transmisión se denominan **canales** o **circuitos**.

Podemos decir que existen dos tipos de redes, según el tipo de comunicación: las redes con

canales **punto-a-punto** y las redes **multi-punto**.

En el primer caso, la red contiene numerosos enlaces, cada uno conectando dos dispositivos.

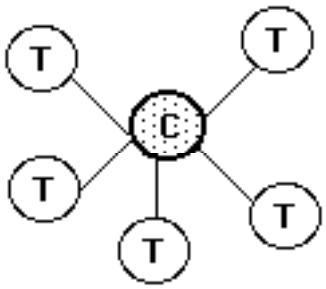
En el segundo caso, un mismo enlace es compartido por diferentes dispositivos. Si un dispositivo envía un mensaje, este es recibido por todos los otros.

Redes punto-a-punto

Entre las redes punto-a-punto, encontramos, entre otras

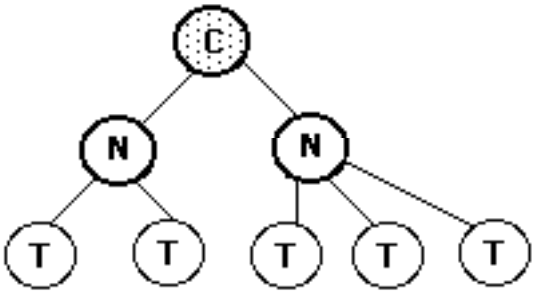
- las redes de estrella
- las redes jerárquicas o de árbol
- la redes de malla

En las **redes de estrella**, que son las más fáciles de instalar, todos los datos se transmiten vía un solo nodo.



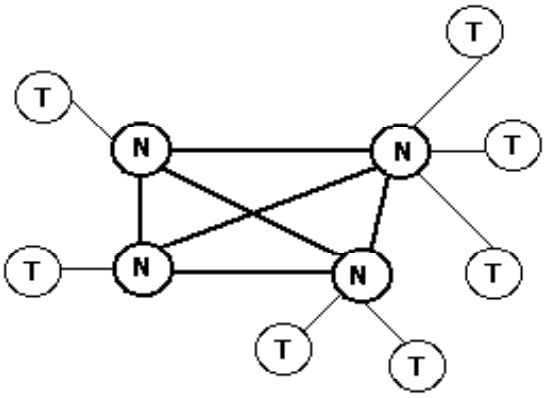
Red de estrella

En la **red jerárquica** (**árbol**) las funciones de entrada/salida, procesamiento y control se ejercen en varios niveles por medio de dispositivos adecuados para cada función.



Red jerárquica

En las **redes de malla** dos dispositivos cualesquiera se pueden conectar directamente. Este tipo de red es muy confiable, ya que suministra varias posibles vías de comunicación hacia o desde un determinado dispositivo.



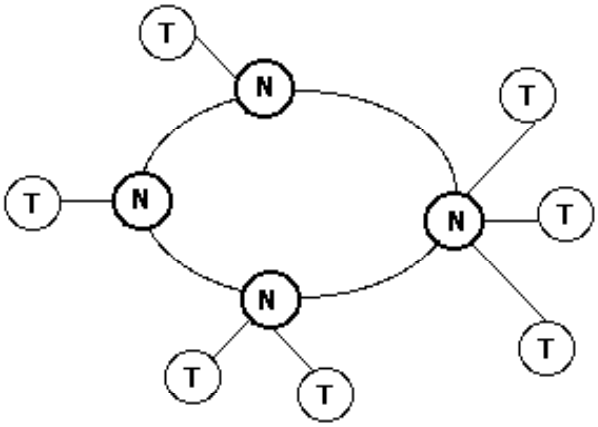
Red de malla

Redes multipunto

Entre las redes que usan un canal común, encontramos:

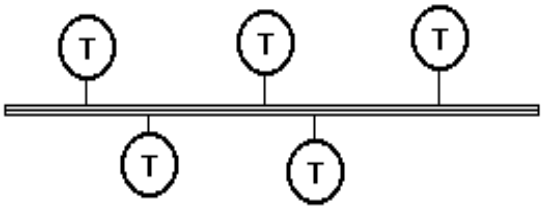
- las redes de anillo
- las redes de bus
- las redes de satélite

La **red de anillo** forma un ciclo perpetuo. Es por lo general de bajo costo y suministra también vías alternas de comunicación en caso de que un nodo se encuentre fuera de servicio.



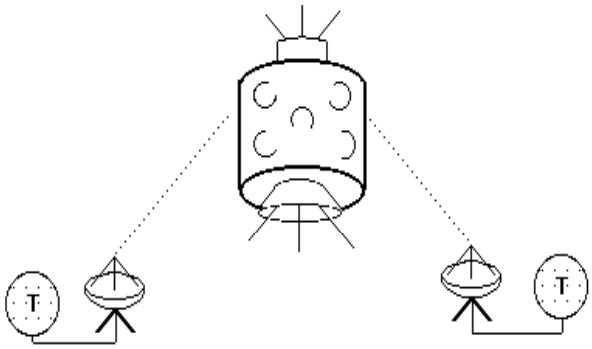
Red de anillo

En la **red de bus (cable)**, un nodo puede convertirse en el dueño del bus para transmitir, mientras que los otros nodos deben esperar. Se requiere en este caso de un mecanismo de arbitraje (polling) cuando dos o más nodos deseen transmitir simultáneamente. Este mecanismo puede ser centralizado o distribuido.



Red de bus

Otra posibilidad es la **red de satélite**. Cada nodo posee una antena para enviar y recibir datos.



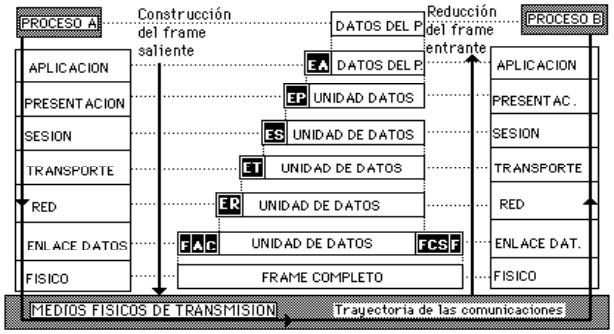
Red de satélite

4. Modelo de Referencia O.S.I.

La **I.S.O. (International Standard Organization)**, constituyó en 1977, grupos de trabajo para " ... *brindar una base común al desarrollo de normas y que tenga por objetivo*

la interconexión de sistemas diferentes... " y " *... brindar una referencia común que mantenga la coherencia de todas las normas asociadas ...*"

Este organismo propone el **O.S.I. (Open System Interconnection)** para las redes, que es un modelo de referencia en siete estratos, como lo muestra la siguiente figura:



El mensaje del proceso de aplicación A, más la información adicionada después de cada estrato, constituye el **frame**[1] que es enviado sobre el medio físico.

En cada estrato, se adjunta información de control (el encabezador) a la unidad de datos que se recibe del estrato anterior. Esta información identifica las opciones de protocolo usadas y brinda otros datos sobre el mensaje y su enrutamiento. Al recibir el sistema de destino el frame completo, el procedimiento se invierte; cada estrato elimina la información sobre su encabezador y la unidad de datos original llega al proceso de aplicación B.

La siguiente figura nos muestra los siete estratos y sus propósitos:

Estrato	Nombre	Propósito
7	Aplicación	Selección del servicio apropiado para la aplicación
6	Presentación	Conversión de código, formateo de de datos
5	Sesión	Coordinación de la interacción entre procesos de aplicación
4	Transporte	Integridad de datos entre los extremos y calidad de servicio
3	Red	Conexión y enrutamiento de la información
2	Enlace de datos	Transferencia de unidades de información entre los extremos del enlace físico
1	Físico	Transmisión de los bits en el medio físico

Lo que se persigue, con la definición de este modelo, es permitir que sistemas computacionales de **diferentes fabricantes** puedan comunicarse entre sí.

A continuación presentamos los principios tomados en cuenta que llevaron a ISO a definir siete estratos [Tanenbaum81]:

• Cada estrato requiere un nivel de abstracción diferente.

• Cada estrato ejecuta una función bien definida.

•Los límites del estrato se determinan buscando minimizar el flujo de información a través de las interfaces.

•La función de cada estrato se define con la visión puesta en la definición de protocolos estandarizados internacionalmente.

• El número de estratos debe ser lo suficientemente grande para evitar que funciones distintas, a no ser que sea estrictamente necesario, permanezcan en un mismo estrato. También, este número debe ser lo suficientemente pequeño para evitar que la arquitectura no se vuelva difícil de manejar.

A continuación describimos los siete estratos del modelo OSI.

[1]**Frame.** Conjunto de bits enviados en forma secuencial sobre un canal de comunicaciones. En forma general es una unidad de transmisión lógica entre entidades del estrato de enlace de datos y que contiene su información de control y verificación de errores.

Estrato de aplicación

El estrato de **aplicación**, es la parte visible del iceberg. Es vía esta ventana, que los usuarios ven el sistema de comunicación, y que las informaciones toman su verdadero significado: los datos están desprovistos de cualquier situación ligada a la comunicación.

A este nivel no se hacen diferencias entre usuarios finales y los programas de procesamiento con los cuales se está relacionado.

Lo que importa es que a este nivel hemos dejado atrás los hardwares y softwares, que al fin y al cabo son simples intermediarios.

Estrato de presentación

El estrato de **presentación** tiene por objetivo interpretar el significado de los datos intercambiados entre los usuarios. El servicio esperado concierne sobre todo la administración de las entradas y salidas. Este estrato asegura una comprensión sintáctica entre los usuarios, administrando los formatos de los datos intercambiados y efectuando las transformaciones necesarias sobre las estructuras de datos para hacerlos comprensibles entre sistemas heterogéneos. Brinda una imagen de presentación al estrato de aplicación.

Las funciones que tiene que efectuar el estrato de presentación, son aquellas necesarias a la manipulación y la administración de la imágenes de presentación.

En este estrato se asegura que la información se distribuya de manera que el sistema receptor pueda entenderla y usarla.

Estrato de sesión

En cuanto al estrato, llamado de **sesión**, podemos decir que el término sesión no es nuevo. Designa tradicionalmente el tiempo transcurrido en relación con un computador en tiempo compartido. En el Modelo OSI, esta noción se generaliza a la relación entre dos tipos de entidades de aplicación, que bien pueden ser un operador y un programa, o dos programas *stricto sensu* cooperando entre ellos.

Para establecer tal relación, digamos una **conexión de sesión**, se emplea el servicio transporte para lo que respecta al enrutamiento de los mensajes.

La experiencia nos conduce a establecer dos niveles de conexión:

a) Para un solo trabajo, repartido en el tiempo, se pueden establecer varias conexiones de transporte sucesivas.

b) Se puede reservar la línea para pequeños trabajos sucesivos y de naturaleza muy diferente.

La sesión debe poder suspenderse voluntariamente, para ser reactivada posteriormente.

Estrato de transporte

El estrato llamado de **transporte** o **anfitrión-anfitrión**, tiene como función principal la de aceptar datos del estrato sesión, fragmentarlo, de ser necesario, en partes más pequeñas, trasladarlo al estrato red y, asegurar que todas las partes lleguen a su destino.

Debe entonces asegurar la transmisión de datos en forma confiable entre los dos puntos extremos, sin importar el número de redes entre ambos.

Además, si crear o mantener una conexión de una red resulta muy costoso, este estrato debe poder transportar varios mensajes independien-

tes sobre un mismo enlace, y debe ser transparente al estrato sesión.

Estrato de red

El estrato de **red** tiene por objetivo suministrar los procedimientos y los medios funcionales necesarios para el intercambio de las informaciones dadas por el estrato de transporte. Es en este estrato, a veces llamado de la **subred de comunicaciones**, que se debe concentrar todos los aspectos del **enrutamiento (routing)**[1] del intercambio de datos entre sistemas.

Para conseguir eso, el estrato red suministra varios servicios, entre ellos el de **direccionamiento**. Las direcciones de la red constituyen el medio de identificar de forma única a cada uno de sus usuarios.Se requiere una función de establecimiento y de liberación de conexión de red para transferir paquetes de datos entre dos usuarios identificados por sus direcciones de red.

Para asegurar la integridad del transporte en una conexión, se hace necesario definir un formato de paquete y darse los medios necesarios para detectar los errores.

Estrato de enlace de datos

El objetivo del estrato llamado de **enlace de datos**, es mejorar la fiabilidad de los circuitos de datos establecidos gracias al estrato físico. Es en este estrato que los errores de transmisión se deben detectar y corregir. En las realizaciones tradicionales, esta misión, en casi un 90%, es encomendada al software de la red.

