

94  
25j



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

CONCEPTOS BASICOS PARA LA INSTALACION  
DE REDES DE COMPUTADORAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

A C T U A R I O

P R O F E S I O N I S T A :

SAMUEL J. GONZALEZ ROSA

FACULTAD DE CIENCIAS  
REGION ESCOLAR

1998

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule  
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Ciencias  
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

" CONCEPTOS BASICOS PARA LA INSTALACION DE REDES DE COMPUTADORAS"

realizado por SOLARES SOSA SAMUEL

con número de cuenta 7338341-3 , pasante de la carrera de ACTUARIO

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis  
Propietario

M. EN C. ELISA VISO GUROVICH

Propietario

M. EN C. VIRGINIA ABRIN BATULE

Propietario

DRA. MARIA DEL CARMEN LOPEZ LAISECA

Suplente

ACT. ALEJANDRO MINA VALDES

Suplente

ACT. ROSA MA. CRUZ SALCEDO



Consejo Departamental de Matemáticas

M. EN C. ALEJANDRO BRAVO MOJICA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
CONSEJO DEPARTAMENTAL

---

## *Dedicatorias*

---

*Este trabajo esta dedicado a mi madre.*

*A mi esposa Mirna, a quien sin su ayuda no hubiera contado con el tiempo que dediqué a este trabajo.*

*A mis hijos, Alexis y Apolo, quienes me supieron esperar mientras elaboré este trabajo.*

*A mis hermanos, como una muestra del logro obtenido por medio del esfuerzo.*

---

## *Agradecimientos*

---

***Agradesco al Jefe de la oficina de Redes de PC's, Lic. Raúl Romero Corona por apoyarme aun cuando las circunstancias hallan sido adversas.***

***Agradesco, muy en especial a la M. en C. Elisa Viso Gurovich, su comprensión y ayuda, así como su estímulo imprescindible para la realización de esta tesis.***

***Agradesco a mi esposa, a quien con su dedicación y paciencia ha hecho este trabajo un logro suyo.***

# Conceptos Básicos Para la Instalación de Redes de Computadoras

## CONTENIDO

<i>Capítulo</i>	<i>página</i>
<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Introducción</b>	
Antecedentes Históricos del INFONAVIT	2
Panorama Histórico de Redes de Computadoras	4
<b>2</b>	<b>8</b>
<b>Conceptos Generales</b>	
Protocolos de Computación	8
Arquitecturas de Redes	9
Modelos	13
Modelo de Referencia OSI	13
Definición de las Capas del Modelo de Referencia OSI	15
<b>3</b>	<b>21</b>
<b>Clasificación de Redes de Computadoras</b>	
Por su Alcance Geográfico	22
Por su Topología	25
<b>4</b>	<b>34</b>
<b>Componentes Básicos de Comunicaciones</b>	
Circuitos de Enlace	35
Modems	35
Terminales	37
Multiplexores	40
Concentradores	42
Procedimientos de Control	43
<b>5</b>	<b>44</b>
<b>Aspectos Básicos de Medios de Transmisión</b>	
Medios Magnéticos	45
Cable Par Trenzado	46
Cable Par Trenzado Blindado	48
Cable Coaxial	49
Fibra Optica	52
Microondas	54
Satélite	56
Redes Digitales de Servicios Integrados	58
<b>6</b>	<b>59</b>
<b>Aspectos Básicos en Dispositivos de Interconexión</b>	
Repetidores	60
Puentes	61
Ruteadores o Encaminadores	63
Puertos de Acceso o Pasarelas	65

<i>Capítulo</i>	<i>página</i>
<b>7    <b>Sistemas de Administración de Red y TCP / IP</b></b>	<b>66</b>
Modelo Cliente-Servidor	66
Algunos Sistemas de Administración de Red	68
TCP / IP	70
<b>8    <b>Aspectos Básicos de Redes de Area Local</b></b>	<b>77</b>
La Evolución de las LAN's	78
El Desarrollo de las LAN's	78
Componentes Básicos de una Red LAN	81
Medios de Transmisión	82
Adaptador de Red	83
Servidores de Red	86
Centro de Almacenamiento Masivo	87
Estaciones de Trabajo	88
La Red como un Sistema de Comunicaciones	88
Compartir Recursos en una Red de Area Local	89
Sistema Operativo de Red de Area Local	90
<b>9    <b>Aspectos Prácticos</b></b>	<b>92</b>
Evaluación de Necesidades de una Red LAN	93
Identificación de Existencia y Ausencia de Recursos para la Implementación de la Red Seleccionada	95
<b>    <b>Conclusiones</b></b>	<b>97</b>
<b>    <b>Apéndice</b></b>	
<b>A    Bibliografía</b>	<b>99</b>

# CAPÍTULO 1

## Introducción

**U**n aspecto muy importante en nuestro tiempo es el empleo de la información pero en el momento, ya que mientras más oportuna sea la información mejores y más rápidas serán las tomas de decisiones así como los resultados. Es por eso que en este trabajo se presenta una serie de elementos que ayudan a comprender como alcanzar este fin el cual es y será el elemento primordial.

El objetivo de este trabajo es proporcionar el material didáctico necesario para que el personal que se integre al Instituto en su oficina de redes de computadoras, así como aquellos que se interrelacionan con la misma, cuenten con los conocimientos básicos necesarios para que participen de manera activa en soluciones que cumplan con las metas y requerimientos para la implantación de redes en diferentes puntos estratégicos (delegaciones), de tal manera que permita cubrir las demandas requeridas para prestar los servicios a Trabajadores, Empresas, Constructores y Usuarios Internos de una manera rápida, sencilla y eficiente, a los costos más bajos posibles y con la mayor rentabilidad. Para lograr lo anterior se deberá apoyar en la arquitectura informática que se pretende implantar a efecto de cubrir los requerimientos funcionales y técnicos, así como la interacción entre los elementos que ya se encuentran instalados y que son parte importante de la RED INTEGRAL.

## **Antecedentes Históricos del INFONAVIT**

El Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) es una institución concebida para dotar de vivienda digna y decorosa a los trabajadores que más la necesitan.

En 1917 los Constituyentes recogieron y analizaron las experiencias legislativas en materia de vivienda y establecieron en el Artículo 123, Fracción XII de la Constitución Política, el derecho de la clase trabajadora de poseer habitaciones cómodas e higiénicas.

Desafortunadamente, por razones económicas y jurídicas, a pesar de una serie de leyes y propuestas, la obligación patronal establecida por la Constitución, nunca llegó a cumplirse.

En 1971, la difícil situación que atravesaba el país, hizo necesaria la creación de la Comisión Nacional Tripartita, órgano integrado por representantes del gobierno federal, de los trabajadores y de los empresarios y cuyo objetivo era abocarse al estudio de los problemas prioritarios del País.

En relación al problema de la vivienda popular, fueron presentadas diversas alternativas de solución y finalmente se concluyó en establecer un fondo nacional de vivienda, el cual sería administrado por un instituto de integración tripartita y cuya primordial finalidad sería el otorgamiento de créditos baratos y suficientes para viviendas en el País.

De esa forma el INFONAVIT quedó instalado formalmente el 1º de mayo de 1972.

El 24 de abril de 1972 fué promulgada la Ley del INFONAVIT, Ley reglamentaria de la Fracción XII, del Artículo 123 constitucional, y que complementa la reglamentación que hace de dicha fracción la Ley Federal del Trabajo, en su Capítulo Habitacional.

La creación del INFONAVIT hizo necesario llevar a cabo modificaciones sustanciales al texto original del Artículo 123, Fracción XII de la Constitución, así como reformas y adiciones a los Artículos 97, 110, 136 a 151 y 782 de la Ley Federal del Trabajo.

Estas modificaciones establecen que los patrones tienen la obligación de inscribirse e inscribir a sus trabajadores, dar aviso de altas, bajas y modificación de salarios y descontar a sus trabajadores la cantidad que se destine al pago de abonos para cubrir créditos otorgados por el Instituto, así como aportar al Fondo Nacional de la Vivienda el 5% sobre los salarios de los trabajadores a su servicio.

El INFONAVIT es un organismo de servicio social, con personalidad jurídica y patrimonio propio, cuyos objetivos son:

- A) Administrar los recursos del Fondo Nacional de la Vivienda;
- B) Establecer y operar un sistema de financiamiento que permita a los trabajadores obtener crédito barato y suficiente para:
  - I. La adquisición en propiedad de habitaciones cómodas e higiénicas;
  - II. La construcción, reparación, ampliación o mejoramiento de sus habitaciones; y
  - III. El pago de pasivos contraídos por los conceptos anteriores;
- C) Coordinar y financiar programas de construcción de habitaciones destinadas a ser adquiridas en propiedad por los trabajadores.

Para poder cumplir con sus funciones, el Instituto requiere de tecnología de punta y de un acceso a la información que sea eficiente, eficaz y oportuno. Las redes de computadoras constituyen la infraestructura natural para cumplir con dichas funciones.

## **Panorama Histórico de Redes de Computadoras**

Como lo expresa Tanenbaum en su libro, cada uno de los tres siglos pasados ha estado dominado por una sola tecnología. El siglo XVIII fue la etapa de los grandes sistemas mecánicos que acompañaron a la revolución Industrial. El siglo XIX fue la época de la máquina de vapor. Durante el siglo XX, la tecnología clave ha sido la recolección, procesamiento y distribución de información. Entre otros desarrollos de este siglo tenemos, el de la instalación de redes telefónicas en todo el mundo, la invención de la radio y la televisión, el nacimiento y crecimiento sin precedente de la industria de las computadoras, así como la puesta en órbita de los satélites de comunicación.

A medida que avanzamos hacia los últimos años de este siglo, se ha dado una rápida convergencia de estas áreas, y también las diferencias entre la captura, transporte, almacenamiento y procesamiento de información están desapareciendo con rapidez. Organizaciones con centenares de oficinas dispersas en una amplia área geográfica esperan tener la posibilidad de examinar en forma habitual el estado actual de todas ellas, incluso la más alejada, simplemente oprimiendo una tecla. A medida que crece nuestra habilidad para recolectar, procesar y distribuir información, la demanda de procesamientos más sofisticados de información crece todavía con mayor rapidez.

Aunque la industria de computadoras todavía es muy joven, al comparársele con otras industrias (por ejemplo la automotriz y la de transporte aéreo), las computadoras han mostrado un progreso espectacular en muy corto tiempo. Durante los primeros dos decenios de su existencia, los sistemas de computadoras estuvieron muy centralizados, usualmente en el interior de un cuarto muy grande. Este cuarto, con frecuencia, tenía paredes de vidrio, a través de las cuales los visitantes se quedaban absortos mirando la gran maravilla electrónica del interior. Una compañía mediana, o una universidad, podían contar con una o dos computadoras, en tanto que las instituciones más grandes tenían a lo sumo una docena de ellas. La idea de que durante los siguientes 20 años sería posible producir, en forma masiva, computadoras más pequeñas que una tarjeta postal, pero igualmente poderosas, pertenecía a la ciencia ficción.

La fusión de las computadoras y las comunicaciones ha tenido una profunda influencia en la forma en que estos sistemas están organizados. El concepto de "centro de cálculo" como un cuarto con una computadora grande, al cual sus usuarios traían su trabajo para procesamiento, ha llegado a ser obsoleto. Este modelo no tiene uno, sino al menos dos aspectos deficientes: primero, el concepto de una sola computadora grande haciendo todo el trabajo y, segundo, la idea de que los usuarios traigan su trabajo a la computadora en lugar de llevar la computadora a donde se encuentran los usuarios.

El viejo modelo de tener una sola computadora para satisfacer todas las necesidades de cálculo de una organización se está reemplazando con rapidez por otro que considera un número grande de computadoras separadas, pero interconectadas, que efectúan el mismo trabajo. Estos sistemas, se conocen como **redes de computadoras**.

Se utiliza el concepto de "red de computadoras" para dar a entender una colección interconectada de computadoras autónomas. Se dice que dos computadoras están interconectadas, si éstas son capaces de intercambiar información. La conexión no necesita hacerse a través de un hilo de cobre; también puede hacerse mediante el uso de láser, microondas y satélites de comunicaciones. Al indicar que las computadoras son autónomas, se quieren excluir a los sistemas en donde existe una clara relación maestro/esclavo. Si una computadora puede forzosamente arrancar, parar o controlar a otra, éstas no se consideran autónomas. Un sistema constituido por una unidad de control y muchos esclavos no es una red, ni tampoco lo es una computadora grande con lectoras de tarjetas de control remoto, impresoras y terminales.

Existe una gran confusión entre una red de computadoras y un sistema distribuido. La clave de la diferencia es que en un sistema distribuido la existencia de múltiples computadoras autónomas es transparente al usuario. El puede teclear un comando para correr un programa, y observar que corre. El hecho de seleccionar el mejor procesador, encontrar y transportar todos los archivos de entrada al procesador y poner los resultados en el lugar apropiado, depende del sistema operativo.

En otras palabras, el usuario de un sistema distribuido no tiene conocimiento de que hay múltiples procesadores, más bien se ve al sistema como un monoprocesador virtual. La asignación de trabajos al procesador y archivos a discos, el movimiento de archivos entre donde se almacenan y donde son necesarios, y todas las demás funciones del sistema, deben ser automáticas.

Con una red, el usuario debe explícitamente entrar a la máquina, explícitamente enviar trabajos remotos, explícitamente mover archivos y, por lo general, gestionar de manera personal toda la administración de la red. Con un sistema distribuido nada se tiene que hacer de forma explícita, todo lo hace de manera automática el sistema sin que el usuario tenga conocimiento de ello.

Un sistema distribuido es efectivamente un caso especial de una red, aquél cuyo *software* da un alto grado de cohesión y transparencia. Por lo tanto, la diferencia entre una red y un sistema distribuido está más bien en el *software* (en especial el sistema operativo) que en el *hardware*.

Hay, sin embargo, un gran traslape entre los dos temas. Por ejemplo, tanto el sistema distribuido como el de redes de computadoras necesitan mover archivos. La diferencia está en quién invoca el movimiento, si es el sistema o el usuario.

Antes de iniciar con los temas técnicos en detalle, haremos un paréntesis para señalar el interés en redes de computadoras y saber para que pueden utilizarse.

Son muchas las organizaciones que ya cuentan con un número considerable de computadoras en operación y con frecuencia alejados unos de otros. Por ejemplo, una compañía con varias fábricas puede tener una computadora en cada una de ellas para mantener un seguimiento de inventarios, observar la productividad y llevar la nómina local. Inicialmente cada una de estas computadoras puede haber estado trabajando en forma aislada de las demás pero, en algún momento, la administración pudo decidir interconectarlos para tener así la capacidad de extraer y correlacionar información referente a toda la compañía.

Puesto en una forma más general, el tema aquí consiste en compartir recursos, y el objetivo es hacer que todos los programas, datos y equipo estén disponibles para cualquier usuario de la red que así lo solicite, sin importar la localización física del recurso y del usuario. En otras palabras, el hecho de que el usuario se encuentre a 1000 km. de distancia de los datos, no debe evitar que éste los pueda utilizar como si fueran originados localmente. Otro aspecto de compartir recursos es el relacionado con compartir la carga. Este objetivo se puede resumir diciendo que es un intento para terminar con el problema de las distancias.

Un segundo objetivo consiste en proporcionar una alta confiabilidad, al contar con fuentes alternativas de suministro. Por ejemplo, todos los archivos podrían duplicarse en dos o tres máquinas, de tal manera que si una de ellas no se encuentra disponible (como consecuencia de una falla del *hardware*), podría utilizarse alguna de las otras copias. Además la presencia de múltiples *CPUs* significa que si una de ellas deja de funcionar, las otras deben ser capaces de encargarse de su trabajo, aunque se tenga un rendimiento global menor. Para aplicaciones militares, bancarias, de control de tráfico aéreo y muchas más, es muy importante la capacidad de los sistemas para continuar funcionando a pesar de existir problemas de *hardware*.

Otro objetivo es el ahorro económico. Las computadoras pequeñas tienen una mejor relación costo/rendimiento, comparada con la ofrecida por las máquinas grandes. Estas son, a grandes rasgos, diez veces más rápidas que el más rápido de los microprocesadores, pero su costo es miles de veces mayor. Este desequilibrio ha ocasionado que muchos diseñadores de sistemas construyan sistemas constituidos por poderosas computadoras personales, una por usuario, con los datos guardados en una o más máquinas que funcionan como servidor de archivo compartido.

Este objetivo conduce al concepto de redes con varias computadoras localizadas en el mismo edificio. A este tipo de red se le denomina Red de Area Local, (**LAN: Local Area Network**) en contraste con lo extenso de una Red de Area Amplia, (**WAN: Wide Area Network**), a la que también se le conoce como Red de Gran Alcance.

Un punto muy relacionado con este tema es la capacidad para aumentar el rendimiento del sistema en forma gradual a medida que crece la carga, simplemente añadiendo más procesadores. Con máquinas grandes, cuando el sistema está saturado, deberá reemplazarse con uno más grande, operación que usualmente genera un gran gasto y una perturbación, inclusive mayor al trabajo de los usuarios.

Otro objetivo del establecimiento de una red de computadoras que no tiene nada que ver con la tecnología. Una red de computadoras puede proporcionar un poderoso medio de comunicación entre personas que se encuentran muy alejadas entre sí. Con el empleo de una red es relativamente fácil para dos o más personas, que viven en lugares separados, escribir un informe juntos. Cuando un autor hace un cambio en un documento que se mantiene en línea, los otros pueden ver el cambio de inmediato, en lugar de esperar varios días para escribirlo por carta. Esta rapidez hace que la cooperación entre grupos de individuos que se encuentran alejados, y que anteriormente había sido imposible de establecer, pueda realizarse ahora. A la larga el uso de las redes, como un medio para enriquecer la comunicación entre seres humanos, puede ser más importante que los mismos objetivos técnicos, como por ejemplo la mejora de la fiabilidad.

# CAPÍTULO 2

## Conceptos Generales

**D**urante la última década, el funcionamiento de las redes de computadoras ha cambiado enormemente.

Hace tan sólo algunos años el diseño de una red de computadoras se consideraba como un arte de brujería. Cada fabricante de computadoras tenía su propia arquitectura de red y en ningún caso existía la compatibilidad. Virtualmente la industria informática, en su totalidad, ha acordado una serie de Normas Internacionales para describir las arquitecturas de redes.

### Protocolos de Computación

La fusión de los sistemas de procesamiento de información con los medios de comunicación, provocan cada vez más que los procesadores de información (computadoras) se interconecten para satisfacer las necesidades de información

de una organización, sin importar la localización geográfica donde se encuentren los usuarios o los recursos (edificio, ciudad o país).

Para proporcionar esos servicios lo más importante es establecer la comunicación.

Las reglas por las cuales la comunicación toma lugar en un sistema de computación son llamadas "protocolos". Un protocolo especifica quién habla a quién, qué se pueden decir cada uno de ellos, y quién de ellos puede decirlo. La velocidad de comunicaciones, características eléctricas, el uso de recursos compartidos, longitud de mensajes, y muchas más variables son definidas dentro de los protocolos de computación.

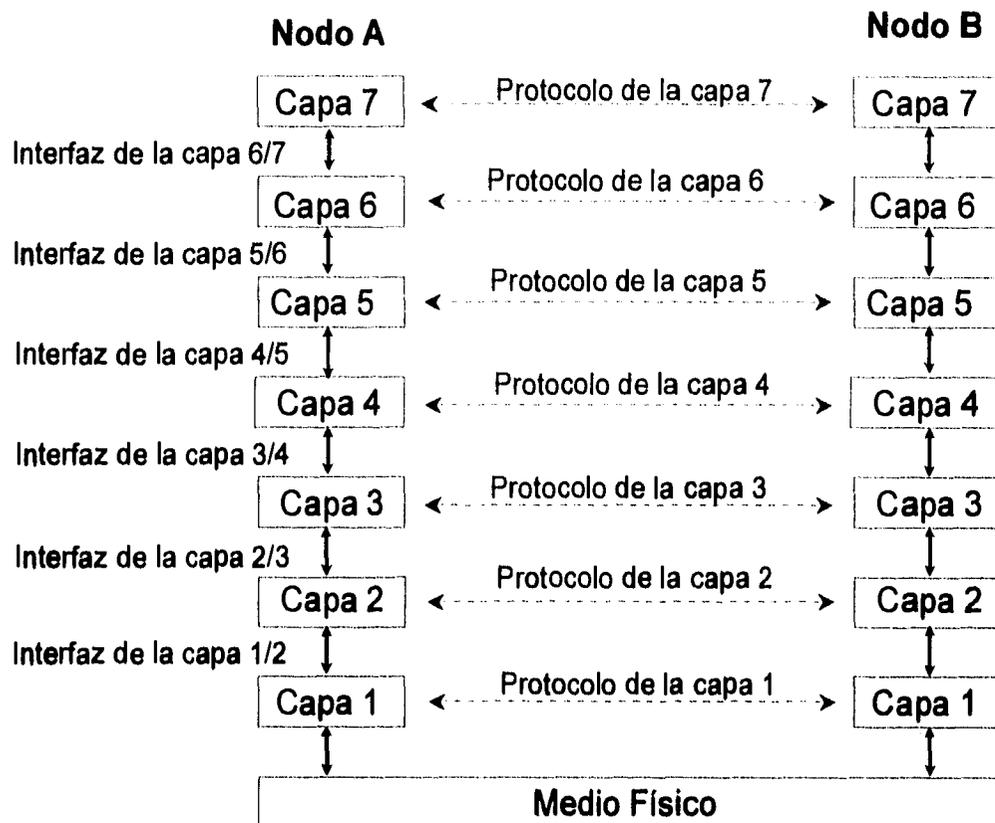
Los protocolos que tienen la influencia más visible sobre sistemas de cómputo son los de alto-nivel, protocolos de aplicación. Estos protocolos definen las relaciones de nodos en la red. Volveremos a este tema una vez que hayamos definido de manera más precisa los distintos conceptos relacionados con las redes de computadoras.

## **Arquitecturas de redes.**

Las redes de Computadoras modernas están diseñadas de una forma muy estructurada.

La mayoría de las redes se organizan en una serie de **capas o niveles**, con el objeto de reducir la complejidad de su diseño. Cada una de ellas se construye sobre su predecesora. El número de capas, el nombre, contenido y función de cada una varían de una red a otra. Sin embargo, en cualquier red, el propósito de cada capa es ofrecer ciertos servicios a las capas superiores, liberándolas del conocimiento detallado sobre cómo se realizan dichos servicios.

La capa  $n$  en una máquina se comunica con la capa  $n$  de otra máquina. Las reglas y convenciones utilizadas en esta conversación se conoce conjuntamente como protocolo de la capa  $n$ , como se ilustra en la siguiente figura, para el caso de una red de siete capas.



Capas, protocolos e interfaces

A las entidades que forman las capas correspondientes en máquinas diferentes se les denomina procesos pares (de igual a igual). En otras palabras, son los procesos pares los que se comunican mediante el uso del protocolo.

En realidad no existe una transferencia directa de datos desde la capa  $n$  de una máquina a la capa  $n$  de otra; sino, más bien, cada capa pasa la información de datos y controla la capa inmediatamente inferior, y así sucesivamente hasta que se alcanza la capa localizada en la parte más baja de la estructura. Debajo de la capa 1 está el medio físico, a través del cual se realiza la comunicación real. En la figura anterior se muestra mediante líneas punteadas la comunicación virtual, en tanto que las líneas sólidas indican la trayectoria de la comunicación física.

Entre cada par de capas adyacentes hay una interfaz, la cual define los servicios y operaciones primitivas que la capa inferior ofrece a la superior. Cuando los diseñadores de redes deciden el número de capas por incluir en una red, así como lo que cada una de ellas deberá hacer, una de las consideraciones más importantes consiste en definir claramente las interfaces entre capas. Hacer esto, a su vez, requiere que cada capa efectúe un conjunto específico de funciones

bien definidas. El diseño claro y limpio de una interfaz, además de minimizar la cantidad de información que debe pasarse entre capas, hace más simple la sustitución de la realización de una capa por otra completamente diferente (por ejemplo, todas las líneas telefónicas se reemplazan por canales satélites). Así todo lo que se necesita de la nueva es que ofrezca exactamente el mismo conjunto de servicios a la capa superior contigua, tal y como lo hacía la antigua realización.

