



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS

Las autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.

El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó las notas. Las inasistencias serán computadas por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia solamente a los alumnos que tengan un mínimo de 80% de asistencias.

Pedimos a los asistentes recoger su constancia el día de la clausura. Estas se retendrán por el periodo de un año, pasado este tiempo la DECFI no se hará responsable de este documento.

Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.

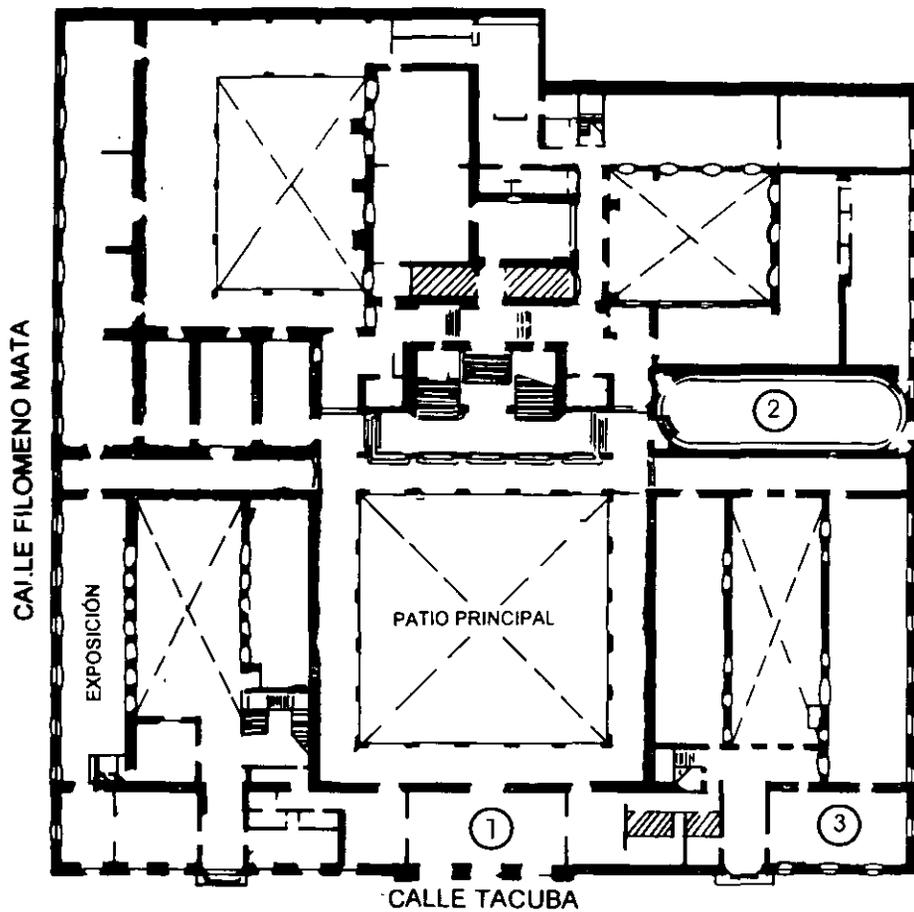
Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.

Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.

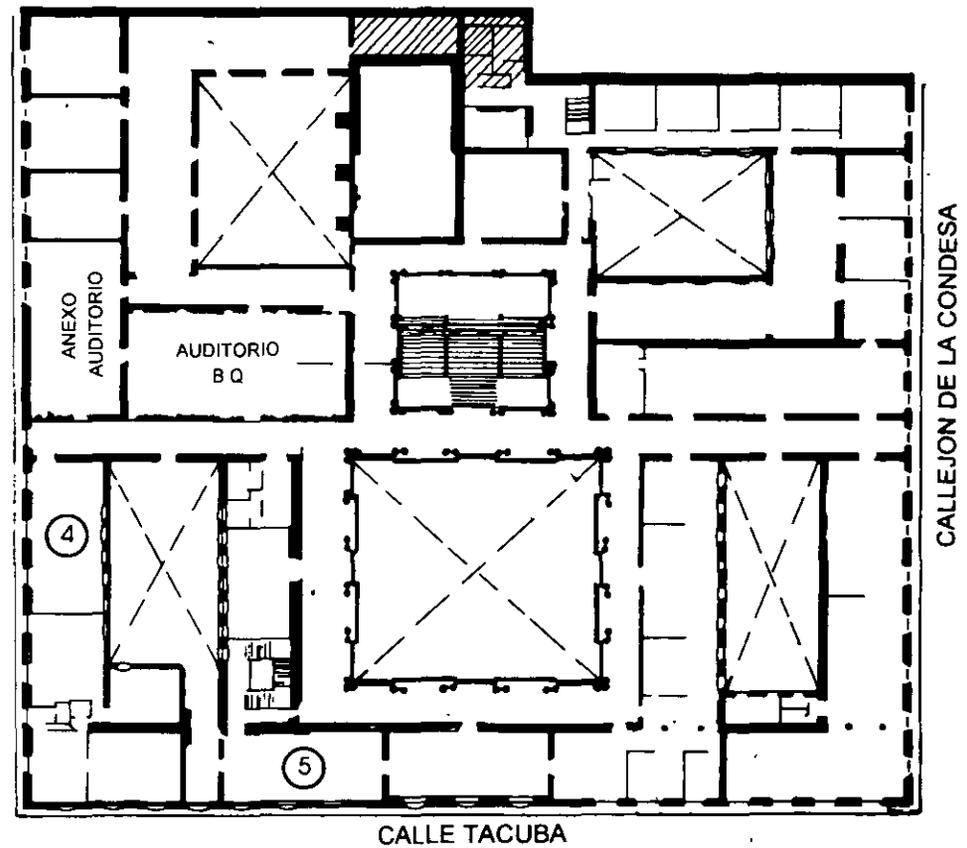
Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores impartan sus clases, a efecto de no llenar en la última sesión las evaluaciones y con esto sean más fehacientes sus apreciaciones.

**Atentamente
División de Educación Continua.**

PALACIO DE MINERIA

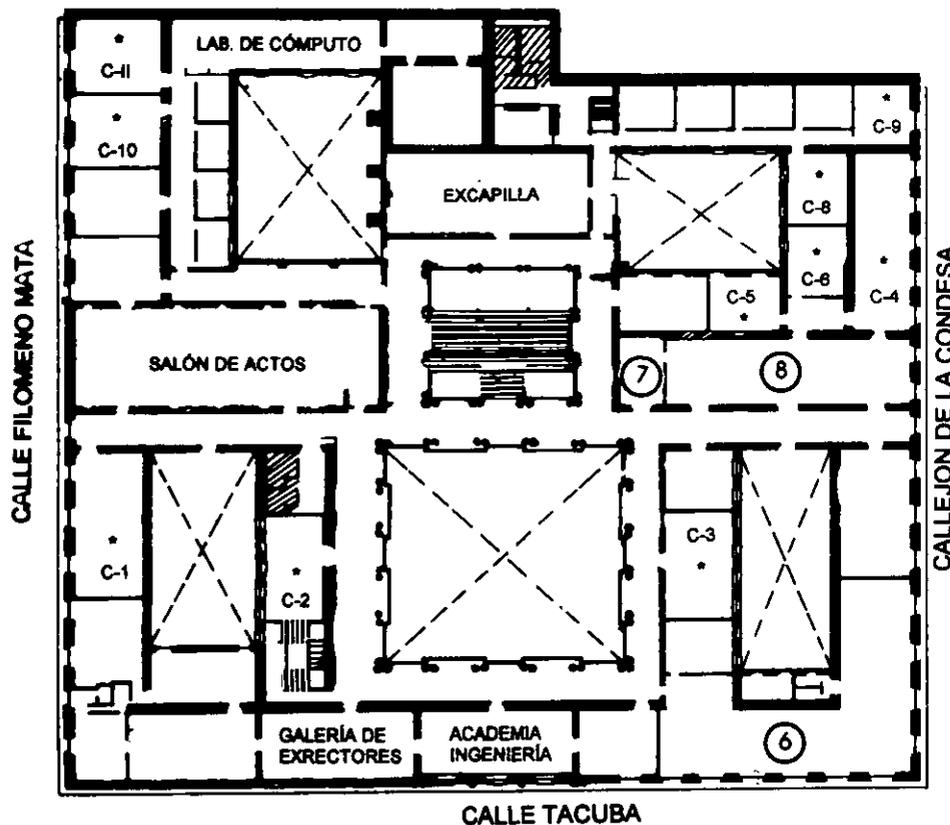


PLANTA BAJA



MEZZANINNE

PALACIO DE MINERÍA



1er. PISO

GUÍA DE LOCALIZACIÓN

1. ACCESO
2. BIBLIOTECA HISTÓRICA
3. LIBRERÍA UNAM
4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN "ING. BRUNO MASCANZONI"
5. PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACIÓN
6. OFICINAS GENERALES
7. ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA
8. SALA DE DESCANSO

SANITARIOS

* AULAS



DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.
CURSOS ABIERTOS





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

Redes de Computadoras

Instructor:
Ing. Marco Antonio López

Febrero de 1998

1 Introducción

1.1 Historia de las redes.

Las redes surgen de la necesidad de compartir recursos de alto costo entre varias personas. En los inicios de las computadoras, los recursos eran de un costo altísimo, el poder de cómputo era uno de los más valiosos y más costosos. En los centros de investigación se hacía necesario que todos los investigadores tuvieran acceso a este tipo de recursos y que estos recursos fueran distribuidos en forma tal que no se tuviese un desperdicio de tiempo de procesamiento.

