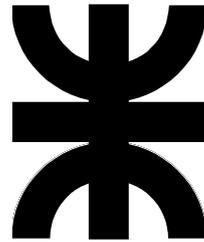


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL SANTA FE – DEPARTAMENTO SISTEMAS
CÁTEDRA DE COMUNICACIONES



Introducción

Conceptos básicos sobre Redes

Definición de Red. Las redes según su carácter, las señales que transportan y su disponibilidad. Análisis según su área de cobertura y su topología. Configuraciones de enlaces en redes y acceso a ellas.

Tabla de contenidos

Objetivos y alcance	4
Objetivos	4
Alcance	4
El Concepto de Red	5
Definición de red	5
Las redes según su carácter	5
Redes públicas	5
Redes privadas	5
Por las señales que transportan	5
Redes analógicas	6
Redes digitales	6
Según su disponibilidad	6
Enlaces dedicados	6
Redes conmutadas	7
Conmutación de circuitos	7
Conmutación de paquetes	7
Conmutación de mensajes	9
Por su área de cobertura	9
Redes LAN	9
Redes MAN	9
Redes WAN	10
Según su topología	10
Elementos constitutivos de las redes	10
Nodo	10
Enlace	10
Redes tipo estrella	12
Redes tipo anillo	12
Redes tipo barra	13
Redes en malla	13
El acceso a las redes	13
Acceso a redes analógicas	14
Acceso a las redes digitales	14
Apéndice 1	16
Algunos ETCD habituales	16
Un rack o bastidor para 12 modems	16
Un ETCD en formato desktop y rack	16
Un ETCD miniatura	16
Algunos Racks Habituales	17
Rack de pié universal	17
Rack gabinete para pared	17
Bibliografía	18

Objetivos y alcance

Objetivos

Con los apuntes de esta guía, la primera de la serie de la materia Comunicaciones, se resumirán y estudiarán los aspectos morfológicos de los enlaces, que son uno de los componentes que definen a las redes.

No se pretende con esto abarcar los tópicos de otras disciplinas que aplican los conceptos de comunicaciones -como Redes de Computadoras, por ejemplo- sino más bien introducir al estudiante en los conceptos básicos como para poder avanzar en el estudio de las características de los enlaces y los dispositivos de comunicaciones.

Se pretende que al terminar el temario, el alumno sea capaz de reconocer a cada tipo de enlace por su naturaleza y su aplicación, detallar todos y cada uno de los tipos vistos y enunciar sus características inherentes como, por ejemplo, su velocidad de transporte de datos más común.

Se ha pensado como base para poder desarrollar los aspectos básicos inherentes a las redes. A partir de estos conceptos, convendrá abordar los capítulos iniciales de la bibliografía recomendada. En especial, se recomienda [Tanenbaum, Cap. 1].

Alcance

Se pretende definir y fijar los términos tecnológicos de referencia para el posterior estudio de los medios de transmisión, sin llegar a abordar el estudio sistemático de todos los tipos de enlaces y, menos aún, los tipos de redes.

El Concepto de Red

Para poder definir una red, es conveniente fijar los términos correspondientes a ETD, ECD o ETCD. Al respecto, se recomienda ver definiciones usadas por el ITU-T en estándares de la serie X.

En general, definimos como ETD a un Equipo Terminal de Datos, capaz de generar y/o procesar información y transmitirla y/o recibirla a través de los circuitos de control que cumplen el rol de controlador de comunicaciones y que podrán ser internos o externos a la unidad de procesamiento.

En general, definimos como ETCD a un Equipo de Terminación del Circuito de Datos, que tiene la función de actuar como interfaz entre el controlador de comunicaciones y el medio físico que actuará como enlace. En una terminología anterior, se lo denominaba también ECD por Equipo de Comunicaciones de Datos.

Definición de red

Una red de telecomunicaciones es un conjunto de medios técnicos instalados, organizados, operados y administrados con la finalidad de brindar servicios de comunicaciones a distancia. En particular, decimos que una red de computadoras, es una red de telecomunicaciones de datos que enlaza a dos o más ETD.

Debe notarse que el concepto de red es independiente de la cantidad de enlaces que comprende.

Para estudiar las redes, se pueden hacer distintos enfoques, según las características que se analizan, y cada una de éstas da lugar a uno o varios tipos de red específicos. Así, podemos estudiarlas según:

- Su carácter
- La naturaleza de los datos que transportan
- Su disponibilidad
- Su extensión o cobertura
- Su topología

Las redes según su carácter

Según el modo de ser utilizadas y compartidas, las redes son de carácter público o privado.

Redes públicas

Una red de comunicaciones tiene carácter público cuando los requerimientos necesarios para ser usuarios de la misma, no tienen otra restricción que la disponibilidad de los medios técnicos. Para el análisis, no interesa si al servicio se accede a título gratuito u oneroso.

Las redes públicas son generalmente de conmutación de paquetes o de conmutación de circuitos (ver más adelante: Según su disponibilidad), y los servicios son prestados por compañías que se dedican a transportar señales, llamadas prestadores o carriers, dando cobertura tanto urbana (local) como interurbana (larga distancia).

Redes privadas

Una red de comunicaciones tiene carácter privado, cuando es operada con un fin determinado y sus usuarios pertenecen a una o varias corporaciones con intereses específicos en las mismas.

En la práctica, una red privada puede ser una red con facilidades de una pública. En este caso, el cliente proporciona todo el equipamiento de conmutación y alquila enlaces entre distintos lugares. De este modo, el término privado se refiere al hecho de que la organización tiene el uso exclusivo de todo o una parte de ella, sin compartir los recursos de la red pública dentro de la cual funciona.

Por las señales que transportan

Según la naturaleza de las señales que transportan, las redes pueden ser analógicas o digitales. Es importante diferenciar que las características de analógica o digital debe conferirse a la señal de datos y no al enlace. Para obtener una definición sistemática de señal analógica y digital, ver [Tomassi] en sus capítulos iniciales.

De todos modos, en general los enlaces aptos para el transporte de señal digital tienen características físicas inherentes al material y particularidades constructivas distintas a los usados para transportar señales analógicas; pero bajo ciertas condiciones, pueden usarse unos para los fines del otro, es decir que un analógico puede transportar señal digital y viceversa.

Habitualmente, se termina hablando de un enlace digital en lugar de un enlace apto para el transporte de señal digital.

Redes analógicas

Son las redes que son concebidas y equipadas para el transporte de señales analógicas. Son el medio de transporte de señal más difundido, ya que en sus orígenes estas redes fueron concebidas para la transmisión de voz, y éste es un fenómeno que si bien es naturalmente analógico, en el momento de su mayor expansión no había tecnología para su desarrollo digital.

Siguen siendo las más usadas actualmente, ya que se trabaja sobre la base instalada de las redes públicas de telefonía y éstas se encuentran disponibles con una cobertura mundial y con inmensas inversiones de capital. Son económicas frente a las redes digitales. Sus servicios están normalizados internacionalmente por el ITU-T que es el Comité de Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telefonía, y esta normalización permite disponer de interfaces estándares con equipos ETD.