En caso de anomalías, debe producir nuevas transferencias. Si existen errores irrecuperables debido, por ejemplo, a un defecto de funcionamiento del estrato físico (corte de corriente, desconexión, etc), el estrato de enlace de datos debe advertir al estrato superior.

Gracias a los servicios brindados por el estrato de enlace de datos, los principales problemas de seguridad en la transmisión, se suponen completamente resueltos cuando pasamos al estrato de red.

Estrato físico

El primer estrato, llamado **físico**, representa los dispositivos necesarios para establecer y mantener en actividad los circuitos de datos sobre los medios.

El servicio esperado es la transmisión **transparente** de los bits. Sería un error asociar la idea de maquinaria rudimentaria a este nivel. En realidad, el estrato físico puede ir, desde un metro de cable entre dos microcomputadores, hasta un circuito de datos que pasa por un satélite. Cuestiones típicas en este estrato involucra, por ejemplo, los voltios necesarios para representar un 1 o un 0; cuándo puede darse la transmisión simultánea y bidireccional; cuántos pines tiene el conector de redes y cuáles se usan, etc..

Se deben respetar un cierto número de reglas entre los diferentes sistemas para poder establecer enlaces físicos. Para evitar que cada enlace físico se convierta en un caso particular y permitir enlaces físicos entre los diferentes equipos, se han establecido reglas de conexión por los organismos oficialmente reconocidos: el **CCITT** (Comité Consultatif International Télegraphique et Téléphonique) instituido por las Naciones Unidas y el ISO.

Las normas del CCITT se dividen en dos categorías: **V** y **X**. Esta última más reciente, pretende paulatinamente reemplazar la primera.

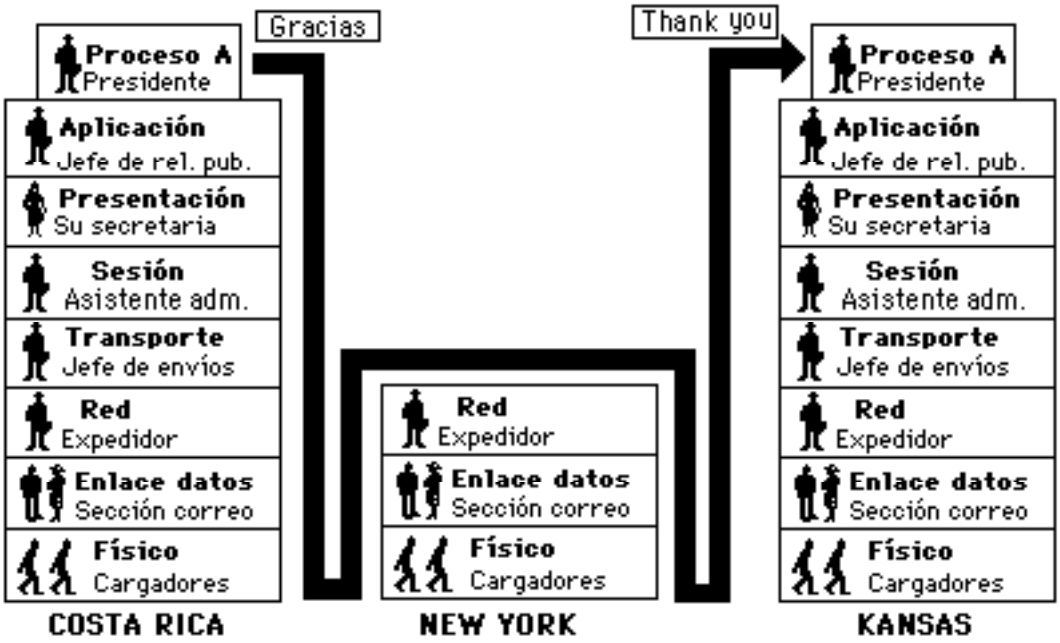
[1]**Enrutamiento**. Proceso de selección de la trayectoria correcta para un mensaje.

La norma más conocida es el protocolo V24 (RS 232-C). Este, garantiza la conexión del modem y del equipo de transmisión y da las normas de conexión.

En resumen, podemos decir que los estratos de sesión, presentación y aplicación reflejan las características de los sistemas que se comunican. Los estratos físico, de enlace de datos y de red son los componentes requeridos para transmitir mensajes

El estrato de transporte es el enlace entre el sistema final y la red.

Para ilustra este modelo de referencia, veamos el siguiente ejemplo que se refiere a la confección y envío de una carta [Voelcker86].



Supongamos que el presidente de la compañía costarricense EEE compra 50 toneladas de trigo a una firma de Kansas. Como los precios son bastante buenos, llama al jefe de relaciones públicas de la compañía para que envíe una nota de agradecimiento al dueño de la firma de Kansas.

El presidente de la compañía EEE representa el proceso de aplicación que inicia una comunicación. El se maneja en términos del significado de la comunicación. El jefe de relaciones públicas es el que comienza a poner en funcionamiento toda la maquinaria. Representa el elemento específico del estrato de aplicación que llama a los otros estratos para cumplir su objetivo.

El jefe de relaciones públicas graba la nota en un casette y lo da a su secretaria, quién actúa como el estrato de presentación. Ella traduce la nota en inglés y la hace en un formato adecuado. En términos del modelo OSI, ella lo que ha hecho es poner el mensaje en un lenguaje común al receptor y al emisor.

Luego de que la secretaria termina la carta, se la entrega a su asistente administrativo, quién representa el estrato sesión. Este registra la carta en un archivo de la compañía, asegurándose de que el nombre de la persona, la dirección, son exactos. Esta verificación permite a los extremos de la comunicación organizarse y sincronizar su diálogo, anotando cuándo se envía el mensaje y hacia donde se dirige.

El próximo estrato, el de transporte, estará representado por el jefe de envíos y recepciones. Su trabajo es el de negociar la calidad del servicio disponible en el estrato red, aprobar la conexión. Lo que garantiza es la transmisión entre las partes. Si ocurre una falla durante la transmisión, él la recuperará enviando una copia de la carta.

Luego llama a un expedidor, que representará el estrato red, para que seleccione la ruta que debe seguir la carta para que llegue a Kansas. El expedidor selecciona la ruta y avisa al jefe de envíos de su decisión.

Posteriormente llama a su contraparte en la oficina de la compañía EEE que se encuentra en Nueva York. Le informa que ha sido enviada una carta y que al día siguiente la envíe por correo hasta Kansas. Observemos que el modelo OSI se aplica a las comunicaciones sobre redes privadas, servicio de correo interno de la compañía, como públicas, en este caso el correo de los Estados Unidos.

El expedidor pone la carta en un saco que dice Nueva York, y lo envía a la sección del correo interno, quién sirve como estrato de enlace de datos. Los que trabajan en esta sección, verifican el destino y el peso de cada saco. Luego envían los sacos a la zona de carga, que representa el estrato físico, o la interfaz al medio físico, representados por los trailers, aviones, trenes, etc.

Cuando la carta llega a New York, los descargadores, el estrato físico, llevan los sacos a los de la sección de correo interno, el estrato de enlace de datos. Estos poseen estándares idénticos a los de la compañía en Costa Rica, y pueden detectar si alguna carta se perdió, o si un saco no dice New York. Si el peso no coincide con lo que está escrito en la etiqueta del saco, éste se rechaza y se avisa a Costa Rica de la decisión, para que envién copias de todas las cartas que ellos poseen. Esta tarea representa el **FCS** (frame check sequences) llevado a cabo por el estrato de enlace de datos.

Posteriormente, los empleados conducen los sacos al expedidor, el estrato red, quién lo abre y saca la carta. Luego es enviada a los empleados del correo, estrato transporte, quienes establecen una nueva ruta y envían la carta. Una vez que la carta llega a la firma de Kansas, el procedimiento de la compañía EEE, se invierte hasta llegar al presidente de la compañía.

Como dijimos anteriormente el modelo de referencia OSI fue concebido por ISO en 1977. Sin embargo, los protocolos estándar para implementar el modelo todavía no han sido definidos por la ISO. Como veremos más adelante existen varios estándares para los diferentes niveles, algunos son de facto, y otros han sido definidos por la IEEE.

III Red de Area Local (LAN)

En este capítulo hacemos un estudio sobre las redes de área local conocidas como **LANs** (**L**ocal **A**rea **N**etwork). Además, se estudia el proyecto 802 del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) sobre estándares de las LANs. Estos son los sistemas CSMA/CD (802.3), Token-bus (802.4) y Token-ring (802.5)

1. Introducción

La definición de lo que podría ser una LAN difiere según los autores.

Una LAN es un mecanismo para hacer crecer un conjunto de microcomputadores y poder equipararlo a las capacidades de un mainframe, dicen algunos. Una LAN es un sistema que conecta terminales, computadores u otros periféricos dentro de un mismo ambiente, vía cualquier medio privado de transmisión, dicen otros.

Nosotros tomaremos la definición del comité 806 del IEEE:

" **Una red de área local es un sistema de comunicación de datos que permite a un número de dispositivos indepen-dientes comunicarse entre sí**"

El uso de las LANs se está difundiendo rápidamente. Esto, debido a su versatilidad y capacidad de transmisión de información.

En efecto, las LANs comparten recursos en una distancia que va de los 100 mts a los 5 km, con anchos de banda bastante altos, superiores a 1Mbps, y sobre dispositivos baratos.

Una LAN se puede diferenciar de una red de área ancha o **WAN** (**W**ide **A**rea **N**etwork) por su velocidad de transmisión, sus protocolos y su topología.

Por otra parte, los enrutamientos y algoritmos de control complejos de las WANs no son necesarios en las LANs, debido a sus altas velocidades de transmisión.

Las LANs, cuyo origen se puede ubicar en la década de los setenta, gozan actualmente una gran aceptación. Estas, pueden conectar un microcomputador con otro, sin necesidad de pasar por un equipo computacional intermedio de alto costo como puede ser un mainframe.

Aunque inicialmente fueron concebidas para conectar equipos personales, las LANs actualmente se usan en varias aplicaciones especializadas como máquinas de bases de datos (back-end systems), CAD/CAM y robótica.

Las LANs pueden aplicarse en muy diferentes actividades. En las oficinas que requieren de automatización de funciones como: correo electrónico, procesamiento de palabras (texto), distribución de documentos, etc. También, en las universidades que requieren de proceso distribuido y de intercambio de software para aplicaciones de propósito especial. Asimismo, en hospitales para poder recuperar archivos de pacientes, ayuda al diagnóstico médico, etc..

Según [Tsao84], el primer objetivo de una LAN es suministrar funciones de conectividad y conmutación (switching) para equipo como terminales, estaciones de trabajo, micro-computadores y compartir recursos como discos, impresoras de alta velocidad, permitiendo así a los usuarios, en forma eficiente, el acceso a bases de datos y software que residen en mainframes, la distribución de archivos, y el envío de mensajes.

Las topologías más comunes en las LANs son el bus y el anillo.

Las LANs también pueden clasificarse como:

- **propietarias**
- **de propósito especial**
- **de propósito general**

Quién adquiere una red propietaria se ve obligado a depender directamente del proveedor de la misma, ya que por lo general no son compatibles con otros productos similares, es decir no se ajustan a estándares.

Las LANs de propósito especial, como su nombre lo indica, están concebidas para llevar a cabo funciones específicas. Tal sería el caso de dispositivos conectados a robots para pintar automóviles en una cadena de montaje.

En cuanto a las LANs de propósito general, aunque en principio son concebidas para tareas particulares, son más versátiles que las de propósito específico.

A continuación discutimos el estándar 802 de la IEEE. Este consiste de un conjunto de especificaciones para LANs, referentes al estrato físico y de enlace de datos del modelo de referencia OSI.

El 802.1 describe la relación entre los estándares 802 y sus relaciones con el modelo de referencia OSI. El 802.2 especifica el protocolo de Control de Enlace Lógico, que se usa en los métodos de acceso descritos por el estándar.

El 802.3 describe una topología de bus y usa CSMA/CD (Acceso Múltiple con sensibilidad de portadora, con detección de colisiones) como método de acceso; el 802.4 especifica una topología de bus que usa un paso de token como método de acceso; el 802.5 define una topología de anillo que usa un paso de token como método de acceso.

Finalmente, el 802.6, como veremos en el próximo capítulo, presenta un esquema de las redes de área metropolitana.