Las primeras redes de computadoras que se crearon, eran del tipo centralizado, es decir, un procesador central, el cual tenía el poder de cómputo y las terminales que le enviaban las tareas a realizar al procesador. Estas redes exigían que la conexión se realizara punto a punto.

El desarrollo de la tecnología permitió tener redes que comunicaban computadoras en sitios distantes, este avance obligó a crear protocolos de comunicación entre las computadoras. Estos protocolos eran propietarios de los fabricantes de las máquinas. Aquí es donde se comienza a ver la necesidad de crear protocolos estándares para comunicar máquinas y redes de diferentes fabricantes y de diferentes tipos.

En 1973, la Agencia de Investigaciones Avanzadas de la Defensa de los Estados Unidos (DARPA) inició un programa para investigar las técnicas y las tecnologías para la interconexión de redes de diversos tipos. El objetivo era desarrollar protocolos de comunicación los cuales pueden permitir a redes de computadoras comunicarse en forma transparente a través de múltiples redes. Este proyecto fue llamado Internetting project, y el sistema de redes que emergió de estas investigaciones fue conocido como Internet.

El sistema de protocolos desarrollados en el transcurso de esta investigación, dieron forma a lo que después se conocería como la suite del protocolo TCP/IP.

En 1986, la National Science Foundation (NSF) de los E. U. inició el desarrollo de la NSFNET, la cual provee un servicio de comunicación muy importante para la Internet.

La NASA y el Departamento de Energía de los E.U. contribuyeron con otra parte del canal principal de Internet con la NSINET y ESNET respectivamente. En Europa también hay una gran parte del canal principal de Internet, esta red es conocida como NORDUNET.

Actualmente Internet enlaza computadoras de Universidades, Oficinas Gubernamentales, Instituciones Públicas y Privadas, Centros de investigación, etc.

Durante el curso de la evolución de Internet, particularmente después de 1989, el sistema de Internet comenzó a integrar el soporte para otras suites de protocolos en su estructura de red básica. Se puso énfasis en una red multi-protocolo y en particular en la integración de los protocolos de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI, Open System Interconnection) dentro de la arquitectura.

En la década de los 80 se crearon cerca de 100 aplicaciones públicas y comerciales de protocolos de la suite TCP/IP. Durante los comienzos de 1990 también se crearon aplicaciones del protocolo OSI.

1.2 **Objetivos de las Redes**

Una red de computadoras, es un conjunto de computadoras conectadas entre sí, a través de medios de comunicación (líneas telefónicas, cable coaxial, fibra óptica y microondas); en donde, como ya se mencionó al principio del capítulo, cumplen con ciertos objetivos. Ya que cada red precisa de un estudio completo para determinarlos y esto dependerá de las necesidades del usuario, empresa o compañía. Para dar dicha confiabilidad al usuario es importante seguir los siguientes lineamientos:

-*Compartición de Recursos.*- Significa en hacer que todos los programas, información y equipos estén disponibles en cualquier computadora de la red, eso sin importar la ubicación física, tanto del recurso como del usuario.

-*Confiabilidad.*- Esto quiere decir que la red nos va a dar alternativas múltiples ya sea que un archivo puede duplicarse en dos o tres máquinas, de modo que si una no esta disponible puede tener acceso a otra.

-*Ahorro de recursos.*- Con la implementación de una red se va a ahorrar dinero, ya que al tener varias computadoras en red se puede compartir una impresora y satisfacer las necesidades del usuario, esto sin tener una impresora para cada computadora. Aquí se puede emplear el dicho de "una para todos y todos para una".

-*Medio de comunicación.*- Determinar si el medio de comunicación es el adecuado para la transmisión de datos a gran escala

-*Seguridad.*- Hoy día algo muy importante en lo que se refiere al manejo y manipulación de la información ya que se manejan grandes B.D. y que con la gran Red de Redes (Internet) todos podemos acceder a dicha información por lo tanto se debe tener un total cuidado en su manejo.

2 Clasificación de las Redes

Hoy día en la actualidad el desarrollo de la tecnología se esta dando en forma continua, existen numerosas opciones de estructura al planear una red de datos. Por lo que existen diferentes tipos de redes , su clasificación se da por el tipo de propietario y también por su extensión geográfica.

2.1 Clasificación por propietario

De acuerdo al Propietario de la red, se clasifican en:

1.- Redes privadas. Son las más comunes, normalmente pertenecen a universidades, bancos y empresas tanto públicas como privadas. Su característica es de que sólo un grupo reducido de personas tienen acceso a la red (los propietarios, los socios, empleados o estudiantes).

2.- Redes comerciales. Rentan sus servicios a personas interesadas en tener acceso a la información de la red. En este tipo de redes pueden pertenecer revistas científicas, agencias de noticias y otros grupos que deseen vender sus productos.

3.- Redes públicas. Son administradas generalmente por el gobierno en países subdesarrollados y por grandes consorcios en países capitalistas.

La infraestructura que se da para éstas redes es por medio de la red telefónica, ofreciendo sus servicios a cualquier organización que se suscriba a la red.

2.2 Clasificación por extensión geográfica

- Redes de Area Metropolitana (Metropolitan Area Network o MAN)
- Redes de Area Amplia (Wide Area Network o WAN)
- Redes de Área Local (Local Area Network o LAN)

2.2.1 Redes de Area metropolitana (MAN)

Las redes de Área Metropolitana MAN(Metropolitan Area Networks). Son redes híbridas, es decir, redes que conectan PC's, mini y macrocomputadoras. Se diferencian de las redes WAN ya que son equipos tan sofisticados y por la tanto no transmiten a distancias muy grandes.

Un ejemplo de este tipo de red es como lo muestra la figura 1, donde se tienen conectadas a la red las diferentes dependencias de la UNAM dentro del área metropolitana. Aquí se muestra la comunicación entre los diferentes campus dentro de una misma región utilizando enlaces de microondas y de RDI punto a punto. Este es el medio para la comunicación entre dichas dependencias.

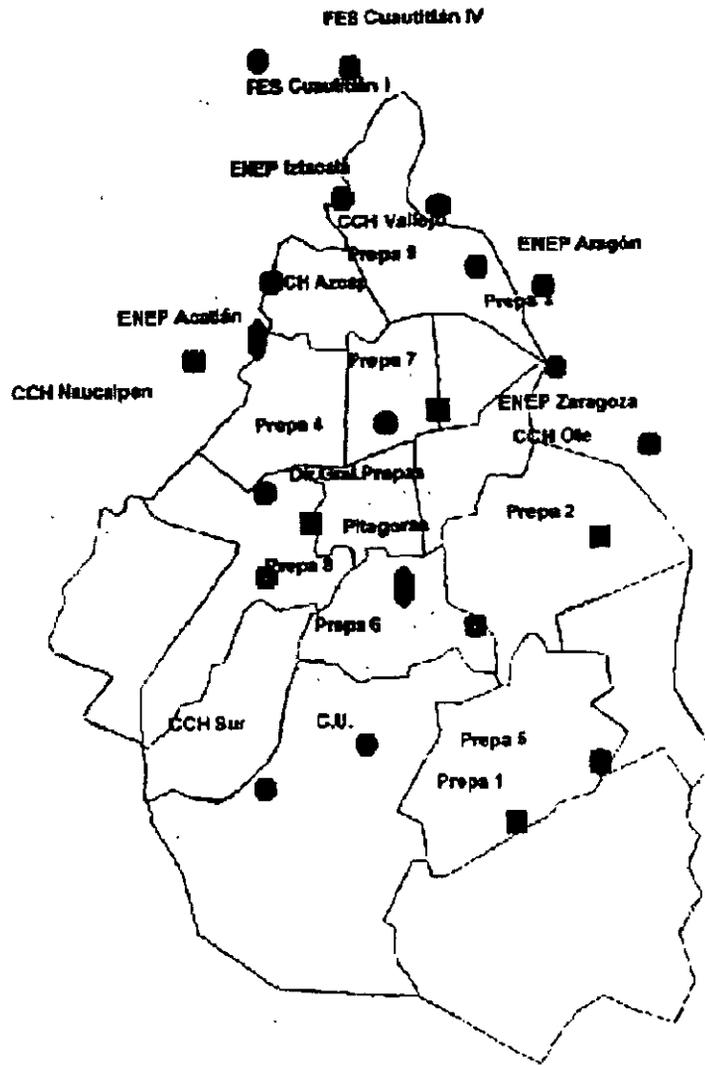


Fig.1 Red Metropolitana de las diversas dependencias de la UNAM

2.2.2 Redes de Area Amplia (WAN)

Este tipo de redes surge entre 1960 y 1970. Los científicos e ingenieros idearon maneras de construir redes que conectaran varias computadoras a través de grandes distancias geográficas, llamadas *Redes de área amplia* (Wide Area Networks, WAN) o redes de trayectos largos (long-haul networks). Este tipo de tecnología difiere de un conjunto de líneas de transmisión desarticuladas ya que incluyen una computadora adicional con propósitos especiales en cada sitio que se conecta a las líneas de transmisión y mantiene la comunicación independiente de las computadoras que utilizan la WAN.