Redes digitales

Son las redes diseñadas y equipadas para el transporte de señales digitales, y surgieron ante la necesidad de transmitir digitalmente mensajes codificados digitalmente. Hoy, la tendencia es la digitalización de transmisión y conmutación en las redes, por:

- simplicidad de diseño;
- facilidad de construcción de circuitos integrados;
- posibilidad de regenerar las señales sin necesidad de amplificación;
- minimización del ruido y la interferencia;
- capacidad para transportar concurrentemente voz, imagen y texto.

Los requerimientos de comunicación actuales, junto a las nuevas tecnologías, han hecho posible la existencia de Redes Digitales de Servicios Integrados -RDSI- conocidas por su sigla en inglés ISDN - integrated switched data network.

Podemos encontrar como mayores aplicaciones la telefonía digital, el fax, el transporte de datos, correo electrónico, televisión, alarmas, telemedición y control. Además, ha avanzado la tecnología de las centrales de conmutación, siendo éstas totalmente controladas por computadoras. Todo esto ha permitido que estas redes ganen paulatinamente mercado, al bajar sus costos y aumentar su confiabilidad, mejorando sus prestaciones.

Existen estándares en las redes digitales, sobresaliendo por lo difundidos: T1 y E1. Son redes digitales nacidas como de alta velocidad y que hoy funcionan como plataformas básicas para transportes de mayores prestaciones. T1 es un estándar de EEUU de 1,5 Mbps mientras que E1 es un estándar europeo de 2 Mbps. En nuestro país se utiliza estándar E1.

Según su disponibilidad

Según sea la disponibilidad que el usuario tiene para acceder a un enlace y la posibilidad que tenga de establecer siempre la misma ruta para los datos, las redes se clasifican en redes de circuitos dedicados y redes de conmutación.

En las primeras, dos ETD siempre disponen del enlace, el que a su vez tiene una trayectoria o camino conocido. En las segundas, los ETD deben necesariamente tomar acciones para disponer del enlace. Además, en estos últimos el camino no es necesariamente igual que la última vez que se estableció, y cuando los ETD terminan de usarlo ya no les pertenece.

Enlaces dedicados

Es un camino de comunicación -trayecto- estáticamente definido entre dos sistemas que se comunican ya sea por un enlace físico determinado o bien por una traza lógicamente definida

por completo dentro de un sistema de comunicaciones. Este sistema puede, de todos modos, ser multiplexado y/o conmutado.

Normalmente, estos circuitos cuando se encuentran en redes de cobertura interurbana o urbana, se alquilan mensualmente y mantienen una conexión permanente entre dos emplazamientos fijos, que por ello se llama punto a punto. Se usan para crear redes privadas: pueden ser líneas de grado de voz utilizando un módem en cada extremo, o líneas digitales como T1, T3 o fraccionales.

Un circuito dedicado también puede existir lógicamente en redes de conmutación de paquetes, tales como X25 o Frame Relay que son sendos protocolos para la transmisión de datos en redes de conmutación de paquetes. Este circuito no existe físicamente como punto a punto, sino que es una definición lógica y se establece virtualmente sobre la red, predefiniendo un camino para la transmisión. Por esta razón, se lo conoce como Circuito Virtual Permanente.

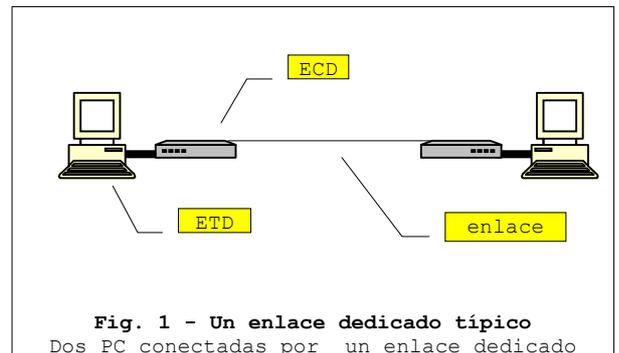


Fig. 1 - Un enlace dedicado típico
Dos PC conectadas por un enlace dedicado

Redes conmutadas

Cuando las redes no tienen las características de un enlace dedicado, entonces decimos que son redes conmutadas porque debe establecerse la ruta de datos -o trayecto- antes de comenzar la comunicación entre dos sistemas de transmisión. La ruta establecida podría incluso ser dinámicamente alterada sin que se altere la comunicación entre los ETD, dependiendo del tipo de red.

De acuerdo a cuál sea la tecnología empleada y la técnica para conmutar, encontramos redes de conmutación:

- de circuitos (circuit switching),
- de paquetes (packet switching) y
- de mensajes (messages switching).

Independientemente de cuál analicemos, las características principales de ellas son:

- La transmisión no puede ser preestablecida o preacondicionada, por cuanto los circuitos que se establecen y las rutas de los datos empleadas podrán cambiar de sesión en sesión.
- Cuando la comunicación se corta, se libera el enlace.
- El costo es generalmente una función del tiempo de conexión o una función de la cantidad de datos transmitidos.

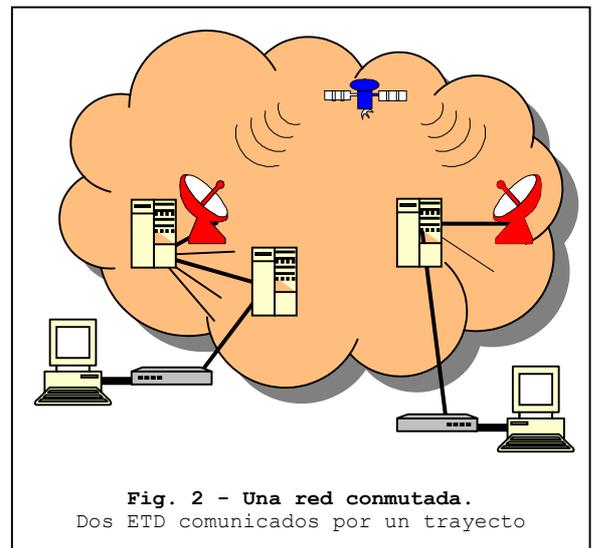


Fig. 2 - Una red conmutada.
Dos ETD comunicados por un trayecto

Un esquema de enlace conmutado, podría verse como en la figura 2.

Conmutación de circuitos

La conmutación de circuitos es el proceso de definir la ruta y conectar bajo demanda a dos o varios DTE, y permite la utilización exclusiva de sólo un circuito de datos durante la comunicación.

Con este sistema, el estado natural de un ETD es desconectado. Cuando desea establecer una comunicación, toma acciones concretas antes de comenzar la transmisión, lo que se denomina acciones en tiempo de conexión. Estas acciones hacen que la red reaccione estableciendo el circuito - es decir, la ruta - de datos estáticamente, la que no podrá ser cambiada durante la comunicación. Los parámetros de la comunicación, tales como velocidad de transmisión, tipo de protocolo, etc., se negocian entre los ETD y la red en tiempo de conexión. La sesión de comunicación, es decir el tiempo que dura una comunicación completa entre dos ETD, suele llamarse una **llamada**.