Al conjunto de capas y protocolos se le denomina arquitectura de red. Las especificaciones de éstas deberán contener la información suficiente que le permita al diseñador escribir un programa o construir el *hardware* correspondiente a cada capa, y que siga en forma correcta el protocolo apropiado. Tanto los detalles de realización como las especificaciones de las interfaces, no forman parte de la arquitectura, porque se encuentran escondidas en el interior de la máquina y no son visibles desde el exterior. Más aún, no es necesario que las interfaces de todas las máquinas en una red sean iguales, suponiendo que cada una de las máquinas utilice correctamente todos los protocolos.

Algunos de los problemas clave de diseño que aparecen en redes de computadoras, también se presentan en varias de las capas.

Cada capa deberá tener un mecanismo para el establecimiento de la conexión. Como por lo general una red tiene varias computadoras, algunas de las cuales tienen múltiples procesos, se necesita un medio que permita a un proceso especificar con quien desea establecer una conexión. Como una consecuencia de tener destinatarios múltiples, se necesita alguna forma de direccionamiento para así poder determinar un destino específico.

El mecanismo para terminar una conexión dentro de una red, una vez que ésta ya no se necesita, está íntimamente relacionado con aquél que se utiliza para establecerla. Este punto, en apariencia trivial, puede ser bastante complejo.

Otro conjunto de decisiones de diseño es el que se refiere a las reglas para la transferencia de datos. En algunos sistemas los datos viajan en una sola dirección, a lo cual se le dice comunicación unilateral o simplex. En otros, los datos pueden viajar en ambas direcciones, aunque no en forma simultánea, es decir en comunicación semidúplex o bilateral alternada. Existen también otros sistemas en que los datos viajan en ambas direcciones y al mismo tiempo, es decir como comunicación dúplex o bilateral simultánea. El protocolo debe ser capaz de determinar el número de canales lógicos que corresponden a la conexión y cuales son sus prioridades. Un número considerable de redes tienen, por lo menos, dos canales lógicos por conexión: uno para datos normales y otro para datos urgentes.

Dada la imperfección de los circuitos físicos de comunicación, el procedimiento para el control de errores es un aspecto de gran importancia. En la actualidad se conocen varios programas detectores y correctores de error, pero lo importante es que los dos extremos de la conexión estén de acuerdo en cuál utilizar. Además, el receptor debe tener alguna forma de indicar al emisor qué mensajes se han recibido correctamente y cuales no.

No todos los canales de comunicación mantienen el orden de los mensajes que les envían; de tal manera que, para recuperar una posible pérdida en la secuencia del mensaje, el protocolo deberá establecer, en forma explícita, un procedimiento seguro que permita al receptor colocar las unidades nuevamente en su forma original. Una solución obvia podría ser la de numerar las unidades, pero esta solución deja todavía abierta la pregunta de ¿Qué hacer con aquéllas que lleguen fuera de orden?

Algo que ocurre comúnmente en cada uno de los niveles es lo referente a cómo proteger un receptor lento de una cantidad abrumadora de datos enviados por un transmisor rápido.

Otro problema, que es común en varios niveles y que deberá resolverse, es el relacionado con la incapacidad para aceptar mensajes arbitrariamente extensos por todos los procesos. Esta propiedad nos conduce a mecanismos de segmentación, transmisión y ensamblaje de mensajes. Otro aspecto relacionado con el anterior es el correspondiente a qué hacer cuando los procesos insisten en transmitir datos en unidades tan pequeñas que su envío, en forma separada, los hace muy ineficientes. La solución, en este caso, sería reunir varios de estos pequeños mensajes, con encabezados dirigidos a un destino común, en un solo mensaje de gran extensión, de tal forma que, al llegar al otro extremo solo se tengan que volver a separar.

Cuando resulte inconveniente, o muy costoso, establecer una conexión separada entre un par de procesos comunicantes la capa subyacente puede decidir utilizar la misma conexión para conversaciones múltiples, sin que éstas tengan necesariamente relación alguna. Este procedimiento se puede utilizar en cualquier capa, mientras el proceso de multiplexión y demultiplexión se gana en forma transparente. En la capa física, por ejemplo, se utiliza el proceso de multiplexión dado que todo el tráfico, para todas las conexiones, se tiene que enviar sobre un número reducido de circuitos físicos.

Siempre que existan caminos múltiples entre la fuente y el destino se debe escoger un enrutamiento. Algunas veces esta decisión debe tomarse en dos o más capas.

## Modelos

Un modelo puede utilizarse como una representación o simplificación que hace a un concepto más comprensible. Para comprender modelos de sistemas complejos, es importante dividir las estructuras en partes fácilmente comprensibles. Los sistemas de comunicación se consideran a menudo estratificados en capas de funciones.

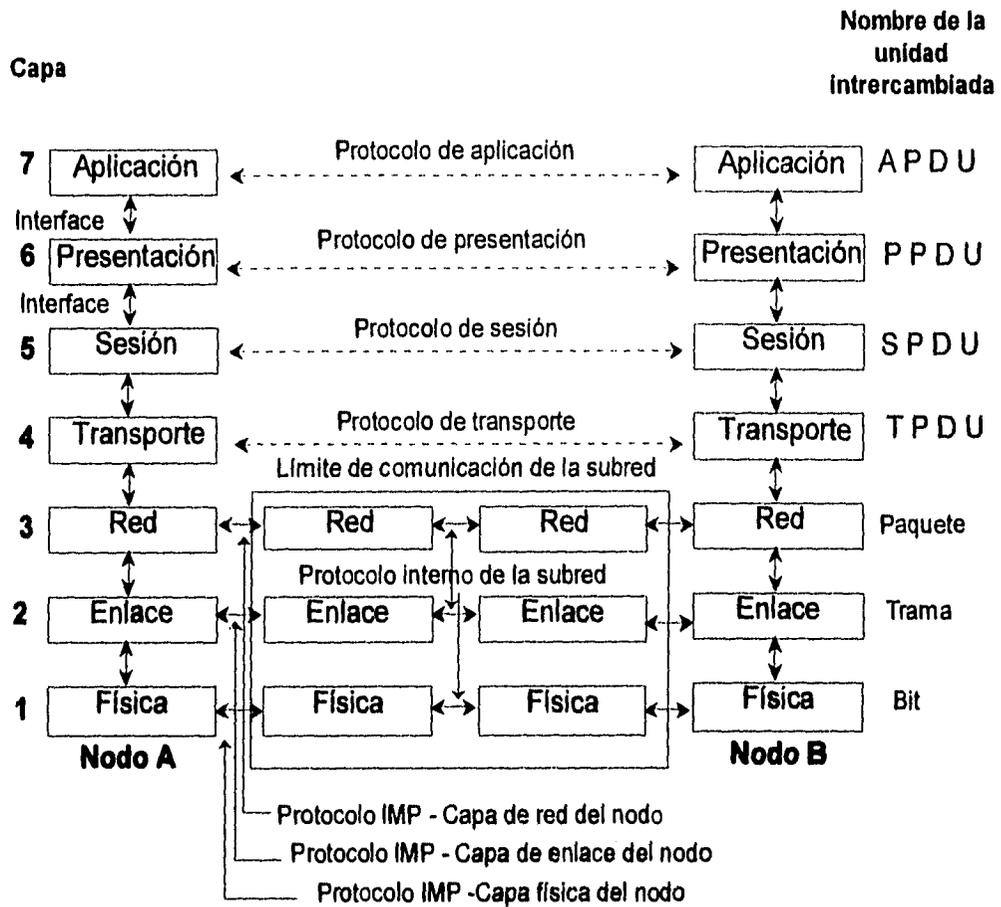
El sistema se estructura en capas que sirven para proporcionar una ejecución apropiada de funciones que aseguran:

- Independencia de actividades entre capas (un cambio en una solamente afectará esa capa).
- El ocultamiento de una implementación específica de cada capa, según lo ven los usuarios de esa capa.
- La utilización de servicios comunes compartidos por diferentes aplicaciones
- El secuenciamiento de los sucesos en el tiempo, de cada capa.

## Modelo de Referencia OSI

El modelo de referencia *OSI (OSI: Open Systems Interconnection)*, es un conjunto de reglas organizadas en capas describiendo los formatos y formas de comunicación para la interconexión de sistemas de cómputo.

En la siguiente figura se muestra el modelo, basado en una propuesta desarrollada por la Organización Internacional de Normas (*ISO: International Standards Organization*), como un primer paso hacia la normalización internacional de varios protocolos. A este modelo se le conoce como **Modelo de Referencia OSI**, (interconexión de sistemas abiertos), de la *ISO*, porque precisamente se refiere a la conexión de sistemas heterogéneos, es decir, a sistemas dispuestos a establecer comunicación con otros distintos.



**Modelo de Referencia OSI**

La meta de *OSI* es habilitar diferentes computadoras de múltiples vendedores, compartir información más fácilmente en un ambiente de "SISTEMAS ABIERTOS"

Este modelo considera siete capas que cubren todos los aspectos de flujo de información requeridas para la comunicación entre un sistema final y otro sistema final, desde la comunicación de dispositivos al medio físico hasta servicios relacionados con las aplicaciones de los usuarios.

Obsérvese que el modelo *OSI*, por sí mismo, no corresponde a una arquitectura de red, dado que no especifica, en forma exacta, los servicios y protocolos que se utilizarán en cada una de las capas, y no proporciona, por lo tanto información suficiente al usuario de la red. Sólo indica lo que cada capa deberá hacer. Sin embargo, la *ISO* también ha generado normas para todas las capas, aunque

\* IMP: Interface Message Processor; Procesadores de Intercambio de Mensajes.

éstas, estrictamente hablando, no forman parte del modelo. Cada una de ellas se ha publicado como normas internacionales independientes.

## **Definición de las Capas del Modelo de Referencia OSI**

### **Capa Física.**

La capa física se ocupa de la transmisión de *bits* a lo largo de un canal de comunicación. Su diseño debe asegurar que cuando un extremo envía un *bit* con valor 1, éste se reciba exactamente como un *bit* con ese valor en el otro extremo, y no como un *bit* de valor 0. Preguntas comunes aquí son cuántos voltios deberán utilizarse para representar un *bit* de valor 1 o 0; cuántos microsegundos deberá durar un *bit*; la posibilidad de realizar transmisiones bidireccionales en forma simultánea; la forma de establecer la conexión inicial y cómo interrumpirla cuando ambos extremos terminan su comunicación; o bien, cuántas puntas terminales tiene el conector de la red y cuál es el uso de cada una de ellas. Los problemas de diseño a considerar aquí son los aspectos mecánico, eléctrico, de procedimiento de interfaz y el medio de transmisión física, que se encuentra bajo la capa física. Se puede considerar que el diseño de la capa física cae dentro del dominio del ingeniero electricista.

### **Capa de Enlace.**

La tarea primordial de la capa de enlace consiste en, a partir de un medio de transmisión común y corriente, transformarlo en una línea sin errores de transmisión para la capa de red. Esta tarea la realiza al hacer que el emisor fragmente la entrada de datos en tramas de datos (típicamente constituidas por algunos cientos de octetos), y las transmita en forma secuencial y procese las tramas de asentamiento, devueltas por el receptor. Como la capa física básicamente acepta y transmite un flujo de *bits* sin tener en cuenta su significado o estructura, recae sobre la capa de enlace la creación o reconocimiento de los límites de la trama. Esto puede llevarse a cabo mediante la inclusión de un patrón de *bits* especial al inicio y al término de la trama. Si estos patrones de *bits* pueden aparecer entre los datos, deberá tenerse un cuidado especial para evitar cualquier confusión al respecto.

La trama puede destruirse por completo debido a una ráfaga de ruido en la línea, en cuyo caso el *software* de la capa de enlace, perteneciente a la máquina emisora, deberá retransmitir la trama. Sin embargo, múltiples transmisiones de la misma trama introducen la posibilidad de duplicar la misma. Por ejemplo, el

duplicado de una trama podría enviarse, si el acuse de recibo que regresa al receptor se hubiera destruido. Corresponde a esta capa resolver los problemas causados por daño, pérdidas o duplicidad de tramas. La capa de enlace ofrece diferentes clases de servicios a la capa de red, cada uno de ellos con distinta calidad y precio.

Otro de los problemas que aparecen en la capa de enlace (y también en la mayoría de las capas superiores) es el referente a cómo evitar que un transmisor muy rápido sature con datos a un receptor lento. Se deberá emplear un mecanismo de regulación de tráfico que permita que el transmisor conozca el espacio de memoria que en ese momento tiene el receptor. Frecuentemente, y por conveniencia, los procedimientos de regulación de flujo y control de errores se tratan en forma conjunta.

Otra dificultad aparece cuando la línea tiene la capacidad de utilizarse para transmitir datos bidireccionalmente. El problema radica en que los asentamientos para el tráfico de A a B compiten por el uso de la línea con las tramas de datos del tráfico que va de B hacia A.

### **Capa de Red.**

La capa de red se ocupa del control de la operación de la subred. Un punto de suma importancia en su diseño, es la determinación sobre cómo encaminar o enrutar los paquetes del origen al destino. Las rutas podrían basarse en tablas estáticas que se encuentran "cableadas" en la red y que difícilmente podrían cambiarse. También, podrían determinarse al inicio de cada conversación, por ejemplo en una sesión de terminal. Por último, podrían ser de tipo dinámico, determinándose en forma diferente para cada paquete, reflejando la carga real de la red.

Si en un momento dado hay demasiados paquetes presentes en la subred, ellos mismos se obstruirán mutuamente y darán lugar a un cuello de botella. El control de tal congestión dependerá también de la capa de red.

Como los operadores de la subred esperan alguna remuneración al esfuerzo que realizan, en muchas ocasiones se introduce una función de contabilidad en la capa de red. El *software* deberá saber, por lo menos, cuántos paquetes o caracteres o *bits* se enviaron a cada cliente, con objeto de producir información de facturación. Cuando un paquete cruza una frontera nacional, con precios distintos en cada lado, el cálculo de la cuenta puede llegar a complicarse.

También pueden surgir otros problemas cuando un paquete tenga que desplazarse de una red a otra para llegar a su destino. El direccionamiento utilizado en la segunda red puede ser diferente al empleado en la primera. La

segunda podría no aceptar el paquete en su totalidad, por ser demasiado grande. Los protocolos podrían ser diferentes, etc. La responsabilidad, para resolver problemas de interconexión de redes heterogéneas recaerá en todo caso en la capa de red.

En redes de difusión el problema del encaminamiento es simple, por lo cual la capa de red es normalmente muy delgada o incluso inexistente.

### **Capa de Transporte.**

La función principal de la capa de transporte consiste en aceptar los datos de la capa de sesión, dividirlos, siempre que sea necesario, en unidades más pequeñas, pasarlos a la capa de red y asegurar que todos ellos lleguen correctamente al otro extremo. Además, todo este trabajo se debe hacer de manera eficiente, de tal forma que aisle la capa de sesión de los cambios inevitables a los que está sujeta la tecnología del *hardware*.

Bajo condiciones normales, la capa de transporte crea una conexión de red distinta para cada conexión de transporte solicitada por la capa de sesión. Si la conexión de transporte necesita un gran caudal, ésta podría crear múltiples conexiones de red, dividiendo los datos entre las conexiones de la red con objeto de mejorar dicho caudal. Por otra parte, si la creación o mantenimiento de la conexión de una red resulta costoso, la capa de transporte podría multiplexar varias conexiones de transporte sobre la misma conexión de red para reducir dicho costo. En todos los casos, la capa de transporte se necesita para hacer el trabajo de multiplexión transparente a la capa de sesión.

La capa de transporte determina qué tipo de servicio debe dar a la capa de sesión, y en último término a los usuarios de la red. El tipo más popular de conexión de transporte corresponde al canal punto a punto sin error, por medio del cual se entregan los mensajes en el mismo orden en que fueron enviados. Sin embargo, el transporte de mensajes aislados sin garantizar el orden de distribución y la difusión de mensajes a destinos aislados es otra posibilidad de servicio de transporte. El tipo de servicio se determina cuando se establece la conexión.

La capa de transporte es una capa del tipo origen-destino o extremo a extremo. Es decir, un programa en la máquina origen lleva una conversación con un programa parecido que se encuentra en la máquina destino, utilizando las cabeceras de los mensajes y los mensajes de control. Los protocolos, de las capas inferiores, son entre cada máquina y su vecino inmediato, y no entre las máquinas origen y destinos, las cuales podrían estar separadas por muchos Procesadores de Intercambio de Mensajes (**IMP: Interface Message Processor**).

En la figura del modelo de referencia OSI, se ilustra la diferencia entre las capas 1 a 3, que están encadenadas, y las capas 4 a 7, que son de extremo a extremo.

Algunos nodos son multiproceso, lo cual implica que estarán entrando y saliendo en cada uno de ellos múltiples conexiones. Se necesita alguna forma para decir qué mensaje pertenece a qué conexión.

Además de multiplexar varios flujos de mensaje en un canal, la capa de transporte debe ocuparse del establecimiento y liberación de conexiones a través de la red. Esto requiere algún mecanismo de denominación, de tal forma que un proceso en una máquina tenga una manera para describir con quién desea conversar. También debe haber un mecanismo para regular el flujo de información, de manera que un nodo muy rápido no pueda desbordar a otro más lento. El control de flujo entre nodos es diferente a aquél entre IMP, aunque posteriormente se verá cómo se aplican a los dos principios semejantes.

### **Capa de Sesión.**

La capa de sesión permite que los usuarios de diferentes máquinas puedan establecer sesiones entre ellos. A través de una sesión se puede llevar a cabo un transporte de datos ordinario, tal y como lo hace la capa de transporte, pero mejorando los servicios que ésta proporciona y que se utilizan en algunas aplicaciones. Una sesión podría permitir al usuario acceder a un sistema de tiempo compartido a distancia, o transferir un archivo entre dos máquinas.

Uno de los servicios de la capa de sesión consiste en gestionar el control de diálogo. Las sesiones permiten que el tráfico vaya en ambas direcciones al mismo tiempo, o bien, en una sola dirección en un instante dado. Si el tráfico sólo puede ir en una dirección en un momento dado (en forma análoga a un solo sentido en una vía de ferrocarril), la capa de sesión ayudará en el seguimiento de quién tiene el turno.

La administración de la señal (del inglés *Token*: señal, ficha), es otro de los servicios relacionados con la capa de sesión. Para el caso de algunos protocolos resulta esencial que ambos lados no traten de realizar la misma operación en el mismo instante. Para manejar estas actividades, la capa de sesión proporciona una señal para cada pareja que se está comunicando, el cual puede ser intercambiado de un extremo a otro. Solamente el extremo con la señal puede realizar la operación crítica.

Otro de los servicios de la capa de sesión es la sincronización. Considérense, por ejemplo, los problemas que podrían ocurrir cuando se tratara de hacer una transferencia de archivo de dos horas entre dos máquinas en una red con un tiempo medio de una hora entre caídas. Después de abortar cada archivo, la

transferencia completa tendría que iniciarse de nuevo y, probablemente, se encontraría de nuevo con la siguiente caída de la red. Para eliminar este problema, la capa de sesión proporciona una forma para insertar puntos de verificación en el flujo de datos, con objeto de que, después de cada caída, solamente tengan que repetirse los datos que se encuentren después del último punto de verificación.

### **Capa de Presentación.**

La capa de presentación realiza ciertas funciones que se necesitan bastante a menudo como para buscar una solución general para ellas, más que dejar que cada uno de los usuarios resuelva los problemas. En particular, y a diferencia de las capas inferiores que únicamente están interesadas en el movimiento confiable de *bits* de un lugar a otro, la capa de presentación se ocupa de los aspectos de sintaxis y semántica de la información que se transmite.

Un ejemplo típico de servicio de la capa de presentación es el relacionado con la codificación de datos conforme a lo acordado previamente. La mayor parte de los programas de usuario no intercambian series de bits binarios aleatorios, sino, más bien, cosas como nombres de personas, datos, cantidades de dinero y facturas. Estos artículos están representados por series de caracteres, números enteros, números de punto flotante, así como por estructuras de datos constituidas por varios elementos más sencillos. Las computadoras pueden tener diferentes códigos para representar las series de caracteres (por ejemplo, ASCII y EBCDIC), enteros (por ejemplo, complemento a uno o complemento a dos), etcétera. Para hacer posible la comunicación de computadoras con diferentes representaciones, la estructura de los datos que se va a intercambiar puede definirse en forma abstracta, junto con una norma de codificación que se utilice "en el cable". El trabajo de manejar estas estructuras de datos abstractas y la conversión de la representación utilizada en el interior de la computadora a la representación normal de la red, se lleva a cabo a través de la capa de presentación.

La capa de presentación está relacionada también con otros aspectos de representación de la información. Por ejemplo, la compresión de datos se puede utilizar aquí para reducir el número de *bits* que tienen que transmitirse, y el concepto de criptografía se necesita utilizar frecuentemente por razones de privacidad y de autenticación.

### **Capa de Aplicación.**

La capa de aplicación contiene una variedad de protocolos que se necesitan frecuentemente. Por ejemplo, hay centenares de tipos de terminales incompatibles en el mundo. Considérese la situación de un editor orientado a pantalla que desea trabajar en una red con diferentes tipos de terminales, cada uno de ellos con

distintas formas de distribución de pantalla, de secuencias de escape para insertar y borrar texto, de movimientos de cursor, etc.

Una forma de resolver este problema consiste en definir una terminal virtual de red abstracta, con el que los editores y otros programas pueden estar programados para tratar con él. Con objeto de transferir funciones de la terminal virtual de una red a una terminal real, se debe escribir un *software* que permita el manejo de cada tipo de terminal. Por ejemplo, cuando el editor mueve el cursor de la terminal virtual al extremo superior izquierdo de la pantalla, dicho *software* deberá emitir la secuencia de comandos apropiados para que la terminal real ubique también su cursor en el sitio indicado. El *software* completo de la terminal virtual se encuentra en la capa de aplicación.

Otra función de la capa de aplicación es la transferencia de archivos. Distintos sistemas de archivo tienen diferentes convenciones para denominar un archivo, así como diferentes formas para representar las líneas de texto, etcétera. La transferencia de archivos entre dos sistemas diferentes requiere de la resolución de éstas y de otras incompatibilidades. Este trabajo, así como el correo electrónico, la entrada de trabajo a distancia, el servicio de directorio y otros servicios de propósito general y específico, también corresponden a la capa de aplicación.

# CAPÍTULO 3

## Clasificación de Redes de Computadoras

**P**ara poder hablar de redes es importante que se vuelva a definir qué es una red. Mencionamos que el viejo modelo de tener una sola computadora para satisfacer todas las necesidades de cálculo de una organización se está reemplazando con rapidez por otro que considera un número grande de computadoras separadas, pero interconectadas, que efectúan el mismo trabajo. Estos sistemas, se conocen como redes de computadoras.

Se han clasificado a las tecnologías para formar redes en base a la cobertura geográfica que cada una de éstas ofrece. De esta manera tenemos la primera clasificación:

- Clasificación de redes por su alcance geográfico

La selección de cierta disposición de equipos para implantar una red de computadoras o nodos dependerá frecuentemente del rendimiento y limitaciones de los medios de transmisión que se utilicen.

La situación de estos equipos y el establecimiento de conexiones entre ellos constituyen los parámetros que definen la topología de una red. De esta otra manera, obtenemos la segunda forma de clasificación de las redes:

- Clasificación de redes por su Topología

Aunque existen otras alternativas para clasificar las redes de computadoras (por sus protocolos, por sus interfaces, por sus métodos de acceso, etc. ), sólo se tomarán en cuenta estas dos clasificaciones.

Sólo se considerarán para el desarrollo de este capítulo estas dos clasificaciones ya que son las que resultan ser las más interesantes y las que abarcan en forma general los conceptos básicos de redes de computadoras.

## **Por su alcance geográfico**

Dentro de esta forma de clasificación se tienen los tres grupos más conocidos de redes de computadoras, que son:

- a) Redes de Area Local (LAN: *Local Area Network*)
- b) Redes de Area Metropolitana (MAN: *Metropolitan Area Network*)
- c) Redes de Area Amplia (WAN: *Wide Area Network*)

El área cubierta por la red y el medio de transmisión utilizado determinan de alguna manera las velocidades de transmisión, las cuales se dan normalmente en *Mega bits por segundo (Mbps)*.

