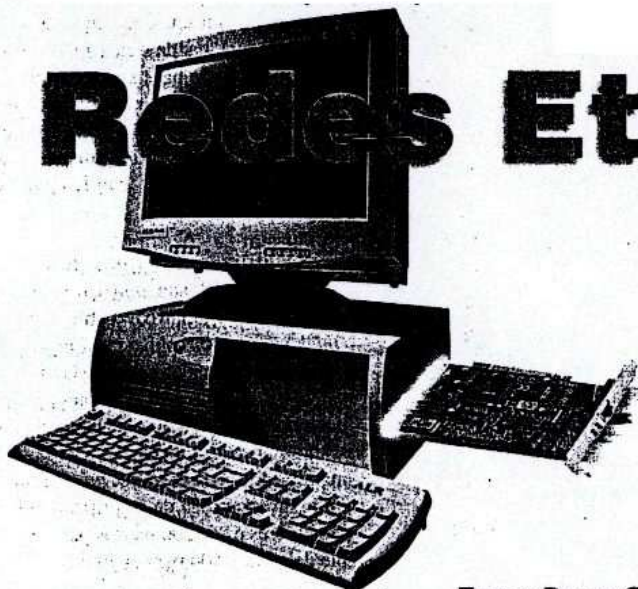


# Redes Ethernet



*La cantidad de información que se maneja en las empresas modernas hace necesaria la implementación de sistemas que permitan compartir, modificar, almacenar y, en general, tratar de manera muy rápida y eficiente, todos los datos y archivos correspondientes a su propio funcionamiento.*

EDISON DUQUE C.

**P**ara llevar a cabo estas funciones se crearon las redes de computadoras. Estas se podrían clasificar en dos grupos principales: las redes WAN (Red de área amplia) y las redes LAN (Red de área local). Estas últimas se utilizan para interconectar computadoras, periféricos o estaciones de trabajo distribuidos en un edificio o entre un grupo cercano de edificios, con el propósito de compartir archivos, programas, impresoras, etc. Las redes Ethernet pertenecen a la segunda categoría mencionada, por eso es muy frecuente encontrarlas en oficinas, fábricas, entidades oficiales, universidades, etc.

## Historia

En 1973, Robert Metcalfe escribió una tesis para obtener el grado de PhD en el MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts - USA), en la que describió la investigación que realizó acerca de las LAN. Posteriormente se trasladó a la compañía Xerox, donde formó un equipo de trabajo, junto con David Bogge y algunos otros colegas, para desarrollar la red Ethernet, basada en las ideas contenidas en su tesis.

Varias compañías la adoptaron con rapidez y posteriormente Intel fabricó un controlador para ella en un solo chip.

No pasó mucho tiempo antes de que Ethernet se convirtiera en casi una norma para todas las LAN.

La Ethernet desarrollada por Xerox tuvo tanto éxito, que las compañías Xerox, DEC (Digital Equipment Corporation) e Intel propusieron a la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos), una norma para la Ethernet de 10 Mbps. Esta norma fue la base para la hoy conocida IEEE 802.3, que aunque difiere un poco de su especificación inicial, conserva muchas características originales.

Este sistema se llamó Ethernet, en honor del éter luminífero, a través del cual se pensó alguna vez que se propagaban las ondas electromagnéticas. (Cuando el físico británico del siglo XIX, James Clerk Maxwell, descubrió que la radiación electromagnética podía describirse por medio de una ecuación de onda, los científicos supusieron que el espacio debía estar lleno de algún medio *etéreo* por el cual se pudiese propagar dicha radiación. Y fue solo después de llevarse a cabo el famoso experimento de Michelson-Morley en 1887, cuando los físicos descubrieron que la radiación electromagnética podía propagarse en el vacío).

## Topología de la red

Existen dos opciones para implementar una red Ethernet. La primera consiste en conectar todas las computadoras sobre el cable de la red directamente. Esta opción se conoce como topología tipo *bus*. La segunda consiste en utilizar un dispositivo llamado *hub* o concentrador, en el cual se conecta cada uno de los cables de red de las computadoras. Esta topología se conoce como *hub*. La figura 1 muestra como sería la conexión para cada caso.