Para poder comprender como puede ser útil una WAN, podemos poner de ejemplo la propia UNAM, en donde para la comunicación entre los diferentes campus en regiones alejadas del país se utilizan enlaces vía satélite cuya capacidad de transmisión es pequeña y permite la

comunicación en lugares en donde por la ubicación geográfica no existen otros medios de comunicación. Tal es el caso del enlace entre la estación "Puerto Morelos" del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología en el estado de Quintana Roo, del enlace con el "Observatorio Astronómico Nacional" a cargo del Instituto de Astronomía y otras más, esto se puede apreciar mejor observando la figura 2

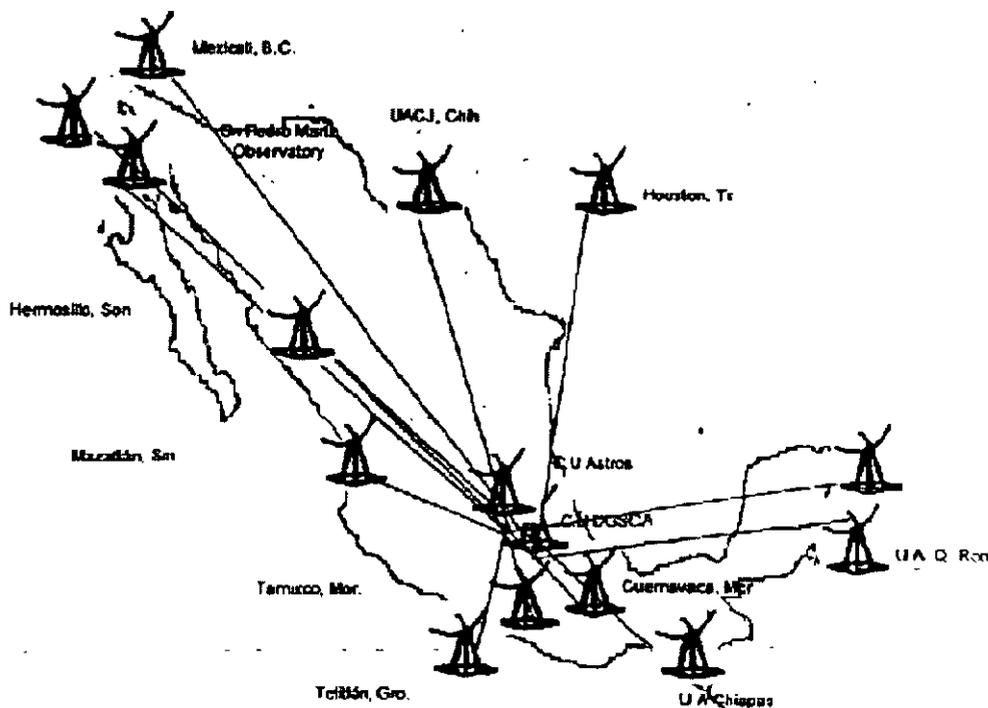


Fig.2 Red de Area Amplia con enlaces satelitales con diferentes dependencias en el interior de la República

2.2.3 Redes de Area Local (LAN)

La necesidad de mejorar la comunicación telefónica hace que surja una tecnología que hoy día es muy importante para cualquier empresa que quiera estar a la vanguardia de las comunicaciones y es la Red de Area Local (Local Area Network). Se le llama así ya que se usa en distancias cortas para conectar las computadoras, la longitud que debe de tener es por no más de 3Km de cable, dichas computadoras interoperan y permiten al usuario compartir recursos. Ver figura 3. El aumentar la distancia de una LAN puede dar como resultado un funcionamiento deficiente.

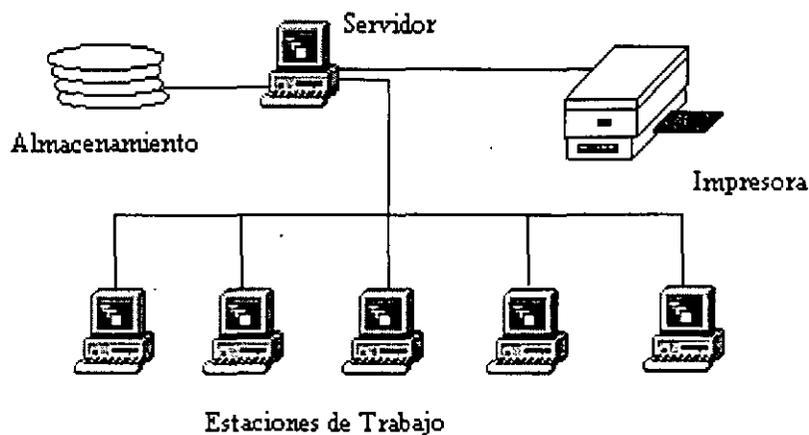


Fig. 3 Ejemplo de una Red de Area Local

Cabe mencionar que el trabajo más importante sobre LAN's para muchos fue el realizado por Xerox Corporation en el Centro de Desarrollo de Palo Alto (PARC) a finales de la década de 1970 y comienzo de 1980. En PARC, se concibieron y desarrollaron, hasta el punto de obtener un producto comercial, un conjunto de estándares y protocolos llamados Ethernet. Casi al mismo tiempo, usuarios trabajando independientemente en Datapoint Corporation desarrollaron un estándar llamado ARCNet. Más tarde IBM desarrolló una de las tres tecnologías de red más utilizadas actualmente, Token Ring. En cada definición de LAN se mezclaban tipos específicos de cable de cobre, conectores específicos, una configuración física y ciertas funciones de software. Pero como el gobierno y la industria exigían flexibilidad, se amplió el conjunto de especificaciones para cada tipo de red y así incluir diferentes tipos de cables, configuraciones y protocolos. Hoy día se pueden mezclar un conjunto de hardware y software para crear una red personalizada y aún estar dentro de las especificaciones de red soportadas por productos de diferentes compañías.

Las características que definen a una Red LAN son:

- Medio de comunicación común a través del cual todos los dispositivos pueden compartir información, programas y equipos; independientemente del lugar físico donde se encuentre el usuario o el dispositivo.
- Velocidad de transmisión muy elevada para que pueda adaptarse a las necesidades de los usuarios y del equipo.
- Distancia entre ordenadores relativamente corta, como ya se había mencionado anteriormente es de aproximadamente 3Km.
- Utilización de cables de conexión
- Sistema de detección y corrección de errores de transmisión

- Flexibilidad ya que el usuario administra y controla su propio sistema
- Comunicación directa del usuario con sus compañeros de trabajo, reemplazando el teléfono.

La Figura 4 nos ilustra un ejemplo verdadero de lo que puede ser una conexión de redes locales en forma general. En esta figura se muestra a la red UNAM como un conjunto de redes de área local, en donde se observan ruteadores que se encuentran dentro del anillo (Backbone) así como aquellos que no están directamente conectados a este pero que son considerados importantes dentro de la red. Cada uno de éstos contiene las LAN's de las diferentes facultades, así como de algunas dependencias que tienen sus instalaciones dentro del Campus de Ciudad Universitaria y que en su mayoría están conectadas a las ruteadores vía fibra óptica. Estas redes utilizan las topologías más empleadas que son variantes de Ethernet.

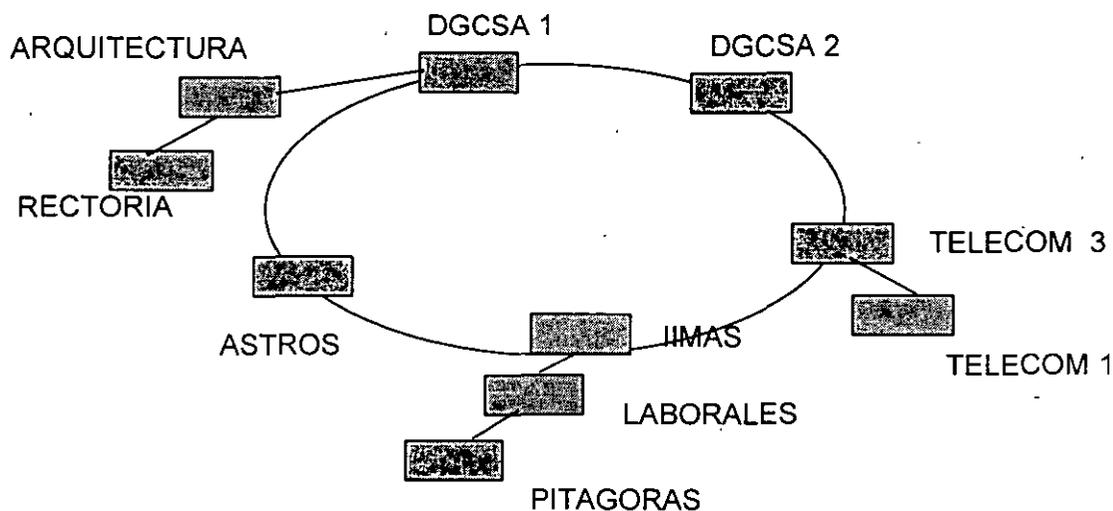


Fig. 4 Anillo central de la Red UNAM

2.3 Clasificación por topología

La topología es el ordenamiento de la estructura que consta de las rutas e interruptores, que proveen las comunicaciones interconectando nodos de la red.