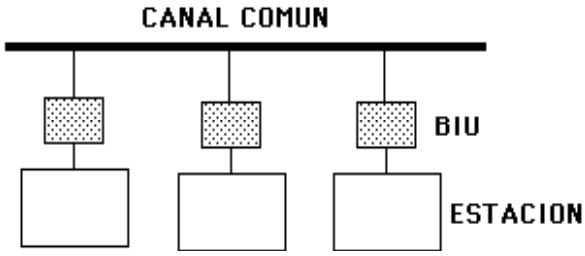
2. Sistema CSMA/CD (802.3)

De los estándares 802 del IEEE, el sistema de mayor utilización es el Ethernet. Los términos Ethernet y 802.3 se usan para referirse al estándar 802.3 CSMA/CD (**C**arrier **S**ense **M**ultiple **A**ccess with **C**ollision **D**etection).

Un ejemplo de la gran aceptación de este estándar, es la adopción del mismo por parte de la Technical Office Protocol (TOP) de la Boeing .

El CSMA/CD es un método de acceso al medio que permite a dos o más estaciones compartir, en la transmisión, un bus común.

Veamos la siguiente figura, en donde cada estación se conecta al bus por medio de un **BIU**



Por la misma naturaleza del bus, cada **BIU**[1], antes de intentar transmitir datos sobre el

[1]La topología de bus consiste de un largo canal de transmisión, a trvés del cual los dispositivos están ligados por medio de un BIU (Bus Interface Unit). Cada BIU se encuentra ubicado cerca de su fuente de datos. Cuando los dispositivos son microcomputadores, se usa también NIC (Network Interface Card)

canal, debe verificar que este se encuentre libre. Si el canal se detecta ocupado, el BIU aplaza su transmisión hasta que se encuentre libre.

Sin embargo, debido a los tiempos de espera (delay) de propagación sobre un bus distribuido largo, pueden darse colisiones cuando un bus detecta el canal libre y comienza a transmitir sus datos, mientras otro dispositivo ha comenzado la transmisión de un paquete y no ha sido detectado por el BIU anterior.

Así, todos los BIU conectados a un mismo bus, deben tener capacidades para la **detección de colisiones**.

Cuando se produce una colisión, todos las partes involucradas cesan la transmisión y esperan un intervalo de tiempo aleatorio, antes de empezar la retransmisión.

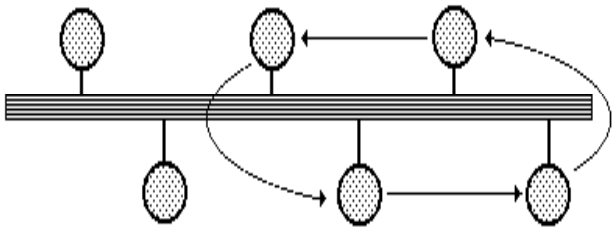
Para el CSMA/CD, la cantidad de tiempo perdido debido a colisiones es directamente proporcional al tiempo de espera de propagación del bus y al tiempo promedio de la transmisión del paquete de datos.

Finalmente podemos decir que los buses distribuidos CSMA/CD tienen un rendimiento aceptable en un ambiente de tráfico, en donde cada estación es tratada en forma equivalente.

3. Sistema Token-bus (802.4)

El método de acceso **paso de token** (token-passing) es una técnica que coordina el uso de un medio compartido, asignando el derecho de acceso al medio vía el paso de un **token**. La estación que en un lapso dado tiene en su poder el token, momentáneamente tiene el control sobre el medio.

En la siguiente figura se muestra la trayectoria lógica sobre el paso del token sobre una red de bus.



En este caso no necesariamente todos las estaciones deben estar involucradas en el paso del token, sólo aquellas que deseen iniciar una transmisión.

El método de acceso paso de token es siempre secuencial y no tiene nada que ver con la ubicación de las estaciones. También, una estación puede salirse de la trayectoria lógica del token, no respondiéndole.

Una estación, si desea participar en una trayectoria de token, debe conocer tres direcciones: la dirección de donde se recibe el token, la dirección de quién recibirá inmediatamente después el token y su propia dirección.

Todos las estaciones involucradas en una trayectoria de token suministran funciones de mantenimiento, entre otras: inicialización de la trayectoria, recuperación del token perdido, y participación de nuevas estaciones en la trayectoria.

Las redes de este tipo funcionan de la siguiente forma:

El derecho a la transmisión, el **token**, pasa de una estación a otra, respetando en forma

descendente la dirección. La estación acepta el token, envía el frame que requiere enviar y completa, si es necesario, funciones de mantenimiento.

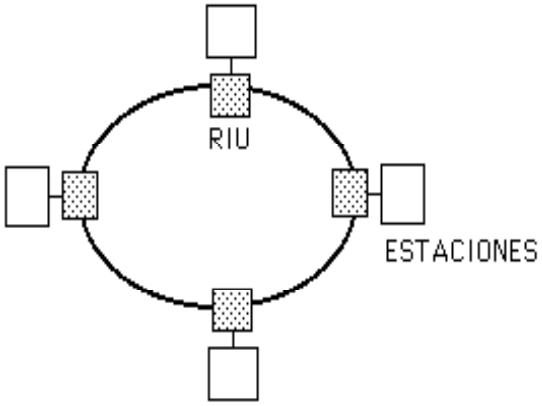
La estación que envía el token, verifica que su sucesora se encuentre activa y si comprende el mensaje. Si este es el caso, la estación supone que la sucesora no tiene token y que puede entonces transmitir.

4. Sistema Token-ring (802.5)

Token-Ring fue creada por IBM en el Centro de Investigación de Zürich.

Está basado en la topología de anillo. Este anillo consiste de un conjunto de estaciones conectadas por medio de cables coaxiales o fibras ópticas.

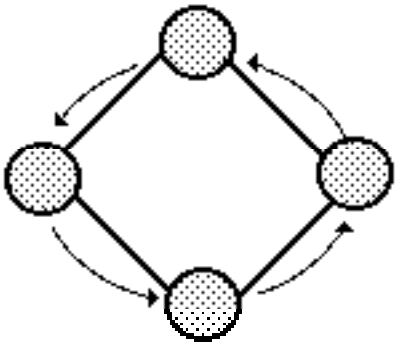
En la siguiente figura podemos apreciar una LAN de anillo, en donde cada estación se encuentra conectada a la red, por medio de un repetidor activo llamado **RIU** (Ring Interface Unit).



El RIU es necesario para la transmisión y recepción de datos.

Como en el caso del paso de token en una red de bus, el paso de token en una red de anillo es una técnica que coordina el uso de un medio compartido, asignando el derecho al medio vía el paso de un token.

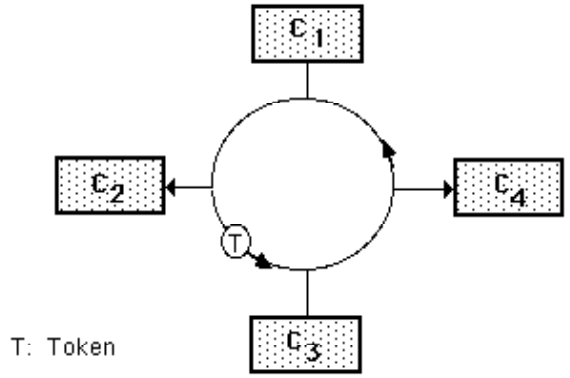
La estación en posesión del token tiene momentáneamente el control de la red; el control del token pasa de una estación a otra de la red, como se aprecia en la siguiente figura.



Este método de acceso consiste de un conjunto de estaciones en serie. La información se transmite en forma secuencial, bit por bit, de una estación activa a otra.

La transmisión entonces sólo es posible cuando el **token** se encuentra en poder del RIU. Esta se lleva a cabo abriendo un canal en el anillo y transmitiendo luego la información y la dirección de la estación receptora. Por otra parte, la recepción se lleva a cabo cuando la estación reconoce su dirección dentro de la red.

En la siguiente figura, si la estación C_2 posee este token, puede tomar información direccionada y solicitar servicio a la estación C_4.



El paquete pasa a través del RIU de la estación C_3 sin alteraciones, debido a que C_3 no reconoce su nombre en el paquete. C_4 por su parte, recibe el paquete y envía un **frame** idéntico al primero marcado como leido. Cuando C_2 recibe el mensaje y verifica que que los datos se recibieron en forma correcta, marca el token como disponible para que otro nodo que desee transmitir lo ocupe.

La red sólo posee una estación monitora y hace el papel de controladora del anillo y de los token. Pero la arquitectura de esta estación no es única, se encuentra en cada uno de los RIUs.

Si por algún motivo la estación debe removerse, otro RIU toma el lugar de monitor, por lo general el de más alta dirección en el anillo.

Esta red ha sido diseñada para poder recuperar la mayoría de los errores que sean técnicamente recuperables.

IV Red de Area Metropolitana (MAN)

1. Introducción

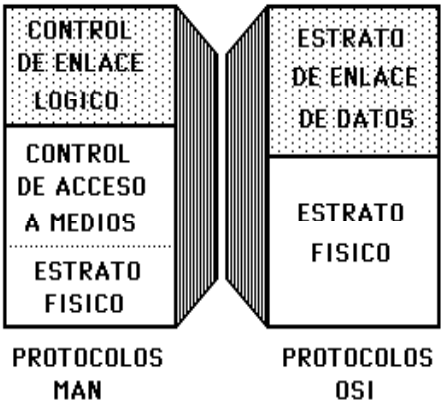
El término **red de área metropolitana** (**M**etropolitan **A**rea **N**etwork o **MAN**) es relativamente nuevo en la literatura de las comunicaciones. Es un término que define, en esencia, una red capaz de brindar comunicaciones a alta velocidad, superior a 1 Mbps, en distancias de 5 a 50 km.

Desde 1981, se siente la necesidad de estandarizar las redes de área metropolitana. Los estándares comienzan a desarrollarse dentro del **proyecto 802** del **IEEE**. Es aquí donde se discute el problema de interconectar redes de área local de alta velocidad y sobre distancias de varios kilómetros, sin que esto provoque cuellos de botella en la trasmisión.

2. Definición de una MAN según el 802.6 IEEE

El comité **IEEE 802.6**, y siguiendo los pasos de los grupos de trabajo 802.3, 802.4 y 802.5 para los estándares CSMA/CD, token-bus y token-ring [Mollenauer88b]**,** han definido una serie de pasos para la estandarización de las redes de área metropolitana [Klessig86]**:**

El estándar definirá un estrato de **control de acceso al medio** o **MAC** y un **estrato físico** para las redes de área metropolitana. En la siguiente figura apreciamos los protocolos MAN y sus equivalentes en el modelo OSI.



Según [Klessig86] el estándar posibilitará el intercambio de bits en las dos direcciones, usando un medio compartido entre nodos localizados en un área de a lo sumo 50 km.

El tráfico esperado en una red de área metropolitana incluye:

- Interconección de redes de área local
- Imágenes digitales y gráficos
- Voz digitalizada
- Video comprimido
- Tráfico de terminales convencionales

El medio debe garantizar una velocidad de transmisión de al menos 1Mbps.

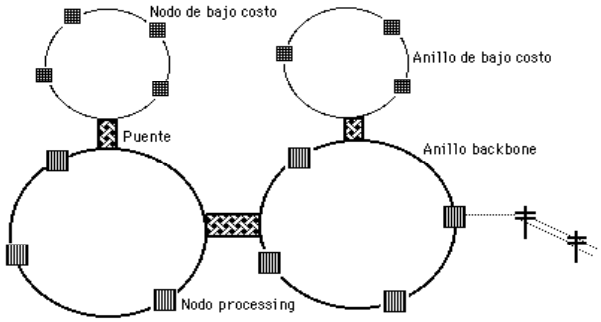
3. Arquitectura de una MAN

La tecnología de las redes de área metropolitana involucra diseños de redes de área local, usa **backbones**[1] digitales para

[1]**Backbone.** Facilidad de transmisión diseñada para interconectar canales de distribución de baja velocidad o agrupamientos de dispositivos de usuarios dispersos.

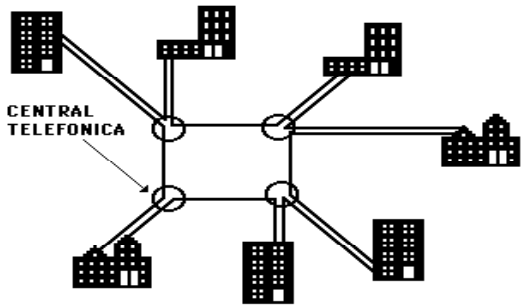
conducir el tráfico y suministra enlaces y **puentes**[1] hacia otras redes.