Conmutación de paquetes

Se denomina un paquete de datos a una cadena de bits datos y/o de bits de control, organizada según una longitud y formato determinado dependiente del protocolo de capa de red. La

comutación de paquetes es el proceso de transmisión de datos en el cual la entidad de controlada es el paquete (Unidad de Datos del Protocolo de Red, en términos del modelo OSI) por medio de paquetes provistos de direcciones, en el cual el canal está ocupado solamente durante la transmisión del paquete, estando inmediatamente antes o después disponible para la transmisión de cualquier otro paquete de cualquier otro ETD que comparta la ruta.

La red de conmutación de paquetes es una típica red de malla - todos contra todos - que soporta múltiples usuarios concurrentemente enviando cada uno paquetes con distintos destinos. Se encontrará frecuentemente la ilustración de una nube simbolizando la red de conmutación de paquetes. Esto obedece al hecho de existir en ella muchas conexiones y rutas físicas diferentes que un paquete puede seguir para alcanzar su destino, y por ello se dice que es una red de cualquiera contra cualquiera, contrariamente a la de conmutación de circuitos, que proporciona una conexión temporalmente dedicada entre dos ETD.

En las redes de conmutación de paquetes, los nodos se encargan de encaminar los paquetes. En este caso, recibe el nombre de nodo al sitio de la red que interconecta a varios enlaces, que tiene capacidad de computación y que está diseñado para transferir paquetes desde una línea a otra, en función de parámetros de diseño, porque el nodo tiene que tomar la decisión de colocar el paquete en la mejor ruta. De todos modos, la mejor ruta es la que mejor se adecua a sus parámetros de diseño, dado que dos criterios básicos determinan al nodo, según qué se quiera optimizar:

- el tiempo de respuesta: mínimo tiempo en la red por la ruta más corta, o
- el menor tráfico: tránsito por la ruta más descongestionada.

Los nodos también cumplen un importante papel en el control de errores, mediante la verificación de los paquetes transmitidos y recibidos.

Las redes de conmutación de paquetes son redes de prestación de servicios de comunicaciones y, desde este punto de vista, se diferencian por los servicios que prestan, que pueden ser:

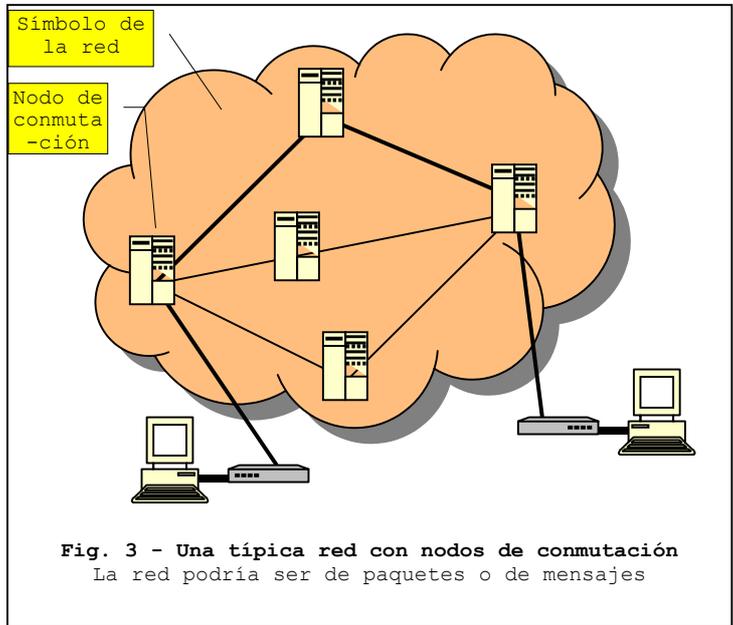
- Orientados a la conexión: también llamados de prestación de circuitos virtuales, requieren el establecimiento de una sesión entre dos ETD antes de comunicarlos, con el propósito de garantizar una comunicación fiable. Nótese que los paquetes deben ser entregados secuencialmente en el orden emitido, independientemente de la ruta que cada uno siga individualmente.
- No orientados a la conexión: son para realizar transmisiones sin compromiso de secuenciamiento. Estos servicios no requieren negociación en tiempo de conexión relativos a la sesión de comunicación dado que cada paquete es una entidad en sí misma.

El concepto principal de las redes de conmutación de paquetes, es el de **circuito virtual**. Un CV es un camino a través de una red de conmutación de paquetes que se comporta como si fuera un enlace dedicado, proporcionando para los ETD una sesión orientada a la conexión.

La característica distintiva es que tiene un trayecto definido - en realidad predefinido - a través de una red que tiene muchos trayectos. Técnicamente, no obstante, las trazas o trayectos pueden variar a lo largo de la sesión para evitar una congestión, o una indisponibilidad de enlaces - líneas caídas.

Un circuito virtual puede ser:

- Circuito Virtual Permanente (PVC, por permanent virtual circuit): Conexión entre dos ETD que se define por adelantado - normalmente en tiempos anteriores a la conexión, es decir cuando se negocia la contratación - y por lo tanto tiene un tiempo de establecimiento muy pequeño - insignificante frente a otros tiempos. Cuando dos ETD están enlazados por este tipo de circuitos, la única actividad necesaria para comenzar la sesión entre ellos es que se enciendan.
- Circuito Virtual Conmutado (SVC, por switched virtual circuit): Es la conexión temporal establecida por la red para dos ETD, que durará sólo el tiempo necesario para el desarrollo de la sesión. Se establecerá a pedido de uno de los ETD y ante la aceptación del otro. Esta negociación se lleva a cabo durante el tiempo de conexión. Para que el enlace se establezca, el ETD además de encenderse debe tomar acciones de establecimiento



del circuito, equivalente a discar para hablar por teléfono. Estas acciones desencadenan el despacho de un paquete - también llamado trama - de control que se llama paquete de llamada, que es el que negocia el establecimiento del enlace.

Conmutación de mensajes

El concepto de mensaje usado aquí, no corresponde al de la UDP de capa 7 OSI, sino al de una unidad de intercambio independiente que no necesita ser secuenciada. Las redes de conmutación de mensajes son, en la práctica, un caso especial de la conmutación de paquetes, pero en las cuales lo que transita son mensajes -también llamados celdas, con las siguientes características:

- La información está contenida en paquetes unitarios y no se admite secuenciamiento.
- La longitud de los mensajes es, intrínsecamente, variable.
- Los nodos se limitan al control de destino.

Por lo demás, se puede aplicar a ésta los conceptos generales de conmutación de paquetes.

Por su área de cobertura

Uno de los aspectos más estudiados de las redes, son sus características dependiendo de la cobertura geográfica que tengan. Encontraremos redes de distintas magnitudes, que en cada caso, se llaman:

- Redes de área local (LAN, por local area network): abarcan el área geográfica de un edificio. Se puede generalizar indicando que su cobertura es, en general, 10^2 metros.
- Redes de área urbana (MAN, por metropolitan area network): abarcan el área geográfica de una ciudad y generalmente interconectan redes LAN. Por lo tanto su cobertura es de 10^3 metros.
- Redes de área amplia (WAN, por wide area network): tienen una cobertura más amplia que una ciudad, por ello también se las llama interurbanas aunque este calificativo no logre abarcar realmente que son ilimitadas.