### **Redes de Area Local (LAN)**

La experiencia alcanzada en el campo de las redes de computadoras tuvo su influencia decisiva en el desarrollo de las denominadas redes de área local de computadoras.

Los primeros trabajos en este campo se realizaron al principio de los años setenta y trataron de aplicar, a escala más reducida, soluciones experimentadas de los

casos anteriores, simplificando y optimizando aquéllas y sacando partido de las ventajas que reporta la disminución de la distancia entre elementos de proceso. En este caso el usuario del sistema trabaja como si solamente hubiese una máquina en el sistema.

Una red de área local, mejor conocida en el ambiente de la computación por *LAN* (*Local Area Network*), es un sistema de comunicación que enlaza un conjunto de computadoras, generalmente del tipo personal (*PC*) en distancias cortas, con la finalidad de compartir recursos tanto de *hardware* (Impresoras, Unidades de disco, Equipo de comunicaciones, etc.) como de *software* (Archivo de datos, Programas y Paquetería en general), transmitir, recibir y compartir información.

Una *LAN* transporta la información entre nodos que se encuentran a distancias de hasta 5 kms, que no van más allá de un establecimiento o edificios contiguos. Los estándares actuales relacionados con esta tecnología sustentan velocidades de transmisión que van de 3 Mbps a 100 Mbps entre un número de sistemas de cómputo y en un área geográfica limitada.

Las *LANs* normalmente se implantan para hacer redes departamentales o de *campus* y por lo general usan un medio físico de transporte. Ofrecen un gran ancho de banda y retardos pequeños.

Más adelante, en este trabajo, se dedicará un capítulo entero para explicar con más detalle los aspectos básicos sobre este tema de las redes de área local.

### **Redes de Area Metropolitana (MAN)**

Entre las *LAN* y *WAN* se encuentran las *MAN*. Esta es una red que cubre una ciudad completa, pero utiliza la tecnología desarrollada para la *LAN*. Las redes de televisión por cable (*CATV*), son ejemplos de *MAN* analógicas para el caso de distribución de televisión. Las *MAN* que nos interesan son digitales y tienen el propósito de interconectar computadoras entre sí y no equipos de televisión, aunque algunas de ellas puedan llegar a utilizar el cable coaxial de banda ancha como un medio de transmisión.

Una *MAN* transporta información entre nodos que se encuentran a distancias entre 5 y 50 kms. Las *MANs* son un método ideal para interconectar entre sí a redes de área local que están dispersas en una gran área geográfica. Dependiendo del medio de transmisión y del método de acceso que se utilice, se encuentran disponibles tecnologías para implementar una red de área metropolitana con velocidades de transmisión desde 1.544 Mbps hasta 150 Mbps.

Se utilizan además de un medio físico, microondas, radio frecuencia, *RDI* y su velocidad va de 300 *bps* a 2 *Mbps* dependiendo del medio de transmisión particular que se utilice.

### **Redes de Area Amplia (WAN)**

En éstas el alcance cubre miles de Kilómetros a nivel mundial. Se pueden emplear combinaciones de las anteriores, además de enlaces telefónicos y satelitales. Un ejemplo es la conocida red *INTERNET*. Tienen largos retardos de transmisión, y su velocidad va de 9600 *bps* a 1.54 *Mbps*.

Aunque son tres los tipos de redes (*LAN*, *MAN* y *WAN*), los más populares y más conocidos se encierran en los dos grandes grupos *LAN* y *WAN*.

*LANs* y *WANs* difieren sobretodo en la manera en que se comunican. Dado que una *LAN* está restringida a un área limitada, las computadoras pueden estar conectadas con cables eléctricos. No obstante, ya que las señales eléctricas se debilitan en largas distancias, los cables eléctricos por lo general no se usan en *WANs*. Incluso si la superconductividad a temperaturas de habitación eliminara esta degradación de la señal en el futuro, los cables eléctricos son demasiado caros para conectar computadoras separadas por grandes distancias. En su lugar, las *WANs* hacen un uso considerable de comunicaciones vía satélite, microondas y de la red telefónica.

Típicamente, las *LANs* se comunican a velocidades más altas que las *WANs*. Una *LAN* comunicándose sobre cable coaxial alcanza velocidades de hasta 10 megabits por segundo (*Mbps*), velocidad típica de la red *Ethernet*; y a 16 *Mbps* en el caso de *Token Ring*. Una *LAN* comunicándose mediante cables de fibra óptica puede alcanzar velocidades de varios centenares de *Mbps*.

Las *WANs* que se comunican vía satélite o por enlace de microondas pueden alcanzar similares altas velocidades, pero la mayoría de ellas utilizan el lento método de la comunicación por red telefónica. Una línea de teléfono puede alcanzar velocidades del orden de 9600 *baudios* por segundo, menos de 1/100 de 1 *Mbps*, más de mil veces más lento que una *LAN* comunicándose a través de cable coaxial. Existen líneas telefónicas de propósito especial que proporcionan velocidades de comunicación tan altas como 57600 *baudios*, siendo ésta no obstante todavía unas doscientas veces más lenta que la velocidad permitida en el cable coaxial.

## Por su Topología

Se define como topología, a la forma física en que es posible conectar las computadoras ( estaciones de trabajo o nodos), dentro de una red. Es decir, la topología de una red de comunicaciones nos representa gráficamente las interconexiones existentes entre los nodos<sup>1</sup> participantes.

La interconexión de los distintos elementos proporciona una primera visión de su comportamiento y es a esta configuración geométrica a lo que se denomina topología de red. Topología es una palabra prestada de la Geometría para describir la forma de algo, en este caso: un modelo de interconexión usado entre varios nodos de una red.

Los nodos que se representan en cualquier topología pueden representar tanto terminales de comunicaciones (estaciones de usuario o servidores de recursos), como elementos de unión de los distintos ramales en que se divide la red.

El diseñador de una red tiene tres importantes objetivos a la hora de establecer la topología de una red.

- Proporcionar la fiabilidad máxima posible para asegurar una correcta recepción de todo el tráfico (rutas alternativas).
- Dirigir el tráfico a través del camino de mínimo costo dentro de la red entre los nodos que envían y reciben.
- Proporcionar al usuario final el mejor tiempo de respuesta posible y velocidad.

Cuando hablamos de fiabilidad en redes nos referimos a la capacidad de entregar datos al usuario correctamente, sin errores, de un nodo a otro.

Las principales topologías en uso son las siguientes:

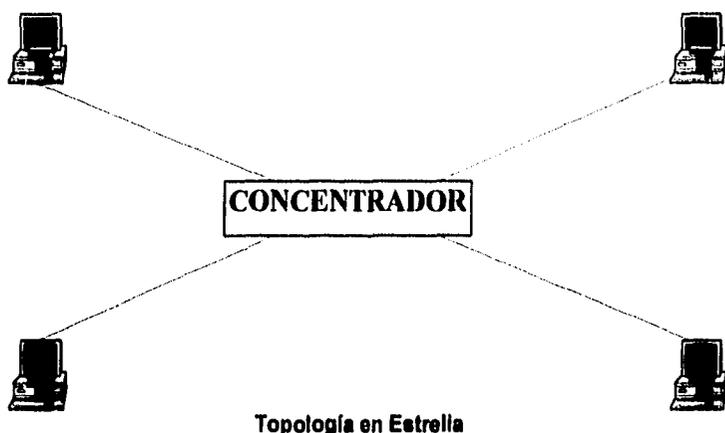
- ◆ Topología de Estrella
- ◆ Topología de Anillo
- ◆ Topología de Canal
- ◆ Topología de Arbol
- ◆ Topología de Malla

---

<sup>1</sup> Nodo: Cualquier computadora que forme parte de una red de computadoras. En este trabajo el término es equivalente a anfitrión (*host*) o estación de red.

## Topología en estrella

La topología en estrella es una de las estructuras más ampliamente usadas en los sistemas de comunicaciones de datos. Una de las principales razones para su continuado uso se basa en sus precedentes históricos.



La red en estrella fue utilizada en los años sesenta y principios de los setenta por su fácil control; el *software* no es complejo y el flujo de tráfico simple.

La topología en estrella se describe mejor como un conjunto de computadoras conectadas a través de un controlador/concentrador activo. Todos los mensajes son enviados al centro de conmutación, el controlador, para su reenvío a otros nodos. El uso de este controlador central para llevar a cabo todas las transferencias de información simplifica la estructura de los nodos, pero a expensas de crear una estación de transferencia más compleja. El uso de un controlador central proporciona los medios para conectar las máquinas existentes en una red sin grandes cambios en su estructura.

El controlador central, o *HUB*<sup>2</sup>, es un elemento limitado en el crecimiento de una red en estrella. Sólo puede soportar un número máximo de conexiones. Para un crecimiento en esta clase de red, el *hub* debe poder conectarse a otro controlador, o *hub*, para que puedan añadirse nuevos nodos a la estructura.

El controlador central ejerce todas las tareas de control y posee todos los recursos comunes de la red. Por lo tanto, está sujeto a importantes cuellos de botella y problemas de fallos.

---

<sup>2</sup>HUB: Dispositivo central de una red en topología estrella o sistema de cableado; utilizado en *ARCnet* y *Token Ring*

Para reducir su influencia, puede optarse por localizar el control en algún o algunos nodos de la red. Más allá de la confiabilidad, el *hub* central representa el punto por el cual todas las comunicaciones deben pasar.

Si el *hub* no es de la suficiente potencia, causará retrasos en la cola de peticiones que debe atender, que a su vez, puede llevar a la red a un paro virtual, con colas cargadas al máximo y el flujo de datos intentando ser tan rápido como sea posible.

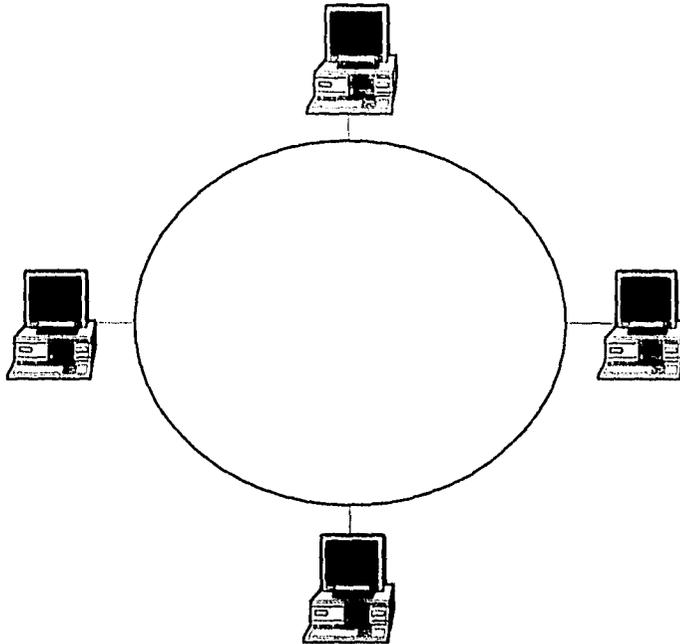
El problema surgirá cuando la información proveniente de otro, u otros nodos no sea aceptada, y podría potencialmente bloquear la red indefinidamente. Esta topología presenta una gran flexibilidad para aumentar o disminuir el número de nodos, debido a que estas modificaciones no representan ninguna alteración de su estructura y están localizadas en el nodo central.

El controlador o *hub* es un dispositivo altamente complejo desde el punto de vista del *hardware*. Asimismo, debido a su complejidad, aporta un punto central de fallo. Trabajar alrededor del problema central de la confiabilidad requiere incrementar los costos del *hardware*, con soluciones con *hub* paralelos.

El fallo en un nodo de la red no repercute en el comportamiento global de la red, y sólo afectará al tráfico relacionado con ese nodo. Cuando afecta al *hub* central, el resultado podría ser catastrófico, afectando a todas las estaciones. De ahí la importancia de incrementar la confiabilidad del nodo central con una multiplicidad de *hubs*.

### **Topología en anillo**

La filosofía básica de la red en anillo es tener un número de elementos de proceso o nodos interconectados en una estructura de anillo. Los nodos de la red están conectados formando un anillo de forma que cada estación tiene conexión con otras dos.



**Topología en Anillo**

El flujo de datos en la red es típicamente en una dirección, aunque existen anillos que manejan flujos de información bidireccionales. Los mensajes viajan por el anillo de nodo a nodo, en una única dirección, de un nodo fuente a un nodo destino. No obstante, toda la información pasa por todos los módulos de comunicación de las estaciones. Las topologías en anillo proporcionan un entorno en el cual varios mensajes pueden circular simultáneamente dentro de la red.

Para enviar un mensaje de un nodo a otro en el anillo, el nodo que envía, pone el mensaje en el medio de comunicación. El mensaje viaja alrededor del anillo hasta que alcanza el nodo de destino o es devuelto al remitente que lo envió.

Cada nodo tiene que reconocer los mensajes dirigidos a él, y actuar como retransmisor de los mismos, que pasando a través de él se redirigen a otras estaciones.

La configuración en anillo es muy atractiva para su uso en redes de área local por una variedad de razones:

- Los problemas de enrutamiento -control de ruta o *routing*- se convierten en algo del pasado. Todos los mensajes siguen el mismo camino.
- Esta topología permite incrementar o disminuir el número de estaciones sin gran dificultad.

- La velocidad de la red es buena ya que no hay pelea por el medio físico. Sólo se está limitado por el más lento de los ordenadores, el expedidor, receptor o la velocidad de la conexión.
- El control es bastante simple, requiriendo poca implementación de *hardware* o *software*.

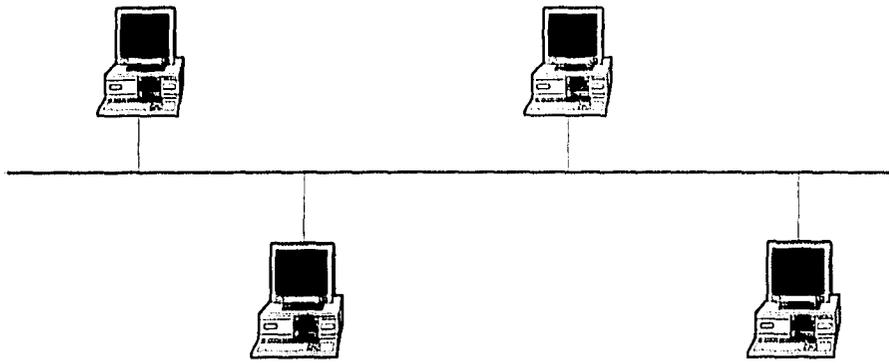
Una estructura en anillo en su más pura configuración, es altamente susceptible al fallo de un nodo. Un fallo en cualquier parte del anillo de comunicación deja bloqueada a la red en su totalidad. En el caso de una configuración en estrella sólo quedará fuera de servicio la estación afectada. Si el fallo se produce en alguna de las estaciones del anillo, la repercusión en el resto de la red será diferente dependiendo de si se avería o no el módulo de retransmisión. En el caso de que la estación quede fuera de funcionamiento, pero el módulo de retransmisión siga operando con normalidad, la avería sólo afectará a la estación en cuestión. Pero si lo que falla es el módulo de comunicaciones, el anillo quedaría cortado y la red bloqueada.

Para evitar estos problemas, *IBM* sacó al mercado su red en anillo *Token Ring*. El uso de concentradores en la configuración de la red, permite una alta confiabilidad. El concentrador (*MAU*) es un dispositivo al que se conectan las estaciones de la red. El anillo lógico discurre por dentro del concentrador, y cuando un nodo deja de funcionar, se cortocircuita la entrada hacia la estación en el propio concentrador, restableciéndose el anillo.

Como en el caso de un concentrador *-hub-* activo en una red en estrella, al ser el número de estaciones conectables al concentrador limitado, se pueden concatenar varios de ellos para conseguir redes en anillos con más nodos periféricos.

### **Topología en canal (*bus*)**

La topología de canal o mejor conocida como topología de *bus* se compone de un número de nodos y sus correspondientes interfaces conectadas a lo largo de un único canal o segmento.



Topología de Red Bus lineal

El *bus*, como era el caso con el anillo visto anteriormente, prescinde de la necesidad de tener un enrutamiento -control de ruta- y de la necesidad del nodo central de las primeras redes. El *bus* es muy conveniente para las redes debido a su bajo costo, pero está limitado en cuanto a la distancia.

La topología de *bus* utiliza cable coaxial de bajo costo y una gran variedad de controladores y conectores proporcionando una interesante colección de variaciones dentro de la red a los usuarios.

El control de flujo de tráfico entre los nodos es relativamente simple, ya que el *bus* permite a todas las estaciones recibir todas las transmisiones. En las redes con estructura en *bus*, a diferencia de las de anillo, cada nodo no actúa como repetidor de los mensajes, sino que simplemente ha de reconocer su propia dirección para captar aquellos mensajes que viajan por el *bus*, y van dirigidos a él. Cuando una estación deposita un mensaje en la red, esta información es difundida a través del *bus* y todas las estaciones están capacitadas para recibirla. Debido al hecho de compartir el medio físico, antes de transmitir un mensaje cada nodo debe averiguar si el *bus* está disponible para él.

La principal desventaja de una topología en bus radica en el hecho de que normalmente sólo un canal de comunicaciones existe para dar servicio a todos los dispositivos de la red. Consecuentemente, en el caso de fallo del canal de comunicaciones, se paraliza toda la red.

Otro problema de esta topología es la dificultad de aislar los fallos de un dispositivo particular conectado al *bus*. La ausencia de dispositivos de concentración, como los *hubs* vistos anteriormente en la topología en estrella, hace que el problema sea de difícil solución.

El fallo en una estación aislada sólo repercutirá en los mensajes a ella vinculados, siendo su efecto nulo en el resto de la red. Una ruptura en el *bus*, en cambio, deja la red dividida en dos segmentos inutilizables totalmente, según esté concebido el

control. El hecho de que exista un *bus* común al que acceden todas las estaciones le proporciona parte de las ventajas antes referidas, pero obliga a que el control de acceso a la red sea más delicado que en el caso de las topologías en estrella o anillo.

Las redes con topología en *bus* son sencillas de instalar y se adaptan con facilidad a las características del terreno. Presentan una gran flexibilidad en lo referente a aumentar o reducir el número de estaciones de la red. Ello unido a su buena confiabilidad, hace que esta topología haya sido elegida por numerosos fabricantes.

Un ejemplo bien conocido de una topología en *bus* es *Ethernet*.

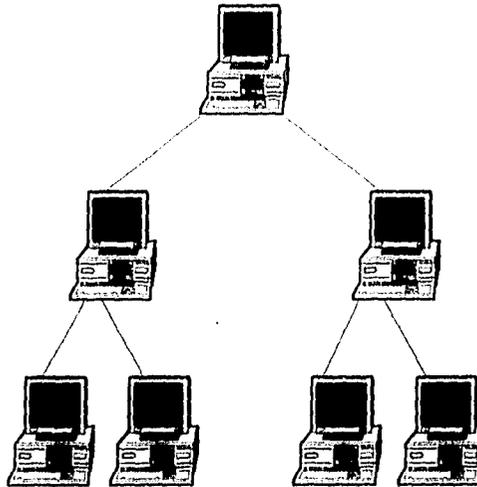
*Ethernet* utiliza un esquema de comunicaciones de cable coaxial con un algoritmo de envío de paquetes de datos de acceso aleatorio. Un nodo en el sistema *Ethernet* se conecta al cable coaxial pasivo a través de un cable de interfaz serie a un transceptor. Cuando un nodo envía un paquete de datos al cable, o medio físico, primero escucha para ver si el paquete puede transmitirse sin problemas. El envío es escuchado por todas las estaciones de la red y es recogido por el nodo de destino.

No hay enrutamiento del paquete y el control está totalmente distribuido.

En el caso de que múltiples unidades deseen transmitir simultáneamente, se puede producir una colisión (mensajes ilegibles). Si se detecta la colisión, la transmisión se aborta y se reintenta posteriormente. Este esquema es muy simple y ha sido adoptado como estándar, haciéndolo ampliamente disponible y usado. El *hardware* y *software* para este sistema se obtiene fácilmente de varias fuentes, lo que hace que la implementación de esta topología sea atractiva.

## **Topología de Arbol**

En esta topología el control de la red se subdivide en diferentes nodos de tal manera que tengan a su cargo diferentes terminales. También se le llama topología de Estrella Distribuida, ya que es una extensión de la arquitectura en estrella por interconexión de varias de estas.



**Topología en Arbol**

Permite establecer una jerarquía clasificando a las estaciones en grupos y niveles según el nodo a que están conectadas y su distancia jerárquica al nodo central.

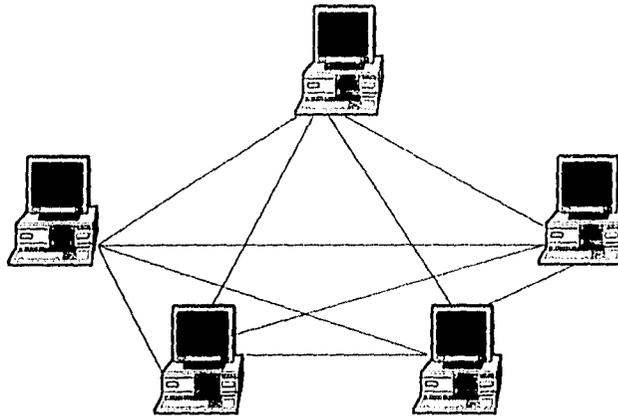
De características similares a la red en estrella, reduce la longitud de los medios de comunicación incrementando el número de nodos. Se adapta a redes con grandes distancias geográficas y predominio de tráfico local, características más propias de una red pública de datos que de una red privada local.

Esta conexión, como se dijo anteriormente, es combinada y es una opción más para implementar redes según las necesidades del usuario. Normalmente contiene conectores tanto pasivos como activos.

Si una estación de la red se pierde o el cable se fragmenta, entonces ya no habrá comunicación con el resto de las estaciones de la red a partir de la estación de trabajo inmediata a la falla hasta el fin de la "rama".

### **Topología de Malla**

Esta es la topología más complicada, ya que todos los nodos se conectan entre sí, de tal forma que se tenga comunicación directa entre ellos.



Topología en Malla

En este tipo de topología, cada estación está conectada con todas (red completa) o varias (red incompleta) estaciones, formando una estructura que puede ser regular (simétrica) o irregular.

El costo en medios de comunicación depende del número de conexiones y suele ser elevado, ganando, sin embargo, fiabilidad frente a fallos y en posibilidades de reconfiguración. El costo de instalación al aumentar el número de estaciones de trabajo es también grande y sobre todo de dificultosa realización en una red ya instalada, lo que representa un gran inconveniente en redes locales.

No se adapta a grandes dispersiones geográficas, pero permite tráficos elevados con retardos medios bajos. La dificultad de diseño reside en minimizar el número de conexiones y desarrollar potentes algoritmos de encaminamientos y distribución de flujos.

Se utilizan donde la solicitud de concurrencia sea alta.

# CAPÍTULO 4

## Componentes Básicos de Comunicaciones

Los primeros sistemas de comunicaciones desarrollaron mecanismos y técnicas para la comunicación entre los diversos dispositivos conectados en red. Los componentes básicos de estas comunicaciones, que han llegado hasta nuestros días, indudablemente con todas las mejoras aportadas por la tecnología, son:

- circuitos de enlace,
- modems,
- terminales,
- multiplexores,
- concentradores, y
- procedimientos de control.

Toda implementación de una red de comunicaciones de datos involucra una filosofía de diseño y un conjunto de componentes físicos que materializan esta filosofía. Este capítulo describe cada componente, mencionado anteriormente.

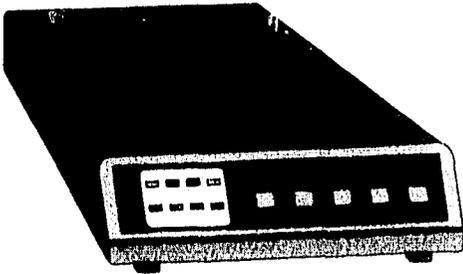
## Circuitos de enlace

Los circuitos de enlace consisten en medios físicos de cable de conductores o transmisión sin hilos o inalámbrica. Circuitos típicos son los conductores o cables de par trenzado o telefónico, multipares, cable coaxial y guías de ondas. También empiezan a usarse ampliamente los cables de fibra óptica, microondas y enlaces de satélite. Estos circuitos representan la tecnología usada para transmitir información de una fuente a su destino.