En la siguiente figura se esquematiza una red de área metropolitana [Mollenauer88a] :



Por otra parte, podemos dividir las redes de área metropolitana según el tipo de instalación, en dos grandes familias : **públicas** y **privadas**.

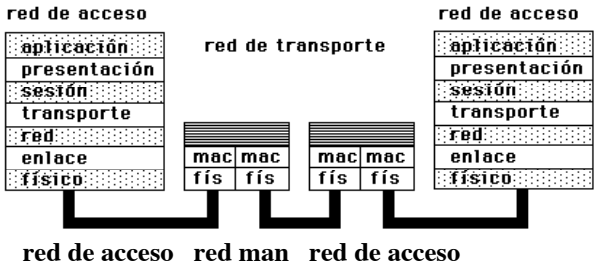
Las redes de área metropolitana privadas se asemejan a una línea privada y es contratada por lo general por una sola compañía para conectar, por ejemplo, un número de sitios en un área metropolitana, según se aprecia en la siguiente figura [Mollenauer88b]



Este tipo de red es, en muchos aspectos, una red de área local extra-grande.

Sin embargo, varias redes de área metropolitana usarán cables compartidos, ya que sólo pocas empresas de gran tamaño, podrían justificar la utilización de cables exclusivos.

Debido a la necesidad de brindar seguridad y privacidad, las redes de área metropolitana públicas se dividen en dos partes: red de acceso y red de transporte, como se puede ver en la siguiente figura [Mollenauer88b]:



La red de acceso es la única que realmente registra los datos del cliente y éstos solamente aparecerán sobre los cables de acceso, teniéndose así la seguridad deseada.

Las LANs y WANs no satisfacen todas las necesidades de la teleinformática. Se sintió entonces la necesidad de redes de computadores de alta velocidad que pudieran ampliar el área cubierta por una LAN, pero no restringida a los métodos normales característicos de las WANs. Por eso surgen las MANs.

La iniciativa de las MANs ha provenido principalmente de los entes públicos de comunicaciones. Estos están interesados en ampliar su rango de servicios al sector privado por medio de comunicaciones de alta velocidad.

Además de las características, propias al ambiente de organismos como PTT (Post, Telephone and Telegraph), las MANs deben satisfacer las siguientes características:

• Administración de la red comprensible y sofisticada.

[1]**Puente (bridge).** Dispositivo que conecta redes de área local en el estrato de enlace de datos.

• Señalización rápida y fuerte.

• Capapacidad para soportar posibles "redes privadas virtuales".

• Alto grado de seguridad, de confiabilidad y de mantenimiento.

• Rendimiento eficiente, independiente del tamaño de la red.

V Red de Area Ancha (WAN)

Las primeras redes de computadores se extendían a través grandes distancias y servían para interconectar mainframes o accesar terminales de computadores remotos.

Estas redes conocidas como de **área ancha** o **WAN** (**W**ide **A**rea **N**etwork), entre las cuales podemos citar ARPANET y RACSAPAC, se basaban generalmente en líneas de transmisión con nodos de enlace y enrutamiento.

El siguiente cuadro compara las características de las WANs y de la LANs

WAN	LAN
Distancia ilimitada	No mayor de 5 km
Velocidad de transmisión ≤ 100kbps	Ancho de banda, superior a 1Mbps
Protocolos complejos	Protocolos simples
Interconecta sistemas autónomos	Interconecta sistemas cooperando en aplicaciones de proceso distribuido
Puede ser administrado por organismos independientes de los usuarios	Por lo general administrado por el mismo organismo que la opera
A menudo utiliza circuitos análogicos, sistema telefónico	Utiliza señales digitales sobre cables privados
Tasa de error alta (1 en 10^5)	Tasa de error baja (1 en 10^9)
Usa enlaces punto-a-punto	Puede conmutar un mensaje en varias direcciones
Topologías: de malla o estrella	Topologías: de bus o de anillo

VI ¿Cuándo Utilizar una Red?

En este capítulo enfocamos la pregunta de cuándo utilizar una red a partir de las motivaciones que más frecuentemente originan la necesidad (o el deseo) de introducir una red en una organización. Analizamos una a una estas motivaciones en términos de los problemas que la red podría resolver y los que podría originar. Concluimos el capítulo con un marco de referencia que recomendamos sea utilizado por las organizaciones que contemplan la posibilidad de introducir una o más redes.

1. Motivos para Introducir una Red

La necesidad de introducir una red en la organización puede tener varios orígenes:

- Al crecer en número y complejidad las aplicaciones existentes en diferentes computadores aparece el requerimiento de conectividad entre ellas (las aplicaciones).

- La necesidad de una nueva aplicación que implica la adquisición de nuevo equipo obliga a escoger entre un sistema multiusuario y una red.

- La existencia de múltiples equipos en la organización lleva a suponer que la productividad aumentaría si se interconectan los equipos.

- La disponibilidad de la tecnología de redes origina una necesidad de conectividad entre usuarios de diversos computadores.

- El deseo de obtener una ventaja competitiva origina la necesidad de conectividad con clientes y/o con proveedores.

- El deseo de acortar tiempo y distancias (logística operacional interna) origina la necesidad de interconectar computadores remotos.

- La necesidad de conectividad entre diversos sistemas y/o usuarios también puede ser el resultado de una política clara y bien definida de antemano, de procesamiento distribuido.

Conectividad entre aplicaciones

Organizaciones que operan varios computadores, ya sean remotos o locales, con frecuencia encuentran que aplicaciones que en un inicio eran completamente independientes (y probablemente por eso se implementaron en computadores separados) evolucionan al punto en que la conectividad entre ellas se hace necesaria.

Un ejemplo de esto podría ser una empresa manufacturera que adquiere dos computadores, uno para producción y otro para administración y finanzas. Inicialmente, es probable que existiera muy poca o ninguna comunicación entre los sistemas. Talvez intercambian un diskette o una cinta con datos de los pedidos de la semana.

Los cambios en la economía, aumentos en competencia y disminución en el costo de los equipos de comunicación podrían obligar a modificar las aplicaciones para establecer una conexión entre los sistemas de manera que los pedidos que recibe ventas sean comunicados de inmediato a producción y que las salidas de producto terminado sean comunicadas de inmediato a ventas.

Esto llevaría (a un costo relativamente bajo) a reducciones de inventario y a un aumento de productividad en general. Sobre todo si tomamos en cuenta que una vez establecida la conexión entre estos dos sistemas, casi de inmediato se aprovecharían las facilidades para la comunicación entre otras aplicaciones y sobre todo entre los usuarios.

Una red o un sistema multiusuario?

Una vez que se detecta la necesidad de una aplicación que por su naturaleza debe servir a mútiples usuarios, el estado de la tecnología actual nos obliga escoger entre un sistema (supermicro, mini o mainframe) multiusuario y una red de computadores.

Esta escogencia también se puede presentar como resultado del crecimiento del volumen de datos en una aplicación en un equipo monousuario de tal forma que se torna necesario adquirir un equipo multiusuario, o adquirir varios equipos monousuarios e interconectarlos en red.

Desde hace 15 años existe la disyuntiva entre adquirir un mainframe o una red de minis. Los costos relativos han cambiado tanto (con la introducción de nuevas tecnologías) que esta disyuntiva ya no solo se presenta a nivel de sistemas muy grandes (bancos, gobiernos, universidades, etc.) sino que se presenta a todo nivel.

Hoy en día un sistema departamental (o de una empresa pequeña) que debe atender a diez o veinte usuarios se puede implantar, ya sea en un supermicro multiusuario o con una red de micros monousuarios (PC) a un costo (del equipo) muy parecido.

Si bien es cierto que la disyuntiva tiene años de existir, la motivación para formular el planteamiento, hacer el estudio y efectuar la escogencia ha cambiado. Hoy en día el principal motivo para contemplar las alternativas parece ser el costo, mientras que durante años las alternativas se plantearon en el contexto de la aplicación en sí (de cómo sería la aplicación más eficiente, confiable, flexible, robusta etc.) de que si era mejor **centralizar** o **distribuir**.

Obviamente, el factor costo siempre ha sido importante, lo que ha sucedido es que antes y con frecuencia, el costo *real* de un sistema centralizado con N usuarios era menor que el costo de M sistemas con N/M usuarios cada uno. Esta situación pareciera haberse invertido hoy en día debido principalmente las disminuciones en el costo de las comunicaciones y a la explosión del mercado de los micros personales.

El problema de si procesar los datos centralizadamente o de una forma distribuida ha sido estudiado por académicos, investigadores y otros profesionales durante muchos años, y de hecho se han logrado avances considerables. La "base de datos distribuida" sigue siendo, sin embargo, un problema pendiente.

Desde un punto de vista puramente tecnológico, las dos posibles soluciones (red o equipo centralizado) pueden o no ser equivalentes, dependiendo de los requerimientos de la aplicación.

En primera instancia se deben tomar en cuenta los requerimientos de seguridad e integridad de los datos. Dependiendo de la tecnología de redes a utilizar, las garantías serán mayores o menores, pero en general las redes tienden a ser menos seguras y brindar una menor garantía de la integridad de los datos. Por la misma naturaleza de las redes es más difícil controlar el acceso de una persona no autorizada, además los sistemas operativos de redes actualmente disponibles brindan mucho menos protecciones entre los usuarios que los sistemas opeartivos tradicionales de un equipo mutiusuario.

En segunda instancia hay que tomar en cuenta las necesidades de tiempo de respuesta, tanto en tiempos absolutos como relativos (no sólo cual será el tiempo de respuesta promedio, sino que también a qué variabilidad estará expuesto). Esto implica un conciensudo estudio de volúmenes o más precisamente de tráfico de datos requeridos por la aplicación.

Si la aplicación requiere de un alto tráfico entre el procesador y la pantalla (como en el caso de un procesador de palabras) es casi seguro que la red brindará un mejor servicio (debido a la diferencia en las velocidades de transmisión).

Si la aplicación requiere de un alto tráfico entre el procesador y la base de datos (como podría ser el caso de un programa de facturación) es casi seguro que el sistema centralizado brindará un mejor servicio (debido a que actualmente los sistemas multiusuarios cuentan con unidades de disco más rápidas y de mayor capacidad).

Si la aplicación requiere de procesos batch voluminosos, es casi seguro que el sistema multiusuario desempeñará mejor, debido a que el procesador central y los discos son de mayor capacidad que los de cualquier estación y el servidor.

La variabilidad en el tiempo de respuesta, se ha demostrado experimentalmente, es más nociva para los usuarios que un tiempo de respuesta lento. También se ha demostrado que entre más y más variados usuarios tiene un sistema multiusuario más impredecible se vuelve el tiempo de respuesta.

Es necesario tener un buen estimado del crecimiento (en número de usuarios y en volumen de datos) que sufrirá la aplicación ya que si el crecimiento es lento y constante, en general una red será capaz de crecer en escalones más pequeños. Por el otro lado si se espera un crecimiento abrupto o ninguno (por ejemplo, si aprueban una nueva ley se triplicarán los usuarios...) entonces es posible que un sistema multiusuario se ajuste mejor a las necesidades de la aplicación.

También es importante el tamaño absoluto de la aplicación, sobre todo el máximo número de usuarios que podría tener conectados y en número de usuarios que podría tener activos en un momento dado, ya que existen tanto para las redes como para los sistemas multiusuario límites muy rígidos después de los cuales el servicio se hace insostenible. En los sistemas multiusuario, el límite a menudo está fijado por el número de puertos disponibles o por el máximo de memoria real direccionable. En el caso de las redes este límite por lo general está fijado por el medio físico que se utilice para la comunicación el cual únicamente puede soportar cierta velocidad de transporte.

Además, se debe considerar el hecho que que si el procesador del sistema multiusuario falla, todos los usuarios se quedan sin sistema. Esto también puede ser cierto en una red con solo un servidor, pero en todo caso es más barato hacer la red redundante que hacer el sistema multiusario redundante (o tolerante a fallas).

El problema no se debe, sin embargo, analizar únicamente desde un punto de vista tecnológico. También es necesario realizar un análisis pragmático que tome en cuenta las realidades del medio en que vivimos. En este aspecto el punto más importante a tomar en cuenta es la disponibilidad de personal técnico.

Durante los últimos 15 años, los sistemas multiusuarios se han utilizado extensamente en nuestro medio, mientras que las redes de computadores hasta ahora están tomando auge. El tema de las telecomunicaciones es un tema muy poco estudiado en nuestro medio - de hecho ninguna de las instituciones de educación superior ofrece capacitación en el área.