Las topologías más comunes para LAN son: estrella, anillo y bus.

2.3.1 TOPOLOGÍA ESTRELLA

Una de las principales razones de su empleo es histórica. La topología estrella consiste de un elemento de nodo central, al cual se le conectan todos los dispositivos de comunicación de datos. Cuando se quiere una comunicación entre los dispositivos, el servidor central pone los interruptores adecuados, pareciendo ser entre los mismos un enlace punto a punto. La red tipo estrella se utilizó a lo largo de los años 70's por que resultó fácil de controlar, su software no es complicado y su flujo de tráfico no es sencillo emana del núcleo de la estrella, que es el nodo central, hacia el nodo en particular. Fig.5

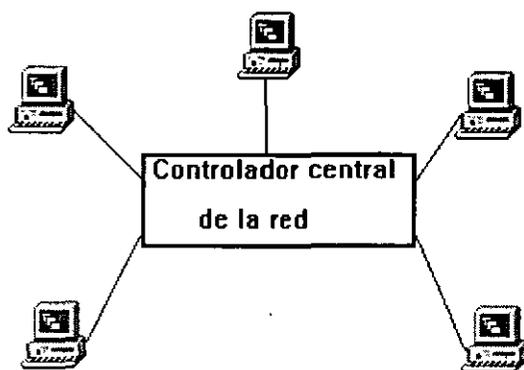


Fig 5 Topología Estrella

2.3.2 TOPOLOGÍA ANILLO

En la topología anillo se enlazan repetidores punto a punto, hasta formar entre ellos un círculo imaginario y cada uno de ellos se conectan los dispositivos, el flujo se hace entre cada enlace de los repetidores y de estos a los dispositivos.

El sistema anillo consiste de un número de repetidores, en el que cada repetidor se conecta a otros dos con un enlace unidireccional hasta que se forma una ruta cerrada. Los datos se transmiten secuencialmente, bit a bit, y cada repetidor los regenera y los retransmite.

Para que el sistema se comporte como una red de comunicaciones, requiere tres funciones: inserción del mensaje, recepción del mensaje y el borrado del mensaje. Para la inserción del mensaje en el canal de comunicaciones y transmisión, se encarga el repetidor. En la recepción del mensaje, como la dirección del destinatario, el repetidor verifica si le corresponde, si es afirmativo lo apropia de lo contrario lo retransmite. Con respecto al borrado del mensaje se tiene dos criterios: uno es que el destinatario después de copiarlo se encarga de borrarlo y el segundo consiste en que el transmisor después de dar una vuelta lo borra, de esta manera se puede hacer que varias estaciones puedan copiar el mensaje. Fig.6

El más grande beneficio de LAN's con topología anillo es que son a base de enlaces de comunicación punto a punto. También representa un beneficio que cada repetidor regenere y retransmite cada bit ya que se logra un mayor grado de seguridad de transmisión correctamente. Por último, en ciertas condiciones se alcanzan tasas altas de *throughput* (datos procesados efectivos), son bastante raros los embotellamientos.

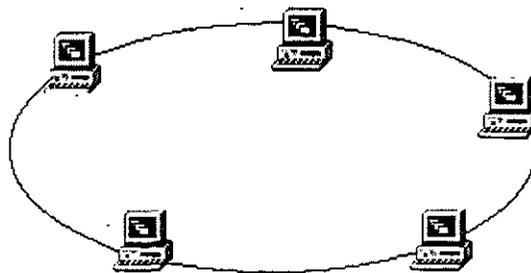


Fig 6 Topología Anillo

Los problemas potenciales que presenta son: vulnerabilidad del cable, falla del repetidor y un estudio más detallado al adicionar nuevos repetidores. La vulnerabilidad del cable se presenta cuando hay una ruptura de algún enlace lo que provoca que se caiga el sistema. Cada componente sólo ha de llevar a cabo una serie de tareas muy sencillas: Aceptar los datos, enviarlos al nodo conectado al anillo o retransmitirlos al próximo componente del mismo.

Con respecto a la falla del repetidor, sucede cuando los datos no son transmitidos correctamente y por tanto, también ocasiona una caída del sistema. Adicionar nuevos repetidores es problemático porque necesita un buen estudio de los repetidores que están juntos donde se quiere adicionar.

2.3.3 ANILLO-ESTRELLA

Una modificación a la topología anillo es la combinación anillo-estrella. Consiste básicamente en tener concentrados todos los enlaces, permitiendo tener interconexión de repetidores. Esto permite que cuando existe una falla de algún cable sea más fácil localizarlo y después repararlo, además en ese momento se puede utilizar otros enlaces que se tenga a los dos repetidores donde se encuentra la falla. Finalmente en esta arquitectura es más fácil adicionar repetidores. Fig.7

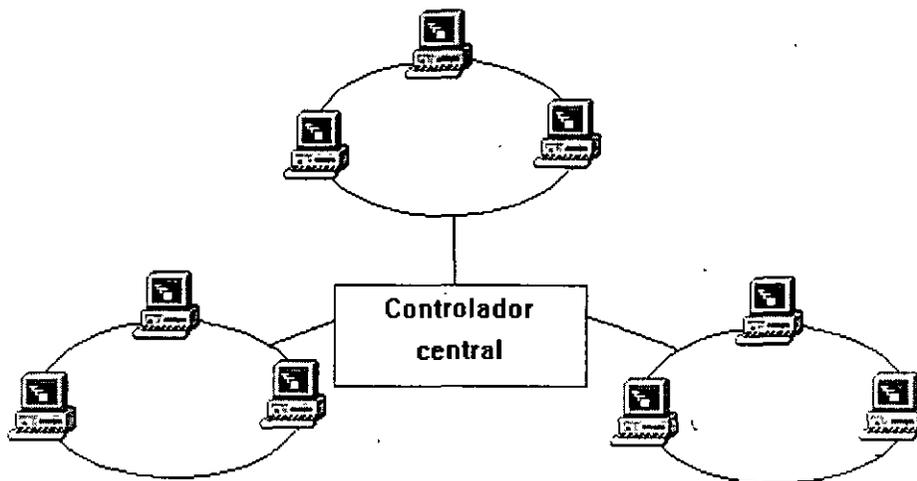


Fig 7 Topología Anillo - Estrella

2.3.4 TOPOLOGÍA BUS

Es caracterizada por el uso de un medio de transmisión múltiple acceso. Los dispositivos comparten el medio y solo un dispositivo puede transmitir a la vez. Fig.8

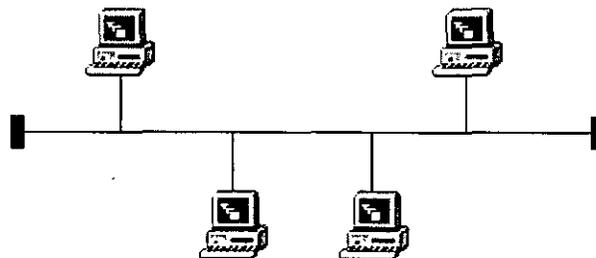


Fig. 8 Topología Bus

Es relativamente fácil controlar el flujo de tráfico entre los distintos nodos, ya que el bus permite que todas las estaciones reciban todas las transmisiones, es decir, una estación puede difundir, la información a todas las demás. Dado que varios elementos comparten el mismo canal o trayectoria de datos, solo un elemento puede transmitir su información a la vez, usualmente en forma de paquete de datos, conteniendo éste, su información de acceso a la terminal de trabajo, los demás nodos reciben la información, pero solo el nodo direccionado accesa la información. Esta topología permite que si un nodo falla el resto continúe operando. La principal limitación de una topología de este tipo es que existe un solo canal de comunicaciones para todos los dispositivos de la red. En consecuencia si el canal de comunicaciones falla, toda la red deja de funcionar. Algunos fabricantes proporcionan canales completamente redundantes por si falla el canal principal, y otros ofrecen computadoras que permiten rodear un nodo en caso de que falle. Otro inconveniente de esta configuración estriba en la dificultad de aislar las averías de los componentes individuales conectados al bus, la falta de puntos de concentración complica la resolución de este tipo de problemas.