Las velocidades de transferencia de información sobre estos medios físicos van de los 45 a los 500,000 bits por segundo (*bps*).

Más adelante se dedicará un capítulo exclusivamente para describir cada uno de estos circuitos de enlace más comunes en la transmisión de información. Por el momento sólo serán mencionados, pero si desea más información al respecto trasládese al capítulo denominado "Medios de Transmisión".

## Modems



Al dispositivo que acepta como entrada los flujos de bits en serie, y al mismo tiempo produce una portadora como salida (o viceversa), se le conoce comúnmente como **modem** (derivado de los términos modulador-demodulador). El modem se inserta entre la computadora (dispositivo digital) y el sistema telefónico (dispositivo analógico).

Los modems proporcionan las técnicas necesarias para convertir y transferir señales lógicas digitales sobre líneas de transmisión analógicas (líneas telefónicas). Las principales técnicas utilizadas para la conversión son:

- modulación de frecuencia,
- modulación de amplitud y
- modulación de fase.

En la modulación de frecuencia, la transición de una señal digital de 0 a 1 o de 1 a 0 se convierte a su vez en una variación de frecuencia a enviar sobre el canal de

transmisión. Por ejemplo, si deseamos enviar la secuencia 000100110 sobre un canal físico de transmisión, sería necesario convertir la señal digital en su correspondiente forma analógica, consistiendo de dos frecuencias.

Al enviar una frecuencia diferente para representar la transición de dos niveles, el modem receptor puede descifrar las señales e interpretarlas en su secuencia correcta de 1s y 0s.

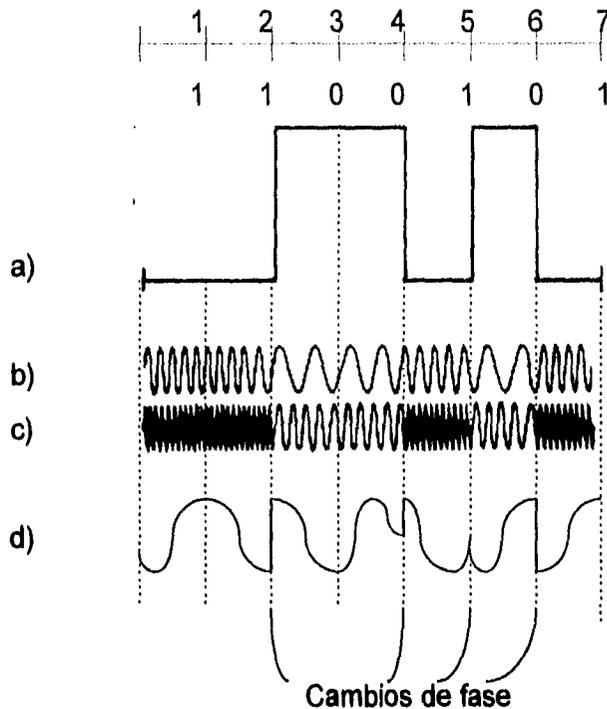
En modulación de amplitud, la señal digital se convierte en su correspondiente analógica utilizando la amplitud de la forma de onda para representar los niveles de transición y poder diferenciarlos.

En este ejemplo, la transición de un estado de reposo al nivel máximo de cresta de la onda representa la transición de 0 a 1. Con esta técnica puede codificarse cualquier secuencia de 0s y 1s.

La última técnica es la llamada modulación de fase. En esta técnica la transición de 0 a 1 o viceversa se reconoce por un cambio de fase. Un cambio de fase es cuando la forma de onda cambia su dirección de simple onda sinusoidal a onda sinusoidal invertida.

Un importante aspecto a destacar en todos estos ejemplos es que siempre debe existir un intervalo de tiempo conocido para cada bit individual. Este requerimiento es importante para que las señales puedan codificarse y decodificarse fácilmente. Además, para que pueda iniciarse una secuencia de datos, los dispositivos implicados deben conocer dónde empezar y terminar la codificación. Esto requiere una forma de sincronización tal como secuencias de inicio y parada o de estado de reposo para iniciar las transiciones de estado.

En la siguiente figura se muestran las tres formas de modulación mencionadas



- a) Señal binaria.
- b) Modulación por amplitud.
- c) Modulación de frecuencia.
- d) Modulación de fase.

## Terminales

Otro componente en la tecnología de las comunicaciones es la terminal. Representa el dispositivo final que convierte los datos internos de la computadora a una forma inteligible para el operador. La terminal representa dispositivos tales como: consolas de operador, estaciones de trabajo, unidades de disco, impresoras, otros dispositivos de almacenamiento, etc.

Uno de los servicios más importante que proporcionan las terminales son el del acceso interactivo a las aplicaciones de procesamiento de datos, dos ejemplos de estos servicios son:

- Terminal virtual OSI
- TELNET

### **Terminal Virtual OSI**

La terminal virtual (VT) OSI fue desarrollada con dos objetivos en mente:

- Poder cambiar el comportamiento de la terminal
- Poder acceder las aplicaciones independientemente del tipo de terminal que se utilice

Las dificultades que aparecen inmediatamente provienen del hecho de que la mayoría de las terminales utilizan protocolos de alto nivel, comandos de teclas y programas para control de pantalla muy diferentes.

La VT resuelve este problema al aislar entre sí las aplicaciones y las terminales. Para que diferentes terminales accedan aplicaciones que se ejecutan en sistemas diferentes, la VT:

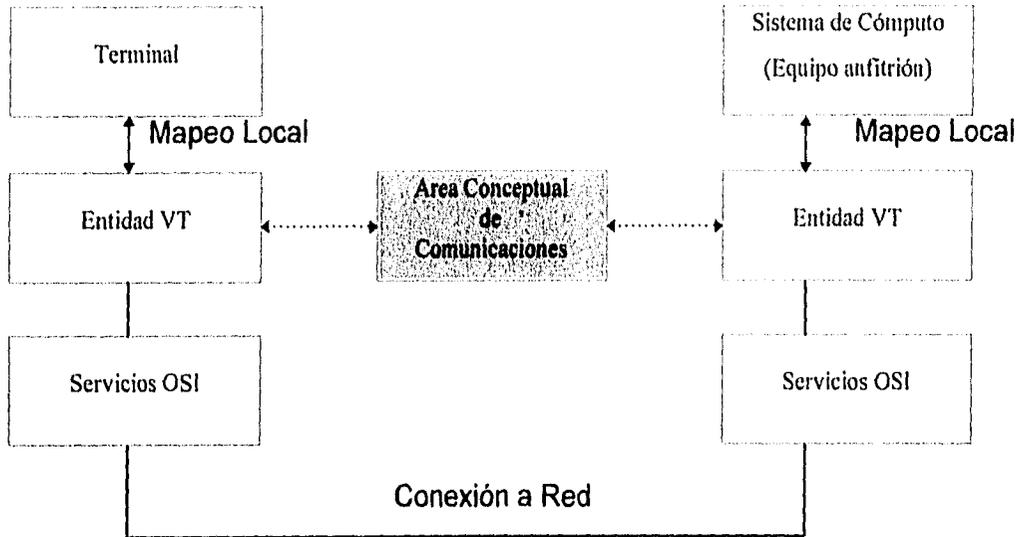
- Simula una terminal real para el usuario o aplicación
- Negocia las características operativas de la terminal con otras VT's

La operación de terminal virtual OSI está basada en un modelo objeto. para modelar las características o funciones de una terminal, el modelo utiliza los objetos abstractos siguientes:

- **Objetos de control:** representan aspectos físicos de los dispositivos como por ejemplo campanas o luces.
- **Objetos de despliegue:** representan atributos de despliegue como color, intensidad y destello.
- **Objetos de dispositivo:** representan dispositivos reales que se utilizan en la terminal como la pantalla y teclado. Son combinaciones de objetos de control y despliegue.

La agrupación de objetos de control, despliegue y dispositivos se llama perfil. Por ejemplo, un perfil sustenta un protocolo tipo TELNET entre aplicaciones y terminales.

Las comunicaciones se llevan a cabo en un área conceptual de comunicaciones (CCA) que tienen los perfiles seleccionados en la negociación. La siguiente figura ilustra este concepto:



En la medida que las dos entidades VT se comunican, el CCA debe conservar su consistencia desde la posición de la terminal y la aplicación. Para cumplir esta tarea la operación se da sobre una base de acceso a derechos y se negocia un modo de acceso al CCA. Se presentan dos tipos de modos:

- Modo sincrónico (Modo-S) que da un acceso por turno en una vía
- Modo asincrónico (Modo-A) que da un acceso simultáneo en dos vías

El modo-S utiliza la variable de acceso a escritura (WAVAR) la cual se asigna y reasigna entre los VT's en el transcurso de una sesión. El modo-A utiliza una inicialización de enlace de acceso a escritura (WACI) y un aceptador de enlace de acceso a escritura (WACA). La propiedad de cada WACI o WACA la tiene una de las VT's en toda la sesión. El modo-S y el modo-A utilizan los servicios de la capa de sesión y no pueden intercambiarse durante una sesión.

### TELNET

Ofrece las capacidades de terminal dentro de un ambiente Internet. Estas capacidades se manifiestan en la interacción entre programa cliente de usuario y un servidor remoto. Este servicio ofrece los siguientes atributos en un enlace TCP/IP:

- Un servicio de enlace binario
- Capacidades básicas de terminal virtual de red (NVT)

### Modo Binario

NVT TELNET no tiene las características para sustentar terminales de entrada de datos como la IBM 3270. Estos dispositivos utilizan típicamente modo binario y paso nativo de flujo (stream) de datos.

### **TELNET NVT**

TELNET NVT es un dispositivo bidireccional de caracteres formado por un teclado de entrada y una impresora o video de salida. Ofrece modos con orientación a línea o carácter y permite el intercambio dinámico entre procesamiento local y remoto de caracteres.

NVT define un conjunto de funciones básicas de control de pantalla que son típicas de los dispositivos de terminal asincrónicos pre-ANSI.

## **Multiplexores**

Los controladores de terminal se pueden dividir en dos clases generales:

- Multiplexores
- Concentradores

Un multiplexor (MUX) es un dispositivo de comunicaciones que acepta entradas procedentes de un conjunto de líneas con una secuencia estática y predeterminada, y genera salidas de datos en una sola línea de salida con la misma secuencia. Dado que cada ranura de tiempo de las salidas está dedicada a una línea específica de entrada, no es necesario transmitir los números de las líneas de entrada. La línea de salida deberá tener la misma capacidad de la suma de las capacidades de las líneas de entrada.

Para hacer las redes y las computadoras más accesibles a más usuarios, nacen dispositivos y conceptos para multiplexar y concentrar las comunicaciones. Los multiplexores proporcionan un medio de tomar múltiples entradas y proporcionar el compartir el medio entre N usuarios.

Las economías de escala juegan un papel muy importante en el sistema telefónico; por ejemplo, cuesta exactamente lo mismo el instalar y mantener un cable con un ancho de banda muy grande que un hilo con un ancho de banda pequeño, entre dos oficinas de conmutación (es decir, el costo proviene del hecho de cavar la zanja y no por el conductor de cobre). Por tal razón, las compañías de teléfonos han desarrollado programas muy elaborados para multiplexar varias conversaciones en un solo canal físico.

Estos programas de multiplexión pueden dividirse en dos categorías básicas:

- Multiplexores por división de frecuencia (*FDM*)
- Multiplexores por división de tiempo (*TDM*)

En los *FDM*, el espectro de frecuencia se divide entre los canales lógicos, donde cada uno de los usuarios posee una banda de frecuencia en exclusiva. Por otra parte en la *TDM*, los usuarios toman su turno (uno tras otro en círculo), durante el cual, cada uno, obtiene todo el ancho de banda por un corto tiempo.

La radiodifusión en AM nos permitirá ilustrar los dos tipos de multiplexión mencionados. El espectro asignado es de 1 Mhz, entre 500 y 1500 kHz aproximadamente. Distintas frecuencias se asignan a distintos canales lógicos (estaciones), cada uno de ellos funcionando en una parte del espectro, con una separación entre canales suficientemente grande para evitar que ocurran efectos de interferencia. Este sistema es un ejemplo de multiplexión por división de frecuencia. Además (en algunos países), las estaciones individuales tienen dos subcanales lógicos para música y anuncios. Estos dos subcanales se alternan en el tiempo, en la misma frecuencia, primero una ráfaga de música y después otra de anuncios, después más música, y así sucesivamente. Esta situación corresponde a la multiplexión

Los multiplexores proporcionan una capacidad de división fija, y no pueden crecer más allá del límite impuesto en el diseño. La capacidad de la línea de alta velocidad es igual a la suma de las líneas de baja velocidad conectadas a él. No se suministra un almacenamiento intermedio de señales, y el control de conmutación entre los diferentes canales se lleva a cabo por mecanismos de conmutador secuencial.

Dentro de la clasificación de multiplexores por división de tiempo, existen diferentes tipos, dos de los más utilizados son:

- Multiplexores por división de tiempo estadísticos (*STDM*)
- Multiplexores por división de tiempo T1

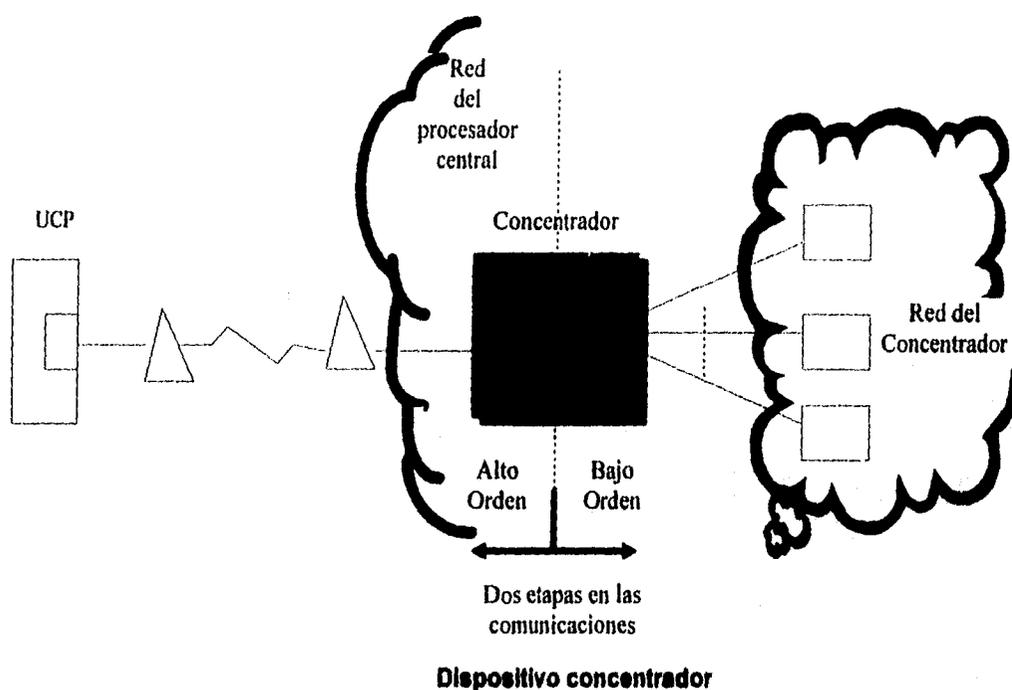
Los multiplexores por división de tiempo estadísticos son multiplexores por división de tiempo con un microprocesador integrado que proporciona un inteligente control de flujo de datos, colocando dinámicamente las ranuras de tiempo a los canales correspondientes a dispositivos de datos que tienen, en un instante de tiempo dado, información que enviar.

Los multiplexores tipo T1 son multiplexores por división de tiempo que aceptan información desde múltiples canales de voz, datos y video, combinándolos para su transmisión sobre una facilidad de comunicaciones T1.

## Concentradores

Entendemos por concentrador, un dispositivo inteligente, basado en un microprocesador, cuyo cometido principal es concentrar líneas de comunicaciones. Esta concentración conduce a economizar líneas, modems, adaptadores y puertos de conexión central. Su uso puede ser local o remoto.

Un concentrador, proporciona una forma de compartir de tipo adaptable del canal de comunicación. Proporciona almacenamiento y reexpedición de las transmisiones, permitiendo tomar más información de entrada de la que es capaz de procesar y enviar a la salida.



Desde el punto de vista del procesador central, el uso de concentradores reduce el trabajo de sondeo (*polling*) de éste, dado que, en lugar de invitar a transmitir a  $n$  terminales, sólo tiene que invitar a *un* concentrador, por lo que  $n-1$  secuencias de sondeo son evitadas. El tiempo correspondiente puede ser empleado entonces en el procesamiento de aplicaciones.

El concentrador realiza el sondeo de sus terminales en forma totalmente independiente y asíncrona de las transmisiones del procesador central.

Entre las funciones comúnmente realizadas por un concentrador, se destacan:

- sondeo (*polling*) de terminales
- conversión de protocolos
- conversión de códigos
- elaboración de formatos de mensajes
- recolección local de datos como respaldo
- conversión de velocidades
- compactación de datos
- control de errores
- reingreso automático de los datos capturados
- diagnósticos.

En general son inteligentes, de programación fija y de capacidad de almacenamiento limitada.

### **Procedimientos de control**

El componente final de las comunicaciones de red son los procedimientos de control. Estos proporcionan los servicios necesarios para que los dispositivos remotos usen los componentes de la red de comunicaciones y se pueda realizar la comunicación entre ambos. Estos procedimientos de control proporcionan detección y corrección de errores, control del flujo de datos y sincronización.

La comunicación entre una computadora fuente y otra destino ocurre por la interacción de dos máquinas a través de sus unidades de interfaz -tarjetas adaptadoras de red- sobre una estructurada serie de operaciones a las que se denomina protocolo.

# CAPÍTULO 5

## Aspectos Básicos de Medios de Transmisión

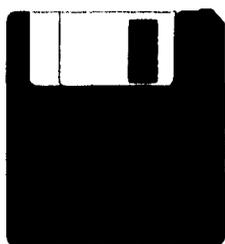
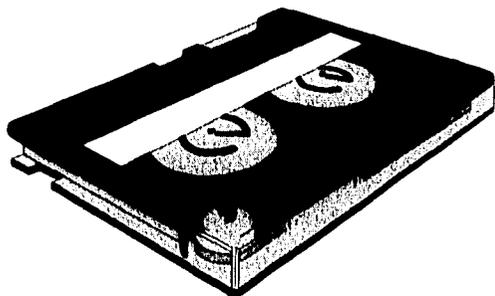
**E**l propósito de la capa física consiste en transportar el flujo original de bits de una máquina a otra. Normalmente, se utilizan varios medios físicos para realizar una transmisión.

La selección correcta del tipo de medio de transmisión a utilizar, tanto en la selección previa como en la instalación final de una red, supondrán un elevado factor en el éxito o fracaso de su funcionalidad.

Una incorrecta selección de un determinado medio de transmisión, puede determinar que éste no sea capaz de soportar las tasas de transferencia de información requeridas, o pueda producir demasiados errores de transmisión debido al ruido que pueda captar, haciendo no viable la transmisión.

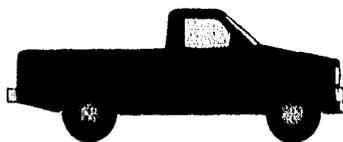
Hablamos de que la velocidad de transmisión va a depender del equipo utilizado, así como de los medios de transmisión. A continuación se dan los distintos medios de transmisión que comúnmente se utilizan contando entre ellos los distintos tipos de cables, con sus características.

## Medios magnéticos



Una de las formas más comunes para el transporte de datos, de un computadora a otro, consiste en grabar dicha información sobre una cinta magnética o en discos flexibles, y transportar físicamente la cinta o los discos hasta la máquina destino, para que después ésta pueda leer la información. Este método, aunque no tan sofisticado como aquellos en los que se utilizan satélites de comunicación geosíncronos<sup>1</sup>, es bastante efectivo en costo, en especial en los casos en los que se necesitan anchos de banda grandes o en donde el costo por bit transportado representa un factor clave.

Mediante un simple cálculo puede clarificarse este punto. Una cinta magnética de 6,250 *bpi* (*bits por pulgada*), que es un patrón industrial, puede almacenar 180 *megabytes*. Una camioneta o camión ligero llega a transportar, con facilidad, 200 cintas a la vez. Supóngase que las máquinas fuente y destino se encuentran separadas por una distancia que se recorre en una hora de conducción aproximadamente. La velocidad efectiva de transmisión entre estas dos máquinas es por consiguiente de 288,000 *megabits* en 3,600 segundos, o sea 80 Mbps. Ninguna red de área extendida cae dentro del orden de magnitud de este ancho de banda, y muy pocas redes locales pueden llegar a igualarlo. Para un banco, por ejemplo, con la tarea de mover diariamente datos del orden de gigaoctetos hacia otra máquina de respaldo (con objeto de que el banco pueda continuar su funcionamiento normal aun cuando la máquina central se caiga), es probable que no exista ninguna otra tecnología de transmisión que pueda acercarse a la de cinta magnética en efectividad de funcionamiento y costo.



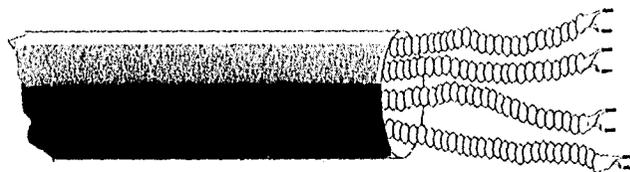
<sup>1</sup> Satélite artificial de la tierra cuyo período de revolución es igual a la rotación de ésta.

## Cable par trenzado

Aunque las características del ancho de banda de una cinta magnética sean excelentes, las características de retardo son muy malas; su tiempo de transmisión se mide en minutos u horas, y no en milisegundos. En muchas aplicaciones resulta necesario tener una conexión en línea. El medio de transmisión más antiguo, y todavía utilizado, es el par trenzado.

El par trenzado, está formado por dos alambres de cobre que se encuentran aislados, por lo general de 1 mm. de espesor y trenzados. El par trenzado está protegido por una capa exterior aislada llamada "Jacket".

El cable de par trenzado es el cable que se utiliza normalmente en las instalaciones telefónicas, sea para conectar teléfonos, telex u otros dispositivos.



La versión más común del cable par-trenzado es el alambre telefónico standard

Un cable par trenzado está formado por un par de hilos conductores aislados entre sí y del medio exterior, y que como su propio nombre indica se trenzan con la finalidad de que se separen físicamente, y lo que es más importante, para conseguir una impedancia característica bien definida. El grosor de los hilos varía, al igual que el número de vueltas (o trenzado) por pulgada. El trenzado mantiene estable las propiedades eléctricas en toda la longitud del cable y reduce las interferencias creadas por los hilos adyacentes en los cables compuestos por varios pares. (Dos cables paralelos constituyen una antena simple, en tanto que un par trenzado no). Es importante que los cables tengan una impedancia característica bien definida para asegurar una propagación uniforme de las señales de alta velocidad a lo largo del cable.

Asimismo es importante garantizar que la impedancia de los equipos que se conectan a la línea sea la adecuada, de modo que pueda transferirse la máxima potencia a ésta. Cuando se conoce la impedancia característica de una línea con cierta precisión, es posible diseñar una terminación adecuada para ésta, de modo que se evite la reflexión de las señales transmitidas, lo que puede dar lugar a errores en transmisión

Como ya mencionamos una de las aplicaciones más comunes del par trenzado es en el sistema telefónico; casi todos los teléfonos están conectados a la oficina de la compañía telefónica a través de un par trenzado. La distancia que se puede recorrer con estos cables es de varios kilómetros, sin necesidad de amplificar las señales, pero sí es necesario incluir repetidores en distancias más largas. Cuando hay muchos pares trenzados colocados paralelamente que corren distancias considerables, como podría ser el caso de los cables de un edificio de departamentos que se dirigen a la oficina de teléfonos, éstos se agrupan y se cubren con una malla protectora. Los pares dentro de estos agrupamientos podrían sufrir interferencias mutuas si no estuvieran trenzados. En algunos lugares del mundo en donde las líneas telefónicas se instalan en la parte alta de los postes, se observan frecuentemente dichos agrupamientos, como cables con diámetros de varios centímetros.