Ante el problema de falta de personal técnico hay quienes nos dirán que no es necesario tener

técnicos en comunicaciones, que únicamente las compañías telefónicas los necesitan, que para administrar una red pequeña, el conocimiento técnico necesario es muy poco y se puede adquirir en un curso de tres días.

Claro está que entre más grande y compleja sea una red mayores serán los requerimientos de personal técnico. Pero tenemos que tener en cuenta que hasta una red pequeña debe ser diseñada, instalada y administrada. Si bien algunos (o todos) estos servicios pueden ser brindados por el proveedor (independientemente de si es o no una buena idea), siempre debemos tener presente que las redes, por su propia naturaleza, tienden a crecer a un ritmo más acelerado que los sistemas mutiusuarios y que la escasez de personal tarde o temprano se traduce en mayores costos.

Otro aspecto a considerar es que en la red generalmente se dejan tareas como el respaldo de los archivos (backups) a cargo de los usuarios quienes no tienen la disciplina para realizar dichas tareas y por lo general no aprenden hasta que les suceda una pequeña (o grande) catástrofe.

Finalmente, debemos mencionar que si bien en un curso corto es posible tranferir algunos conocimientos básicos (e incluso algunos detallados) y que con manuales e instructivos es posible mantener un sistema operando; nunca ha existido ni existirá un sustituto para el entendimiento. Obviamente, el entendimiento es mucho más difícil de transmitir que el conocimiento.

La experiencia nos indica que si bien es posible operar un sistema sin entenderlo, no es posible desarrollar el sistema al punto de aprovechar el potencial que la tecnología ofrece. En el caso de las redes es fácil imaginarnos una situación donde operan redes pero con muy poco tráfico, la gran mayoría del procesamiento es local y las comunicaciones son esporádicas, las aplicaciones se siguen diseñando (e incluso escribiendo) de la misma manera y por consiguiente los beneficios derivados de la red son muy limitados.

Aprovechamiento de equipos actuales

Con frecuencia sucede que en una organización existen cierto número de equipos brindando servicio a un número mayor o igual de usuarios, pero las comunicaciones entre los equipos y entre los usuarios se realizan manualmente (utilizando papeles o teléfonos).

En esta situación, es muy probable que la introducción de una red que interconecte todos los equipos existentes genere un aumento en productividad considerable (incluso mayor que el producido por la introducción de los equipos en sí). Sobre todo si con frecuencia se transcribe información a mano o en diskette de un equipo a otro.

En particular es importante notar que si existe en la organización equipos caros y especializados, con un nivel de utilización bajo, (como podrían ser impresoras láser, graficadoras de colores y modems de alta velocidad con encriptamiento) la introducción de una red aumentaría considerablemente el uso de este equipo y por consiguiente traería consigo un importante aumento de productividad.

Debemos, sin embargo, tomar en cuenta que si bien es deseable compartir los recursos tecnológicos entre el mayor número posible de funcionarios, es muy probable que la introducción de una red topará con resistencia. Los motivos de dicha resistencia tienen que ver con el hecho de que tener el control y la responsabilidad de recursos tecnológicos caros y complejos a menudo, en una organización, conlleva cierto grado de status, popularidad y poder - los cuales serían removidos con la instalación de una red.

Conectividad entre usuarios

La necesidad de conectividad entre usuarios siempre ha existido, pero tradicionalmente ha sido reconocida únicamente por los usuarios asiduos (como programadores e investigadores) que utilizan el sistema durante varias horas cada día. Recientemente esta necesidad está siendo identificada por otros usuarios, precisamente por el auge que han tenido los computadores personales.

Cuando un usuario empieza a pasar una considerable parte de su día con el computador muy pronto empieza a realizar las ventajas que se podrían derivar si su programa pudiera comunicarse con el de su vecino, y las ventajas que se lograrían si los usuarios pudieran comunicarse entre sí. Pronto el correo electrónico y el intercambio de archivos se convierten en necesidad. En general la manera de realizar el trabajo cambia, al punto de que la red que interconecta los diversos sistemas llega a contribuir al aumento en productividad más que los sistemas en sí. Por ejemplo, la red hace posible que varios autores trabajen concurrentemente en la redacción y composición de un mismo documento.

Con las últimas tecnologías de redes (LANs y MANs) es posible brindarle al usuario un nivel de conectividad que nunca se había logrado antes. Es posible, a travez del mismo medio, intercambiar voz, fax, video y datos. Esta facilidad se está usando mucho en Occidente, especialmente en universidades, hospitales y otros establecimientos con una densidad de profesionales muy alta. Los resultados de estas redes son muy prometedores; existe evidencia de que no sólo se han agilizado mucho las comunicaciones (con su correspondiente aumento en productividad) sino que también, y talvez más importante, se han enriquecido cualitativamente las comunicaciones.

Obtener una ventaja competitiva

El deseo de obtener una ventaja competitiva a menudo ha llevado a organizaciones a implantar redes que interconectan sus equipos con los de sus clientes y/o proveedores.

La conectividad con clientes y/o proveedores puede llevar a una ventaja competitiva por varias razones:

- Puede reducir el tiempo de recibo o entrega de mercaderías o servicios lo cual lógicamente aumentará la productividad (ya sea reduciendo inventarios o aumentando ventas por unidad de tiempo)

- Puede inducir al cliente a preferir nuestros productos o servicios, ya sea por el fácil acceso a la información o por la facilidad con que se puede, por ejemplo, poner un pedido.

- Es posible aumentar el contenido informativo del producto, brindando, por ejemplo, un servicio en línea que ayude a optimizar la utilización del producto o servicio.

- Es posible construir barreras de entrada a futuros competidores (con el costo y complejidad del sistema) y barreras de salida a los clientes actuales, como podría ser el caso en que el sistema realiza alguna labor interna para el cliente (facturación, contabilidad etc.)

Este tipo de aplicaciones todavía no se han popularizado en nuestro medio, pero tenemos conocimiento de varias empresas que planean hacerlo en el corto plazo. La existencia de una red de datos pública, junto con el alto número de micro computadores instalados, hacen que dichas aplicaciones sean posibles en el corto plazo y a un costo muchas veces inferior al que hubiera sido hace tres años.

Mejorar la logística operacional

Para organizaciones geográficamente dispersas, una red de computadores puede brindar grandes beneficios.

Aún cuando no es posible procesar los datos remotamente, la posibilidad de capturar y validar los datos en su lugar de origen para ser luego transmitidos a la sede central para su procesamiento usualmente brinda grandes ganancias en tiempo y eficiencia.

Cuando la naturaleza de la aplicación permite realizar (aunque sea parcial) el procesamiento de los datos de forma remota, los beneficios a la logística operacional de la organización son todavía mayores. Es posible reducir tiempos, acortar distancias, mejorar el servicio y en general aumentar la productividad y la eficiencia de la organización. Ejemplo de esto son los agentes de seguros que con un computador portátil pueden hacer cáculos complejos, cotizar y vender para luego transmitir las transacciones ya realizadas para que el cobro se emita en el computador central.

También es posible, por medio de una red, lograr una estandarización de sistemas y procedimientos en todos los locales o establecimientos de una organización geográficamente distribuida en donde se realizan las mismas operaciones en todas las localidades.

Por ejemplo un sistema de facturación donde los precios cambian a menudo podría implantarse con sistemas separados y un mecanismo (ya sea teléfono, diskette o bicicleta) para comunicar los nuevos precios. Pero sería mucho más eficiente si todos los sistemas consultaran el precio central en línea a la hora de facturar, ya que esto no sólo garantizaría uniformidad en los precios sino que haría posible un control centralizado de inventarios de manera que faltantes en un local se podrían cubrir a tiempo con sobrantes en otro. Un sistema como este permitiría montar un sistema de distribución interno que redujera el tamaño del inventario total.

Política de procesamiento distribuido

Es también posible, aunque en nuestro medio poco frecuente, que la introducción de una red en la organización sea parte de una política bien definida de procesamiento distribuido.

Una organización puede, bajo este esquema, introducir y desarrollar sistemas separados en equipos y localidades separadas, sabiendo desde un principio que eventualmente tendrán que conectarse y por consiguiente contemplando dichas necesidades en el diseño de los sistemas.

Para tomar una decisión como esta (a menos que los sistemas sean pequeños y en PCs) hay que estar muy seguros de la dirección en que se está desarrollando la tecnología y hay que contar con la madurez administrativa y tecnológica para desarrollar y operar sistemas de una forma satisfactoria en varios centros de cómputo al mismo tiempo. En nuestro medio, la experiencia nos indica que todavía no hemos alcanzado dicha madurez. De hecho son muy pocos los centros de cómputo que de una manera consistente logran desarrollar y operar sistemas de una manera satisfactoria en *un* centro de cómputo.

La solución, dicen algunos, es desarrollar centralizadamente y procesar distribuidamente. Esto es probablemente cierto, el único problema es que entonces es necesario contar con la red desde el principio. La gran ventaja de no adquirir la red desde el principio es poder aprovechar al máximo la reducción de precios y el aumento de funcionalidades y conformación a estándares. En Tecnología Informática es casi siempre mejor no comprar el equipo hasta estar listos para usarlo intensamente; los descuentos

por volúmen que se pueden obtener hoy se ven más que anulados por la tendencia en la reducción de precios.

2. Marco de Referencia

A continuación presentamos un marco de referencia que elaboramos con el fin de que sirviera de guía a las organizaciones que están considerando la posibilidad de introducir la tecnología de redes. Concientes de que las circunstancias y condiciones en cada organización son las que a fin de cuentas determinarán si se debiera incursionar en la tecnología de redes, enumeramos a continuación los factores que consideramos más importantes a tomar en cuenta a la hora de planear la utilización de esta tecnología en una organización.

Como vimos anteriormente, la necesidad (o el deseo) de introducir una red puede ser originada por diversos motivos. Independientemente de los motivos que originaron la necesidad, siempre es necesario definir lo más precisamente posible el servicio (la aplicación) que pretendemos brindar, no sólo en términos de sí mismo sino que también en relación con todos los demás sistemas y servicios existentes en la organización. Dicha definición podemos llamarla una "especificación de requerimientos" y debe realizarse considerando únicamente el *que*é queremos lograr sin ser influenciado por el *cómo* se podría lograr.

Una vez definido el servicio que se pretende brindar debemos estudiar:

- la posibilidad de brindar el servicio con una mezcla de teléfono, telex, fax y correo de diskettes y/o cintas,

- la posibilidad de brindar el servicio con un sistema multiusuario (aunque utilize la red pública para conectar localidades remotas), y

- la posibilidad de posponer la introducción de la red hasta que las condiciones sean más favorables.

Probablemente el punto inicial más importante a considerar es el tráfico de datos que existirá entre los diferentes nodos o estaciones (localidades). Para este tráfico debemos estimar: el volúmen, el margen de errores aceptable, la urgencia y el valor agregado que conllevaría el intercambio de datos.

Si el tráfico de datos es alto, el nivel de errores aceptable es muy bajo, el tiempo aceptable para efectuar la transmisión es muy bajo y el valor agregado de la conectividad es alto, las únicas alternativas disponibles hoy en día son, instalar una red o un sistema multiusuario.

Como mencionamos antes, la escogencia entre una red o un sistema multiusuario no es únicamente una consideración de costo. Primero debemos decidir si las dos alternativas son equivalentes en el tanto en que las dos puedan brindar el mismo nivel de servicio para los cual tenemos que estudiar cuatro factores:

- Los niveles de seguridad e integridad de datos requeridos.

- Los tiempos de respuesta requeridos.

- Los volúmenes de crecimiento esperados.

- La necesidad y disponibilidad de personal técnico capacitado.

Si los niveles de seguridad e integridad de datos requeridos son muy estrictos, dada la tecnología actual, es preferible un sistema multiusuario.

Para analizar los tiempos de respuesta que ofrecen las dos alternativas debemos considerar los volúmenes de tráfico desde y hacia la pantalla y desde y hacia la base de datos.

En términos generales podemos decir que las aplicaciones con alto volumen desde/hacia la pantalla se prestan mejor para funcionar en red y que las aplicaciones con un alto volúmen desde/hacia la base de datos se prestan mejor para funcionar en un sistema multiusuario. Un nivel más detallado de este análisis se encuentra en [Durr 87].

Como mencionamos anteriormente, el crecimiento esperado del volúmen de datos y de la población de usuarios puede ser determinante en la decisión ya que tanto las redes como los equipos multiusuarios pueden no poder brindar el servicio adecuado. Por ejemplo, para lograr el crecimiento deseado en el equipo multiusuario podría ser necesario empezar con un modelo o una serie que cuesta el doble que la red. O al contrario para lograr el crecimiento deseado puede ser necesario implantar la red con fibras ópticas en lugar de cable coaxial aumentando así los costos desproporcionadamente.