Un concepto necesario para comprender el hardware más habitualmente usado en cada caso, es el de **segmento**. Llamamos así a todo el hardware asociado a una dirección de red, que sirve como dirección de encaminamiento para un conjunto de ETD. Una red puede tener, y generalmente tiene, varios segmentos.

Redes LAN

Es una red de comunicaciones cuya área de cobertura geográfica no excede el ámbito de un edificio. En una red de este tipo, los ETD son generalmente, pero no necesariamente, computadoras, ya sea personales, del tipo rango medio o grandes computadoras trabajando en modo estación de trabajo o servidor. También se encuentra terminales no inteligentes o bobas trabajando con sus correspondientes computadoras.

Existe para este tipo de redes, entre otros, dos protocolos muy difundidos llamados Ethernet y Token Ring que utilizan distintos medios de comunicación, como ser par trenzado o UTP, coaxial, fibra óptica o enlaces no tangibles. Desarrollan velocidades de transmisión del orden de 101 y 102 Mbps (por ejemplo, 10 Mbps Ethernet, 16 Mbps Token Ring, 100 Mbps Fast Ethernet), y como su cobertura es limitada, utilizan equipamiento para mejorarla, generalmente uniendo varios segmentos o interconectando varias LAN. Este equipamiento, puede resumirse en:

- Repetidor: Alarga la cobertura de un segmento, amplificando la señal. Tiene un conector de entrada y uno de salida, ambos homogéneos respecto a los conectores que usa el segmento: por ejemplo RJ45 para par trenzado. Pueden ser utilizados, además, como convertidores de medio. El repetidor es un dispositivo sólo hardware al nivel más bajo de la conexión.
- Puente: Tiene como objetivo enlazar dos redes de distintos protocolos. No tienen necesariamente sólo dos conectores homogéneos, sino que se configuran y generalmente es un dispositivo de hardware + software.
- Ruteador: Su propósito es interconectar muchos segmentos de red, aunque se encuentren muy distantes, y controlar el tráfico en caso de que existan múltiples caminos entre estos segmentos. Al igual que el puente, el enrutador es un dispositivo con software de administración. También al igual que el caso anterior, existen dispositivos específicos que tienen esta función, o las mismas se pueden llevar adelante con computadoras equipadas y programadas para ejecutarlas. Conviene tener presente que se los puede encontrar combinados con las funciones de un bridge, si bien no están muy difundidos. En estos casos, se los llama *brouter*.

Redes MAN

Introducción a Redes

Son redes con cobertura urbana concebidas inicialmente para vincular distintas redes LAN entre ellas, formando lo que se denomina una internet. A pesar de su concepción inicial, en la práctica se les conecta tanto una LAN como un ETD. Al decir cobertura urbana, decimos que su extensión (el largo del cable que las vincula) se mide en 10^3 metros, es decir en kilómetros, pudiendo llegar en ciudades grandes a segmentos de 50 kilómetros. Transportan señales a velocidades de 10^2 Mbps (por ejemplo, 100 Mbps FDDI y 155 Mbps DQDB), utilizando para ello fibra óptica, 10^1 Mbps (por ejemplo, en Trama de 2 Mbps) usando fibra óptica, coaxial y par no trenzado y 10^{-1} Mbps (por ejemplo, conexiones en 64 Kbps y 128 Kbps) usando recursos generalmente telefónicos.

Prestan servicios de transporte para interconexión de redes, telefonía con PBX, etc. Pueden ser de conmutación de circuitos o de paquetes con servicios orientados o no a la conexión.

Redes WAN

Estas redes también son llamadas de área extendida o área extensa, y en la práctica son de cobertura ilimitada, ya que encadenan diferentes redes de cobertura menor. Para poder hacerlo, se valen generalmente de redes públicas y privadas, utilizando todo tipo de vínculos: no tangibles, como satélite y radio enlace, y tangibles, como pares de cobre, coaxiales y fibras.

Son necesariamente utilizadas para poder comunicarse más allá de un edificio, cuando no existe una MAN, o más allá del alcance de la MAN, y por lo tanto dan servicios de todo tipo, para todo tipo de ETD.

Según su topología

Se analizan así las redes según sus elementos constitutivos principales, que son los nodos y los enlaces, definiéndolos y estudiándolos para comprender cómo éstos dan lugar a distintos tipos de redes, según el grafo resultante. La topología, en general, puede determinar desde el protocolo de capa de las capas bajas (física, enlace, red) hasta las capacidades y prestaciones mismas de las redes.

Elementos constitutivos de las redes

Una red está básicamente constituida por nodos y enlaces.

Nodo

Es el equipo de la red que interconecta a **enlaces, con capacidad** de computación y que está diseñado para transferir información desde un enlace a otro, en función de sus parámetros de diseño.

Enlace

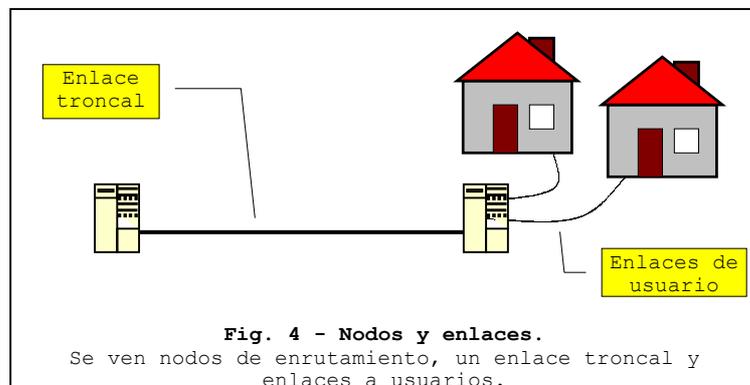
Es el conjunto de medios de comunicación que no incluye los ETD, que permite establecer uno o más canales de transmisión entre dos o más puntos de la red.

Dentro del concepto de enlace, incluimos:

- a los ETD,
- a los vínculos físicos tangible e intangibles, y
- a los equipos que entre los puntos origen y destino son atravesados por la conexión, actuando o no como nodo.