Un *hub* no realiza ningún tipo de conmutación, simplemente está compuesto por repetidores que retransmiten todas las señales recibidas por una computadora a las otras, en la misma forma de una red tipo *bus*, sin alterar de ninguna manera la información que circula a través de él. Estos dispositivos tienen además un conjunto de LED's que indica el estado de la conexión de los usuarios. Con el uso del *hub* se tiene la ventaja de aislar a un usuario que tenga problemas en el cable de conexión, de esta forma se evita que los otros usuarios sufran contratiempos. La figura 2 muestra algunos tipos de concentradores que se pueden encontrar en el mercado.



TECNOLOGIA

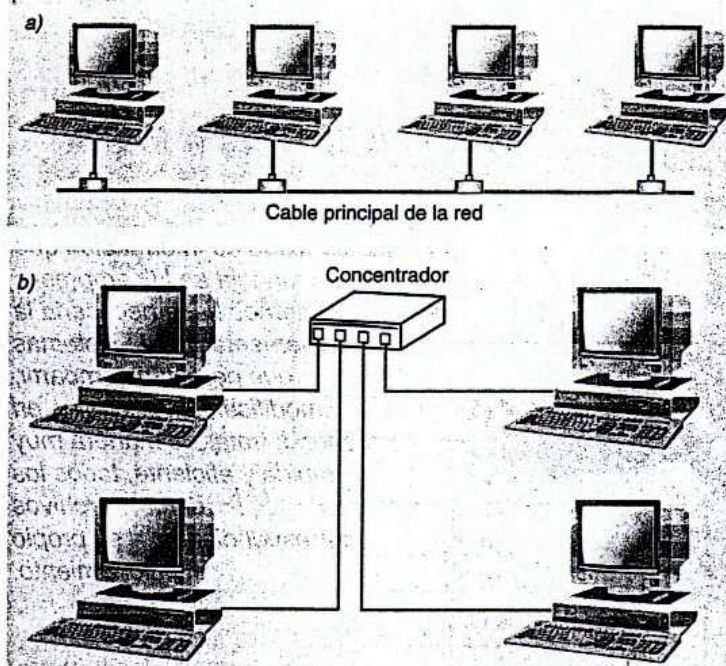


Figura 1. Topologías para una red Ethernet: a) tipo bus y b) tipo hub

Una red configurada como tipo *hub* puede conectarse a un bus o cable principal de red, ya que el concentrador además de las conexiones para los computadoras, tiene la posibilidad de conectarse a un cable coaxial, que podría ser el cable principal de un edificio. Esto permite que se incremente el número de usuarios. El ejemplo típico sería un edificio en el cual los usuarios de cada piso están conectados a un *hub* o concentrador. Los *hub* de todos los pisos están unidos entre sí por un bus o cable principal de la red.

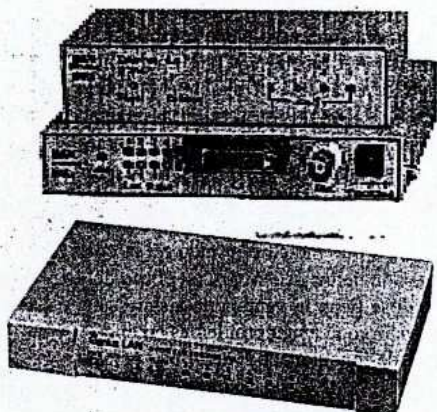


Figura 2. Diferentes tipos de hubs o concentradores

**Tarjeta de red Ethernet**

Cada computador debe tener instalada una tarjeta de red, la cual incorpora los conectores necesarios para que el usuario pueda conectarse al canal. Existen tarjetas Ethernet de uno o varios conectores. La figura 3 muestra una tarjeta con conector para cable coaxial (conector BNC) y conector para cable UTP (conector RJ45).

Esta tarjeta se debe introducir en el interior del computador. Posee un microprocesador que se encarga de controlar todos los aspectos relacionados con la comunicación y otros como el empaquetamiento y desempaquetamiento de la información que se transmite y recibe, la codificación y decodificación, detección de errores, y en general todas las tareas necesarias para que el computador solamente se preocupe por entregarle la información que se desea transmitir y viceversa.

**Cables y conectores que se utilizan**

En este tipo de redes se pueden utilizar el cable coaxial, cable UTP (par trenzado sin blindaje) y fibra óptica. El cable coaxial se emplea sobre todo en la

configuración tipo bus (las computadoras se conectan entre sí, obviando el concentrador), banda base (*baseband*). El término banda base significa que el cable es alimentado por una sola fuente de voltaje. De esta forma el canal actúa como un mecanismo de transporte, a través del cual se propagan los pulsos digitales de voltaje.