2.3.5 BUS-ARBOL

En la topología bus (la bus es un caso especial de la de árbol, con sólo un tronco y sin ramificaciones). También jerárquica (más extendidas). El software que controla la red es relativamente simple, y la topología proporciona un punto de concentración de las tareas de control de errores. Fig.9 .

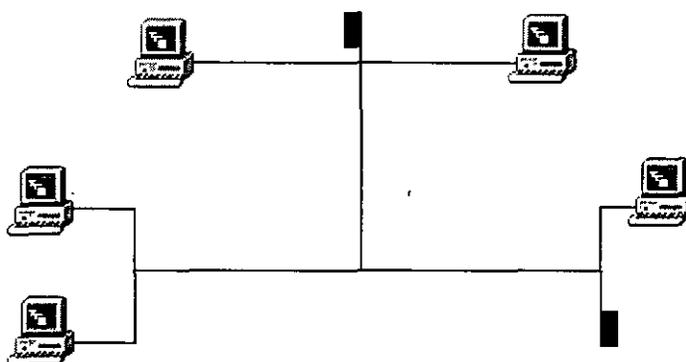


Fig 9 Bus - Arbol

3 Protocolos de Comunicación de Alto Nivel.

3.1 Modelo de Referencia OSI

La Organización Internacional para Estandarización (ISO) desarrolló un modelo de referencia para la estandarización de los protocolos de red. El modelo es conocido como el modelo de referencia para Interconexión de Sistemas Abiertos, (OSI, Open System Interconnection). OSI es un modelo de siete capas.

La forma en la cual dos partes de la red se comunican es llamada protocolo, lo cual asegura que cada una de las partes de la comunicación entienda a la otra sin ambigüedad. Un protocolo puede especificar la forma en que los datos son codificados, como puede ser identificado el comienzo y el fin de un mensaje, como las direcciones de los puntos origen y destino son mostradas, y las acciones a tomar si se encuentran errores durante la transmisión. Debe existir un protocolo definido para conectar dos niveles adyacentes, pero la estructura completa de una red puede consistir de muchas especificaciones diferentes.



Figura 10. Modelo OSI. El modelo OSI sólo se ha podido implantar en algunos sistemas experimentales debido al alto costo que representa su implementación.

Por ejemplo, la capa de red (Capa 3), tendrá especificaciones de protocolo para la capa de enlace de datos (capa 2) y para la capa de transporte (Capa 4). Esto es, a la capa 3 no le interesan las especificaciones para la capa 1 o para la capa 5, dado que esas capas no forman parte del área de interés de la capa. Esto da como consecuencia una flexibilidad considerable cuando las especificaciones son cambiadas o se agregan nuevas opciones.

3.1.1 Capa Física.

Esta capa describe las especificaciones mecánicas y eléctricas para la estructura del cableado. define como serán convertidos los bits en corriente eléctrica, pulsos luminosos o cualquier otra forma física. Determina el método por el cual las ráfagas de bits son enviadas a través de la red. Esta capa proporciona los servicios de enlace que están asociados con la adquisición, mantenimiento y desconexión de circuitos físicos

que conforman la ruta de conexión de la comunicación. Maneja tanto la interfaz como los requerimientos procedurales del medio de conexión. La capa física es similar a la interfaz DCE-DTE. La capa física está encargada de la sincronización de los bits y de la identificación de un elemento como un uno o un cero. La unidad de datos de este protocolo es el Bit.

Protocolos típicos en la capa física incluyen la familia RS-232, la familia RS-449, las interfaces CCITT X.25 y X.21, otra serie de recomendaciones de la CCITT (V y X), y los aspectos físicos de los protocolos de acceso al medio de la IEEE 802.X para redes de área local.

En los estándares de cableado de cobre en redes Ethernet existen dos tendencias básicas: cableado coaxial y cable UTP (Unshielded Twisted Pair). El cableado coaxial tiene básicamente dos variantes: el cable coaxial delgado y el cable coaxial grueso.

3.1.2 Capa de Enlace de datos.

Esta es la responsable de hacer que el enlace físico sea confiable. Está encargada de comenzar y terminar los enlaces, además de detectar y controlar los errores. El trabajo del comité IEEE 802.3 ha subdividido esta capa en dos subcapas.

La capa que sirve como interfaz con la capa física es llamada capa de Control de Acceso al Medio (MAC) y la capa que sirve de interfaz con la capa de transporte es llamada capa de Control Lógico de Enlace. La capa de control lógico de enlace es responsable de ensamblar y particionar los frames, agregando direcciones origen y destino, facilidades para el control y detección de errores en el receptor. Los Puentes (Bridges) funcionan en esta capa.

LLC es la capa responsable de controlar el intercambio de datos entre usuarios que se están comunicando a través de la capa de Control de Acceso al Medio.

Con excepción de la capa física, los servicios y protocolos proporcionados por la capa de enlace deben de ser familiares a aquellos que están en la industria de la comunicación de datos. Los servicios de la capa de enlace están relacionados con el intercambio confiable de datos a través de un enlace punto a punto o multipunto que ha sido establecido en la capa física. Los protocolos de la capa de enlace de datos manejan el establecimiento, control y terminación de la conexión lógica. Controla el flujo de datos del usuario, supervisa la recuperación de errores y condiciones anormales, mantiene la sincronización de los bloques o frames y caracteres.

3.1.3 Capa de Red.

La capa de red provee aquellos servicios asociados con el traslado de los datos de los usuarios a través de una red constituida por enlaces encadenados, teniendo muchas rutas disponibles entre los puntos. Estos servicios incluyen ruteo, switcheo, secuenciación de datos, control de flujo y recuperación de errores. Funciones como

control de flujo y recuperación de errores aparecen duplicados en el nivel de enlace, estos están relacionados con conexiones a través de múltiples enlaces.

Esta capa es la responsable de establecer y monitorear las conexiones entre redes de área local. Esta capa es independiente de la capa física, es decir, esta capa puede estar sobre cualquier protocolo de capa 2.

En esta capa se realiza el control y selección de las rutas lógicas y conexiones entre usuarios de puntos finales en una red. Un ejemplo sería un circuito virtual en una red pública de datos.

Los capa de paquetes del CCITT X.25 es el mejor protocolo de capa de red para redes de switcheo de paquetes. X.21 es usado para redes de switcheo de circuitos. El Departamento de Defensa de E.U. ha desarrollado un protocolo de internet conocido como IP. Otros ejemplos de protocolos de red incluyen el CCITT Q.931 y el protocolo ISO 8473 no orientado a conexión, después veremos la diferencia entre un servicio orientado a conexión y uno no orientado a conexión.

3.1.4 Capa de Transporte.

La capa de transporte es la capa más alta asociada con el movimiento de datos a través de la red. Esta capa provee un mecanismo universal transparente para ser usado por las capas más altas que representa a los usuarios de los servicios de comunicación. De la capa de Transporte se espera la optimización del uso de los recursos disponibles.

Los protocolos de transporte son responsables de la integridad del intercambio de datos y deben de ser el puente conector entre los servicios proporcionados por las capas inferiores y los requeridos por las capas superiores. Se han desarrollado numerosas clases de protocolos de transporte desde algunas muy simples hasta otras muy complejas. Las capas de transporte simples pueden ser utilizadas cuando la red provee un servicio confiable y de calidad. Un protocolo de transporte complejo es usado cuando los servicios de la capa inferior es incapaz de proporcionar el nivel de servicio requerido. La complejidad es necesaria debido a que esta capa duplica los mecanismos de recuperación que deben haber sido proporcionados por las capas inferiores.

La ISO ha promulgado el estándar internacional 8073 como un protocolo de transporte. Este estándar define 5 clases de protocolos, desde el más simple (clase 0) hasta el más complejo (clase 4).

Clase	Nombre	Tipo de Red	Características
0	Clase Simple	Tasa aceptable de errores residuales (no detectables). Línea Dedicada confiable o red de conmutación de paquetes confiable.	No multiplexa, No se Recupera de Errores reportados por la capa de red, no detecta ni se recupera de errores no reportados por la capa de red.
1	Clase de recuperación básica de errores	Tasa aceptable de errores detectados. Tasa aceptable de errores residuales(No detectados), tasa no aceptable de errores detectados. Red de conmutación de paquetes no confiable.	No multiplexa, se recupera de errores reportados por la capa de red, no detecta ni se recupera de errores no reportados por la capa de red.
2	Clase de Multiplexaje	Tasa aceptable de errores residuales (no detectables) Línea Dedicada confiable o red de conmutación de paquetes confiable.	Multiplexa, no se recupera de errores reportados por la capa de red, no detecta ni se recupera de errores no reportados por la capa de red.
3	Clase de Multiplexaje y recuperación de errores	Tasa aceptable de errores detectados. Tasa aceptable de errores residuales(No detectados), tasa no aceptable de errores detectados. Red de conmutación de paquetes no confiable.	Multiplexa, se recupera de errores reportados por la capa de red, no detecta ni se recupera de errores no reportados por la capa de red.
4	Clase de detección y recuperación de errores.	Tasas no aceptables de errores detectados y no detectados. Red no orientada a conexión.	Multiplexa, divide la conexión de transporte entre muchas conexiones de red, permite el uso de redes no orientadas a conexión, recuperación de errores reportados por la capa de red, detección y corrección de errores no reportados por la capa de red.