Los pares trenzados se pueden utilizar tanto para transmisión analógica como digital, y su ancho de banda depende del calibre del alambre y de la distancia que recorre; en muchos casos pueden obtenerse transmisiones de varios megabits/s, en distancias de pocos kilómetros. Debido a su adecuado comportamiento y bajo costo, los pares trenzados se utilizan ampliamente y es probable que su presencia permanezca por muchos años.

Dicho de otra forma, los pares trenzados pueden utilizarse para la transmisión de datos en banda base a velocidades de varios Mbits/s a distancias de 1 km. o más, pero a medida que la velocidad de transmisión aumente la distancia máxima admisible disminuye.

El cable par trenzado no blindado UTP ( *Unshielded Twisted Pair*) esta siendo utilizado por *Ethernet 10 BASE T*, *ARCnet*, *Token Ring*, *Apple Talk* y otras redes.

**Ventajas del cable par trenzado:**

- **Bajo costo**
- **Fácil de instalar.**
- **Permite ser configurado en diferentes topologías, como lo son la topología en bus o topología en estrella (*Ethernet 10BASET*).**
- **El mismo tipo de cable puede soportar diferentes tipos de redes así como sistemas de comunicaciones de voz y datos.**

**Desventajas del cable:**

- **Mayor sensibilidad al ruido que el cable coaxial o el par trenzado blindado.**
- **No soporta grandes velocidades de transmisión de datos.**
- **Distancias más limitadas.**

## **Cable de par trenzado blindado**

Si son necesarios varios pares de cables, es frecuente agruparlos en un único cable de pares con un blindaje global externo para reducir el efecto de las interferencias debidas a fuentes externas, como cables de alta tensión o tubos fluorescentes.

El uso de pares trenzados blindados individualmente en el interior de un cable de pares constituye uno de los mejores métodos para evitar el acoplamiento de señales eléctricas. También se consigue una buena reducción cambiando el paso de rosca con el que se trenza cada par.

Estos cables son muy caros y difíciles de instalar debido a su baja flexibilidad.

Las ventajas del cable de par trenzado blindado son:

- Menor sensibilidad al ruido que los cables de par trenzado sin blindar.
- Soporta velocidades de transmisión de datos más elevadas.
- Es relativamente más fácil de trabajar que el cable coaxial.

Sus desventajas incluyen:

- Cable caro.
- Cable difícil y caro de instalar.

## Cable Coaxial

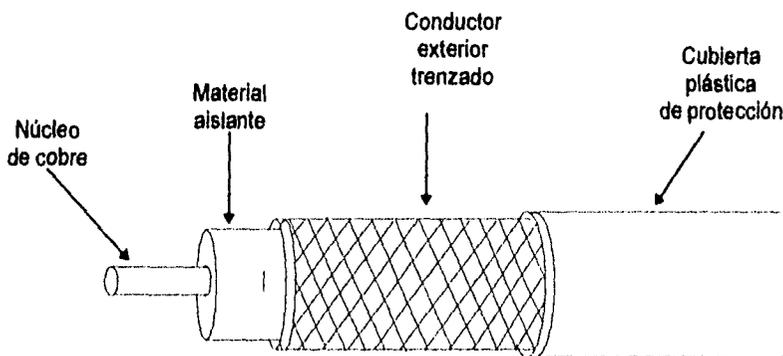
Las señales eléctricas de alta frecuencia circulan por la superficie exterior de los conductores, por lo que los pares trenzados y los cables de pares resultan ineficientes. El efecto de las corrientes de superficie se traduce en que la atenuación se incrementa con la raíz cuadrada de la distancia.

Los cables coaxiales están formados por dos conductores, uno interior y otro exterior, que puede ser una malla trenzada o un conductor sólido, separados por una capa de dieléctrico, como polietileno.

Para entenderlo un poco más lo aclararemos con un dibujo, explicando que el cable coaxial (mejor conocido con el término de "coax"), es un medio típico de transmisión. Hay dos tipos de cable coaxial que se utilizan con frecuencia, uno de ellos es el cable de 50 ohms, que se utiliza en la transmisión digital; en tanto que el otro tipo, el cable de 75 ohms, se emplea en la transmisión analógica.

Para entender mejor la forma de un cable coaxial, lo haremos explicando sus partes basadas en un esquema que se presenta a continuación.

El cable coaxial consta de un alambre de cobre duro en su parte central, es decir, que constituye el núcleo, el cual se encuentra rodeado por material aislante. Este material aislante está rodeado por un conductor cilíndrico que frecuentemente se presenta como una malla de tejido trenzado. El conductor externo está cubierto por una capa de plástico protector. En la siguiente figura se muestra un corte del cable coaxial.



**Cable coaxial**

Los cables coaxiales llevan muchos años utilizándose como transporte de datos. El cable coaxial proporciona un medio flexible y no muy caro, que es utilizable en

numerosas aplicaciones y entornos. Se utiliza para la transmisión de datos a alta velocidad a distancias de varios kilómetros.

Existen dos tipos de cable coaxial:

- El cable de banda base y
- El cable de banda ancha.

Las señales eléctricas en banda base se pueden transmitir por medio de cables coaxiales a velocidades de hasta 10 Mbits/s a distancias de hasta 1 km. En banda ancha, las señales se modulan sobre una onda portadora sinusoidal. Pueden transmitirse muchas señales simultáneas utilizando varias frecuencias portadoras suficientemente separadas entre sí como para prevenir efectos de intermodulación.

Banda base y banda ancha tienen importantes diferencias en el modo de uso. El cable coaxial de banda ancha opera sobre una serie de canales sin relación. A cada canal se le asigna una frecuencia y puede operar totalmente independiente de los otros. Todos los dispositivos son conectados al mismo cable y operan con sus propios protocolos sin preocuparse de cualquier petición de los otros. Los canales se codifican por sí mismos cuando entran y son extraídos en el receptor utilizando mecanismos de multiplexación por división de frecuencia.

Los sistemas de banda ancha se utilizan principalmente en aplicaciones punto a punto, en los cuales los dispositivos similares utilizan el mismo medio físico.

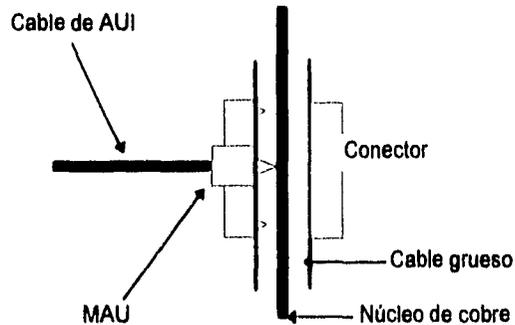
La banda base utiliza las técnicas denominadas CSMA, de detección de colisión para acceder el medio físico. Todos los dispositivos de la red usan los mismos protocolos para acceder y utilizar el medio físico. La transmisión se realiza por modulación de fase, frecuencia o amplitud y todos en la red la reconocen.

La construcción del cable coaxial produce una buena combinación de un gran ancho de banda y una excelente inmunidad al ruido. El ancho de banda que se puede obtener depende de la longitud del cable; para cables de 1 km., por ejemplo, es factible obtener velocidades de datos de hasta 10 Mbps, y en cables de longitudes menores, es posible obtener velocidades superiores. Se pueden utilizar cables con mayor longitud, pero se obtienen velocidades más bajas. Los cables coaxiales se emplean ampliamente en redes de área local y para transmisiones de larga distancia del sistema telefónico.

Existen dos formas de conectar computadoras a un cable coaxial; la primera consiste en cortar con mucho cuidado el cable en dos partes e insertar una unión en T, que es un conector que reconecta el cable pero, al mismo tiempo, provee una tercera conexión hacia la computadora. La segunda forma de conexión se

obtiene utilizando un conector tipo vampiro, que es un orificio, con un diámetro y profundidad muy precisas, que se perfora en el cable y que termina en el núcleo del mismo. En este orificio se atornilla un conector especial que lleva a cabo la misma función de la unión en T, pero sin la necesidad de cortar el cable en dos.

Existe mucha discusión sobre las ventajas y desventajas de estas dos técnicas de conexión. El hecho de incluir una unión en T implica realizar un corte en el cable, lo cual significa desconectar la red por algunos minutos. Para una red de gran producción, en la que constantemente se conectan nuevos usuarios, el hecho de parar el funcionamiento de la red, aun por unos cuantos minutos, puede ser un acto indeseable. Además, cuanto más conectores haya en el cable, existe una mayor probabilidad de que alguno de ellos tenga una mala conexión y ocasione problemas de cuando en cuando. Los conectores tipo vampiro no presentan este tipo de problemas, pero deben ser instalados con mucho cuidado. Si el orificio se hace demasiado profundo, puede llegar a romper el núcleo y producir dos partes sin conexión alguna. Si la profundidad del orificio no es suficiente, se pueden obtener errores intermitentes en la conexión. Los cables que se utilizan con la conexión tipo vampiro son más gruesos y de mayor precio que los utilizados con la unión T.



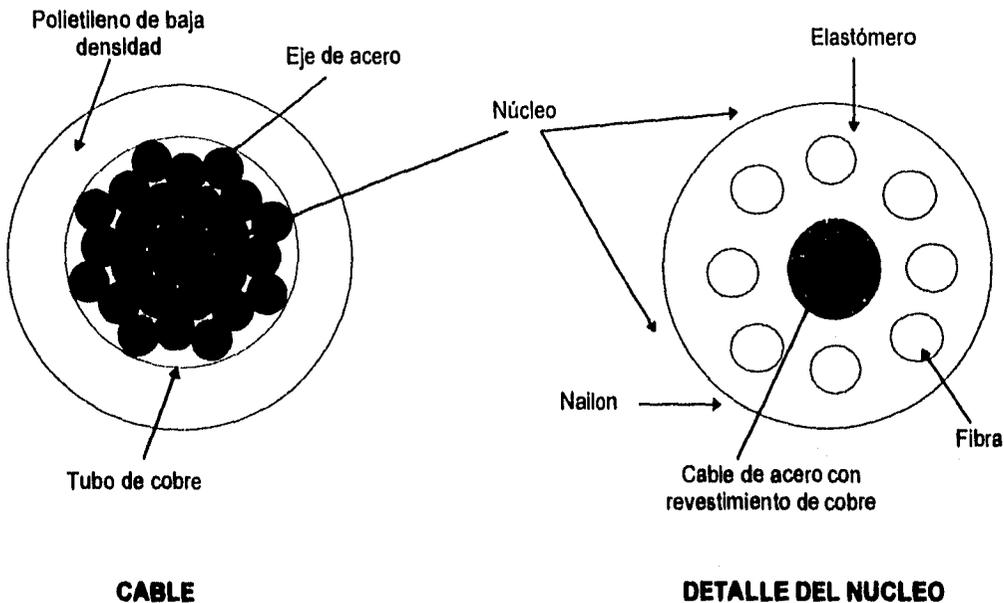
**Ejemplo de un conector tipo vampiro conectado al cable coaxial  
(MAU: Unidad de Acoplamiento al Medio Físico)**

## Fibra óptica

Los recientes desarrollos en la tecnología óptica han hecho posible transmitir datos por medio de pulsos de luz. Un pulso de luz puede usarse para señalar un bit 1; la ausencia de un pulso señala un bit 0. La luz visible tiene una frecuencia de alrededor de 1,000,000,000 MHz, siendo el ancho de banda de una transmisión óptica potencialmente enorme.

Un sistema de transmisión óptica tiene tres componentes:

- El medio de transmisión,
- la fuente de luz y
- el detector.



Sección de un cable de fibra óptica

El medio de transmisión es una fibra de vidrio ultrafina. La fuente de luz es un diodo emisor de luz *-LED-* o un diodo láser, los cuales emiten un pulso de luz cuando se les aplica una corriente eléctrica. El detector es un fotodiodo que genera una corriente eléctrica cuando un pulso de luz incide sobre él. Conectando un *LED* o un diodo láser en un extremo de la fibra óptica y un fotodiodo en el otro, tenemos un sistema de transmisión de datos unidireccional que acepta corrientes eléctricas, las convierte y transmite por medio de pulsos de luz y reconvierte a una señal eléctrica a la salida.

El cable de fibra óptica es un medio de transmisión que se está comenzando a usar en redes locales. Las señales luminosas se transmiten a través de un cable (guía de ondas) compuesto por fibras de vidrio. Cada filamento tiene un núcleo central de fibra con un alto índice de refracción, rodeado de una capa de material similar con un índice de refracción ligeramente menor. El revestimiento aísla las fibras y evita que se produzcan interferencias entre filamentos adyacentes, al mismo tiempo que proporciona protección al núcleo. Todo el conjunto suele estar protegido por otras capas que no tienen más función que la de proteger dichos filamentos.

Los núcleos de los cables de fibra óptica pueden ser de vidrio o plástico (polímero). La fibra óptica con núcleo de plástico es más flexible, se puede doblar mejor y los conectores pueden adaptarse mejor sin necesidad de pulir los extremos o de utilizar resinas epóxicas.

La fibra óptica de plástico tiene mayor diámetro en el núcleo, lo que hace a los conectores menos sensibles a los errores de alineamiento y da lugar a unas pérdidas de acoplamiento menores.

La fibra óptica con núcleo de vidrio es actualmente la elección natural para los enlaces de datos de alta velocidad distancia grande y mediana.

Los cables de fibra óptica ofrecen muchas ventajas frente a los cables eléctricos para transmitir datos:

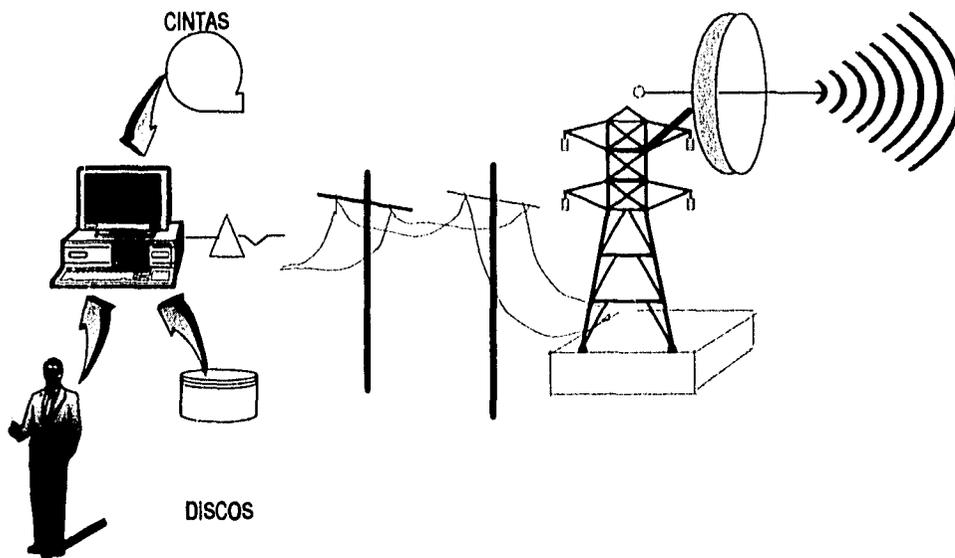
- **Mayor velocidad de transmisión.**
- **Mayor capacidad de transmisión.**
- **Inmunidad total ante las interferencias electromagnéticas.**
- **Los costos de instalación y mantenimiento para grandes y medias distancias son menores que los que se derivan de las instalaciones de cables eléctricos.**
- **Permite mayores distancias que las requeridas por el cable de cobre.**
- **La fibra óptica es el medio de transmisión ideal donde se necesita mucha seguridad, puesto que es prácticamente imposible de intervenir.**

## Microondas

En un sistema de microondas se usa el espacio aéreo como medio físico de transmisión.

La información se transmite en forma digital a través de ondas de radio de muy corta longitud (unos pocos centímetros). Pueden direccionarse múltiples canales a múltiples estaciones dentro de un enlace dado, o pueden establecerse enlaces punto a punto.

Las estaciones consisten de una antena tipo plato y de circuitos que interconectan la antena con la terminal del usuario.



**Microondas para largas distancias**

Cuando el sistema de microondas pertenece a la compañía de teléfonos, parte de la red telefónica por cables interviene en el circuito.

Dependiendo del país y de su legislación, a veces es necesario obtener una licencia especial para uso privado y esto puede constituirse en un contratiempo. También puede decirse que por el momento, los componentes resultan bastante costosos y no están disponibles fácilmente.

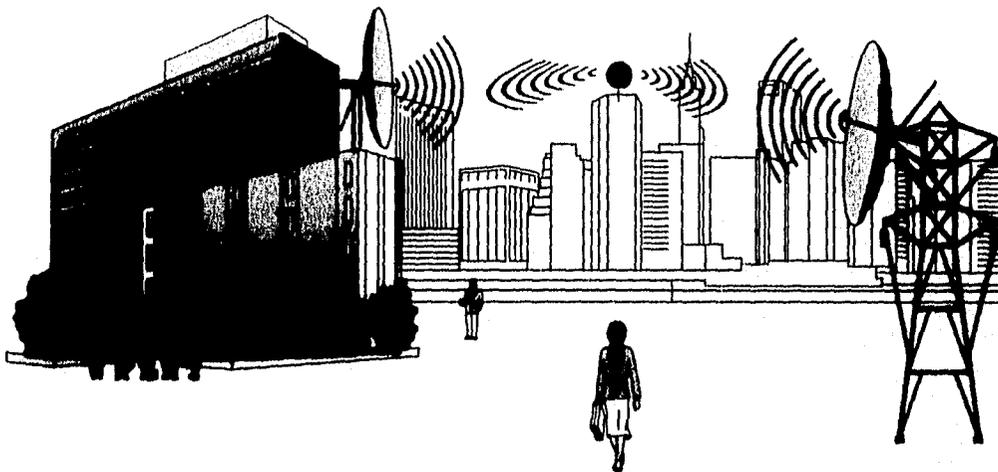
La transmisión es en línea recta (lo que está a la vista) y por lo tanto se ve afectada por accidentes geográficos, edificios, bosques, mal tiempo, etc. El alcance promedio es de 40 Km., en la Tierra.

Una de las ventajas importantes es la capacidad de poder transportar miles de canales de voz a grandes distancias a través de repetidoras, a la vez que permite la transmisión de datos en su forma natural.

Tres son las formas más comunes de utilización en redes de procesamiento de datos:

- redes entre ciudades, usando la red telefónica (en muchos países latinoamericanos está basada en microondas) con antenas repetidoras terrestres;
- redes metropolitanas privadas y para aplicaciones específicas;
- redes de largo alcance con satélites.

Para redes intra ciudades, se instalan antenas para un grupo de dispositivos en los puntos altos de las mismas: edificios, cerros, etc.



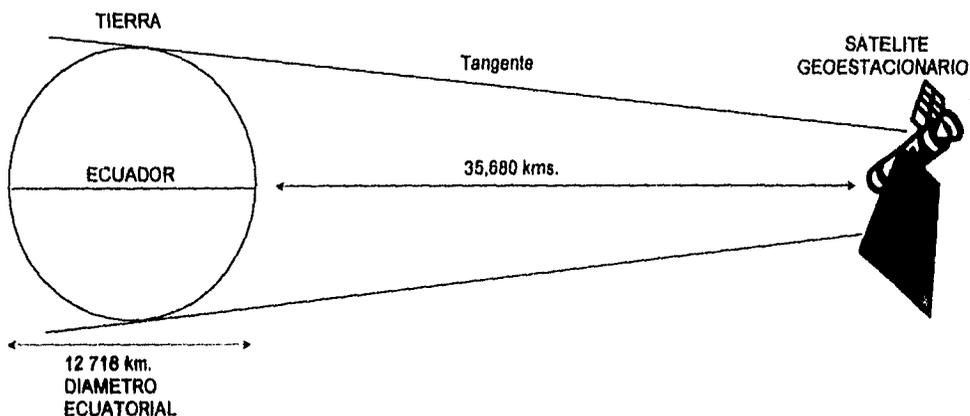
**Red metropolitana**

## Satélite

Muy amplia es actualmente la difusión del uso de satélites en redes de procesamiento de datos.

El satélite de comunicaciones es un dispositivo que actúa principalmente como "reflector" de las emisiones terrenas. Podríamos decir, que es la extensión al espacio del concepto de "torre de microondas". Al igual que éstas, los satélites "reflejan" un haz de microondas que transporta información codificada. Realmente, la función de "reflexión" se compone de un receptor y un emisor, que operan a diferentes frecuencias: recibe a 6 GHz y envía (refleja) a 4 GHz, por ejemplo.

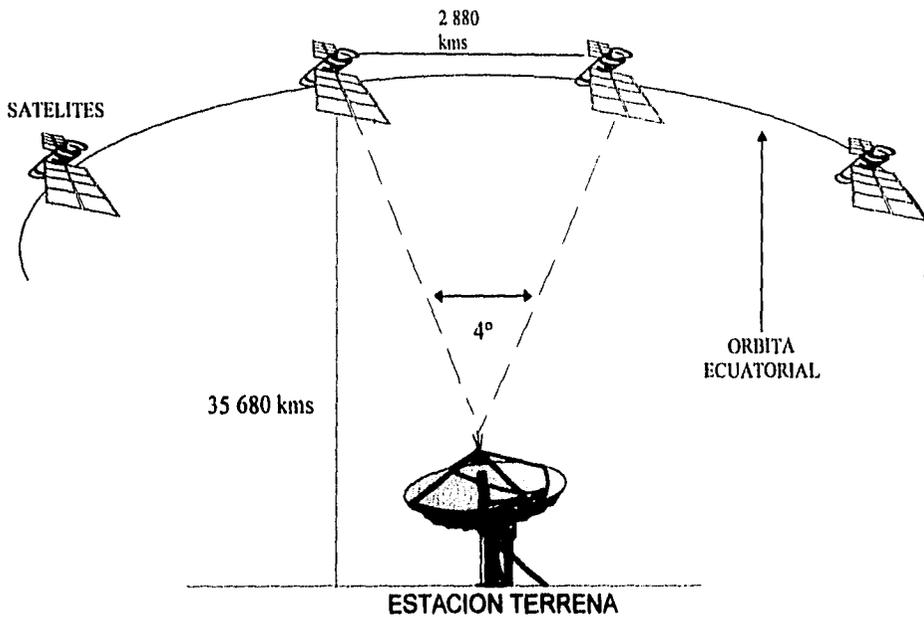
Físicamente, los satélites giran alrededor de la Tierra en forma sincronizada con ésta a una altura de 35,680 km., en un arco directamente ubicado sobre el ecuador. Esta es la distancia requerida para que un satélite gire alrededor de la Tierra en 24 horas, coincidiendo entonces con la vuelta completa de un punto en el ecuador. Esta es la característica que en definitiva determina el objetivo geoestacionario que tienen los satélites de comunicaciones.



Posición de un satélite con respecto a la tierra

Algo menos de la mitad del globo queda en "el cono de mira" de un satélite, con lo cual, es obvia la importancia del alcance que tienen cada uno de estos dispositivos. Como ejemplo digamos que un solo satélite ubicado sobre el ecuador en cualquier punto latinoamericano, actuaría como una altísima torre de microondas que permitiría interconectar todo el continente. Muchos satélites en los Estados Unidos usan la misma frecuencia que las torres terrenas de microondas, que operan en la línea de la vista.

El espaciamiento o separación entre dos satélites de comunicaciones, es de 2,880 kms equivalente a un ángulo de 4 grados, visto desde la Tierra. La consecuencia inmediata es que el número de satélites posibles a conectar de esta forma es finito (y bastante reducido aunque tal vez suficiente si se saben aprovechar).



**Separación entre satélites de comunicaciones**

**Estaciones terrenas.** Las estaciones del pasado (comienzo de los 70s) usaban una antena plato de más de 10 metros de diámetro. Sin embargo la reducción también llegó a estos dispositivos y actualmente una antena "pequeña" tiene unos 5 metros de diámetro. Pero la reducción no se detuvo en ese punto y hoy existen **MICROESTACIONES TERRENAS** para comunicaciones vía satélite, con una antena de 60 cms de diámetro y unos 7 kg. de peso, que obviamente abarata costo y facilitan su instalación y mantenimiento.