Las necesidades y disponibilidad de personal técnico, en este momento puede aumentarnos el costo o la incertidumbre al punto en que sea mejor la alternativa del equipo multiusuario (a un costo parecido).

Una vez realizados todos estos análisis, si todavía siguen contendiendo las dos alternativas, obviamente se deberá escoger la más barata. O sea calcular los costos a incurrir en los próximos tres o cuatro años y comparar el valor presente de las dos alternativas.

Resumiendo podemos esquematizar el marco de referencia de la siguiente manera:

1- Elaborar la especificación de requerimientos

2- Considerar sistemas manuales y/o postergación del servicio

   a) medir el volúmen de tráfico
   b) determinar el nivel de error aceptable
   c) determinar el tiempo máximo "transmisión"
   d) determinar el valor agregado del intercambio de información

3- Considerar las altenativas de red o equipo multiusuario

   a) requerimientos de seguridad e integridad
   b) requerimientos de tiempos de respuesta (performance)
   c) estimar crecimiento
   d) determinar necesidad y disponibilidad de personal técnico
   e) comparar costos

Si una vez tomados en cuenta todos los aspectos mencionados en este capítulo se decide la introducción de una red de computadores, es entonces necesario escoger la red para luego instalarla y administrarla. En los próximos capítulos nos referiremos a estos temas.

VII ¿Cuál Red Utilizar?

En el capítulo anterior discutimos, con cierto nivel de detalle, el enfoque que debe darsele a la decisión de si utilizar o nó una red de computadores para resolver un problema específico. Como vimos en capítulos anteriores, existen una variada gama de tecnologías y estándares con los cuales podemos implementar redes de computadores. En este capítulo exponemos los criterios a seguir para escoger el conjunto de tecnologías (hardware, software, medio físico, tarjetas adaptadoras etc.) que mejor satisfacerán las necesidades en cuestión.

En ningún momento haremos evaluaciones o comparaciones entre productos de diferentes proveedores. Ocasionalmente haremos referencia a productos específicos que se han convertido en estándares de facto o que por su posición abrumadora en el mercado consideramos deben ser estudiados con cierto detenimiento.

Debido a que la problemática de cuál red escoger es muy diferente si se trata de una red local o de una red no-local; trataremos en este capítulo los dos temas por aparte. Además, debido al tamaño y la escala de la gran mayoría de organizaciones en nuestro medio, daremos mayor énfasis a la escogencia de una red local. Primero discutire-mos brevemente los aspectos más importantes a considerar en la implemantación de una red no-local para luego discutir con cierto detalle la escogencia de una red local.

1. Redes No-Locales

En nuestro medio, la implementación de redes no-locales, no sólo es poco frecuente sino que está limitada al uso de tecnología WAN y en su gran mayoría se implemantarán utilizando la red pública de transmisión de datos.

Esperamos que la disponibilidad de la red pública estimule la implementación de redes amplias, tanto en organizaciones dispersas geográfica-mente como entre diversas organizaciones con vínculos financieros y comerciales. Un primer indicio de esto, son las redes que están implementando los banco estatales para ofrecer transferencia de fondos a los clientes y para comunicar las diferentes agencias y sucursales con la oficinas centrales.

También esperamos que en el mediano plazo, e impulsado por las experiencias de los usuarios con las redes locales, se ofrezca en nuestro medio una red pública que utilize la tecnología MAN. Esto permitirá enlaces de alta velocidad entre diversas redes locales (lo cual permitirá transmitir voz, video, datos, fax etc.), y en general producirá una alta conectividad entre múltiples sistemas y sus usuarios lo cual, esperamos, redundará en un aumento en productividad a nivel nacional.

En el corto plazo, aquellas organizaciones que identifiquen la necesidad de implantar redes no-locales deberán hacerlo utilizando el transporte ofrecido por la red pública. La alternativa a utilizar la red pública es instalar una red privada. Esta alternativa es muy cara y únicamente puede ser justificada por requerimientos de seguridad muy rigurosos o por requerimientos de tráfico sumamente elevados, y por lo tanto con la posible excepción de los bancos estatales (lo cual consideramos poco probable) y la compañía telefónica, no consideramos que puedan ser justificados en nuestro medio, en el corto plazo.

Aún cuando se vaya a implementar una red utilizando la red pública, siempre será necesario diseñar la red. Esto implica escoger el

hardware y el software necesarios, diseñar la topología y los alcances de la red en el corto y mediano plazo y escoger el juego de protocolos que implementará los siete niveles del modelo OSI en cada una de los computadores en la red. Una vez diseñada la red, y conociendo los volúmenes de tráfico, es posible obtener un buen estimado de los costos de instalación y operación de la red.

Uno de los aspectos más importantes a decidir es si la red estará compuesta únicamente por equipos de un proveedor (homogéneas) o si será posible interconectar equipos de diferentes proveedores (heterogéneas). Esto nos dirá que protocolos será necesario (o posible) utilizar.

Redes homogéneas

La implementación de una red homogénea únicamente es factible en una red intra - institucional, ya que no es viable (en la mayoría de los casos) dictarle a clientes y/o proveedores qué tipo de equipos deben utilizar.

La utilización de una red homogénea permite desarrollar el proyecto en coordinación con sólo un proveedor.

Los protocolos a utilizar podrían ser propietarios del proveedor en cuyo caso estarán bien definidos y probados.

El entrenamiento, el mantenimiento y hasta la administración de la red es posible negociarlos con el mismo proveedor.

La conformación a estándares internacionales (que apenas están siendo desarrollados) pierde relevancia. Existen arquitecturas de redes (juegos de protocolos) como el SNA de IBM, el BNA de Unisys y el DNA de DEC que se ajustan estrictamente al modelo OSI pero no son estándar y ciertamente no promueven el concepto de interconexión abierta de sistemas.

Redes heterogéneas

Redes no-locales que integran equipos de diferentes marcas son atractivas porque permiten la conectividad entre diversas organizaciones sin importar el equipo que posea cada una. Además, el poder conectar equipos de cualquier marca significa que van a haber varios proveedores compitiendo por el mismo mercado los cual obviamente redundará en precios más bajos.

Precisamente para hacer factible este tipo de redes es que se desarrolló el modelo OSI de la ISO. Desafortunadamente, el desarrollo de los protocolos que implementan el modelo ha sido sumamente lento y consecuentemente todavía no están disponibles (ni tenemos una fecha estimada de publicación de los mismos).

Existe, sin embargo un estándar de facto, el TCP/IP (Transmission Control Protocols/ Internet Protocols). Este conjunto de protocolos fué desarrollado (con fondos del Departamento de Defensa de los Estados Unidos) por la Universidad de Stanford y Bolt, Beranek and Newman Inc. en 1974. Estos protocolos han sido adoptados por el Departamento de Defensa como estándares y por consiguiente hoy en día son soportados por casi todos los proveedores.

TCP/IP implementa todos los niveles del OSI, los niveles 1 y 2 son implementados con Ethernet. Es cierto que existe cierto riesgo de que cuando los estándares ISO sean promulgados, los usuarios de TCP/IP tendrán que incurrir en costos adicionales para convertirse al nuevo estándar. Debemos, sin embargo recordar que el proceso de elaboración de estándares internacionales es un proceso más político que tecnológico y que es, por lo tanto, poco probable que se ignoren las necesidades de tantos (y tan importantes) usuarios. En [Spanier87] se encuentra una discusión bastante detallada de este tema.

Hoy en día consideramos, por las razones expuestas, que para implementar una red heterogénea no-local se debería utilizar el TCP/IP. Esto, lógicamente presupone que los requerimientos de conectividad son altos, es decir que es necesarios que los sistemas operativos (y las aplicaciones) de los diferentes equipos se comuniquen. Si los requerimientos fueran por ejemplo únicamente emulación de terminales y transferencia de archivos, el problema se simplificaría enormemente y únicamente haría falta el transporte que brinda la red pública y el software que emula las terminales del computador central e interfaza con el sistema de archivos del computador remoto.

2. Redes Locales

La explosión el mercado de los computadores personales ha sido el factor crucial en el desarrollo y popularidad de las redes locales. Como vimos anteriormente, desde los inicios de las redes locales en el ambiente de control automático en la industria la tecnología ha avanzado muchísimo. Las redes locales no son una versión en pequeña escala de las redes telefónicas, sino que son una versión en gran escala de la arquitectura de un computador (un medio físico -bus- transportando datos a altas velocidades entre los diferentes componentes del sistema).

A pesar de que el desarrollo de esta nueva tecnología no se dió en realidad hasta esta década, existen ya estándares tanto oficiales como de facto, los cuales han hecho posible la participación de un gran número de proveedores y la constante reducción de precios que de seguro continuará por varios años más.

Si bien es posible adquirir todos los componentes de una red local de un solo proveedor (y de hecho se acostumbra mucho en nuestro medio), las ventajas que mencionamos anteriormente para las redes no-locales no necesariamente aplican para las redes locales puesto que es posible adquirir equipos y componentes de diferentes marcas de un mismo proveedor.

La gran variedad de opciones disponibles a la hora de integrar una red local ha fomentado la creación de empresas que se dedican precisamente a la integración de redes (Network Integrators).

Estos dos puntos (la existencia de estándares y la disponibilidad de los Integradores de Redes) nos llevan a no darle tanta importancia al hecho de que si las redes locales son homogeneas o nó. En su lugar discutiremos los estándares del mercado y los diferentes aspectos que debemos tomar en cuenta para diseñar, planear y escoger una red local.

Estándares de redes de área local (LANs)

Como vimos anteriormente, existen tres estándares promulgados por la IEEE que se refieren al metodo de acceso de la red, estos son el 802.3 (Ethernet), el 802.4 (Token Ring) y el 802.5 (Token Bus). Estos protocolos implementan los niveles 1 y 2 del modelo OSI (niveles físico y de enlace) y por lo general están implementados en el hardware de la tarjeta adaptadora a la red, NIC, (Network Interface Card). Estos son los únicos estándares oficiales con que contamos hasta el momento.

Existen sin embargo otros estándares de facto como son el NETBIOS (NETwork Basic Input Output System) de IBM que implementa los niveles 3, 4 y 5 (red, transporte y sesión) por lo general se encuentra en el ROM de la misma tarjeta adaptadora, pero puede cargarse en diskette o puede encontrarse en el "motherboard" del PC. El NETBIOS hace posible que cualquier sistema operativo de

redes construido sobre NETBIOS corra en cualquier hardware de redes que soporte NETBIOS. El sistema operativo de redes es una aplicación que en lugar de interfazar con el nivel de presentación lo hace directamente con el nivel de sesión.

Para el nivel 6 del modelo OSI (nivel de presentación) también existe un estándar de facto. Este nivel se encuentra implementado dentro del DOS 3.1 y superiores, en las llamadas al sistema operativo bajo el interrupt 21H. A partir de la versión 3.1 el DOS ofrece primitivas de acceso a la red, para que aplicaciones multiusuario invoquen el cierre (locking) de archivos y registros. Esto ha hecho posible que la gran mayoría de desarrolladores de software produzcan, fácilmente, versiones multiusuario de sus aplicaciones que pueden correr en cualquier red (compatible con el DOS).

Diseño de una LAN

Antes de llegar a definir el conjunto de especificaciones de hardware y software, para licitar o comprar, es necesario efectuar un diseño lógico de la red. Esto equivale a lo que en términos tradicionales de procesamiento de datos llamamos análisis de sistemas el cual resulta en un definición clara y precisa de los objetivos que se persiguen con la instalación de la red.

Los criterios de diseño obviamente cambiarán de una organización a otra, pero siempre habrán algunos en común. A continuación enumeramos los criterios que consideramos más importantes y que probablemente estarán presentes en la mayoría de las organizaciones.

*Lo que se persigue*El objetivo primordial puede determinar de antemano el tipo de acceso a la red que necesitamos. Así, por ejemplo, si se trata de un sistema de automatización de oficinas, el requerimiento es muy diferente que si se trata de un proceso automatizado en un laboratorio o fábrica. En el caso de un sistema de tiempo real será necesario utilizar un sistema Token Ring (o Token Bus) ya que es determinístico y el tiempo de respuesta es por lo tanto predecible, por el otro lado si se trata de un sistema de oficina, entonces es posible utilizar una red basada en Ethernet el cual es un método de acceso probabilístico.