Figura 11. Clases de protocolos de transporte.

Otro ejemplo de protocolo de transporte es TCP, desarrollado por el Departamento de Defensa de los E.U.

3.1.5 Capa de Sesión.

Una sesión enlaza dos procesos de aplicación en una relación cooperativa durante cierto tiempo. La capa de sesión proporciona un servicio administrativo que maneja el establecimiento y liberación de una conexión entre dos entidades de presentación. Las sesiones son establecidas cuando un proceso de aplicación pide acceso a otro proceso de aplicación.

Cuando una sesión es establecida, los servicios de control dialogan y supervisan el intercambio de datos actual. El propósito de esta capa es proporcionar el control sobre la comunicación entre las aplicaciones. Esta asume que la conexión física es confiable y es controlada por las capas inferiores. Una simple sesión puede mantener

varias conexiones de transporte o muchas sesiones consecutivas pueden ser mantenidas en una conexión de transporte única. Actualmente los protocolos de sesión incluyen el ISO 8327, el CCITT X.25, ECMA 75 y el CCITT T.62 el cual esta orientado a servicios de Teletex.

3.1.6 Capa de Presentación.

Esta capa permite a una aplicación interpretar en forma adecuada la información transferida. Esta capa esta involucrada con la traducción, transformación, formato y sintaxis de la información. Esas funciones son requeridas para adaptar las características de manejo de la información de un proceso de aplicación a otro. Algunos ejemplos de las acciones que se realizan en esta capa, serian, la traducción de códigos, estructuración de los datos para el despliegue en pantalla, control de formato y protocolos de terminales virtuales.

Esta capa es la responsable de presentar los datos a aplicaciones diferentes en un formato que ambos puedan reconocer. También controla características tales como cifrado y compresión de datos. Un ejemplo de la función de esta capa es la de convertir datos ASCII, usados por la mayoría de las PCs y el sistema de códigos EBCDIC usado en las mainframes IBM.

La ISO realizo una selección internacional de estándares de presentación, conocido como DIS 8823. La representación sintáctica de datos ha sido definida en DIS 8824 y 8825. La CCITT ha descrito el protocolo de presentación para manejo de mensajes en X.409 y para Telex en X.61.

3.1.7 Capa de Aplicación.

Incluye una parte de la administración de la red y tareas de aplicación general, tales como transferencia de archivos. Aunque esta es la capa superior de la arquitectura del modelo OSI, la capa de aplicación no es la casa de las aplicaciones. Esta es simplemente la ventana a través de la cual las aplicaciones obtienen el acceso a los servicios proporcionados por la arquitectura de comunicaciones.

Esta capa proporciona servicios de comunicación que son mas directamente comprensibles al usuario. Estas incluyen identificación de procesos cooperativos, autenticación del comunicante, verificación de autoridad, determinación de los recursos disponibles y acuerdo de sintaxis.

La capa de aplicación puede ser visualizada como una conexión de elementos de usuario que son especificos al proceso de aplicación; un elemento de aplicación especifica tiene funciones como transferencia de archivos, intercambio de datos de negocio, o operaciones de terminales virtuales y un elemento común constituido de funciones generales.

Aunque el Modelo OSI no ha sido implantado en forma comercial y su uso no sea mas que teórico, lo tomaremos como referencia para ubicar las funciones de TCP/IP.

3.2 TCP/IP

La suite de protocolos permite a computadoras de todos los tamaños, de diferentes proveedores, corriendo sistemas operativos totalmente diferentes comunicarse entre si. TCP/IP comenzó a finales de los 60's como un proyecto de investigación financiado por el gobierno de E. U.

TCP/IP es realmente un sistema abierto en el cual la definición de la suite de protocolos y muchas de sus implementaciones estan disponibles al publico con un pequeño o nulo cargo. Tambien le da forma a lo que se le llama worldwide Internet o la internet.

Como ya hemos visto, los protocolos de red son desarrollados normalmente en capas, cada capa es responsable de una faceta diferente de la comunicación. Una suite de protocolos como TCP/IP es la combinación de diferentes protocolos en varias capas. TCP/IP es normalmente considerado como un sistema de cuatro capas, como se muestra en la figura 12.

Aplicación	Telnet, ftp, e-mail, etc.
Transporte	TCP, UDP
Red	IP, ICMP, IGMP
Enlace	Controlador del dispositivo y tarjeta interfaz.

Figura 12. Las cuatro capas de la suite de protocolos de TCP/IP. *La suite de protocolos de TCP/IP ha probado ser muy eficaz al interconectar computadoras heterogéneas entre si, esto se debe a su independencia entre capas.*

3.2.1 Capa de Enlace

Algunas veces es llamada también capa de enlace de datos o la capa de interfaz de red. Normalmente incluye el controlador del dispositivo en el sistema operativo y la correspondiente interfaz de red en la computadora. Juntos, manejan todos los detalles de la interfaz física con el cable (o cualquiera que sea el tipo de media que este siendo usado)

3.2.2 Capa de Red

Tambien conocida como capa de internet, maneja el movimiento de paquetes a través de la red. Por ejemplo, el ruteo de paquetes es realizado aquí. IP (Internet Protocol), ICMP (Internet Control Message Protocol) y IGMP (internet Group Management Protocol) proporcionan la capa de red en la suite TCP/IP.

3.2.3 Capa de transporte

La capa de transporte proporciona un flujo de datos entre dos computadoras. En la suite del protocolo TCP/IP hay dos protocolos de transporte totalmente diferentes: TCP (Transmission Control Protocol) y UDP (User Datagram Protocol).

TCP proporciona un flujo confiable de datos entre dos hosts. Esta relacionado con cosas tales como la división de datos de una aplicación en trozos de tamaño apropiado a la capa de red adyacente, y proporciona mecanismos de control para la recepción y envío de paquetes, configura los tiempos de fin de vida de un paquete, etc. Dado que este flujo de datos confiable, la capa de aplicación puede ignorar todos estos detalles.

UDP por otro lado, proporciona un servicio mucho mas simple a la capa de aplicación. Este solo manda paquetes de datos llamados datagramas desde un host a otro, pero no hay garantía de que el datagrama llegue al otro host. Cualquier implantación de confiabilidad debe ser agregada por la capa de aplicación.

Existe un uso para cada tipo de protocolo de transporte, el cual veremos cuando veamos las diferentes aplicaciones que usan TCP y UDP.

3.2.4 Capa de Aplicación.

Esta capa es la encargada de manejar los detalles de la aplicación en particular. Hay muchas aplicaciones comunes de TCP/IP que al menos cada implementación proporciona:

- ◆ Telnet para sesiones remotas
- ◆ FTP. Protocolo de Transferencia de Archivos. (File Transfer Protocol).
- ◆ SMTP. Protocolo Simple de Transferencia de Correo (Simple Mail Transfer Protocol) para correo electrónico.
- ◆ SNMP, Protocolo de Administración de Redes Simples. (Simple Network Management Protocol).

Por ejemplo, si tenemos dos hosts en una red de area local (LAN), tal como ethernet, ambos corriendo FTP, la interacción de protocolos se ve como en la figura 13. Aquí se nota que la capa de aplicación solo se encarga de los detalles propios de la aplicación, no se encarga de ver los detalles de la transmisión.