### **Redes digitales de servicios integrados** (ISDN: *Integrated Services Digital Networks*)

Nacidas de la evolución de las redes telefónicas, las "ISDNs" se proyectan como la siguiente etapa inevitable en la historia de las redes de comunicación (de voz, datos y demás). Las redes de servicios integrados están recibiendo un gran empuje en su desarrollo, tendiente a su estandarización, a partir de los trabajos del Grupo de Estudio XVIII del CCITT. Se desea brindar al usuario de ISDN, el gran beneficio de poder acceder a múltiples servicios a través de un único punto de interconexión, integrado y estandarizado.

El principal objetivo de las redes integradas es frenar la evolución separada de las redes de voz y datos, y, utilizando la ventaja de los avances logrados en transmisión digital, señalización y conmutación, proveer a los usuarios de un punto de interconexión universal a una red universal.

Desde el punto de vista del usuario, podemos imaginar un simple enchufe y anchos de banda diferentes, de acuerdo con nuestras necesidades. Se han propuesto aplicaciones de todo tipo, con velocidades de transmisión que varían desde 300 bps a 100 Mbps.

El teletexto es un servicio de telegrafía basado en una terminal, diseñado por comunicaciones sobre la red telefónica pública. Orientado a la transferencia de correspondencia, combina algunas funciones de edición con transmisión. Una velocidad adecuada para este servicio, se afirma que puede ser de 2.4 Kbps.

El Videotexto es un servicio interactivo, con transmisión de textos y gráficas hacia un receptor de TV del usuario, permitiéndole a éste tener cierto control sobre los datos que observa.

# CAPÍTULO 6

## Aspectos Básicos en Dispositivos de Interconexión

Los dispositivos usados para la interconexión dependen del grado de compatibilidad entre las redes. El modelo OSI<sup>1</sup>, introducido en uno de los capítulos anteriores, nos ayuda a ilustrar como son hechas estas conexiones.

Cuando dos redes están siendo conectadas, las conexiones se hacen en el primer nivel OSI idéntico. Por ejemplo, si los niveles 1 y 2 del modelo OSI sobre las redes son diferentes, pero del nivel 3 hacia arriba son los mismos, la conexión se hace en el nivel 3 por tener niveles de conversación idénticos cada uno con el otro dentro del dispositivo conectado. Es decir, una red, como cualquier otra computadora aislada, puede comunicarse con otras computadoras o redes de computadoras por medio de un dispositivo de interconexión que depende del tipo de computadora o red que se esté interconectando.

Existen varios tipos de dispositivos que es importante conocer:

Los cuatro dispositivos básicos para conectar redes localmente (en oposición a remotamente, lo cual representa otro concepto) son:

---

<sup>1</sup> OSI: Open System Interconnect. Interconexión de sistemas abiertos

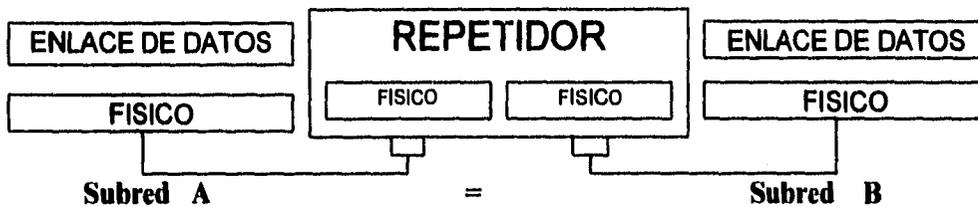
- Repetidores
- Puentes
- Ruteadores y
- Puertos de acceso.

## Repetidores

De los cuatro dispositivos, los repetidores son los más simples.

Los repetidores son simplemente dispositivos que amplifican y reconfiguran la forma de la señal en una red y la pasan a otra. Los repetidores son usados para prolongar las distancias de cable de una red de área local.

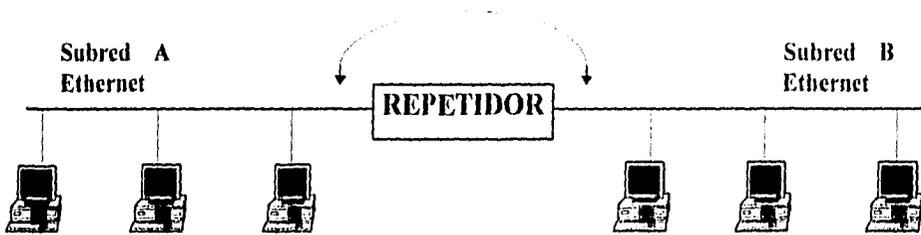
Conectan redes idénticas al nivel más bajo de *hardware*: por ejemplo, *Ethernet* a *Ethernet*, *Token Ring* a *Token Ring*, etc..



El repetidor conecta dos cables de dos redes iguales, esto se puede ver como una conexión en la capa física del modelo OSI.

Ya que los repetidores extienden la distancia de una red, si se está usando una red de área local *Ethernet* pero se necesita ir más lejos de lo acostumbrado, se puede instalar un repetidor para alcanzar la distancia agregada. Cuando un repetidor se instala, se crea una ruptura física en el cable. La señal es recibida en un lado del repetidor, regenerada, y pasada a la siguiente sección del cable.

Un repetidor no detiene el flujo del tráfico en la red, pero toma cualquier cosa de un lado y lo pasa al otro lado. El propósito es compensar cualquier degradación en la calidad de la señal que pudiera haber ocurrido antes de que el repetidor sea usado.



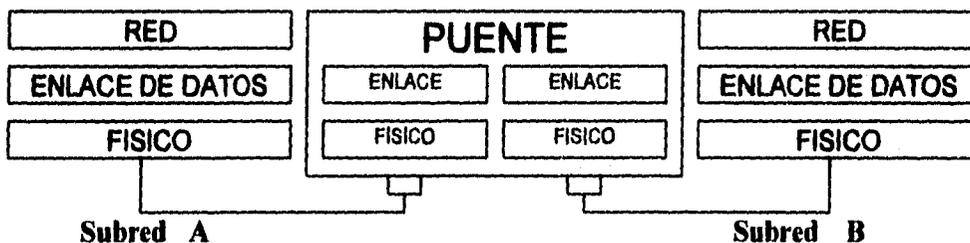
Un repetidor sirve para extender un segmento de red

A causa de que los repetidores simplemente repiten las señales y no proporcionan ningún tipo de capacidad de filtrado de los paquetes de datos, todo el tráfico en todas las redes conectadas por uno o más repetidores se propaga a todos los otros, lo cual puede tener un efecto muy negativo en el óptimo funcionamiento de la red.

En resumen podemos decir que algunas de las características básicas de un repetidor consisten simplemente en reexpedir bits de una red hacia otra, haciendo que las dos se vean lógicamente como una sola red. Los repetidores son poco inteligentes (no contienen *software*), sólo retransmiten lo que reciben, permiten extender las redes, tienen una entrada y una salida o una entrada y varias salidas, pueden utilizarse con los medios de transmisión de fibra óptica, cable coaxial y par trenzado entre otros y por último éstos sólo operan a nivel físico.

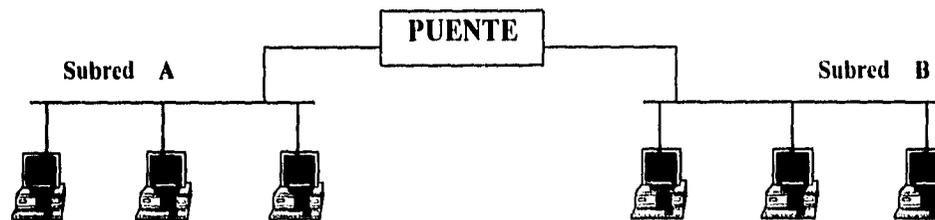
## Puentes

Como los repetidores, los puentes conectan redes en el nivel de *hardware*. Mientras que los repetidores conectan las redes al nivel físico más bajo, los puentes conectan al nivel de *hardware* más alto, el cual recibe el nombre de nivel **MAC**<sup>2</sup>. El **MAC** es una subdivisión del nivel de *hardware*.



<sup>2</sup> MAC: Media Access Control; Control de Acceso al Medio.

En general los puentes son específicos del *hardware*: *Ethernet* a *Ethernet*, *Token Ring* a *Token Ring*, etc. Por ejemplo, un puente *Ethernet* permitirá a dos o más redes *Ethernet* ser conectadas e interoperar juntas, sin depender de los protocolos o sistemas operativos de red que estén siendo usados.



Teóricamente, los puentes pueden usarse para conectar cualquier red que respete el estándar *IEEE 802*<sup>3</sup>; en la práctica ha sido muy difícil implementar puentes entre *Ethernet* y *Token Ring*, a causa de las diferencias entre los dos estándares.

Los puentes utilizan tablas de ruteo para determinar qué tráfico reexpedir a otros dispositivos a través del puente. Esto significa que el tráfico local permanece local, mientras que el tráfico entre-redes puede atravesar el puente. El tráfico local en una red no afectará el funcionamiento en otra red que utilice un puente.

Para un correcto funcionamiento, un puente debe conocer las direcciones de todos los dispositivos a los cuales expedir paquetes. Con los primeros puentes, el administrador de la red tenía que construir manualmente una tabla de rutas para decirle al puente qué direcciones había y en qué lado del puente. La mayoría de los puentes actuales son puentes que construyen por ellos mismos sus propias tablas de rutas.

La funcionalidad de un puente se mide normalmente de dos maneras: por el número de paquetes que puede filtrar o examinar y por el número de paquetes que puede reexpedir o pasar a otra red.

La medida de filtraje en productos actuales está entre los 2,000 y 25,000 paquetes por segundo, mientras que la medida de paquetes que se reexpiden está entre 1,500 y 15,000 paquetes por segundo.

Los puentes pueden ser aparatos independientes de la computadora, o un *hardware* y *software* instalado en una computadora, tal como una *PC*.

<sup>3</sup> *IEEE 802*: Serie de estándares para redes de área local.

Cuando se usan inteligentemente, los puentes pueden incrementar el funcionamiento medio de una red. Si dividimos una gran red, en redes más pequeñas conectadas con puentes, las transmisiones locales se quedarán en el área local, y sólo el tráfico dirigido a otra red necesitará atravesar el puente. Así, el tráfico medio de la red se verá reducido.

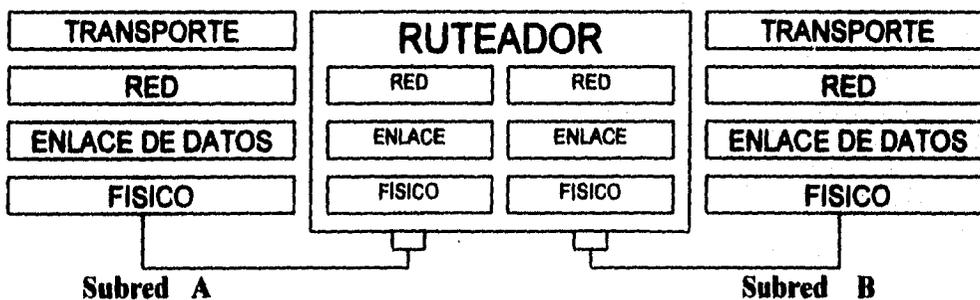
No obstante, si un puente fuera mal usado, se podrían producir importantes cuellos de botella en la red, impidiendo el flujo de datos.

En resumen, un puente puede servir para conectar dos redes en la capa de enlace de datos. Este planteamiento es útil, por ejemplo, cuando las redes tienen diferentes capas de enlace y la misma capa de red. Los puentes son inteligentes (están diseñados con *software*), y pueden programarse para copiar tramas en forma selectiva y hacer los cambios necesarios mientras están realizando esa tarea.

### Ruteadores o encaminadores.

Los ruteadores son dispositivos de interconexión de redes conceptualmente similares a los puentes, solo que actúan a nivel de la capa de red (capa 3 de OSI). Es decir, los ruteadores operan al nivel de protocolo, y son por lo tanto independientes del *hardware*. En lugar de reexpedir paquetes, los ruteadores reexpiden los datos en los paquetes.

Su funcionamiento está basado en sus tablas de ruteo, donde se encuentran identificadas otras redes, las trayectorias para llegar a ellas y la eficiencia relativa de las trayectorias.

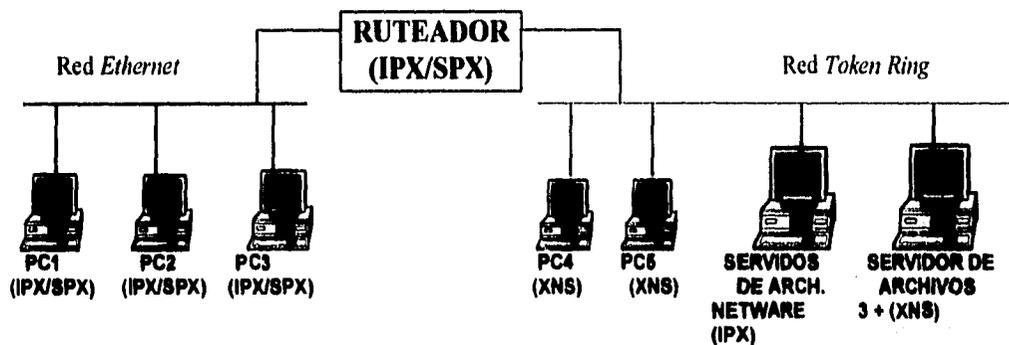


Los ruteadores no usan las tablas para encontrar la dirección específica de un dispositivo en otra red, como lo hacen los puentes, sino para seleccionar la mejor ruta para cada paquete.

El ruteador recibe únicamente paquetes direccionados a él ya sea desde una estación final (dirección fuente) o desde otro ruteador.

Basado en la dirección de red del destino final contenido en la tabla, determina a cual red enviar el próximo paquete ocurriendo el proceso de ruteo de "salto en salto"

Los ruteadores son específicos de los protocolos: un ruteador debe saber el /los protocolos usados por los datos que están siendo reexpedidos.



Un ruteador que sólo conozca los protocolos IPX/SPX no reexpedirá datos XNS, mientras que un ruteador que sólo conozca XNS no reexpedirá datos IPX/SPX.

Ya que los ruteadores operan al nivel de protocolo, pueden usarse para conectar redes no similares, tales como *ARCnet* y *Ethernet*, *Ethernet* y *Token Ring*, etc.

Al igual que los puentes, los ruteadores sólo reexpiden el tráfico dirigido al otro lado. Esto significa que el tráfico local en una red no afectará el funcionamiento de la otra. De la misma manera que los puentes, los ruteadores pueden ser dispositivos aislados o un conjunto de *hardware* y *software*, para una computadora como una PC.

Los ruteadores son muy útiles para interconectar redes similares y no similares, así como para limitar el tráfico medio de una red.

## **Puertos de acceso o pasarelas**

Los puertos de acceso operan al nivel de red. Esto les proporciona más flexibilidad, al poder interpretar y traducir direcciones entre redes distintas, pero también trabaja mucho más lentamente.

Los puertos de acceso son usados principalmente en redes de área amplia (WAN), donde no se espera que nadie utilice más de 10,000 paquetes por segundo, uno de los requerimientos importantes para un puente en una red de área local.

Tienen por función permitir que una red se enlace con otras computadoras mayores, una minicomputadora o un equipo central. Ofrecen comunicación de velocidad media baja con un equipo central desde una red. Los usuarios de la red pueden correr *software* que luce, se siente y actúa como el *software* del equipo central y obtiene acceso a los datos almacenados en éste. El puerto de acceso consta de un adaptador inserto en una estación de trabajo de la red y conectado al sistema anfitrión a través de un cable directo o de un enlace de modems.

Se emplean para conectarse a una red que no utiliza, de ninguna manera, el modelo OSI. En la mayoría de los casos la conexión se tendrá que hacer en la capa de aplicación.

# CAPÍTULO 7

## SISTEMAS DE ADMINISTRACION DE RED Y TCP / IP

**P**ara iniciar este capítulo, a manera de introducción, daremos un vistazo a uno de los modelos más populares actualmente, ya que éste es el que se está adoptando en muchos de los sistemas administradores de red.

### **Modelo Cliente-Servidor**

El modelo cliente-servidor es un modelo de construcción de programa en el cual un proceso, el servidor, controla y administra los recursos solicitados por aplicaciones, llamadas clientes. Este modelo se está utilizando enormemente en la construcción de sistemas operativos y también en la construcción de sistemas de ventanas e interfaz de usuarios gráfica.

El modelo cliente-servidor se utiliza también para la realización de aplicaciones de red. El modelo consiste en: un servidor y clientes. El primero es un proceso que se

encuentra esperando ser interrumpido por otro proceso (el cliente) para realizar alguna tarea para él.

El contexto de utilización es: un servidor principia ejecutándose en alguna máquina y entra en un estado "dormido", en espera de ser "despertado" por otro proceso (cliente), el cual requiere de algún servicio.

Otro proceso independiente se ejecuta pidiendo algún servicio al servidor. El servidor, le sirve al cliente (proceso) lo requerido, y al terminar, el servidor vuelve a dormirse para esperar la llegada de otro cliente.

En un sistema informático tradicional, si una aplicación necesita utilizar un dispositivo de E/S, esta aplicación manda llamar una subrutina la cual, tal vez, se encuentra en una librería. Al terminar la tarea, la subrutina regresa el control a la aplicación. En general, los dispositivos de E/S utilizados son: el ratón, el monitor y el teclado. Si una aplicación pide capturar un conjunto de teclas o caracteres, la aplicación quedará bloqueada hasta que reciba las teclas o caracteres a teclear. Esto es una limitación inmensa.

En la nueva tecnología de software cliente-servidor, el servicio puede ser desplegar un resultado en el monitor, capturar unas teclas o caracteres, detectar el movimiento del ratón, etc. Estos servicios se dan por medio de mensajes. Después de pedir el servicio al servidor, el cliente no tiene que esperar a ser despachado para seguir trabajando.

Desde hace dos o tres años la tendencia en sistemas operativos es tener un núcleo lo más pequeño posible, que desempeñe el papel de servidor, y todas las funciones o características que puedan implementarse fuera del núcleo no deben pertenecer a éste. La idea es construir sistemas basados en la tecnología cliente-servidor. Actualmente se tienen sistemas operativos binarios compatibles con UNIX, distribuidos y de tiempo real, por ejemplo MACH y Chorus, los cuales están basados en micro-núcleo. Microsoft, por su parte se encuentra desarrollando el sistema llamado NT, el cual está inspirado en el sistema MACH de Carnegie Mellon.

## Algunos Sistemas de Administración de Red

Para facilitar el trabajo a los usuarios que necesitan compartir información dispersa en toda la red, han surgido sistemas manejadores de red, mejor conocidos como Sistemas Operativos de Red (SOR).

Este es un sistema que administra y controla los diversos sistemas operativos en tal forma que el usuario final no necesita indicar de que máquina requiere información, sino únicamente basta con que la solicite, y el manejador de red encuentra dentro de las máquinas conectadas la información.

### PathWorks de DEC

Entre las aplicaciones que ofrecen una integración de servicios podemos citar en particular el sistema manejador de red PathWorks de *Digital Equipment*. Este sistema manejador de red permite a los usuarios conectar en red cualquier número de sistemas operativos como MS-DOS, Windows, OS/2, Macintosh, VMS y Ultrix. Además, permite conectar los sistemas simultáneamente a varios servidores. Su software está basado en el modelo cliente-servidor.

Con este software cualquier máquina OS/2, sistema DEC con RISC o VAX puede ser el servidor. Este programa ofrece un sistema de correos, soporte para acceso a base de datos por SQL y también trabajo bajo X-Windows.

El sistema ofrece también soporte de transporte para TCP/IP, DECnet y Apple Talk. Integra PC's con Mac, OS/2 y máquinas UNIX ofreciendo compartir recursos e información. Para máquinas MS-DOS y OS/2 ofrece un servicio de correo electrónico y diversos tipos de interfaz gráfica.

En MS-DOS, soporta el sistema Windows de Microsoft y el sistema operativo OS/2 soporta la interfaz Manejador de Presentaciones (*Presentation Manager*). En DOS, los clientes pueden utilizar la interfaz OSF/Motif para PC, llamada PC DEC Windows, para desplegar aplicaciones ejecutándose en un servidor X corriendo en Ultrix o en VMS.

### **TeamLinks de DIGITAL**

El sistema TeamLinks para PathWorks, constituye un conjunto integrado de aplicaciones cliente-servidor para el ambiente Windows. Ofrece tecnología Soporte de Aplicaciones para Red o SAR (*NAS, Network Application Support*) para ambiente Windows.

Este es un sistema que se monta sobre PathWorks.

El soporte de esta aplicación es PathWoks, quien a su vez está basado en el modelo NAS, que es el soporte para aplicaciones en el ambiente de red. Este es un conjunto de servicios, entre los cuales están: ventanas, formas, gráficos, terminales, correo, interrogación entre procesos, control de aplicaciones, procesamiento de operaciones, CDA, SQL, repositorios, compartición de archivos, impresión, cómputo distribuido, interfaz del sistema operativo y administración entre otros.

Algunos de los componentes de TeamLinks son:

- Comunicaciones, que incluyen correo electrónico y conferencia electrónica.
- Manejo de información.
  - Flujo administrativo de trabajo.
- Manejo de documentos, incluyendo procesamiento de documentos compuestos y bibliotecas de referencias en línea.
- Integración de aplicaciones.

Todos estos componentes son independientes y se pueden instalar poco a poco, según las necesidades.

### **LAN Manager**

Este es un manejador de red de Microsoft para un ambiente MS-DOS , OS/2 y Macintosh. Este sistema permite conectar las PC's para compartir recursos. En su nueva versión 2.1 puede soportar hasta 10 usuarios simultáneos y tiene conectividad con NetWare. También se le pueden integrar paquetes adicionales para soportar un número ilimitado de usuarios. Trabaja con la tecnología cliente-servidor y se integra al ambiente gráfico Windows.

## TCP / IP

TCP / IP<sup>1</sup>: es un protocolo que sirve para lograr conectividad entre diferentes tipos de redes o computadoras.

El concepto general de conectar computadoras diferentes a una red, surgió de la investigación realizada por la agencia de proyectos de investigación avanzada para la defensa (DARPA). El Dr. Vince Cerf de la Universidad de Stanford fue el coordinador del proyecto., y a él se le debe la creación de los protocolos TCP e IP. Dentro del trabajo de investigación, DARPA desarrolló la serie de protocolos TCP / IP para establecer comunicación entre redes, e implantar el concepto de interred "*internetwork*" llamado ARPAnet, que más tarde se convertiría en **Internet**.

Después de ser un estándar militar, en la década de los 80's surgió como un estándar del mercado. Los fabricantes introdujeron nuevos productos basados en TCP / IP y el uso de estos productos crece cada vez más. Muchos usuarios comerciales consideran que TCP / IP es un medio confiable y maduro para lograr la conectividad entre fabricantes múltiples; opinan que es la solución más interoperable entre cualquier tipo de computadora.

El protocolo de control de la transmisión / protocolo internet es probablemente la norma funcional más antigua. Como ya mencionamos fue desarrollada para la red de la *Advanced Research Project Agency* (ARPANET, en inglés) del Departamento de Defensa de Estados Unidos.

Con este protocolo se logra eficiencia razonable y transmisión libre de errores de archivos entre diferentes sistemas, y han estado en servicio por casi 10 años. Puesto que se trata de un protocolo de transferencia de archivos. Puede enviar archivos grandes de información por redes algunas veces no confiables con gran seguridad de que los datos llegarán sin corrupción.

Reiteraremos que aunque TCP / IP se ha implantado frecuentemente en LAN estándar 802.3. TCP / IP es un conjunto de protocolos no relacionados con los estratos físicos y de enlace de datos, según se describe en el modelo de referencia OSI. TCP / IP se puede implantar en casi cualquier medio físico de comunicaciones de datos y protocolos de los estratos físicos y de enlace de datos relacionados.

TCP, ofrece la secuencia de paquetes, control de errores y otros servicios que se requieren para generar comunicaciones confiables, en tanto que IP tomará el

---

<sup>1</sup> TCP / IP: *Transmit Control Protocol / Internet Protocol*; Protocolo de Control de la Transmisión / Protocolo Internet.

paquete de TCP y lo pasará a través de las vías de acceso que sean necesarias para enviarlo al estrato TCP remoto a través del estrato IP distante. De hecho, algunas redes pueden utilizar a IP, pero no a TCP, optando por utilizar en cambio algún protocolo alternativo en el estrato de transporte.