*Crecimiento*Las necesidades de crecimiento y expansión de la red son fundamentales, sobre todo en términos del número de conexiones, el número de usuarios concurrentes y la distancia del cable.

*Seguridad*El nivel de seguridad necesario se debe definir al principio ya que esto puede incidir en el software a utilizar e incluso en el medio físico de transporte. Si el acceso a la red es crítico, entonces la mejor solución es utilizar fibras ópticas como medio físico, por el otro lado si es el acceso a ciertos datos el que es crítico, entonces tal vez se debería buscar medios de ciframiento de la información (en el disco y/o en la línea de comunicación).

En todo caso siempres debemos estar concientes de que las decisiones con respecto a la seguridad son un balance entre el costo de la seguridad (incluyendo el aumento en complejidad del uso del sistema) y el garantizar la integridad de los datos.

*Recursos existentes*La posibilidad de utilizar recursos existentes debe siempres tomarse en cuenta, no sólo equipos como computadores impresora y otros sino que también el cableado.

El montar una red no-estándar para poder aprovechar algunos micros existentes puede no ser una buena idea pues en el largo (o mediano) plazo la probabilidad de que el sistema se quede huérfano (o sin posibilidades de crecimiento) es muy grande.

Escoger una red que pueda aprovechar el cableado existente si puede ser una buena idea, pero es importante cerciorarse de antemano que de veras sea utilizable. A menudo sucede que se adquiere una red para funcionar sobre el cableado telefónico existente pero luego se descubre que el cableado telefónico no está debidamente protegido del ruido y el resultado es que no sirve más que para una red muy pequeña. Por el otro lado, si la organización dispone de un sistema de cable televisión (CATV) interno entonces sí, la posibilidad de montar la red sobre el mismo cable es por lo general una muy buena (y rentable) idea.

Otro recurso existente (sobre todo en organizaciones grandes) que deben tomarse en cuenta puede ser el conocimiemto y experiencia adquiridos por otros departamento o secciones que han instalado redes con anterioridad. Lógicamente la experiencia anterior puede ser motivo para adquirir la misma red o para hacer todo lo contratrio.

*Conectividad*Este es uno de los criterios más importantes. Debemos preguntarnos cuántos dispositivos necesitaremos conectar en el corto y el largo plazo?, cuántos dispositivos es posible conectar?, cuántos dispositivos diferentes es posible conectar?, es posible conectar dispositivos de diferentes proveedores?, existen puentes y "gateways" hacia otras redes semejantes y diferentes? es possible conectarse con mainframes?.

En redes locales hay tres niveles de conectividad, primero con otros usuarios y estaciones de trabajo en el mismo departamento u oficina, el segundo es con otras redes semejantes y el tercero es con redes locales de otras tecnologías y con mainframes.

*Fiabilidad*En una red local típica hay una serie de componentes: el cableado, las tarjetas adaptadoras que acoplan las estaciones de trabajo a la red y las estaciones de trabajo que se utilizan como servidores (de archivos, impresión etc.). La pregunta de qué tan fiable es el sistema entero? sólo se puede contestar en función de la fiabilidad de las partes.

El cableado es la parte más fiable, por ejemplo en un sistema de banda ancha (broadband) el tiempo promedio entre fallas (MTBF) es alrededor de 30 años. En un sistema basado en Ethernet probablemente será mayor.

El tiempo promedio entre fallas de las estaciones de trabajo sí es mucho mas bajo. El que una estación falle, sin embargo por lo general no es crítico, ya que el sistema total sigue funcionando. Por lo general es una buena idea tener una estación extra para los casos en que una falle o que se le esté dando mantenimiento preventivo.

El punto de fallo más crítico de una red local (single point of failure) suele ser el servidor de archivos, ya que si este falla toda la red se vuelve inoperante (como cuando falla el procesador de un sistema multiusuario) y la única manera de protegerse contra esta eventualidad es teniendo un servidor a manera de respaldo caliente. Hay que tener presente sin embargo, que no todos los sistemas operativos de redes soportan la modalidad de tolerancia a fallas (mantienen una copia completa, automáticamente, de la base de datos en la unidad de respaldo) aunque el Netware de Novell si lo soporta.

*Desempeño*El desempeño (performance) es sin lugar a dudas uno de los aspectos más importantes a tomar en cuenta por el diseñador de una red. Desafortunadamente es muy difícil demostrar que en una situación dada una tecnología va a desempeñar mejor que otra. Pruebas de laboratorio pueden demostrar categoricamente cual es el sistema más rápido, pero en una situación dada, el desempeño de un sistema en producción es hasta cierto punto un subproducto del cómo se utiliza el sistema.

Además hoy en día con frecuencia el desempeño de un sistema se ve limitado por la velocidad de acceso al disco del servidor y no por la tecnología de transporte o su topología.

Debemos sin embargo, notar que las diferentes tecnología tienen diferentes debilidades y fortalezas. Así, el desempeño de un sistema basado en Ethernet es muy independiente de la cantidad de estaciones conectadas mientras que una arquitectura token ring se degrada con solo agregarle más estaciones. Por otra parte, la arquitectura token ring desempeña prácticamente igual independientemente de cuántas estaciones estén trabajando en un momento dado, mientras que una sistema Ethernet se degrada proporcionalmente al número de usuarios concurrentes.

La pregunta importante a contestar es entonces ¿cuántos usuarios concurrentes vs. cuántos dispositivos totales pueden estar conectados al sistema y todavía producir un tiempo de respuesta aceptable?

Otras facilidades

Es necesario tomar en cuenta si la organización necesita o necesitará en el futuro predecible otras facilidades como pueden ser el transporte de voz, fax o video en el mismo sistema. Y de ser así que tecnologías pueden satisfacer estas necesidades.

LANs que *integren* voz, video y datos todavía no están comercialmente disponibles, lo más cercano que tenemos son sistemas de banda ancha (broadband) que usan cable de televisión (CATV) como medio físico. Las tecnologías para codificar digitalmente video, voz y datos están siendo desarrolladas para utilizar fibras ópticas como el "backbone" de estos sistemas integrados.

Costo

Este es probablemente el aspecto más obvio a tomar en cuenta, pero debido a la enorme competencia en el mercado y a la gran variedad de tecnologías y proveedores, no siempre está muy claro cual es la alternativa más barata. Lo que sí es un hecho es que hoy en día nadie paga precios de lista. A continuación enumeramos los aspectos más importantes que deben ser costeados:

- **Instalación y mantenimiento** del cableado (incluyendo amplificadores, repetidores, transceivers, extendedores de línea y otros accesorios).

- **Dispositivos de interfaze**, incluyendo tarjetas adaptadoras, centros de cableado y cualquier otro dispositivo necesario para conectar a las estaciones con el medio físico.

- **Estaciones de trabajo y servidores**, sin incluir aquellos que ya están disponibles (trabajando aisladamente). El costo de los servidores varía mucho dependiendo de la cantidad de disco a almacenar y las velocidades de acceso necesarias.

- **Software de redes**, el costo del sistema operativo de la red por lo general es función del número de servidores y no del número de estaciones de trabajo.

- **Expansión y mantenimiento**, los costos de expansión son función del medio utilizado y de lo extensivo que haya sido el cableado inicial. El mantenimiento es más función del tamaño de la red, en una red grande andará entre 5 y 10% por año del costo total del sistema, en una red pequeña contenida en una sola oficina el mantenimiento es muy pequeño.

- **Administración**, esta función siempre es necesaria (a pesar de los que le digan los proveedores). En una red pequeña puede

ser un recargo de funciones, en una grande necesitará varias personas a tiempo completo. Hay que presupuestar el entrenamiento del administrador de la red.

Escogimiento de una LAN

Escoger la mejor tecnología para implementar una red local debería ser moderadamente fácil una vez realizado un diseño que tome en cuenta todos los aspectos antes mencionados. Aquí utilizamos la palabra diseño más con una connotación sistémica que ingenieril, es decir nos concentramos en definir *para qué* necesitamos la tecnología más que en las especificaciones técnicas del hardware y software.

Es importante notar que para una red pequeña (10 o 20 usuarios) casi que cualquier tecnología servirá y dará buenos resultados. La complicación aparece si los límites de crecimiento esperado son bastante grandes, o si el área geográfica es bastante amplia, o si es necesario brindar conectividad con minis, mainframes y WANs.

Por otro lado es casi siempre recomendable sacrificar algunas funcionalidades deseables en el mediano o largo plazo en favor de tecnología conocida y probada. Siempre es bueno obtener recomendaciones y experiencias. Tecnologías nuevas pueden prometernos mucho y entregarnos poco.

Una vez escogida la tecnología(s) de redes que se han de utilizar en una organización, únicamente queda el comprar, instalar y operar. La compra de los equipos, componentes y software se puede hacer con un solo proveedor o con varios. Una vez que se tiene la especificación de qué es lo que se desea comprar, la compra resulta moderadamente fácil, incluso se podría licitar.

La instalación de la red comprende el cableado, instalación de los equipos, conexión de los equipos al medio físico, instalación y prueba del software y entrega del sistema a los usuarios. A menos que se cuente con un experto en la organización, por lo general es recomendable contratar la instalación con el proveedor(es).

La operación de la red debería ser transparente al usuario, excepto para el administrador de la red. El entrenamiento para el administrador se puede obtener de los proveedores y/o seminarios y cursos especilizados en el país y el extranjero (dependiendo del tamaño de la instalación).

En el próximo capítulo discutimos los aspecto más importante de la administración de una red.

VIII Administración de una Red

Como mencionamos anteriormente, todas las redes deben ser administradas; obviamente, entre más grande y compleja sea la red mayores deberán ser los recursos que se asignen a su administración. Una red de diez usuarios puede ser adminsitrada con el 10% del tiempo de una persona mientras que una red con múltiples medios físicos, conectando a cientos de usuarios en varios edificios con múltiples servidores y muchos dispositivos a ser compartidos puede requerir de tres o cuatro personas a tiempo completo.

El buen administrador de una red es aquel que organiza las funciones de la red de manera que los usuarios obtienen el mejor servicio sin percatarse de su presencia.

La cantidad y complejidad de las labores del administrador de la red no dependen sólo del tamaño de la misma sino que mas bién depende del grado de conectividad soportado y de la cantidad y complejidad de los recursos compartidos por los usuarios de la red.

En términos generales podemos decir que la responsabilidad del administrador de la red consiste en mantener la red funcionando y a los usuarios satisfechos. Esto, por supuesto, es más facil decirlo que hacerlo e incluye:

- Saber determinar qué fué lo que falló para llamar al técnico adecuado,

- monitorear el desempeño de la red,

- organizar a los usuarios con sus passwords y privilegios,

- reconfigurar la red de acuerdo a las necesidades cambiantes,

- darle soporte a los usuarios (entrenamiento y documentación),

- velar por las normas de seguridad del sistema, y

- planear el desarrollo y expansión de la red.

A continuación discutimos brevemente algunos aspectos de interés en relación con la administración de una red. Nos referimos al soporte a usuarios, el cual tiene que ver toda la relación entre el sistema y los usuarios, al mantenimiento de la red, el cual tiene que ver con todos los aspectos técnicos del funcionamiento de la red (incluyendo las herramientas de monitoreo y control), al planeamiento de la red y finalmente a los aspectos de seguridad de la red.

1. Soporte a Usuarios

En ocasiones sucede que en el calor y la emoción de la instalación de una red se olvida la única razón y motivo válido para realizar dicha instalación: el brindar un servicio útil a los usuarios.

Las funciones que se ofrecen a los usuarios no son las mismas para todos o en todo caso no con las mismas libertades. Por ejemplo, es frecuente que el correo electrónico se ofrezca a todos los usuarios pero no todos tiene derecho de revisar el "casillero electrónico" de los demás. El acceso a algunos dispositivos, como las impresoras laser a menudo está restringido y el acceso a las diferentes partes de la base de datos por lo general tiene varios niveles de restricción.

Las facilidades ofrecidas suelen ser muchas y variadas. El administrador no sólo debe asignarle a cada usuarios sus privilegios y su

respectivo password sino que debe asegurarse de que haya documentación adecuada disponible a los usuarios para que puedan hacer un uso provechoso de las facilidades.

También necesita el administrador asegurarse de contar con la documentación adecuada para poder evacuar las consultas de los usuarios. Esta documentación incluye:

- Códigos de error para todos los sistemas operativos y equipos en la red,
- guía del operador de todos los equipos en la red,
- guía de identificación de fallas para todos los equipos en la red,
- información actualizada de la configuración de la red.