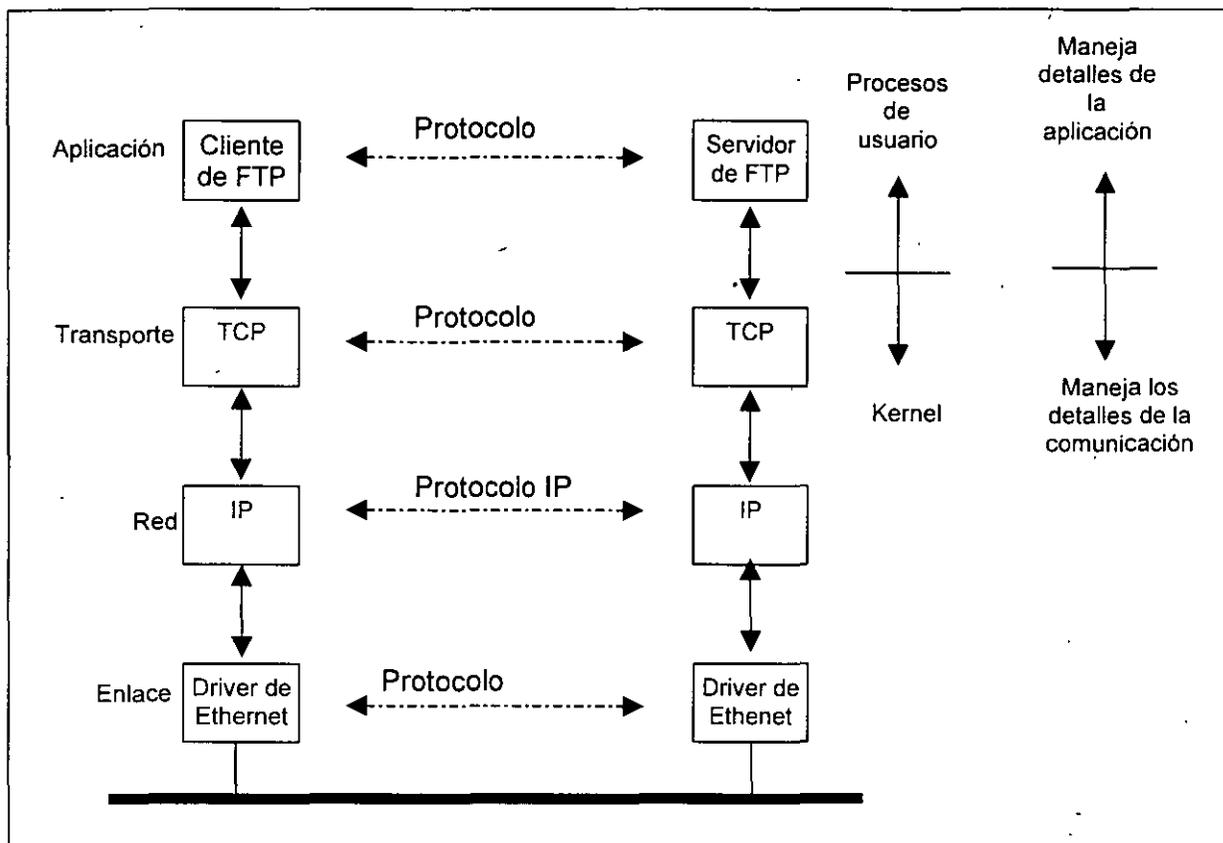


Figura 13. Dos hosts en una Red de Área Local Aunque la capa de transporte se conecta con la capa de red, lógicamente, cada capa se comunica con su correspondiente en el otro extremo de la comunicación.

Hay que notar que en la capa de aplicación, un servicio de ftp es cliente y el otro es servidor. La mayoría de las aplicaciones de red están diseñadas de forma que en uno de los extremos hay un cliente y en el otro el servidor. El servidor proporciona algún tipo de servicio a los clientes, en este caso acceso a los archivos en el servidor.

Cada capa tiene uno o mas protocolos para comunicarse con su contraparte en la misma capa. Un protocolo, por ejemplo, permite a dos capas de TCP comunicarse y otro protocolo permite a dos capas de IP comunicarse.

Hay una diferencia crítica entre la capa superior de la figura 13 y las tres capas inferiores. La capa de aplicación esta interesada solo por los detalles de la aplicación y no con el movimiento de datos a través de la red. Las capas inferiores no saben nada de la aplicación pero manejan todos los detalles de la comunicación.

Aunque en la figura 13, solo aparece un protocolo por capa, la realidad es que pueden existir varios protocolos para la misma capa. La principal razón que dio origen a la creación de este tipo de protocolos, fue la de interconectar muchas redes entre si, sin que se perdiera el control sobre la comunicación.

Estas redes podrian tener diferentes protocolos de bajo nivel, una con ethernet, otra con token ring, etc. Para conectar estas redes y para distinguir el trafico interno del que hay entre

redes, existen dispositivos llamados ruteadores. Un ruteador por definición tiene dos o mas capas de interfaz de red.

Un esquema de funcionamiento de un ruteador se muestra en la siguiente figura:

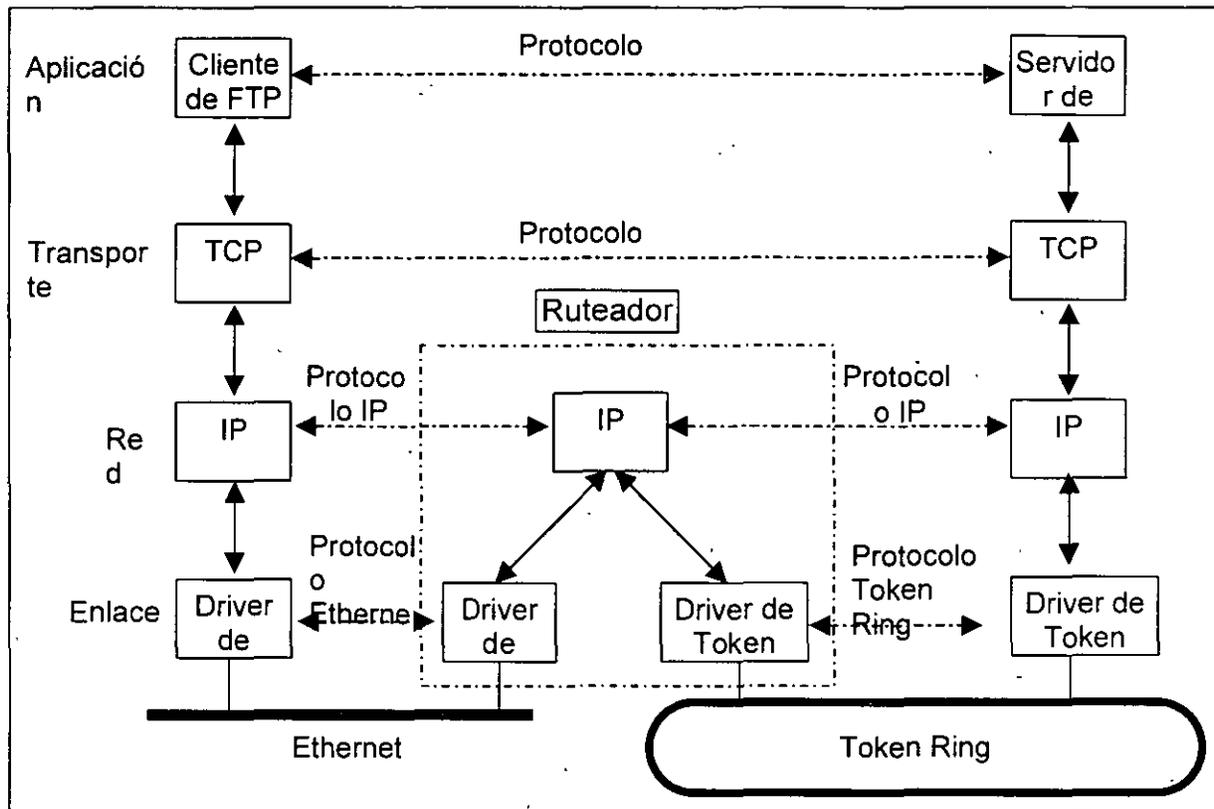


Figura 14. Dos redes conectadas con un ruteador. El ruteador debe distinguir entre el trafico de cada red, separa los datagramas enviados hacia entidades de una misma red y los enviados hacia entidades de la otra red

En la suite de protocolo TCP/IP, la capa de red, IP, proporciona un servicio poco confiable. Esto es, Hace su mejor trabajo moviendo datos desde el origen hasta el destino, pero no hay garantías. Sin embargo, TCP, proporciona una capa de transporte confiable usando el servicio no confiable de IP. Para proporcionar este servicio, TCP establece tiempos de espera y retransmisiones, envía y recibe avisos de recepción de datagramas, etc.

UDP por otro lado, proporciona servicios en la capa de transporte que no son orientados a conexión (connectionless). A través de UDP, la comunicación ya no solo se define en base a direcciones de computadoras, sino de aplicaciones dentro de esas computadoras. UDP no garantiza ningun nivel de servicio, no ordena los mensajes, no cuenta con mecanismos de control de flujo, mecanismos contra la duplicación ni contra la perdida de mensajes. Simplemente sirve para que las aplicaciones tengan puntos de entrada a un servicio de transferencia de datos a través de la red, ya que las capas inferiores no proporcionan el esquema de direccionamiento necesario para llevar esto a cabo.