La serie de protocolos TCP / IP define formatos y reglas para la transmisión y recepción de información independientemente del tipo de red o el *hardware* que se utilice. Aún cuando los protocolos fueron desarrollados para Internet, pueden utilizarse donde se necesite conectar redes.

La red concebida por DARPA, e instalada con la serie de protocolos TCP / IP, es una red de *intercambio* de paquetes. Se llama así a la red que transmite información de la red en pequeños segmentos, llamados paquetes. Por ejemplo, si una computadora transmite a otra un archivo grande, el archivo en el origen será dividido en muchos paquetes y después reensamblado en el destino. Los protocolos TCP / IP definen el formato de estos paquetes incluyendo el origen, destino, tamaño y tipo, así como la forma en que las redes deben recibir y retransmitir paquetes cuantas veces sea necesario.

TCP / IP es el estándar no propietario más evolucionado y más ampliamente utilizado que existe para redes. El objetivo de poder trabajar en cualquiera de las computadoras y sistemas operativos de estas organizaciones se cumple. Puesto que el *hardware* y el *software* sobre el cual debe correr es tan diverso, TCP / IP se ha convertido en el lenguaje universal de las redes.

Mucho del ímpetu observado en el desarrollo de TCP / IP se debió a la necesidad de contar con servicios de enlace en redes (la posibilidad de un usuario final de comunicarse a través de una máquina local con alguna máquina o usuario final distante). Los servicios "tradicionales" de TCP / IP son soportados por los protocolos adecuados que se describen a continuación:

- El protocolo de transferencia de archivos (FTP<sup>2</sup>), que hace posible la transferencia de archivos de una computadora en "Internet" a cualquier otra computadora también en *Internet*.
- El protocolo de terminales de red (*telnet*) ofrece un medio para permitir a un usuario en Internet ingresar a cualquier otra computadora de la red.
- El protocolo simple de transferencia de correspondencia (SMTP<sup>3</sup>) permite a los usuarios enviar mensajes entre sí en *Internet*.

---

<sup>2</sup> FTP: *File Transfer Protocol*; Protocolo de Transferencia de Archivos

<sup>3</sup> SMTP: *Simple Mail Transfer Protocol*; Protocolo Simple de Transferencia de Correspondencia

Cada uno de los servicios implícitos en estos protocolos deben estar presentes en general en cualquier implantación de TCP / IP, aunque SMTP no es soportado en todos los casos por sistemas de microcomputadoras.

TCP / IP fue diseñado originalmente antes de que inundaran el mercado las microcomputadoras y las estaciones de trabajo. Este protocolo fue concebido en una era en la que los usuarios se comunicaban a través de minicomputadoras y equipos centrales o macrocomputadoras. Sin embargo, con la naturaleza cambiante de las tecnologías de las computadoras y las comunicaciones de datos, ha surgido la necesidad de contar con algunas computadoras en Internet para prestar servicios especializados, dando origen a un modelo "cliente / servidor" para el suministro de servicios.

Un sistema servidor ofrece servicios específicos a usuarios de redes, en tanto que un sistema cliente es usuario de esos servicios. El servidor y el cliente pueden estar en la misma computadora, o en computadoras diferentes. Otros servicios que se ofrecen dentro del campo de acción de TCP / IP son:

- Sistemas de archivos para red.
- Impresión a distancia.
- Ejecución a distancia.
- Servidores de nombres.
- Servidores de terminales.
- Sistemas de ventas orientados a redes.

Sin embargo, no todos los protocolos que soportan estos dispositivos son parte de la pila de protocolos TCP / IP oficial.

TCP segmenta los datos del usuario en unidades manejables: luego anexa una cabecera TCP la cual incluye entre otra información, el puerto destino, número de secuencia del segmento y suma de verificación para probar si existen errores en la transmisión. Esta unidad recibe el nombre de segmento TCP.

Una vez que se ha ensamblado el segmento TCP se pasa al IP, donde se le anexa una cabecera IP. Un elemento importante almacenado en la cabecera IP es la dirección del equipo fuente y la dirección del equipo destino: la unidad resultante es un datagrama IP. En general, un datagrama puede definirse como un paquete de longitud finita con información del equipo fuente y del equipo destino sin tomar en cuenta las transmisiones anteriores.

Después el datagrama IP es entregado al estrato físico en donde el protocolo de acceso a la red anexa su información de control, creando así un paquete. El paquete es enviado después por el medio físico. La cabecera del paquete contiene información suficiente para llevar el paquete más lejos. Por ejemplo, en

el caso de una red 802.3 del IEEE, el paquete sería un cuadro 802.3 que encapsula los datos de TCP / IP e información de control.

Aunque no existe una relación uno a uno entre el modelo OSI de siete capas y TCP / IP, se puede considerar que éste ocuparía de la capa 3 a la 7. Sin embargo en su definición únicamente utiliza tres capas: aplicación, transporte y red.

Para entenderlo mejor es posible describir un ejemplo como es un caso típico de envío de mensajes a través del correo electrónico.

Lo primero es que debe existir un protocolo para el correo (*MAIL*), el cuál define un conjunto de comandos para especificar quién es destino, quien originó y cuál es el texto del mensaje. Este protocolo se maneja a nivel aplicación donde el usuario ejecuta estos comandos. El correo, al igual que otras aplicaciones, sólo define los comandos y los mensajes a enviar, de manera que supone que existe un medio de comunicación confiable entre el origen y el destino.

### **Serie de Protocolos TCP / IP.**

Los protocolos de la serie TCP / IP no corresponden totalmente con el modelo de comunicaciones de redes, definido por la Organización Internacional de Estandarización (*ISO*). Como lo mencionamos en los primeros capítulos este modelo es conocido como el modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos (*OSI*). El modelo *OSI* describe un sistema de redes ideal en donde la comunicación ocurre con procesos en capas totalmente definidas y discretas. Cada capa dentro de un equipo anfitrión, provee servicios a capas superiores y recibe servicios de capas inferiores.

El sistema de capas permite al desarrollador concentrar sus esfuerzos en las funciones de una capa en particular. No necesita crear todos los mecanismos para enviar información a través de la red. Sólo debe conocer cuales servicios debe proveer su *software* para la capa inferior, y qué serie de protocolos provee esos servicios.

## Visión general de la utilización del protocolo TCP / IP.

Las aplicaciones desarrolladas TCP / IP generalmente utilizan varios de los protocolos en la serie. La suma de las capas de la serie de protocolos es también conocida como la pila (*stack*) de protocolos. Las aplicaciones de los usuarios se comunican con la última capa de la serie de protocolos. Esta última capa, en la computadora origen pasa información a las capas inferiores de la pila, que a su vez la direccionan a la red físicamente. La parte física de la red transfiere la información a la computadora destino. Las capas inferiores de la pila de la computadora destino reciben la información y la pasan a las capas superiores, y a fin de cuentas se obtiene la aplicación en el destino.

Cada capa de protocolos dentro de la serie TCP / IP tiene diversas funciones; estas funciones son independientes de otras capas. Sin embargo, cada capa espera recibir ciertos servicios de la capa inferior a ella, y cada capa provee ciertos servicios a su capa superior.

Una aplicación para transferencia de archivos que utilice TCP realiza las siguientes operaciones para enviar el contenido del archivo:

- La capa de aplicación pasa una corriente de bytes a la capa de transporte en la computadora origen.
- La capa de transporte divide a esta corriente en segmentos TCP, añade una cabecera con un número secuencial para ese segmento y pasa ese segmento a la capa de Internet (IP).
- La capa IP crea un paquete con una porción de datos que contienen el segmento TCP. La capa IP añade una cabecera que contiene la dirección IP tanto del equipo origen como del equipo destino; esta capa también determina la dirección física de la computadora destino o las computadoras intermedias en el camino al equipo destino. Pasa este paquete y las direcciones físicas a la capa de enlace de datos (Datalink)
- La capa de enlace de datos transmite el paquete IP en la porción de datos del marco de enlace de datos, a la computadora destino.
- En la computadora destino, la capa de enlace de datos descarga la cabecera de enlace de datos y pasa el paquete IP a la capa IP.
- La capa IP verifica la cabecera IP. Si la suma de verificación (*checksum*) que contiene el paquete no coincide con el cálculo hecho por la capa IP, descarta el paquete.

- Si la suma de verificación coincide, la capa IP descarta el encabezado y pasa el segmento TCP a la capa TCP. La capa TCP corrobora el número secuencial para determinar si ese es el segmento correcto en la secuencia.
- La capa TCP verifica la suma de verificación de la cabecera TCP y los datos. Si esto concuerda este segmento está en la secuencia correcta. La capa TCP manda una señal de "enterado" (*acknowledge*) a la computadora origen.
- En la computadora destino, la capa TCP verifica el encabezado TCP y pasa los bytes del segmento a la aplicación.
- La aplicación en la computadora destino recibe un flujo de bytes como si estuviera conectada directamente a la aplicación de la computadora origen.

## **Servicios de TCP / IP.**

### **Transferencia de archivos.**

El protocolo de transferencia FTP permite a un usuario o a cualquier computadora acceder archivos de otra computadora o enviar archivos a otra computadora. Existen tres utilerías que permiten la transferencia de archivos entre una PC y un equipo central remoto. Este equipo puede localizarse en la red local o en una red remota. Estas utilerías son:

**FTP (*File transfer protocol*):** Permite el acceso a directorios y archivos de un equipo anfitrión realizando las operaciones comunes sobre ellos.

**RCP (*Remote Copy*):** Permite copiar archivos, directorios y estructuras de directorios.

**TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*):** Permite realizar copias sin necesidad de identificarse como usuario.

### **Login remoto.**

El protocolo de terminal de red permite conectarse a un equipo central remoto que soporta el protocolo TELNET y en el cual se tenga una cuenta de usuario válido.

Una vez dentro de la sesión se puede ejecutar cualquier comando que el equipo central remoto entienda además de los comandos en el modo de comando de TELNET, TELNET permite conectarse a un equipo central remoto que soporte TELNET identificándose como usuario válido.

### **Rlogin (Remote Login)**

Permite realizar una conexión virtual a un sistema remoto que soporte el protocolo TELNET.

### **Utilerias.**

Un usuario de TCP / IP utiliza los servicios de estos protocolos mediante dos formas distintas.

En el primer caso, sólo llama a una utilería, y a través de comandos sencillos es capaz de emular una terminal de otro equipo conectado vía TCP / IP. Esto lo hace mediante la utilería TELNET.

La segunda forma de utilizar TCP / IP es mediante "llamados" a las funciones básicas de estos protocolos (denominados interfaz de sockets.)

# CAPÍTULO 8

## Aspectos Básicos de Redes de Area Local

"  
**D**urante los últimos años la computadora personal "PC" ha centrado, e indudablemente seguirá centrando cada vez con mayor presencia nuestra actividad productiva y de ocio."<sup>1</sup>

Efectuar largos y complejos cálculos, tratamiento de texto, tratamiento de gráficos, procesamiento de la información, etc., son actividades cotidianas en muchas áreas de actividad informática, que no sólo han mejorado nuestra capacidad de trabajo sino que nos han proporcionado mayor profesionalización y como consecuencia una mayor calidad en nuestro entorno laboral.

Sin embargo, la *PC* sigue siendo un ente aislado dentro del mundo de la información.

Continuamos enviando información por métodos tradicionales: la copia de archivos en un disco flexible para llevarlos a la *PC* de otro lugar para que sean procesados, impresos, copiados o realizar cualquier otra tarea.

---

<sup>1</sup> A. Cebrián Ruz, E. Borraz Faci. "GUIA PRACTICA DE COMUNICACIONES Y REDES LOCALES". Colección INFORMATICA DE GESTION. Ediciones G. Gili, S.A. de C.V., México, 1993

La incorporación de costosos procesadores, sean impresoras láser o discos duros de gran capacidad y mínimo tiempo de respuesta hacen difícil su incorporación en un ambiente de computadoras aisladas, donde la elección para comprar algunos de estos equipos, destinados para cada uno de los usuarios puede ser de complicada realización.

La necesidad de interacción entre usuarios, aunque especializados en programas concretos, para transferir información, compartir discos duros, impresoras ultrarápidas, *plotters*, modems, *CD-ROMs*, etc., ha indicado el camino a la industria para desarrollar soluciones para estas áreas específicas.

La respuesta han sido las redes de área local o (*LAN* - del inglés *Local Area Network*).

### **La evolución de las LAN's**

La estandarización y madurez de la tecnología de las redes de área local a causado un amplio rango de cambios en redes. Las *LAN's* eran definidas como sistemas locales que soportaban estaciones de trabajo de computación personal. Hoy en día, la tecnología *LAN* no concuerda con tal definición. La tecnología *LAN*, la cual proporciona un medio para administrar estaciones de trabajo inteligentes distribuidas y recursos distribuidos, ahora está siendo usada sobre redes de minicomputadoras y macrocomputadoras y pronto será común en redes de área amplia (*WANs*). La diferencia entre *LAN's* y *WAN's* se está borrando paulatinamente.

### **El desarrollo de las LAN's**

La meta de la automatización de oficinas es usar computadoras para hacer funciones de oficina más fácilmente. Aunque tal meta suena simple, ésta ha sido difícil de realizar.

Primero, las funciones de oficina tuvieron que ser analizadas. Algunas funciones pudieron ser imitadas exactamente en el ambiente automatizado. El cambio de

ESTA TESIS HA SIDO  
SALIDA DE LA BIBLIOTECA

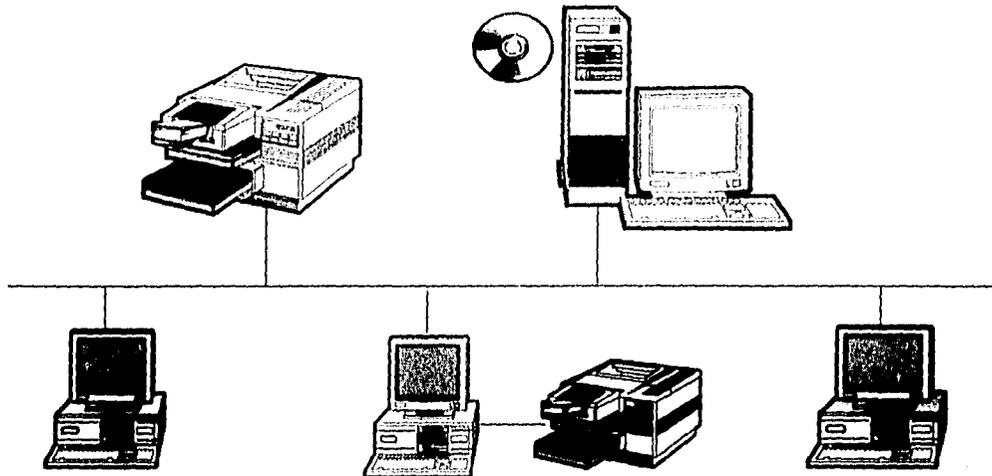
teclear a procesamiento de palabras es un buen ejemplo de imitación exitosa aproximándose a lo automatizado. Cada una de las oficinas necesita algún medio para crear material de texto, y haciendo tal trabajo con una computadora en vez de una máquina de escribir es mucho más eficiente.

Otras funciones de oficina tienen una gran tradición pero se están volviendo obsoletas. Tal vez los mejores ejemplos de tales funciones son las formas en las cuales la gente envía mensajes. Los memorandos y teléfonos a menudo fallan como herramientas de comunicación porque los sistemas son sobrecargados con demasiados mensajes. Por lo tanto, al automatizar la función de mensajes, los diseñadores han tenido que repensar el proceso de comunicaciones de oficina.

Mientras las funciones de oficina están siendo analizadas, la tecnología de computadoras también está siendo examinada y mejorada. La tendencia ha sido mover datos más concretos al usuario final y darle a tal persona mayor control sobre los datos. Este movimiento ha sido realizado mediante la introducción de computadoras más pequeñas llamadas minicomputadoras. Estas máquinas fueron dedicadas primero a departamentos y luego a grupos de trabajo dentro de los departamentos. El último paso fue alcanzado con la computadora personal - una máquina que sólo sirve a una persona.

Una red de área local es un sistema de comunicaciones parecido al sistema telefónico. Cualquier dispositivo conectado puede usar la red para enviar y recibir información. Mucha de la información sobre LAN's es texto y gráficas, ensambladas como datos estructurados que pueden ser manipulados por computadoras. Un nuevo uso de las LAN's que crece de manera importante es el paso de datos no estructurados, tales como mensajes de facsímiles e imágenes, que no pueden ser manipulados fácilmente pero pueden ser almacenados y recuperados eficientemente.

Como su nombre lo indica, una LAN es un sistema que cubre distancias relativamente cortas. Usualmente, una LAN es limitada a un departamento o quizás a un edificio. Sean usadas en corporaciones grandes o negocios pequeños, las LAN's tienden a ser pequeñas por razones funcionales. La red más común de usuarios de PC's contiene de 7 a 15 computadoras personales, varios dispositivos de almacenamiento de datos, impresoras, y otros periféricos especializados.



Ejemplo de una red de área local de PC's.

Tradicionalmente, una red estaba formada de variados y complejos sistemas informáticos y de comunicaciones. Así como la red telefónica está compuesta de una amplia red de líneas de cable, sistemas de conmutación, etc., una LAN incluye métodos de conexión entre las computadoras que proporcionan servicios y los receptores de estos servicios.

En contraste y como ya dijimos, una LAN está limitada en su entorno físico, y por lo general se habla de ella cuando nos referimos a su implantación en una oficina, edificio o grupo de edificios, y consiste esencialmente de computadoras y dispositivos especiales conectados entre sí a través de una línea de comunicación a alta velocidad.

Las redes de área local están conformándose como un componente central de los recursos informáticos de todas las compañías. En consecuencia, entre todos estos usuarios involucrados con redes de computadoras -diseñadores, usuarios, estudiantes, directores, etc.- ha surgido la necesidad de adquirir una mejor comprensión y apreciación del diseño, análisis y servicios de esta área tan especializada.

Las redes de área local pueden conectar PC's, terminales, minis, macros o grandes ordenadores, impresoras, sistemas de voz y datos y otro tipo de dispositivos.

También pueden usarse para conectar más que PC's, pueden conectar entre sí sistemas de video, telefónicos, alarmas, equipos industriales, de fabricación y casi todo lo que requiera un intercambio de datos a alta velocidad. Múltiples redes

pueden conectarse a través de conexiones locales y remotas para crear interredes.

La velocidad es una característica importante de las LAN's. Idealmente, una persona pasando y recibiendo datos a través de una LAN experimenta el mismo tiempo de respuesta rápido como si los datos vinieran de una máquina local y no de algún lugar en la red. Para tener este tipo de tiempo de respuesta, las LAN's operan de 1 a 16 megabits por segundo (Mbps).

Además de ser rápida, una LAN debe ser adaptable. Una LAN debería tener una arquitectura flexible que permita a una estación de trabajo PC ser colocada donde sea necesaria. Los usuarios también deberían ser capaces de agregar o quitar PC's o periféricos al sistema fácilmente, sin causar ninguna interrupción en la operación de la red.

Una LAN también debe ser segura. Uno de los mayores beneficios de una computadora personal es que si la computadora se separa, o no funciona de alguna forma, el efecto es limitado. El resto del trabajo de oficina no se interrumpe. Cuando las PC's se conectan a una LAN, el sistema debería "recordar" este tipo de seguridad. La falla de una PC no debería causar que la red entera deje de trabajar.

Finalmente, una LAN es esencialmente una red diseñada para estaciones de trabajo inteligentes (PC's). Las PC's conectadas a la red pueden usar la capacidad de procesamiento de otros dispositivos inteligentes por ciertas funciones de procesamiento compartido, tal como administración de la red, procesamiento por lote, etc.. En más aplicaciones, sin embargo, las PC's usan su propio poder computacional.

La red descrita puede ser llamada "red de área local de computadoras personales pequeña, de alto rendimiento". En el uso común, el termino red de área local puede envolver una definición mucho más amplia. LAN puede significar cualquier cosa desde extensas redes de terminales incorporadas hasta redes basadas en el sistema telefónico PBX. Sin embargo, en esta sección, los términos red de área local, LAN, y red se refieren a redes de PC's de alto rendimiento descritas en los párrafos anteriores.

## Componentes básicos de una Red LAN

De una forma simple, podemos clasificar los componentes básicos que definen una red de área local, como el servidor o gestor de recursos, la estación de trabajo y el sistema operativo de red.

Dentro de esta clasificación subyacen los estándares, a los que nos deberemos someter para una compatibilidad entre dispositivos, y si fuera necesario entre redes, protocolos, topologías, etc.

Por otro lado, una red LAN es un sistema hecho de bloques estructurados que pueden ser agregados y configurados como sea necesario.

La siguiente es una lista de los componentes básicos de una red de área local.

- ◇ Medio de transmisión
- ◇ Adaptador de red
- ◇ Servidores de red
- ◇ Central de almacenamiento masivo
- ◇ Estaciones de trabajo

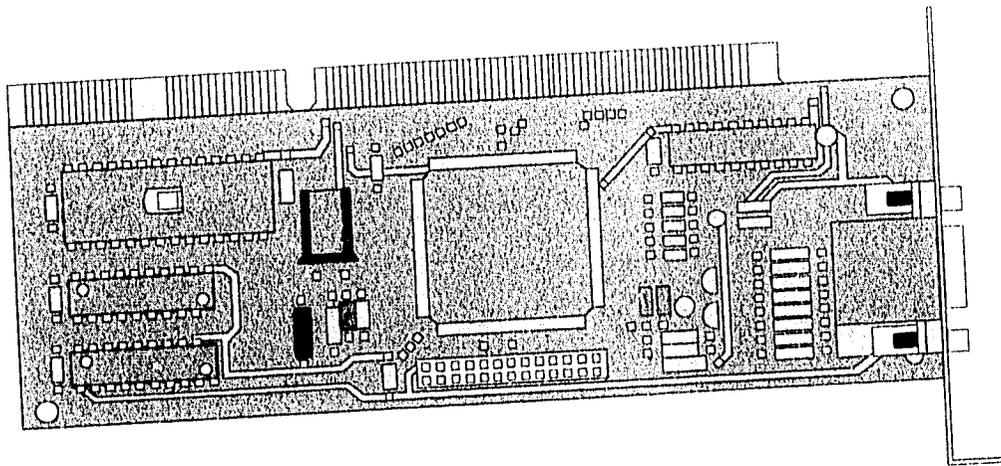
## Medios de transmisión

Un aspecto importantísimo de las redes de área local es su interconexión, es decir, el cableado. Los problemas más importantes que nos pueden surgir en una red a la hora de su instalación y posterior mantenimiento es el medio de transmisión, es decir, el cable.

Cada uno de los dispositivos de la red se conecta a un cable de transmisión de tal forma que los mensajes puedan enviarse desde un dispositivo a otro. Las LAN's corren sobre cables que van desde alambre telefónico de bajo costo a cable coaxial de costo alto; si se busca alto rendimiento cable de fibra óptica.

## Adaptador de Red

Las PC's son conectadas a una LAN a través de un circuito llamado tarjeta adaptadora de red (NIC del inglés *Network Interfase Card*) o simplemente tarjeta (ver la figura de abajo). La tarjeta se inserta dentro de una de las ranuras (*slots*) disponibles en el canal de expansión de la PC y el cable de transmisión se conecta al conector de la tarjeta.



Ejemplo de una tarjeta adaptadora de red (NIC: Network Interfase Card) o adaptador de red, proporciona la conexión física entre la PC y la LAN

Es decir, toda computadora integrada a una red de computadoras necesita una tarjeta adaptadora de red, ya que éste es el dispositivo que transforma el medio físico en una red de computadoras utilizable, con sentido. La tarjeta adaptadora o unidad de interfaz proporciona la interfaz entre la computadora, CPU y la red.

El tipo de interfaz de red utilizado determina el método usado para enviar y recibir datos, la velocidad de transmisión de los mismos, el tamaño y constitución de los paquetes, y el método de acceso al cable, así como la topología y los diferentes tipos de cable.

Las tarjetas de interfaz de red o adaptadora de red, están diseñadas y fabricadas para adaptarse a uno de los estándares aceptados.

Afortunadamente, cada vez hay menos fabricantes que utilizan diseños propios.