Se utilizan dos tipos de cable coaxial: cable delgado (*thin wire*) de 0.25 pulgadas de diámetro y cable grueso (*thick wire*) de 0.5 pulgadas. Por lo general, los dos pueden operar a la misma velocidad, 10 Mbps (10 millones de bits por segundo), pero en el cable delgado se presenta una mayor atenuación. La máxima distancia en que se puede transmitir sin necesidad de amplificadores o repetidores es de 200 metros para el cable delgado y 500 para el grueso.

El cable coaxial delgado es mucho más flexible y utiliza conectores tipo BNC normales. Se puede conectar directamente a las tarjetas de red que hay en cada computadora. De esta forma se obtiene una cadena de computadoras conectadas al cable coaxial (topología tipo bus).

El cable grueso, por su naturaleza rígida, no puede llevarse hasta cada computadora. Por lo general, este cable se instala en canaletas o corredores. En este caso, se debe utilizar un dispositivo electrónico llamado *transceiver*, el cual se conecta al cable de red principal y de allí se puede tomar una derivación hacia la computadora. El cable que se conecta entre la computadora y el *transceiver* tiene en sus extremos un aditamento llamado AUI (*attachment unit interface*), que le permite conectarse en ambos extremos.

El cable UTP o par trenzado sin blindaje, se utiliza generalmente en topologías *hub/bus*, para conectar las computadoras hasta el *hub* o concentrador. Su principal ventaja es la flexibilidad, que lo hace fácil de instalar en cualquier conducto o canaleta. La velocidad de transmisión que se puede lograr en este cable es de 1Mbps, aunque con alguna electrónica especial en cada computadora, se puede elevar la velocidad hasta los 10



Mbps. Con el cable UTP se utilizan los conectores tipo RJ45, los cuales tienen el mismo aspecto de un conector para teléfono, pero con 8 hilos en lugar de 4. La figura 4 muestra los diferentes conectores que se pueden emplear.

La fibra óptica es el medio que permite obtener mayores velocidades. Como la información se transmite en forma de impulsos luminosos, se pueden obviar muchos problemas causados generalmente por interferencias electromagnéticas. Esto hace que se utilice principalmente para unir tramos largos de una red o dos redes diferentes separadas por una distancia considerable. Además, permite trabajar en ambientes industriales, donde los cables normales recogen mucho ruido eléctrico.

Un ejemplo práctico de la utilización de los diferentes medios de transmisión puede ser una universidad, en la cual las computadoras de cada piso se conectan a un *hub* o concentrador mediante cable UTP, los concentradores de cada piso se conectan entre sí por medio de cable coaxial y la unión entre los diferentes edificios se puede hacer con fibra óptica.

A continuación describiremos el nombre técnico con que se denomina cada tipo de cable:

**10Base2.** Se denomina así a los tramos de cable coaxial delgado. Significa que puede operar a una velocidad de 10 Mbps, banda base y en una longitud de hasta 200 metros.

**10Base5.** Tramos de cable coaxial grueso. Opera a velocidad de 10 Mbps y cubre distancias hasta de 500 metros.

**10BaseT.** Emplea cable UTP. Permite operación a 10 Mbps en distancias de hasta 100 metros. Se emplea para conectar cada computadora al *hub*.

