

REDES DE ALTA VELOCIDAD

FAST ETHERNET, 100VG-ANYLAN, GIGABIT ETHERNET, FDDI y ATM

La evolución de la tecnología actual y de las comunicaciones hace que la demanda de transmisión de datos a alta velocidad sea más y más importante cada día.

En las siguientes páginas haremos un breve estudio sobre las tecnologías de transmisión de datos que se están extendiendo en la actualidad, haciendo incapie en las transmisiones de banda ancha. Explicaremos porque el sistema Ethernet es uno de los más extendidos en la actualidad y pondremos también sobre el papel los demás sistemas que rivalizan con él.

Trateremos entonces 6 grandes puntos

1.- INTRODUCCION PROTOCOLO ETHERNET	8 - 22
2.- FAST ETHERNET.	23 - 32
3.- 100VG-ANYLAN.	33 - 52
4.- GIGABIT ETHERNET.	53 - 55
5.- FDDI.	56 - 74
6.- ATM.	74 - 88

1.- INTRODUCCION AL PROTOCOLO ETHERNET.

1.1	INTRODUCCION.	8
1.1.1	Historia.	8
1.1.2	Estandares IEEE 802.	9
1.1.3	Difusión.	9
1.2	ELEMENTOS DEL SISTEMA.	10
1.3	FUNCIONAMIENTO.	10
1.3.1	Detección de Portadora con Acceso Múltiple y Detección de Colisiones (CSMA/CD).	10
1.3.2	Descripción de las Tramas y Direcciones (Multicast y Broadcast).	11
1.3.3	Detección de colisiones.	12
1.3.4	Topología de la señal y sincronización del medio.	12
1.4	HARDWARE ETHERNET.	13
1.4.1	Coaxial Grueso (10BASE5) y Coaxial Fino (10BASE2).	13
1.4.2	Par Trenzado RJ-45.	14
1.4.3	Fibra Óptica.	14
1.4.4	Tarjetas de Interfaz de Red.	15
1.4.5	Repetidores.	15
1.4.6	Concentradores (Hubs).	16
1.4.7	Conmutadores (Switches).	17
1.5	SISTEMAS ETHERNET.	17
1.5.1	10Mb Ethernet.	18
1.5.1.1	10 Base 5.	18
1.5.1.2	10 Base 2.	19
1.5.1.3	10 Base T.	20

2.- FAST ETHERNET.

2.1	INTRODUCCION.	23
2.2	SISTEMAS FAST ETHERNET.	23
2.3	COMPONENTES.	25
2.3.1	Medio físico.	25
2.3.1.1	Capa física 100 Base-T4.	25
2.3.1.2	Capa física 100 Base-TX.	25
2.3.1.3	Capa física 100 Base-FX.	26
2.3.2	Dispositivo de capa física. (PHY).	26
2.3.3	Interfaz independiente del medio.	27
2.3.4	Equipo terminal de datos.	27
2.4	CARACTERÍSTICAS.	27
2.4.1	Full Duplex.	27
2.4.2	Autonegociación.	28
2.5	100BASE-TX.	28
2.5.1	Medio de red.	29
2.5.2	Repetidores 100 Base-TX.	29
2.6	100BASE-T4.	30
2.6.1	Medio de red.	30
2.6.2	Repetidores 100 Base-T4.	30
2.6.3	Cruce de cables en 100 Base-T4.	30
2.7	100 BASE-FX.	30
2.7.1	Medio de red.	30
2.7.2	Conectores MDI.	31
2.7.3	Repetidores 100Base-FX.	31
2.8	VENTAJAS.	31

3.- 100VG-ANYLAN. PROTOCOLO DE PRIORIDAD DE DEMANDA.

3.1	INTRODUCCION.	33
3.2	CONCEPTOS BÁSICOS.	33
3.3	TOPOLOGÍA.	35
3.4	CONTROL DE ACCESO AL MEDIO.	37
3.4.1	Transmisión de paquetes de datos.	37
3.4.2	MAC, preparación de la trama	38
3.4.3	MAC, formato de la trama.	38
3.5	CONTROL DE ACCESO AL MEDIO DEL REPETIDOR (RMAC).	48
3.5.1	Chequeo Round Robin	48
3.5.2	Prueba de enlace	49
3.6	SUBCAPA DE MEDIO FÍSICO INDEPENDIENTE (PMI).	50
3.6.1	Canalización cuarteada.	51
3.6.2	Revuelto de datos	51
3.6.3	Codificación 5B6B	51
3.7	SUBCAPA DE INTERFACE DE MEDIO INDEPENDIENTE (MI).	51
3.8	SUBCAPA DE MEDIO FÍSICO DEPENDIENTE.	51
3.8.1	Codificación NRZ	52
3.8.2	Control de estado del enlace	52
3.9	SUBCAPA DE INTERFACE DE MEDIO DEPENDIENTE (MDI).	52

4.- GIGABIT ETHERNET.

4.1 LA NECESIDAD DE GIGABIT ETHERNET.	53
4.2 LA TECNOLOGÍA.	53
4.3 ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN.	54
4.3.1 De conmutador a conmutador	54
4.3.2 De servidor a servidor.	54
4.3.3 De estación final a concentrador	55

5.- FDDI.