Dependiendo de qué tipos de dispositivos, para qué fines y con qué rutas se esté enlazando, los enlaces podrán ser:

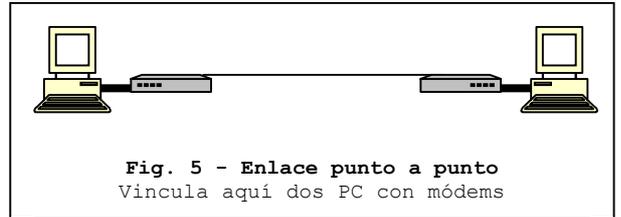
- **Troncales**, cuando enlazan dos nodos comprendiendo varios canales y transportando señales de varias comunicaciones simultáneamente.
- **De usuario** cuando enlazan un nodo y un sitio de usuario, transportando señal sólo para el



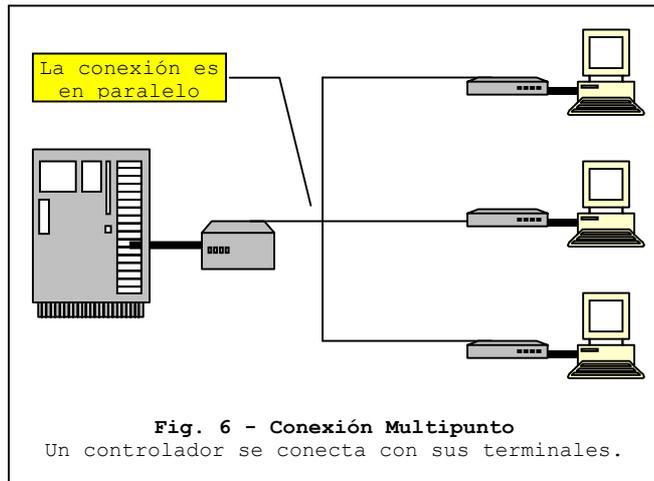
ETD del usuario.

Se puede clasificar a los enlaces según cuántos ETD enlazan concurrentemente. De este modo, encontraremos:

- *Enlaces punto a punto*, es aquella configuración en la que un enlace atiende un ETD en cada extremo. Estos ETD son estáticamente definidos, fijos e inmutables. Generalmente, la comunicación punto a punto atiende ETD que son pares, es decir que el hardware propio del ETD o el ECD asociado, no contempla relaciones distintas que entre ETD iguales. De todos modos, también los protocolos que vinculan a aquellos en una WAN, bajo ciertas condiciones, si establecen diferencias entre extremo primario (o maestro) y secundario.

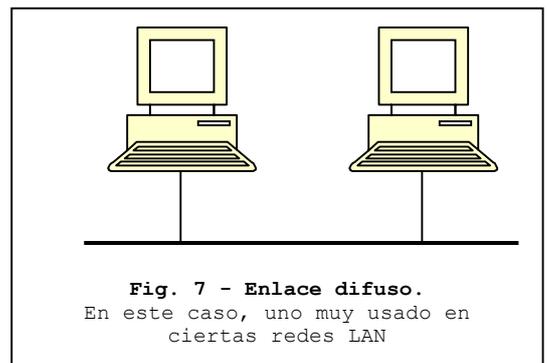


- *Enlaces multipunto*: Es la configuración en la cual un ETD, al que se llama siempre primario (o maestro) está conectado a varios ETD secundarios (o esclavos), mediante un enlace que tiene un extremo para el primario y varios extremos secundarios conectados en paralelo. Este tipo de enlaces es muy común en transmisiones sincrónicas de datos. En este caso, los ECD asociados a los ETD tienen hardware capaz de configurar direcciones de red, en términos tales que el primario pueda transmitir en modo broadcasting, pero sólo un ETD pueda adueñarse del mensaje correspondiente, sea porque éste es filtrado por el ECD asociado al ETD o porque este último lee la dirección contenida en el mensaje. Las colisiones que necesariamente aparecerían si varios secundarios transmitieran al unísono, se resuelven por medio de los



protocolos de comunicación de datos correspondientes.

- *Enlace difuso (en inglés, fuzzy link)*: Es la configuración en la cual varios ETD se conectan entre sí, pero no existe una jerarquía para los extremos de los enlaces ni para los ETD. Se debe notar que cuando el enlace es difuso, todos los ETD acceden al enlace mediante un medio de comunicación que lo dejará conectado en modo llamado broadcasting, es decir "todos hablan o todos oyen". Las colisiones que necesariamente aparecerían si cualquier ETD transmitiera al unísono con cualquier otro u otros, se resuelven por medio de los protocolos de comunicación de datos correspondientes. De hecho, un enlace difuso es un conjunto de enlaces puestos en paralelo, uno por cada ETD, en donde los ECD son generalmente parte integrante del mismo ETD. Así, por ejemplo, en ciertas redes LAN del tipo Ethernet, cada estación de trabajo se conecta en modo difuso a una barra, y el ECD es un adaptador de red que se instala en cada PC.



En general, todos estos tipos de enlaces se usan para distintos tipos de redes. Entre otros factores, está determinado por las posibilidades que los protocolos de transmisión de datos tengan de usarlos.

Enlace	lan	man	wan
PaP	SI	SI	SI
MP	NO	NO	SI
Difuso	SI	SI	NO

Por eso, no cualquier enlace se suele utilizar con cualquier tipo de red, ni viceversa. La relación que existe entre los enlaces y las redes cuando se analizan estos factores, se puede ver en la tabla adjunta.

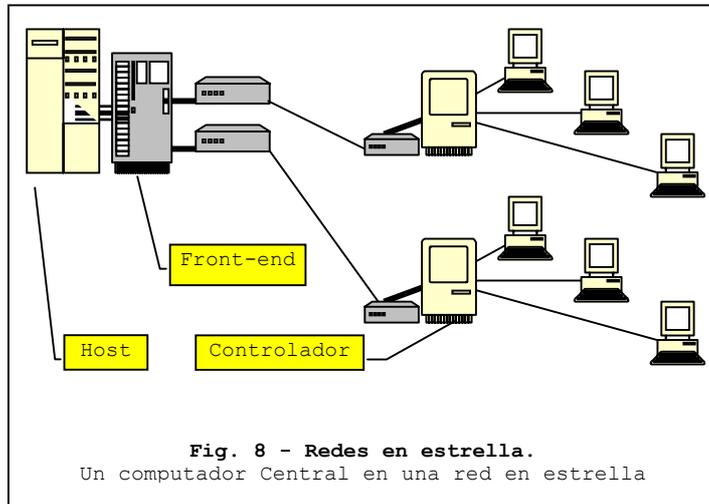
Por otro lado, la vinculación de los nodos por medio de enlaces, resulta en distintos grafos que dan lugar a las redes de tipo estrella, anillo, barra y malla.

Redes tipo estrella

Están basadas en un nodo central que actúa como concentrador del tráfico, que tiene un conjunto de enlaces punto a punto para unir a los extremos remotos.

En las redes de datos, se las encuentra habitualmente en las redes WAN, donde este nodo central o host es habitualmente una computadora de gran porte, llamado generalmente un mainframe o de mediano porte, un midrange, que actúa como ETD con una capacidad importante de interfaces para la conexión de DCE. Suelen utilizarse en estos casos cuando existe dispersión de los sitios de usuarios. Se usan para enlace redes públicas o privadas, sean dedicadas o conmutadas.