Como ya hemos dicho, existen muchos protocolos en la suite de TCP/IP. La siguiente figura muestra algunos de los protocolos adicionales que son ocupados:

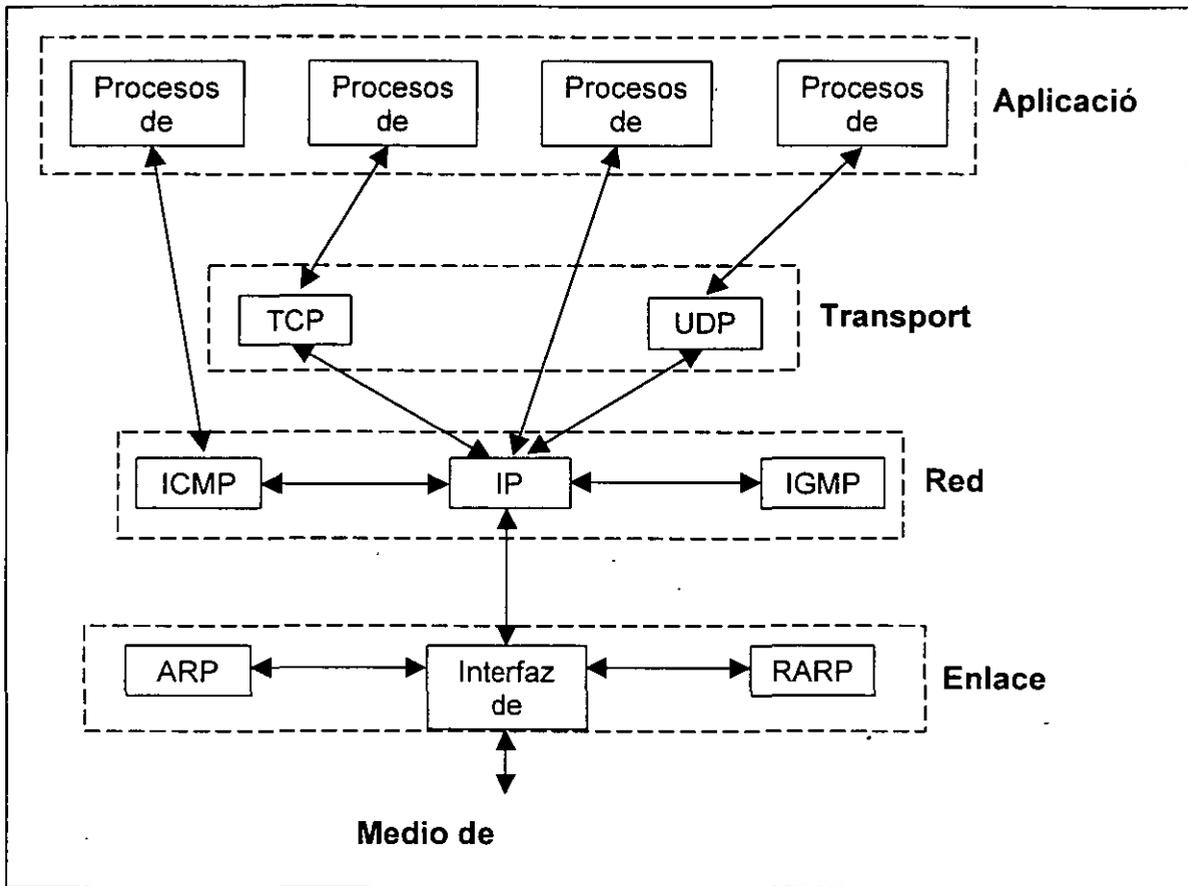


Figura 15. Varios protocolos en las diferentes capas en la suite de protocolos de TCP/IP. No existe un solo protocolo para cada una de las capas, como podemos ver, existen varios protocolos que desempeñan tareas complementarias.

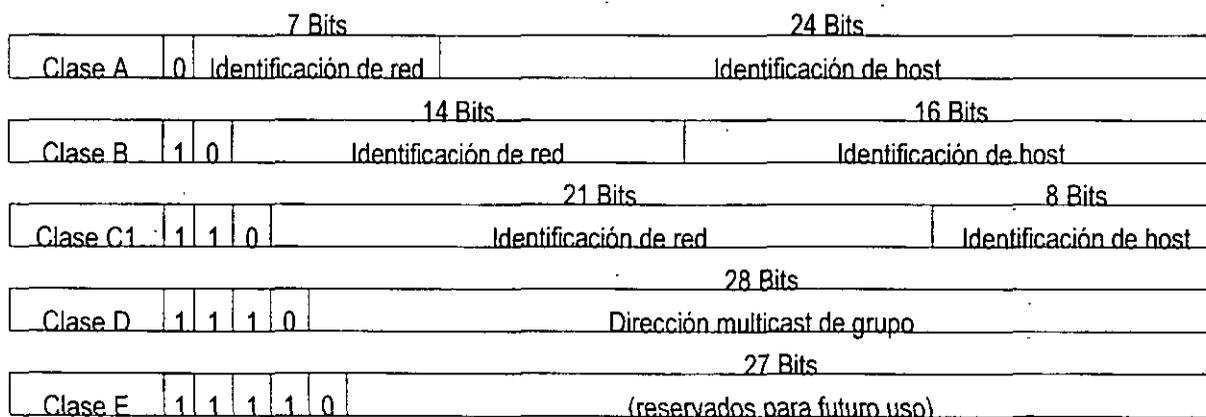
Ya hemos visto como se comunican las capas de la suite de protocolos de TCP/IP, pero ahora veamos como esta relacionado el modelo OSI con esta suite. Aunque OSI es un estándar que no ha sido llevado a la práctica, ha servido como guía para llevando a las suites de protocolos hacia una estandarización paulatina, en la siguiente figura, además de mostrar la relación de OSI con TCP/IP, también mostraré su relación con otros estándares de comunicación.

Capas OSI	Sistemas Apple	Sistemas Banyan	DEC DECNET	IBM SNA	Redes Microsoft	Novel Netware	TCP/IP	Xerox XNS
Aplicación	Programas de aplicación y protocolos para la transferencia de archivos							
Presentación	Apple Talk Filling Protocol	Remote Procedural Calls	Administración de redes y aplicaciones de red	Servicios de transacción Presentación de servicios	Server Message Block (SMB)	Protocolos núcleos de Netware	Protocolos de Aplicación específica	Interacción de procesos y control
Sesión	Protocolo de sesión Apple Talk	Remote Procedure Calls	Sesión	Control de Flujo de Datos	NetBios	NetBios	Telnet, FTP, SNMTP, etc.	Interacción de procesos y control
Transporte	Protocolo de Transacciones Apple Talk (ATP)	Comunicación interprocesos VINES	Comunicaciones finales	Control de Transmisión	NetBEUI	SPX	TCP	SSP
RED	Protocolo de envío de datagramas (DDP)	Protocolo de Internet VINES	Ruteo	Control de Ruta	NetBEUI	IPX	IP	IDP
Enlace de Datos	Tarjetas de Interfaz de Red: Ethernut, Token-Ring, etc. Controladores de Tarjetas ODI, NDIS, etc.							
Física	Medio de transmisión. Par tensado, Coaxial, Fibra óptica, Microondas, etc.							

Figura 16. Relación del modelo OSI con otros estándares.

La red Internet se caracteriza por comunicar sistemas tan distintos como los que se ven en la figura anterior. Para que se puedan comunicar en Internet, cada interfaz debe tener una dirección Internet única (también llamada dirección IP). Estas direcciones son numero de 32 bits. En lugar de tener un espacio de direcciones plano como 1,2,3, etc, hay una estructura de direcciones IP. La figura 17 Muestra las cinco diferentes clases de direcciones Internet y el rango que abarcan.

Estas direcciones de 32 bits, son escritas normalmente como cuatro números decimales, uno por cada byte de la dirección. Esto se llama notación decimal con punto.



Clase	Rango
A	0.0.0.0 A 127.255.255.255
B	128.0.0.0 A 191.255.255.255
C	192.0.0.0 A 223.255.255.255
D	224.0.0.0 A 239.255.255.255
E	240.0.0.0 A 247.255.255.255

Figura 17. Formato de direcciones IP. Existe una autoridad que asigna los rangos de direcciones a nivel mundial, esta autoridad es la Internet Network Information Center, conocida como InterNIC.

Ya sabemos como se distribuyen las direcciones de Internet, sin embargo, desconocemos quién controla la suite de protocolos de TCP/IP, y quien aprueba los nuevos estándares. Existen cuatro grupos responsables de la tecnología de Internet:

- ◆ La Internet Society (ISOC) es una asociación profesional para facilitar, dar soporte y promover la evolución y crecimiento de Internet como una infraestructura de investigación global de comunicaciones.
- ◆ La Internet Architecture Board (IAB) es el cuerpo de coordinación y revisión técnica. Esta compuesta de aproximadamente 15 voluntarios internacionales de varias disciplinas y funciona como la mesa final editorial y de revisión técnica para la calidad de los estándares de Internet. La IAB esta bajo la ISOC.
- ◆ La Internet Engineering Task Force (IETF) esta formada de areas específicas (aplicaciones, ruteo y direccionamiento, seguridad, etc), desarrolla las especificaciones que se convierten en estándares de Internet.
- ◆ La Internet Research Task Force (IRTF) desarrolla proyectos de investigación de largo alcance.

Tanto la IRTF como la IETF están debajo de la IAB.

Todos los estándares en la comunidad de Internet son publicados como un RFC (Request For Comment). Además en los RFC hay estándares no oficiales, pero son publicados para propósitos de información. El rango de tamaños de los RFC's varían de 1 hasta 200 páginas. Cada RFC es identificado con un número, tales como RFC1122.