**10BaseF.** Se utiliza fibra óptica. La velocidad y la distancia aumentan considerablemente.

**Transceiver**  
 Este dispositivo permite conectarse a los cables coaxiales de la red, ya sea

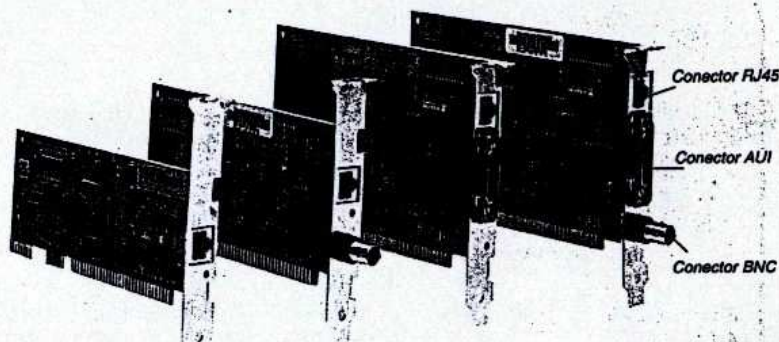


Figura 3. Tarjetas para red Ethernet

para implementar una nueva rama de la red o una simple derivación para una sola computadora. Este aparato tiene un dispositivo tipo tornillo que penetra el interior del cable coaxial y hace contacto con el conductor central, sin necesidad de cortarlo; la parte exterior del tornillo hace contacto con el conductor exterior para garantizar de esta manera una buena conexión eléctrica. Normalmente, estos dispositivos pueden tener un conector AUI para hacer conexión con una computadora o con un concentrador, y uno tipo coaxial para conectarse al cable principal de red o simplemente generar otra rama de la misma, figura 5.

El transceiver tiene internamente un circuito electrónico que le permite transmitir y recibir los datos a través del cable y proteger el cable principal contra fallas que se presenten en la computadora o la rama que está derivada de él. El cable que va del transceiver a la computadora tiene 5 pares de cable trenzado: uno para alimentar los circuitos del transceiver, dos para enviar y recibir datos y los otros dos para realizar funciones de control. Este cable tiene en cada extremo un conector AUI.

**Transmisión de información en la red**

Para garantizar que las computadoras conectadas en la red puedan comunicarse sin problemas, deben cumplir una serie de normas que se conocen generalmente con el nombre de *protocolo*. La red Ethernet utiliza un protocolo llamado CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access / Carrier Detect*), que quiere decir: Acceso múltiple por detección de portadora con detección de colisión. A continuación haremos una breve descripción de su funcionamiento.

Como todas las computadoras están conectadas sobre el mismo bus, se dice que el cable opera en acceso múltiple. Esto significa que cuando una computadora quiere mandar información hacia otra computadora, debe colocar en el cable todo el paquete de información a ser transmitido. Dicho pa-

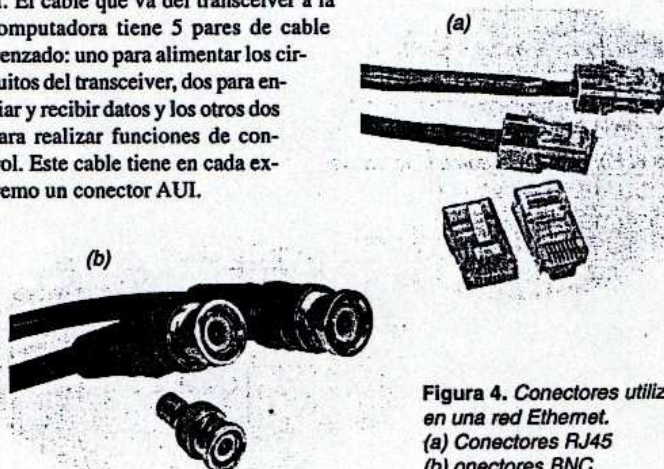


Figura 4. Conectores utilizados en una red Ethernet.  
 (a) Conectores RJ45  
 (b) onectores BNC



TECNOLOGIA

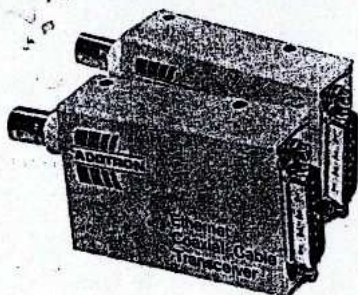


Figura 5. Transceiver con conectores AUI y BNC

quete incluye los datos sobre qué usuario los envía y qué usuario los recibe, además de la información en sí.

Antes de iniciar, el equipo que va a transmitir debe "escuchar" el canal para saber que está libre (CS, detección de portadora). En caso de estar ocupado, debe esperar un tiempo y volver a intentarlo nuevamente. En caso de estar libre, puede empezar a transmitir los datos correspondientes.

Como se puede deducir, si dos computadoras "escuchan" el canal al mismo tiempo y éste se encuentra desocupado, empezarán a transmitir sus datos sobre el cable, lo que generará lo que se conoce con el nombre de *colisión* de información. En este caso, las computadoras se retiran por un tiempo y luego cada una intenta nuevamente hacer su transmisión. Además, las computadoras que colisionaron colo-

can una señal en el cable de red que indica que se presentó un choque de datos o información.