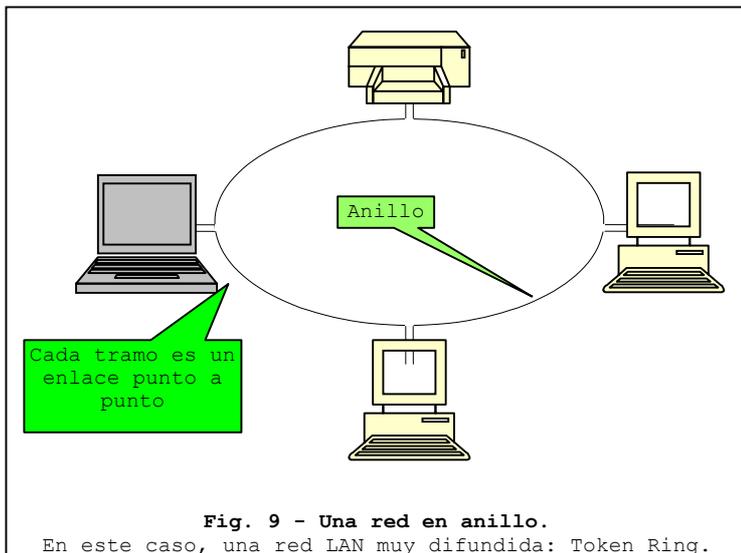
También se las encuentra como redes LAN, donde el nodo central es un hub o un switch, que conecta en estrella a las estaciones de trabajo para redes Ethernet, o una mau o una cau que conecta en estrella estaciones de trabajo para redes Token Ring.



En las redes de telefonía, es fácil advertir que el nodo central es, por ejemplo, una central telefónica zonal, mientras que cada extremo remoto es un sitio de usuario que contiene, por ejemplo, un teléfono. En este caso, además, la red es conmutada.

Redes tipo anillo

En este tipo de red, el enlace une a cada ETD consecutivamente, cerrando el círculo uniendo el último con el primero. Los ETD se interponen en el camino del enlace. Esto significa que interrumpen el enlace, siendo que éste entra y sale del ETD o del ECD, si hubiera.



La información, en la forma de tramas o de mensajes, circula en una única dirección, entrando al ETD, siendo procesado y continuando. Como se podrá ver, la información se pone en el enlace y todos la van a recibir, pero sólo el que corresponde la va a procesar.

En la práctica, los anillos suelen ser lógicos. Tomemos, por ejemplo, las redes de área local con protocolo Token Ring. En ellas, cada estación está conectada en estrella a un dispositivo central, que se llama mau o cau. Pero éste tiene como función únicamente recibir una trama de una estación y redireccionarla a la siguiente estación, controlando que ella esté presente, para saber si la tiene que direccionar o saltar. Así la red es físicamente una estrella, pero lógicamente un anillo, porque nunca se invierte el orden establecido.

Tienen el inconveniente de que el mensaje tiene que dar una vuelta casi completa al anillo en la situación más desfavorable. Pero por otro lado, son previsibles en cuanto al tiempo que demorará el mensaje en llegar a destino, lo que permite armar redes de tiempo real.

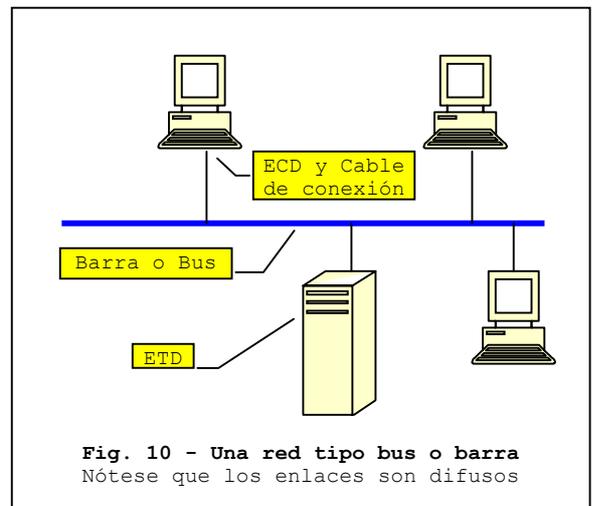
Redes tipo barra

El término **barra** se ha popularizado como "bus", que es el término inglés de este tipo de redes, en la que se utiliza un enlace difuso para conectar a cada estación.

Puede representarse como una barra de la cual se desprende un cable (llamado habitualmente un cable drop, o una T) para "colgar" a una estación. De este modo, la conexión queda como un vínculo en paralelo entre la barra y la estación.

Se puede encontrar también bajo la forma de un enlace que se conecta secuencialmente de estación en estación, pero esto es, formalmente, un anillo abierto. Esta topología es la que utilizan las redes tipo LAN con protocolo Ethernet, aún aquellas que se construyen con el dispositivo llamado hub que conecta las estaciones en estrella, porque en la práctica, para ellas la estrella es también sólo aparente. En realidad, en el hub internamente está construida la barra y cada conector que soporta un enlace en estrella hacia una estación, es una T.

A diferencia de las redes en estrella, donde la caída de un enlace directo a una estación no afecta sino a esa sola estación, en las redes en barra la rotura de la barra deja inhabilitada toda la red.



Redes en malla

Son aquellas formadas por enlaces punto a punto entre los nodos, en una configuración del tipo todos con todos. Se la puede ver en la Fig. 3. Al tener caminos redundantes, se aumenta la disponibilidad de enlaces entre los nodos.

La utilización más usual de estas redes es en conmutación de paquetes y de conmutación de mensajes para las aplicaciones de transporte de datos. Sin embargo, si analizamos las redes de transporte de voz, que suelen ser de conmutación de circuitos, encontraremos que también son redes del tipo malla. Los nodos trabajan de dos modos: con un enlace activo a un tiempo, o varios (o todos) activos al mismo tiempo. Los nodos que satisfacen este último criterio, suele tener capacidad de control no sólo sobre el vínculo sino que, mediante los protocolos adecuados, suelen manejar la comunicación para poder secuenciar los paquetes o administrar los mensajes puestos en cada vínculo. Como consecuencia de su configuración, las redes en malla terminan teniendo nodos terminales o finales (end node) y nodos de paso o intermediarios (intermediate node).

El acceso a las redes

Para acceder a las redes, los ETCD deben adecuarse a las características de ellas y de las señales que genera o consume el ETD al que atiende.

Hemos visto que la mayoría de los ETD pueden asumir la forma de Computadoras personales que asumirán el rol de clientes (PC, notebooks, pockets, etc.) o de servidores (hosts, servidores de datos, de aplicaciones, etc.). Sin embargo, otros ETD tienen roles específicos que no encuadran ni como servidores ni como clientes, sino que tienen como objetivo controlar la red - nodos de enrutamiento y control - o controlar los clientes de un host - procesadores frontales. Todos ellos tienen la particularidad de generar información o consumirla en forma de señales digitales.

Por su parte, las redes en general crecieron a partir de las redes públicas de telefonía, que por ser las señales que transportaban naturalmente analógicas, se desarrollaron como redes de este tipo. Éstas exigen un modo de acceso a ellas estrictamente analógico, a pesar de que los ETD generaron las señales en modo digital

Sin embargo, si la red es digital -como la actual red de telefonía pública del país- entonces la red puede ser accedida directamente en modo digital desde el ETD. Pero no siempre es posible.