En cuanto a la documentación suplida a los usuarios, esta debe incluir información acerca de cómo utilizar su estación de trabajo y de cómo utilizar la red. De suma importancia es la distribución de un Directorio de la Red, cuya función es similar a la del directorio telefónico, soportando la conectividad implícita en la red.

2. Mantenimiento de la Red

Darle mantenimiento a la red consiste en corregir las fallas cuando sucedan y, más importante, en prevenirlas antes de que ocurran.

El mantenimiento preventivo incluye tareas como:

- Instalar las nuevas versiones del sistema operativo de la red,
- Probar los cables y los componentes activos del cableado,
- Probar las trajetas adaptadoras (NICs)
- Monitorear la carga de la red,
- Monitorear los tiempos de respuesta.

Aún después de todos estos chequeos, y aún la red más pequeña, en ocasiones fallará. Cuando una falla ocurre es necesario contar con todas las herramientas de diagnóstico disponibles ya que en ocasiones no es sencillo identificar el lugar donde ocurrió la falla. Lógicamente se debe empezar por los manuales para entender claramente los mensajes de error (síntomas de la falla). Si no se logra dar con la falla en la primera búsqueda analítica, hay que proceder a efectuar una búsqueda binaria separando la red en dos y concentrandose en la mitad que no funciona y repitiendo en proceso hasta hallar la falla.

El objetivo cuando se detecta una falla es obviamente corregirla lo antes posible, pero con todo el sistema caído es díficil localizar y corregirla. Si el tiempo en que el sistema no está disponible resulta caro, la solución es tener equipo de respaldo para todos aquellos puntos de la red que son críticos en el sentido de que la red no puede funcionar sin ellos. Ejemplos de esto son los servidores y el traductor de frecuencias (en un sistema de banda ancha).

Al igual que con los sistemas de cómputo tradicionales, es importante mantener una bitácora de fallas, las llamadas a los proveedores deben realizarse por una sola persona y de ser posible el tiempo de respuesta y el tiempo de caída máximos deben establecerse contractual-mente con los proveedores. Con los usuarios es más difícil establecer las reglas del juego, tienden a ser impacientes y a descagar su ira de las más diversas maneras. Es importante por lo tanto establecer *por escrito* cual es exactamente el procedimiento de identificación y corrección de averías de manera que los usuarios sepan a qué atenerse.

Las herramientas disponibles para diagnosticar averías son muchas y muy variadas y por lo general sirven también para medir el desempeño de la red y asistir en el planeamiento y optimización de la red.

Desde herramientas que simplemente detectan una ruptura en la línea a herramientas que indican dónde está la ruptura (estas últimas se llaman Reflectómetros de rango de tiempo y cuestan como $3000) están ya disponibles. Las más corrientes son las que (por lo general implementadas en las tarjetas adaptadoras) nos pueden medir el tráfico de la red, en el caso de Ethernet pueden medir la cantidad de colisiones y en el Token Ring pueden medir el número de inspecciones del "frame". También se ha desarrollado software que utiliza una estación de la red para monitoreo y diagnóstico.

3. Planeamiento de la Red

Una red de cualquier tamaño no trivial es sumamente dinámica, y por consiguiente una parte muy importante de la administración de la red es la constante labor de planeamiento de tal forma que tanto problemas como oportunidades puedan ser anticipadas.

Aunque podemos decir que la red se debe diseñar considerando las posibles ampliaciones, el ritmo al cual se extienda la red depende de la disponibilidad de fondos, personal y dispositivos apropiados. La experiencia indica que los requerimientos de expansión formulados por los usuarios en una organización dinámica generalmente sobrepasan las expectativas de los diseñadores.

Información estadística del uso de los diferentes dispositivos, por usuarios, terminal etc. pueden ser muy útiles para modelar la red y realizar extrapolaciones estadísticas. El problema con este enfoque es que no toma en cuenta nuevas aplicaciones, nuevas maneras de utilizar la red y posiblemente el ritmo de reclutamiento de nuevos usuarios.

El planeamiento constante de la red no es sencillo, pero es de suma importancia y es por eso que se debe desde, los inicios, asignar esta tarea al administrador de la red.

3. Seguridad de la Red

Como mencionamos anteriormente, las redes son intrínsicamente menos seguras que los sistemas monolíticos, pero es sin embargo, posible mejorar la seguridad a cambio de costo y dificultad.

Sistemas basados en passwords son sumamente vulnerables; los ejemplos de violaciones a dichos sistemas son numerosos. Una mejora relativamente fácil y barata de implementar es el sistema de "llamar de vuelta" (call-back) el cual consiste en que el computador interrumpe la sesión y llama al usuario la dirección que está registrada en su perfil de usuario.

Más seguridad resulta más cara, es posible implantar varios niveles de passwords (lo cual es sumamente incómodo para el usuario) o se puede cifrar la información en los archivos y/o en la transmisión. El cifrado consume bastantes recursos computacionales y no es totalmente seguro.

Antes de idearse un complejo y sofisticado sistema de seguridad es necesario preguntarse cuál es el costo asociado con una violación al sistema y cuales son los enemigos. Si los enemigos son la CIA y/o la KGB mejor ni molestarse pues ya ellos han violado todos los sistemas habidos y por haber. Por el otro lado si los enemigos son los "hackers" adolecentes, entonces con un poquito de sofisticación ellos preferirán atacar el sistema del vecino en lugar del suyo.

IX Conclusiones

En este informe hemos descrito cómo las tecnologías de computación y telecomunicaciones se han unido para hacer posible las redes de computadores.

Vimos cómo las WANs que hace 15 años considerábamos que transmitían datos a altas velocidades, hoy consideramos que transmiten de una manera bastante lenta. Y la diferencia no es sólo que hoy hay disponible tecnología para transmitir a altas velocidades, sino que también las necesidades de conectividad son mucho mayores hoy en día.

Si bien continuamos utilizando el término "trans-misión de datos", la gran diferencia es probablemente que hoy en día ya no nos conformamos con transmitir datos como el número de cuenta y el saldo sino que con mayor frecuencia cada día queremos transmitir "información" como texto, gráficos, fotos, video etc..

Pareciera además obvio que en el mundo, y en particular en nuestro medio, el ritmo de asimilación (la capacidad de aplicar exitosamente) de la nueva tecnología es bastante inferior al ritmo de desarrollo de nueva tecnología. Esto nos pone en una encrucijada ya que con frecuencia la tecnología se vuelve obsoleta antes de que logremos aprovecharla por completo - lo cual a su vez convierte el proceso de planifica-ción tecnológica en algo así como dispararle a un blanco móvil.

Siguiendo con la analogía del blanco móvil, la principal conclusión de este informe pareciera ser que la mejor manera de planificar la aplicación de la tecnología de redes en nuestro ambiente es (al igual que disparándole al blanco móvil) "con calma".

Con esto lo que queremos decir es que ya porque la tecnología es nueva, prometedora y anunciada por los gurús de la tecnocracia como la "pomada canaria", ya por eso no debemos salir corriendo a comprarla. Debemos hacer un análisis del problema que esperamos nos ayude a resolver la nueva tecnología, y con frecuencia, si es posible resolverlo con otra tecnología más madura y probada, es preferible no experimentar.

Tampoco queremos dar la impresión de que no recomendamos el uso de redes. Como vimos en el informe, existen tecnologías de comunicación de datos que ya están maduras y por consiguiente encierran muy poco riesgo tecnológico.

Recomendamos de la manera más efusiva el uso de las redes de computadores, pero no para cualquier aplicación. Recomendamos que se identifiquen con claridad aquellas aplicaciones que son únicamente factibles utilizando la tecnología de redes y que, manteniendo siempre en mente la escasez de recursos humanos especializados, se tenga cuidado extremo en no "embarcarse" en proyectos demasiado ambiciosos.

Consideramos evidente que la Tecnología Informática se está desarrollando en la dirección de las comunicaciones. La **conectividad** entre usuarios y aplicaciones será la piedra angular sobre la cual se construirá toda una nueva manera de vida. El momento es propicio para iniciar con pasos firmes la aplicación de esta tecnología en nuestro medio. La clave del éxito estará en escoger bien las primeras aplicaciones y en planificar con tiempo las aplicaciones con un alto valor agregado.

Debemos además mencionar, que en nuestro medio existen una serie de condiciones como son: el enorme número (relativo) de computadores personales, la disponibilidad de una

excelente red pública de transmisión de datos, lo pequeño (en números absolutos) de nuestros mercados y una actitud siempre positiva (rayando en el snobismo) hacia la nueva tecnología. Esta condiciones consideramos, convierten a nuestro medio en un terreno sumamente fértil para la innovación y el descubrimiento, no de nuevas tecnologías sino de nuevas aplicaciones de las tecnologías existentes.

Confiamos en que las nuevas aplicaciones creativas de la Tecnología Informática tendrán un fuerte sabor a redes y que dichas aplicaciones acelerarán nuestro ritmo de asimilación tecnológica y nos permitirán reducir la brecha actual entre la asimilación y el desarrollo de la tecnología. El papel de los técnicos será el crear las condiciones necesarias para estimular la creatividad de los usuarios pues estamos convencidos de que las aplicaciones creativas sólo pueden provenir de los usuarios últimos. Los técnicos no pueden, y no deben, seguir jugando el papel de una solución que anda buscando un problema.

Bibliografía

Aschenbrenner86: Aschenbrenner John R., **Open Systems Interconnection**, IBM Systems Journal, vol 25, Nº 3-4, 369-379,1986.

Cour83: Cour Jean-Michel, **La communication entre ordinateurs**, Micro-Systèmes, julio-agosto,112-118,1983.

Datapro86: Datapro Research Corporation, **ISO Reference Manual Model for Open Systems Interconnection (OSI)**, New Jersey, 1986.

Derfler87: Derfler Frank, **The IBM Token-ring Network**, PC-Magazine, enero, 227-241, 1987.

Deasington84: Deasington Richard, **A Practical Guide To Computer Communications and Networking**, Ellis Horwood Publishers, New York, 1984.

Davies80: Davies D.W. et al., **Computer Networks and Their Protocols**, John Wiley, New York, 1980.

Dixon83: Dixon R. C. et al., **A Token-ring network for Local Data Communications**, IBM Systems Journal, vol 22, Nº 1/2, 47-61,1987.

Durr87: Durr Michael, **The perfect fit, Shared-processing minis vs. PC LANs**, Computerworld May 6 1987, pp 37-40.

Fin87: **The Demand Intensifies**, Financial Times 11 november 1987

Haugdall84: Haugdahl J. Scott, **Local-Area Networks for the IBM PC**, Byte, diciembre, 147-174, 1984.

Kelly87: Kelly Tim, **Forward Planning for the LAN User**, Network November 1987

Klessig86: Klessig Robert W., **Overview of Metropolitan Area Networks**, IEEE Communications Magazine, vol 22, Nº 1, 9-15, 1986.

Lefkon87: Lefkon D., **A LAN Primer**, Byte, julio, 147-154, 1987.

Madron88: Madron Thomas William, **Local Area Networks: The Second Generation**, John Wiley & Sons 1988

Mier84: Mier Edwin E., **The Evolution of a Standard Ethernet**, Byte, diciembre, 131-142, 1984.

Mollenauer88a: Mollenauer James F., **Networking for greater metropolitan areas**, Data Communications, Febrero, 115-128, 1988.

Mollenauer88b: Mollenauer J. F., **Standars for Metropolitan Area Networks**, IEEE Communications Magazine, vol 26, Nº 4, 15-19, 1988.

Pickholtz86: Pickholtz Raymond (Editor), **Local Area And Multiple Access Networks**, Computer Science Press, Maryland, 1986.

Pujolle82: Pujolle Guy, **La Télématique, réseaux et applications**, Eyrolles, Paris, 1982.

Scherr87a: Scherr A. L., **A Perspective on Communications and Computing**, IBM Systems Journal, vol 22, Nº 1/2, 5-9,1987.

Scherr87b: Scherr A. L., **Structures for Networks of Systems**, IBM Systems Journal, vol 26, Nº 1, 4-11,1987.

Spanier87: Spanier Steve, **Networking, The way forward**, Computing Techniques July-August 1987, pp 33-37.

Tanenbaum81: Tanenbaum Andrew, **Computer Networks**, Prentice-Hall, New Jersey, 1981.

Tsao84: Tsao C. David, **A Local Area Network Architecture Overview**, IEEE Communications Magazine, vol 22, Nº 8, 7-11, 1984.

Voelcker86: Voelcker John, **Helping Computers Communicate**, IEEE Spectrum, marzo, 61-70, 1986.

Wilder88: Wilder Clinton, **LANs Spur the Minis Market Growth,** Computerworld 21 March 1988