Esta es una característica muy importante de este tipo de red, ya que cada computadora se retira del canal y no intenta por el contrario, seguir con su transmisión, lo que contribuye notablemente a reducir el tiempo de fallas en la línea. Las tarjetas de red y los transceiver tienen un circuito electrónico que se encarga de realizar las funciones que permiten "escuchar" el canal y detectar las colisiones.

**Formato de la información**

Los paquetes de información (también conocidos como tramas) que envía cada computadora por la red deben tener un formato específico y cumplir unas normas establecidas, para que sean comprendidas por todos los usuarios de la red. Esas normas cobijan aspectos como la longitud de los paquetes, polaridad o voltaje de los bits, códigos para detección de errores, etc.

En la figura 6 se muestra el formato de una trama o paquete de información. Cada trama empieza con un preámbulo de 7 bytes iguales (10101010). Esto genera una onda cuadrada de 10 MHz, durante un tiempo de 5.6 µs, con el objeto de que el receptor se sincronice con el reloj de transmisor. Después viene un byte llamado *Inicio de trama* (10101011), con el fin de marcar el comienzo de la información propiamente dicha.

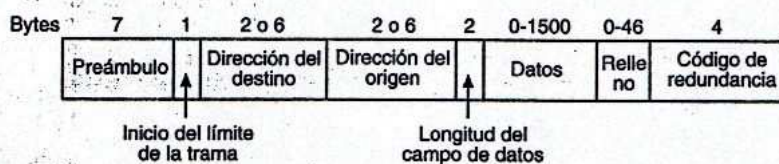


Figura 6. Formato de la trama para una red Ethernet

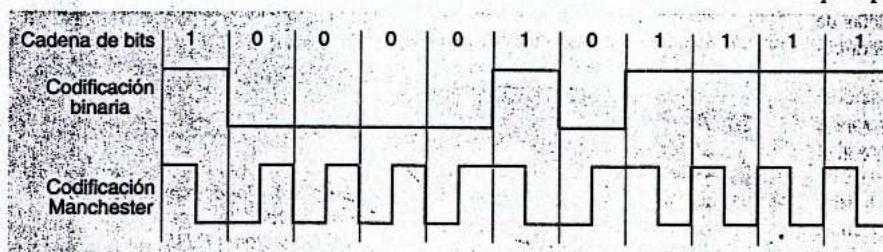


Figura 7. Codificación Manchester

Los bytes correspondientes a la dirección de destino y de origen se utilizan para saber a quién va el mensaje y quién lo envía. Además, existe un carácter especial que puede indicar que el mensaje va dirigido a un grupo de usuarios o a todos los usuarios. El byte que indica la longitud del campo de datos indica al receptor cuantos bytes de información útil o verdadera debe esperar a continuación. Los datos corresponden al archivo en particular que se está enviando.

Los bytes de relleno se emplean para garantizar que la trama total tenga una longitud mínima de 64 bytes (sin contar el preámbulo ni el Inicio de trama), en caso de que el archivo de datos sea muy corto. Esto se hace con el fin de desechar las tramas muy cortas (menores de 64 bytes) que puedan aparecer en el cable de la red, como consecuencia de transmisiones abortadas por colisiones. El código de redundancia sirve para hacer detección de errores. Si algunos bits de datos llegan al receptor erróneamente (por causa del ruido), es casi seguro que el código de redundancia será incorrecto y, por lo tanto, el error será detectado.

**Codificación de los bits.** Aunque los bits de información que entrega la tarjeta de red al cable se podrían entregar en forma directa (por ejemplo: 1 Voltio para un 1 lógico y 0 Voltios para un 0 lógico), esto no le permitiría al receptor saber en que momento empieza cada uno. Además, la potencia que se pierde en el cable sería muy elevada. Por esto, la red utiliza una técnica denominada *codificación Manchester*, que consiste en asignar dos intervalos de tiempo iguales para cada bit. La figura 7 muestra su formato.

Para representar un 1 lógico se tiene que la primera mitad del bit está en nivel alto y la segunda mitad en nivel bajo. Para representar un 0 lógico, el primer intervalo está en nivel bajo y el segundo en nivel alto. Con este esquema se garantiza que cada bit tenga una transición en la parte media, propiciando así un excelente sincronismo entre el transmisor y el receptor. □