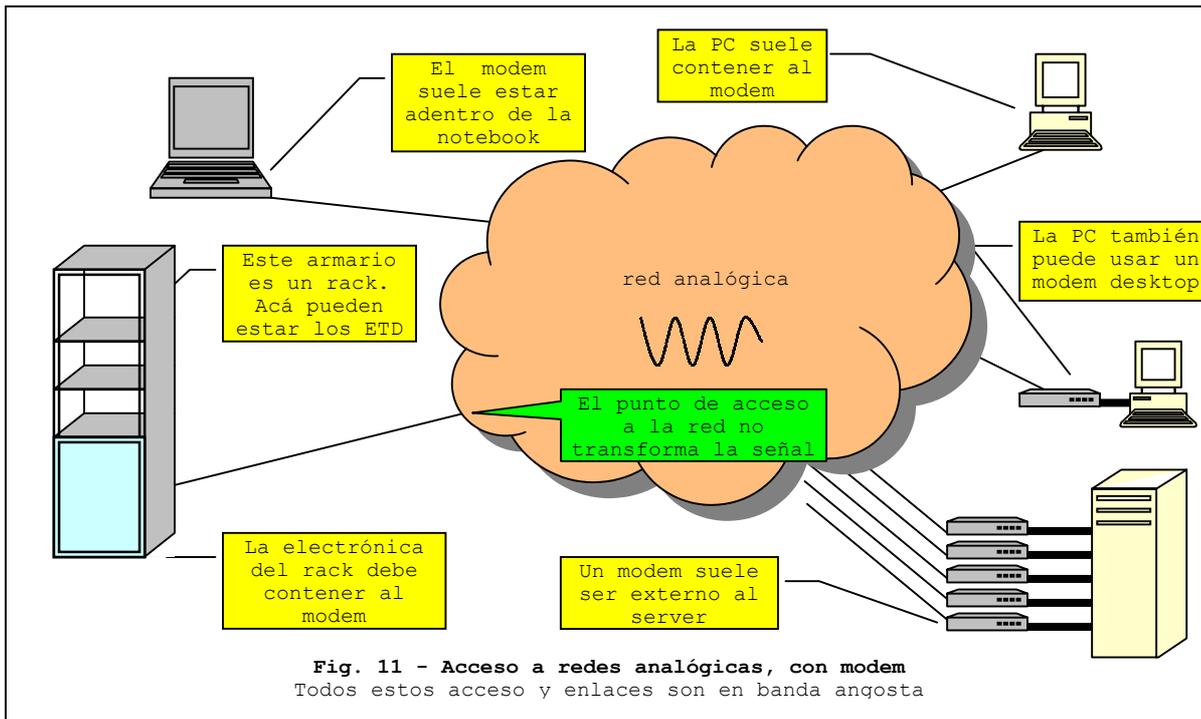
Por esta razón, . Los ETCD o ECD cumplirán el rol de adecuar la señal generada por el ECD al tipo de red que será accedido

Acceso a redes analógicas

Para acceder una red analógica, un ETD deber usar un ETC que transforme señales digitales en analógicas para que viajen por la red analógica, y luego le restituya la forma digital para entregarlo al destino. Tal ETC o ECD se llama **modem**. Actualmente, con estos dispositivos se accede a redes públicas con una velocidad máxima de 56 Kbps. Un ejemplo concreto son los modems V.90 de 56 Kbps para PC.

En caso de que los dispositivos sean de telefonía, los teléfonos pueden acceder a la red directamente si no están conectados a una central digital del tipo PABX.

Los modems pueden ser dispositivos del tipo desktop (es decir de escritorio), del tipo rack (es decir es una placa montable en un bastidor) o internos (como un accesorio o dispositivo del ETD)



Acceso a las redes digitales

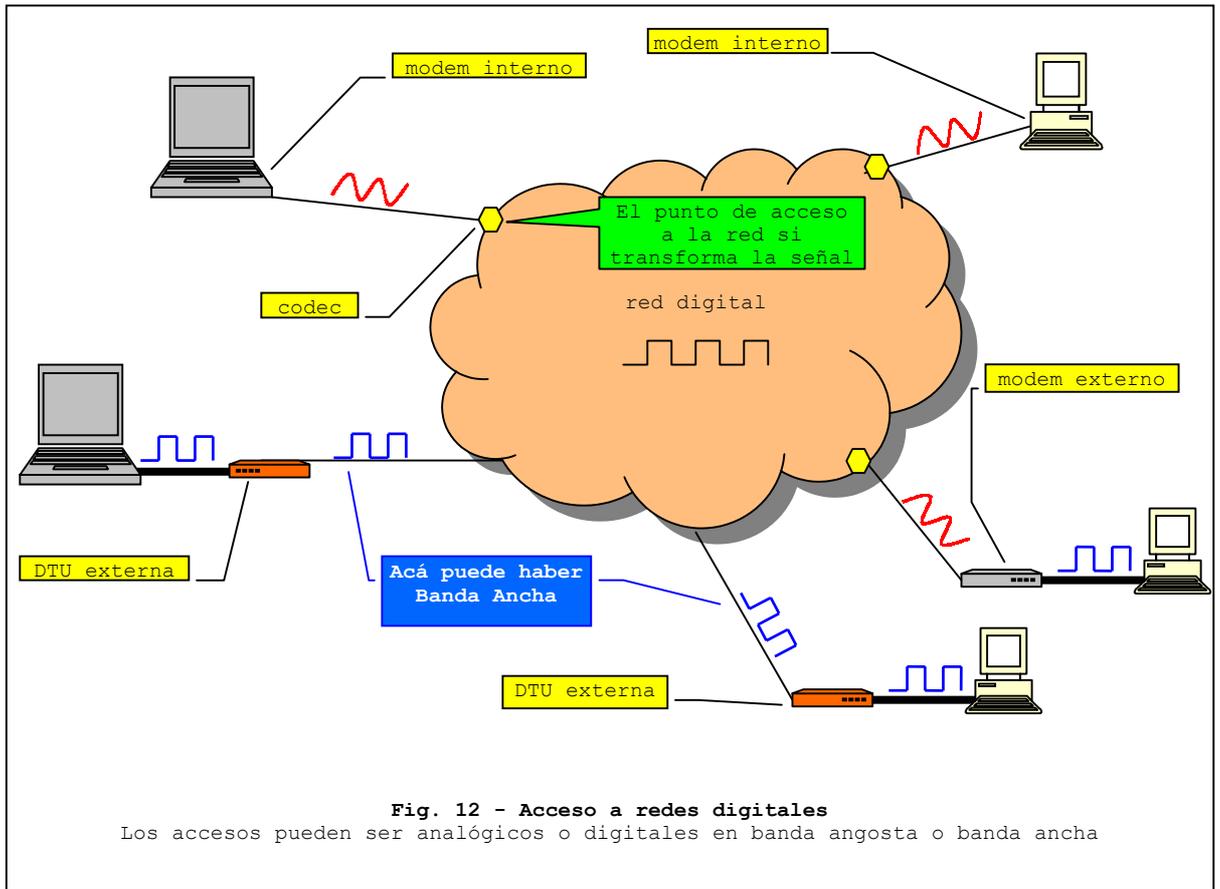
Cuando la red es digital, como la casi totalidad de la red pública telefónica del país, los ETDs no necesitan modems para ingresar a la red. Sin embargo, por supuesto que **si** necesitan ECDs. Tales dispositivos suelen recibir el nombre de **modem digital** o, en su sigla original, **DTU** (por data transmit unit). El DTU permite acceder a la red directamente en modo digital, que es el modo en que la red trabaja. En tal caso, se suele disponer de velocidades iguales o mayores (y hasta muy superiores) a los 128 Kbps (hoy, hasta aproximadamente 2 Mbps), constituyendo lo que se llama genéricamente **Banda Ancha**. Un ejemplo concreto de la banda ancha, es la transmisión domiciliar usando tecnología ADSL - una variante de la transmisión digital al cliente.