El estándar de red al que una tarjeta adaptadora de red se adhiere, está especificado generalmente por una serie de datos como:

- estructura del paquete,
- método de acceso al cable,
- nivel eléctrico de la señal,
- tipos de cable,
- distancias máximas permitidas, etc.

Los estándares no especifican por lo general el adaptador de *hardware* o *software* con ningún tipo de computadora o sistema operativo en particular. Por lo tanto, puede haber grandes variaciones entre diferentes tarjetas adaptadoras de red que se ajustan por completo al mismo estándar.

Estas diferencias son apreciables por el nivel de precio del elevado número de tarjetas actualmente existentes en el mercado.

Indudablemente, estas diferencias tienen un impacto tremendo en la potencia y velocidad de una tarjeta.

Los componentes y funciones básicas de una tarjeta adaptadora de red son:

- El adaptador al bus. Unidad de interfaz a la conexión de *hardware* del bus.
- Receptor. Interfaz electrónica entre el bus y la tarjeta.
- Conversor del formato del bus al formato de la tarjeta. Corrección de errores.
- Memoria temporal de entrada. Control de los protocolos de señales. Retención de los mensajes del equipo anfitrión (*CPU*).
- Unidad de filtración de mensajes para detectar si el mensaje está direccionado a esa unidad.
- Control de entrada. Proporciona el control necesario para transferir mensajes de la tarjeta al equipo anfitrión (*CPU*).
- Control de protocolo. Determina si la tarjeta tiene control del bus; pide control del bus, maneja tiempos-fuera, libera el control del bus, detección de errores.

- Control de salida. Le dice al control de protocolos que un mensaje va a ser enviado.
- Convierte los datos formateados de la tarjeta al formato del bus. Añade paridad, CRC, etc.
- Transmisor.

En cuanto a las funciones que una tarjeta de red realiza están:

- Inicialización del bus. Comienzo del paso de testigo.
- Mantenimiento. Función de monitorización, la cual permite a todas las unidades comprobar el estado de las otras.
- Recepción. Procedimiento por el cual una tarjeta puede deducir si un mensaje está destinado a ella.
- Reinicio. Reinicialización del sistema por fallo, recuperación, etc.
- Transmisión. Procedimiento de transmisión por el cual una tarjeta pedirá transmitir.
- Control de errores. Señal de reconocimiento positivo/señal de reconocimiento negativo, estado, paridad, detección de duplicación.
- Manejo de desbordamiento de la memoria temporal de datos.
- Control de flujo.
- Segmentación. Rompe el mensaje, si es demasiado largo, y controla su transmisión de una manera ordenada.
- Direccionamiento. Qué (nombre de dispositivo), dónde (dirección del dispositivo), cómo (ruta).
- Seguridad.
- Encaminamiento o control de ruta.

La tendencia actual con respecto a las tarjetas de red es al desarrollo de estándares para crear circuitos VLSI (circuitos de alta escala de integración) que los implementen. Esto simplifica el diseño y desarrollo posterior de las redes.

Así, los circuitos se orientan a implementar el controlador de protocolo con futuros dispositivos, siendo desarrollados para manejar más y más tareas de las tarjetas de red. Por lo tanto, una red podrá convertirse en una colección de circuitos *VLSI* unidos por simples cables.

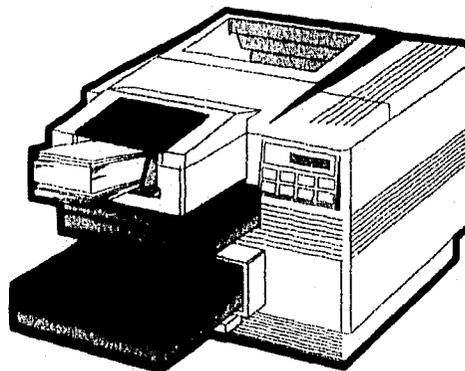
Como ejemplos de tal evolución están los circuitos *VLSI* desarrollados conforme al estándar *IEEE 802*.

En resumen, las tarjetas de red que se ajustan a un estándar proporcionan conectividad entre tarjetas de diferentes fabricantes, mientras que otros diseños no estándares, sacrifican compatibilidad por una funcionalidad y potencia más optimizada, longitudes de cable más largas, costo más bajo, etc.

## Servidores de Red

Las *LAN's* usan sistemas especiales para manejar los recursos compartidos sobre la red. Estos sistemas se llaman servidores. Un **servidor** es una combinación de *hardware* y *software*. El *hardware* puede ser una computadora personal o una computadora diseñada específicamente como un servidor.

Un ejemplo de servidor, es una impresora, la cual puede dar el servicio de dos formas, la primera es que esté conectada directamente a la red y esté configurada/declarada como servidor de impresión de la red. La segunda es que esté conectada a un equipo que a su vez esté conectado a la red y que éste comparta el recurso de impresión convirtiéndose así el equipo en servidor de impresión.



Aunque las *LAN's* pueden tener una variedad de servidores diferentes para manejar varios recursos de *hardware* y *software* (por ejemplo, un servidor de comunicaciones para manejar modems compartidos), cada *LAN* debe tener un **servidor de archivos**. El servidor de archivos administra el disco duro compartido y asegura que requerimientos múltiples - especialmente requerimientos de escritura al disco - no tengan conflictos entre sí. Para proteger los datos y prevenir

accesos no autorizados, el servidor de archivos también mantiene listas de privilegios y autorizaciones asociadas con los archivos de datos.

Los servidores de red, conceptualmente y en diagramas de red, asemejan máquinas anfitrión. Una de las diferencias primarias entre una LAN y un sistema de procesamiento compartido (sistema anfitrión-a-terminal) es que en un sistema de procesamiento compartido, todo proceso ocurre en la máquina anfitriona central; las estaciones de trabajo terminal conectadas no pueden procesar información porque carecen de inteligencia (un microprocesador). Un servidor sobre una LAN es similar a una máquina anfitriona en el que el servidor proporciona algunas funciones compartidas, tales como administración del disco. Sobre una LAN, sin embargo, el procesamiento es distribuido a lo largo de todas la máquinas inteligentes, incluyendo estaciones de trabajo PC.

## Centro de Almacenamiento Masivo

El centro de almacenamiento masivo es provisto en la forma de disco duro que contiene los archivos y programas compartidos por personas que usan la red. Frecuentemente una red es soportada por varios discos duros. La capacidad de almacenamiento de LAN's ha subido dramáticamente desde su introducción. Los sistemas operativos de red diseñados para implementar las características del microprocesador Intel 80286 puede manejar varios gigabytes de datos en un disco duro. Un sistema operativo que use las capacidades de un microprocesador 80386 puede manejar varios terrabytes de datos en disco.

Las limitaciones sobre almacenamiento de red está más relacionada por la tecnología de memoria y disco duro que por limitaciones de CPU. Como una regla de manejar, la máxima cantidad de almacenamiento que 15 Megas de **RAM** (*random access memory*) puede manejar es sobre 2 Gigas. Con la tecnología de hoy en día, tomar bastante RAM en una microcomputadora para manejar más de 2 Gigabytes es imposible. El inevitable paso siguiente es *chips* de RAM de alta capacidad. Similarmente, el tamaño físico de unos pocos terabytes de almacenamiento en disco es demasiado grande y por lo tanto impráctico. Pero la tecnología de disco, tal como el disco óptico, moverá el terabyte de lo posible a lo práctico y, eventualmente, a lo poderoso.

La red normalmente usa cada uno de los discos duros como uno o más volúmenes independientes (unidades de almacenamiento lógico). Varios programas administran la base de datos de la red de área local. Sin embargo,

permiten la combinación de múltiples discos duros para crear grandes sistemas de almacenamiento. Parte de la base de datos puede ser almacenada en un disco, otra parte en otro disco, y así sucesivamente. Cuando la base de datos es accedida, estas partes distribuidas pueden ser ensambladas y manipuladas como si todas ellas estuvieran en un mismo disco. La base de datos distribuida es una mayor abertura en tecnología LAN. Esta capacidad simplifica la administración y seguridad de datos y mejora las opciones de crecimiento y configuración de la red.

### **Estaciones de trabajo**

Las estaciones de trabajo sobre una red de área local son computadoras personales, incluyendo *IBM PC's*, *IBM PS/2s*, y cualquiera de una docena o más computadoras personales *IBM PC-compatibles*. Muchas redes de área local también soportan computadoras que no son *IBM PC-compatibles*, tales como las computadoras personales de la familia de las Apple. Las redes de área local no soportan terminales, a menudo llamadas "tontas", que cuentan con un procesador anfitrión para inteligencia.

### **La Red como un Sistema de Comunicación**

Cuando usuarios de computadoras personales piensan en la conexión o plan de una red, usualmente piensan de las redes de área local como un esquema de dispositivos compartidos. Ciertamente el compartir dispositivos es uno de los beneficios de la conexión de redes, pero el compartir recursos no es el panorama total. Las redes de área local son sistemas de comunicación que permiten a los usuarios enviar mensajes, cartas, memos, y archivos desde una computadora personal a otra. Una red de área local puede ser conectada a una red de área amplia para que los usuarios puedan conectarse con computadoras personales remotas y con otras redes de área local, redes de macrocomputadoras, y redes de servicios públicos.

Las computadoras personales y las redes de área local han cambiado significativamente las comunicaciones. Ahora, un usuario puede comunicarse directamente desde una estación de trabajo a otra sin ir a través de una máquina

anfitriona. Esto levanta directamente la velocidad de las comunicaciones y reduce o elimina la necesidad de una máquina anfitriona costosa.

Comunicar y compartir información tiene un lado útil que puede ser el mejor incentivo para todo lo de redes: una red promueve un medio ambiente de computación organizada. En muchos negocios, aún pequeños, las computadoras personales pueden ser una fuerza desorganizadora o destructiva. La computadora personal puede alentar un tipo de comportamiento de descontrol entre usuarios porque todos hacen cosas diferentes. Los archivos de texto generados por un usuario puede no ser realmente utilizable por otro usuario porque cada persona tiene diferentes procesadores de palabras. Los formatos de documentos de las compañías tienden a variar de máquina a máquina.

Si la información generada en una computadora personal debe ser leída por otras máquinas o almacenada en un equipo central, mucho del trabajo puede necesitar ser rehecho antes de que los datos puedan ser movidos a un nuevo sistema. La situación es parecida a la de las Torres de Babel, donde el trabajo cooperativo fue detenido por problemas de comunicación. Algo semejante pasa con las computadoras personales aisladas. La red de área local, con su almacenamiento central compartido y canales de comunicación, requiere cooperación de los usuarios, y la cooperación resulta en una organización mejor.

## **Compartir recursos en una Red de Área Local**

En una computadora personal aislada sólo su usuario puede utilizar los recursos físicamente conectados a ella. En una red, diferentes usuarios pueden compartir, usar recursos de otras computadoras. Dentro de los recursos a compartir se pueden incluir:

- Discos de alta capacidad de almacenamiento
- Dispositivos de lectura óptica -Discos Compactos de sólo lectura-
- Impresoras de matriz de punto, láser, de inyección, etc.
- Modems.
- Fax.
- Unidades de respaldo (cintas).

Las ventajas inmediatas de que se pueda acceder a recursos que no son propios, pero que se tiene acceso a ellos, se traducen en:

- Una mejor distribución de la información. La información ya no es local de un usuario. Está ahora en un determinado disco de almacenamiento para ser accedido por todo aquél que lo precise. Así se mejora la obtención de esta información por otros usuarios/grupos de trabajo.
- Reducir la duplicidad de trabajos. Se impone la organización dentro del grupo, y por lo tanto la optimización de los recursos propios y la mejora de la productividad.
- Se dispone de programas especializados que resultarían caros de ser utilizados por un único usuario.
- Asimismo, la red de área local facilita la comunicación entre los diversos usuarios/departamentos de la empresa, comunicación prácticamente instantánea y que facilita enormemente la coordinación de trabajos entre diferentes departamentos.

## **Sistema Operativo de Red de Area Local**

El Sistema Operativo de Red es el sistema nervioso central de una red de área local. Es el *software* que administra los recursos compartidos, proporciona servicios de archivos (acceso sincronizado a los archivos), servicios de impresión (acceso compartido a las impresoras, usualmente a través de un proceso llamado cola de impresión), y niveles de seguridad que controlen el acceso a los recursos compartidos.

Los Sistemas Operativos de Red realizan funciones muy similares al sistema operativo para PC's, MS-DOS, excepto por el hecho de que manejan más recursos y realizan operaciones mucho más complejas. A las operaciones típicas de MS-DOS de abrir un archivo, el Sistema Operativo de Red añade la complejidad de tener que administrar dónde se va a abrir, en una unidad local o en una unidad de disco de otro equipo de la red, en qué directorio de esa unidad, el archivo va a ser compartido por más de un usuario, habrá que bloquearlo para que pueda ser utilizado y otro usuario de la red no interfiera en su uso, o va a ser sólo de lectura, por lo cual podrá ser leído por más de un usuario, además de poder mandarlo a una impresora láser de otro servidor, etc.

No obstante, por muy complejo que pueda parecer, el sistema operativo de red se encarga de realizar todas estas funciones de un modo transparente y fácil para el usuario.

# CAPÍTULO 9

## Aspectos Prácticos

**L**a teoría que se pueda presentar en cualquier tema, por muy extensa que ésta pueda ser, no estaría soportada sin el poder del conocimiento y la experiencia que da la práctica.

La exposición de este capítulo se basa, en la manera de lo posible, en los temas expuestos en los capítulos anteriores, y aunque no es definitivamente 100% práctico, el propósito de éste es que sirva como una guía básica de procedimientos a seguir en la implantación de redes de computadoras.

Otro nombre que pudiéramos darle a este capítulo es el de "Procedimientos Básicos para la Implementación de una red LAN" con el siguiente contenido:

- Evaluación de necesidades de una LAN.
- Identificación de existencia y ausencia de recursos para la implementación de la Red seleccionada.

## **Evaluación de necesidades de una red LAN.**

Una red local es simplemente un mecanismo de transporte de datos, y no necesariamente implica una solución a los problemas existentes en las aplicaciones. Por lo tanto, un correcto análisis de las necesidades del usuario, hecho al comienzo, puede extender el ciclo de vida de la red, limitar los costos de mantenimiento y asegurar un servicio más adecuado a los usuarios.

Existen algunas preguntas básicas que deberían contestarse antes de decidirse por un producto específico.

1. ¿Cuál será la naturaleza de la información que se transportará por la red? ¿Serán datos solamente, o también se transportará voz, video y/o facsímil?
2. Teniendo en cuenta la aplicación deseada, ¿qué tipo de dispositivos y cuántos se pretende interconectar? ¿Bajo qué topología?
3. ¿Cuáles son las características ambientales del lugar donde se instalará la LAN? (Investigar existencia de ductos, cableado -tipo y distancias cubiertas-, etc.).
4. Dependiendo del tipo de procesamiento, ¿qué requerimientos en tiempos de respuesta y rendimiento del sistema se esperan? ¿Cuál es el volumen de datos por unidad de tiempo que se pretende transferir? (Evaluar el movimiento de los datos según su tipo, volumen, destino y prioridad de entrega).
5. ¿Qué tipos de compuertas de pasaje a otras redes se necesitan, ahora y en el futuro?
6. Establecer niveles de confiabilidad requeridos, tanto en los enlaces, como en los dispositivos a conectar. Por ejemplo ¿cuál es la probabilidad de error máxima permitida por los requerimientos de la aplicación y cuál es la probabilidad de error que proporcionan las técnicas de transmisión que usa la red?
7. ¿Es necesario que múltiples dispositivos accedan a la red simultáneamente? ¿Cuántos y con qué tolerancia?
8. ¿Cuáles son las holguras de que se dispondrá, en lo que respecta a volúmenes, tiempos y expansión?
9. ¿Qué facilidades de reconfiguración ofrece la red a instalar? ¿Cuáles son los requerimientos adicionales y su costo, si se quieren realizar cambios?

(evaluar esto en función de los cambios esperados según el cronograma de instalación).

10. ¿Cuáles son las condiciones -técnicas y económicas- del mantenimiento de la red?
11. ¿Que garantías ofrece el proveedor del sistema como empresa constituida?

Sin duda que estos no son todos los tópicos a evaluar, pero sí son algunos importantes. Una decisión equivocada resulta en mucho más perjuicio que una red lenta.

En los capítulos anteriores hemos hablado de los principales tópicos de las redes locales y en ellos también distinguimos tres tipos de redes:

- ◆ Redes de área local (LAN).
- ◆ Redes metropolitanas (MAN).
- ◆ Redes de largo alcance (WAN).
  - terrestres
    - Regionales
    - Internacionales
  - satélites
    - Regionales
    - Internacionales

Las características consideradas para efectos de tal clasificación son las siguientes:

- Distancias operativas.
- Velocidades.
- Aplicaciones direccionadas en cada caso.
- Medios físicos de transmisión.
- Equipo involucrado.

Una forma de plantear los principales factores que determinan en la práctica un tipo de red local, es la siguiente:

1. Nombre.
2. Velocidades.
3. Técnica de acceso.
4. Técnica de transmisión.
5. Técnica de conmutación.
6. Topología.

7. Tecnología.
8. Transceptor.
9. Capas.
10. Compatibilidad con otros modelos.
11. Proveedor.

Citemos un caso como ejemplo:

Nombre	ETHERNET
Velocidad	10 MBPS
Técnica de acceso	CESMA / CD
Técnica de transmisión	Banda angosta
Técnica de conmutación	PAQUETE
Topología	Canal Multipunto
Tecnología	Bipolar / MOS
Transceptor	Discreto / Separado
Capas	Física, Enlace
Compatibilidad	IEEE 802.3
Proveedor	XEROX / DEC / INTEL

### **Identificación de existencia y ausencia de recursos para la implementación de la red seleccionada.**

Una de las tareas a efectuar para la toma de la decisión sobre qué tipo de red es el que se va a implantar, consiste en identificar los recursos disponibles de *hardware* y *software*, así como los recursos que harán falta para lograr la implantación de la red.

La importancia que tiene el proceso de recopilar la información estriba en el ahorro económico que se observa cuando no se realiza adecuadamente.

Algunos puntos que se pueden considerar para la verificación de equipo disponible son:

1. *Hardware*, tipo de equipo o dispositivo.  
Ejemplos:
  - PC's,

- equipos periféricos,
- dispositivos de comunicaciones,
- servidores de impresión o de almacenamiento,
- minis,
- equipo macro, etc..

Anotando en cada caso las características del equipo y especificando el alcance y la forma en que éste va a ser integrado a la red

## 2. *Software.*

Ejemplos:

- sistema operativo con que se inicia la máquina (DOS, OS/2, UNIX, etc.),
- sistema operativo de red (Pathworks, Novell, Windows NT, LAN Manager, etc.)
- paquetes de fabricante (windows, word, excel, etc., compiladores, lenguajes de programación, graficadores, paquetes integrados, etc.),
- aplicaciones desarrolladas para usuarios finales, operadores del equipo y de las mismas (contabilidad, nómina, emisión de estados de cuenta, etc.).

# CONCLUSIONES

**L**a idea principal cuando se inició este trabajo fue proporcionar un material que sirviera de guía para entrar al ambiente de las redes de computadoras, principalmente a empleados del INFONAVIT relacionados con este campo.

A lo largo del desarrollo de este trabajo y a la fecha de lectura del mismo, la tecnología y desarrollo sobre redes de computadoras habrá avanzado de tal manera que pueden no mencionarse en él, componentes de comunicaciones, medios de transmisión, dispositivos de interconexión, etc. que en ese momento estén de moda o sean los más usuales.

El material presentado en este trabajo cumple su objetivo de ser el material didáctico idóneo para aquellas personas que quieran iniciarse en el ambiente de las redes de computadoras. Ya que en él se presentan, en una forma básica, los diferentes tipos de redes, de acuerdo al área geográfica que cubren o por la disposición de los equipos que constituyen las mismas, así como los diferentes medios o dispositivos que se utilizan para la interconexión de ellas.

Es importante mencionar que a lo largo del desarrollo de este trabajo y al finalizar el mismo, nos hemos dado cuenta que la falta de un estudio profesional detallado sobre los requerimientos y necesidades en la implantación de una red de

computadoras del tipo que sea, recaerá directamente en el costo monetario de la empresa o compañía que lo lleve a cabo sin este análisis.

Por otro lado se pudo constatar que el uso de redes de área local, ya sea para la automatización de oficinas o empresas o instituciones como el INFONAVIT, es una herramienta con un gran beneficio para sus directivos como para los que en ella operan. Así mismo se descubrió que Ethernet sigue teniendo la mayor base instalada en redes locales para ambientes de oficina, lo que se ha debido a las diferentes opciones que se pueden elegir dentro de ella.

## APÉNDICE



## BIBLIOGRAFIA

**Alan Freedman**

*Glosario de Computación*

1984 por McGRAW-HILL. Tercera edición.

**Andrew S. Tanenbaum**

*Computer Networks*

1988 by Prentice-Hall, Inc. 2nd edition.

**Antonio Cebrián Ruz, Eduardo Borraz Faci**

*Guía Práctica de Comunicaciones y Redes Locales.*

1993, Gustavo Gili, S.A. de C.V. México.

**Conductores de México (CONDUMEX-RETEL)**

*Seminario de Redes de Computadoras*

1992 por CONDUMEX.

**Dimitri Bertsekas, Robert Gallager**

*Data Networks*

1992 by Prentice-Hall, Inc. 2nd. Edition.

**Federico Angel Mejía Monasterio**

*Tesis, "Arquitectura de Información: Un Marco de Referencia para la Integración de Tecnologías".*

Marzo de 1994. Facultad de Ciencias.

**IBM Product Education - Communications Systems**

*TCP/IP Architecture (78607/G3740) Student Guide*

April 10, 1992 by IBM Corporation.

**INFONAVIT**

*Disposiciones Legales*

Septiembre 1991 por Impresora Publicitaria y Editorial, S. A. 8va edición.

**James Martin**

*Computer Networks and Distributed Processing: Software, Techniques, and Architecture.*

1981 by PRENTICE-HALL, INC..

**José Antão Beltrão Moura, Jacques Philippe Sauvé,**

**William Ferreira Giozza, José Fábio Marinho de Araújo**

*Redes de Computadoras Protocolos de Alto Nivel y Evaluación de Prestaciones.*

1992 por McGraw-Hill/Interamericana de México S.A. de C.V.

**Larry Jordan and Bruce Churchill**

*Communication and Networking for the IBM PC and Compatibles*

1990 by Brady Publishing. 3rd Edition.

**Dr. Marcelo Mejía Olvera**

*Artículos "Soluciones Avanzadas"*

Julio Agosto de 1993. Departamento Académico de Sistemas Digitales.

**Michael Durr, Mark Gibbs**

*Networking Personal Computers*

1989 by Que Corporation, 3rd Edition.

**Microsoft**

*Windows para Trabajo en Grupo Ver. 3.11, Manual del Usuario*

1993 por Microsoft Corporation.

**Néstor González Salnz**

*Comunicaciones y Redes de Procesamiento de Datos*

1991 por McGRAW-HILL Interamericana de México, S.A. de C.V.

**NOVELLCO de México**

*Seminario de Redes Locales*

1989 por NOVELLCO de México S.A. de C.V.

**OS/2 MAGAZINE**

Noviembre de 1994, Volumen 1, Número 11.

**PC MAGAZINE en español**

*Volumen 5, Número 6.*

Noviembre de 1994 por Editorial América S.A.

**PC MAGAZINE en español**

*Volumen 5, Número 8.*

Noviembre de 1994 por Editorial América S.A.

**PC MAGAZINE en español**

*Volumen 5, Número 9.*

Noviembre de 1994 por Editorial América S.A.

**PC MAGAZINE en español**

*Volumen 5, Número 11.*

Noviembre de 1994 por Editorial América S.A.

**Standard Microsystems Corporation**

*SMC EtherCard Elite Ultra Adapters, User Guide.*

1993, U.S.A.

**Tom Sheldon**

*Lan Times Encyclopedia of Networking*

1994 by McGraw-Hill

**Tracy LaQuey, Jeanne Ryer**

*Qué es Internet*

1994, por Addison-Wesley Iberoamericana, S.A.

**Wollongong Group, Inc.**

*User Guide PathWay Access, Microsoft Windows System.*

March 1994 by Wollongong Group. Release 3.0