De todos modos, para las conexiones de menor porte, por mas que la red sea digital, el método más usado por la relación costo/prestación es la modulación analógica. En tal caso, se puede observar que siendo la red digital, es necesario que admita una señal analógica desde el DCE de origen de la señal.

Para que una señal analógica puede viajar por una red digital, hay que hacer un proceso inverso a la modulación analógica, llamada por algunos **codificación**. El dispositivo que cumple esa función inversa al modem, se llama codec, por codificador-decodificador.

Las red pública telefónica usa codec en los puertos de entrada a la red, porque la mayor demanda es analógica, generada por las comunicaciones de voz y las PC clientes que acceden a la red en modo analógico. En este último caso, la señal es varias veces convertida en su naturaleza, de analógica a digital y viceversa. Esta repetición de procesos no es gratis, en términos tecnológicos, porque cada conversión introduce ruido.

En efecto, cada vez que una señal es transformada de analógica a digital, se introduce en ella un ruido característico que se llama ruido de cuantificación. Este ruido, es independiente del funcionamiento y de la temperatura de los circuitos. Ver para eso [Tomassi, cap. 1]

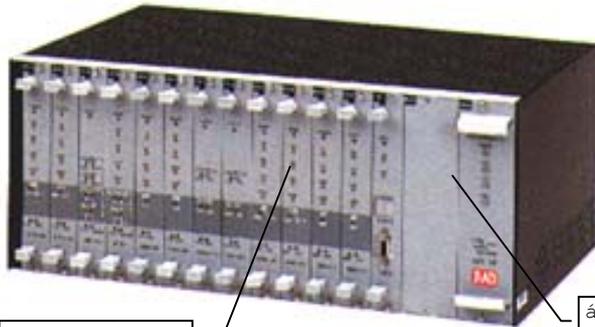


Apéndice 1

Algunos ETCD habituales

Un rack o bastidor para 12 módems

Se observa un bastidor o rack con los 12 módems ya instalados como placas verticales en el bastidor. Se los encuentra tanto para módems como para DTUs.



un modem propiamente dicho

área de lógica y energía

El bastidor puede ocupar una bandeja de un rack de comunicaciones, que tiene 19" de ancho o, el conjunto completo, puede tener una configuración desktop, es decir para apoyar en algún escritorio o mesa de trabajo.

En rigor, cada placa es un ETCD o DCE, y obtiene energía cuando se la monta en el bastidor. Al bastidor, llega la circuitería que trae señal de los ETD, por ejemplo de un servidor. En algunos casos, el bastidor mismo puede ser parte constitutiva de es servidor.

Un ETCD en formato desktop y rack

EL modem en forma de placa rackeable que se observa en la sección anterior, es visto aquí fuera de su bastidor, con su circuitería descubierta. En la parte posterior, se observan los puntos de conexión a los enlaces.

A su lado, puede verse el mismo dispositivo en modelo desktop, en dos variantes -con y sin display. Uno de ellos en particular, está con un accesorio de comando y control que no viene al caso.

En ciertos casos, los ETCD se diseñan de modo tal que siendo unitariamente del tipo desktop, se ensamblan unos sobre otros formando una pila. En tal caso, se los llama apilables y suelen tener un puerto de interconexión para unir unos a otros y terminarlos con una conexión de control para administración.



Un ETCD miniatura

Estos mini módems, llamados antiguamente line-drivers, son utilizados como una alternativa de bajo costo para transmitir en modo digital a baja velocidad -banda base.

Como son autoalimentados, no requieren suministro de energía eléctrica. Generalmente, se adecuan sólo a las normas o estándares que definen la interfaz digital, es decir la conexión entre el ETD y el ETCD, pero no suelen adecuarse a otras normas necesarias para el diálogo entre ETCD y por esa razón necesitan trabajar en pares de igual marca y modelo.

Por todas estas características, se generalizaron para la transmisión punto a punto entre un host y sus terminales, cuando la distancia que los separa es estrictamente



urbana.

Para tener una idea de sus performance, difícilmente alcancen velocidades de 30 Kbps, pero para la aplicación descrita es, habitualmente, suficiente.

Algunos Racks Habituales

Rack de pié universal

Se trata de un bastidor alto, llamado de cuerpo entero o de pie, que tiene medidas

estandarizadas. El llamado universal, es de 19" de ancho y es el que se usa en comunicaciones, aunque los hay también de 23" y de 31".

En ellos, se estiban generalmente los ETCD que sirven para accesos a las redes, bastidores porta placa como los vistos, elementos de redes de conexión y control de redes, centros de cableados, etc.

En algunos casos, pueden carecer de puerta y tener una porta consola para albergar elementos de monitoreo y control o la consola de servidores u otros ETD.



Rack gabinete para pared

Cuando pocas cosas tienen que albergarse en un rack, éstos pueden ser de medidas estándares en su ancho para contener elementos normalizados, pero de poca altura.

Ésto resulta en un gabinete para pared, con o sin puerta.

Al igual que los demás, puede o no proveer energía de modo centralizada, con o sin UPS o estabilizada, para todos los dispositivos.

Aunque sea de reducidas dimensiones, generalmente también se los encuentra con ventilación forzada.



Las imágenes de ETCDs se obtuvieron del sitio de RAD Communications: <http://www.rad.com>

Las imágenes de racks, se obtuvieron del sitio de Fayser: <http://www.fayser.com>

Bibliografía

[Tomassi] **Sistemas de comunicaciones electrónicas**; Wyne Tomassi; 2ª ed.; 1996; Prentice Hall.

[Tanenbaum] **Redes de computadoras**; Andrew Tanenbaum; 3ª ed.; 1997; Prentice Hall

[Stalling] **Business Data Communication**; W. Stallings; 4ª. Ed.; 2000; Prentice Hall

[Fibermux] **Backbone applications guide**; ADC Fibermux; 1ª ed.; 1992; Fibermux Corp.ⁱ



Una vista de
elementos de
comunicaciones,
rackeados

ⁱ Datos de la edición del Apunte: Creado por la Cátedra de Comunicaciones. Versión revisada, editada y publicada en el sitio Web el 16 de septiembre de 2001