5.1 INTRODUCCION.	56
5.2 FUNDAMENTOS BÁSICOS.	56
5.3 FORMATO DEL TOKEN.	57
5.4 DEFINICIONES FDDI.	59
5.5 FORMATO DE LA TRAMA.	63
5.6 TRANSMISIÓN FDDI.	63
5.7 ADMINISTRACIÓN DE LA ESTACIÓN.	64
5.8 CODIFICACIÓN DE LOS SÍMBOLOS FDDI.	64
5.9 PCM (Physical Connection Management).	65
5.9.1 Estado Break.	68
5.9.2 Estado Connect.	68
5.9.3 Estado Next.	69
5.9.4 Estado Signal.	70
5.9.5 Estado Join.	70
5.9.6 Estado Verify.	71
5.9.7 Estado Active.	71
5.9.8 PCM State Machine. .	72

6.- ATM (Modo de Transferencia Asíncrono).

6.1	HISTORIA	74
6.2	INTRODUCCIÓN A LA CONMUTACIÓN ATM	74
6.3	DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO ATM	75
6.3.1	Niveles ATM	76
6.3.2	Control de Flujo ATM	77
6.3.2.1	Soluciones ATM contra el “cuello de botella”	77
6.3.3	Los AAL (Atm Adaption Layer).	78
6.3.4	La celda ATM NNI.	78
6.3.5	La celda UNI.	79
6.3.6	El Physical Layer	80
6.3.7	ATM y ISDN-B.	81
6.3.8	Control de tráfico ATM.	81
6.4	PROGRAMACIÓN EN ATM.	84
6.4.1	Winsock 2.0.	84
6.4.2	Emulación de red de Area Local (LANE).	85
6.4.3	IP sobre ATM.	85
6.5	VENTAJAS DE ATM SOBRE LAS LAN	86
6.6	PROBLEMAS DE ATM	86
6.7	ADAPTACIÓN DE ATM A LAS TECNOLOGIAS ACTUALES	87
6.8	CLASES DE SERVICIOS ATM	88

INTRODUCCIÓN AL SISTEMA ETHERNET

1.- INTRODUCCIÓN.

Ethernet es una tecnología de red de área local que transmite información entre omputadoras a velocidades de entre 10 y 100 millones de bits por segundo (Mbps). Hoy en día, la versión más utilizada de Ethernet es la de 10-Mbps de par trenzado.

Las versiones de 10-Mbps de Ethernet incluyen la original de cable coaxial grueso, así como la de cable coaxial fino, par trenzado y fibra óptica. El más reciente estándar de Ethernet define el nuevo sistema de 100-Mbps Fast Ethernet que opera sobre par trenzado y fibra óptica.

1.1 Historia.

Ethernet fue inventada en el Xerox Palo Alto Research Center en los años 70 por el Dr. Robert M. Metcalfe. Fue diseñada para soportar búsqueda en la “oficina del futuro”, que incluía una de las primeras estaciones de trabajo personal del mundo, la Xerox Alto. El primer sistema Ethernet funcionaba aproximadamente a 3-Mbps y era conocido como “Ethernet experimental”.

Metcalfe comprendió que podía llegar a mejorar el sistema Aloha de acceso arbitrario a un canal de comunicación compartido. Desarrolló un nuevo sistema que incluía un mecanismo capaz de detectar las colisiones (collision detect). El sistema también incluía “listen before talk”, en la cual las estaciones ven si hay actividad en el canal (carrier sense) antes de transmitir y además soporta accesos al canal compartido por múltiples equipos (multiple access).

Si unimos todos estos componentes podremos comprender por qué se le conoce al protocolo de acceso al canal Ethernet como CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect

A finales de 1972, Metcalfe y sus colegas del Xerox PARC desarrollaron el primer Ethernet experimental para interconectar el Xerox Alto. El Xerox Alto era una computadora con interfaz gráfica al usuario, y el ethernet experimental se usaba para unir los Altos entre ellos. La señal de reloj de las interfaces de ethernet experimental se obtenía del sistema de reloj del Alto, lo que daba una tasa de transmisión de datos para el ethernet experimental de 2.94 Mbps.

La primera red experimental de Metcalfe se denominó “Alto Aloha Network”. En 1973 Metcalfe la cambió su nombre a “Ethernet”, para dejar más claro el hecho de que el sistema servía para todo tipo de computadoras, y no sólo para el Alto, y para resaltar que los mecanismos de su nueva red habían evolucionado más allá del sistema Aloha. Se basó en la palabra “ether (éter)” para describir la característica esencial del sistema: el medio físico (cable) lleva los bits a todas las máquinas, al igual que se creía que el antiguo éter luminiscente propagaba las ondas electromagnéticas a través del espacio. Los físicos Michelson y Morley refutaron la existencia del éter en 1887, pero Metcalfe decidió que era un buen nombre para su nuevo sistema, que llevaba señales a todas las computadoras. De esta forma, había nacido Ethernet.

1.1.2 Estándares del IEEE 802.

Las especificaciones formales para Ethernet fueron publicadas en 1980 por un consorcio de fabricantes que crearon el estándar DEC-Intel-Xerox (DIX). Este impulso convirtió el ethernet experimental en un sistema abierto y de calidad que opera a 10Mbps. La tecnología Ethernet fue adoptada después como estándar por el comité de estándares LAN del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) con la norma IEEE 802.

El estándar IEEE fue publicado por primera vez en 1985 bajo el título “IEEE 802.3 Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications.” (IEEE 802.3 Portadora de Acceso Múltiple con Detección de Colisiones (CSMA/CD) Método de Acceso y Especificaciones Físicas). El estándar IEEE ha sido adoptado desde entonces por el International Organization for Standardization (ISO), lo que lo convierte en un estándar a nivel mundial.

El estándar IEEE proporciona un sistema “tipo ethernet” basado en el estándar original DIX. Todos los equipos Ethernet desde 1985 se construyen de acuerdo al estándar IEEE 802.3. Para ser exactos, deberíamos referirnos a Ethernet como “IEEE 802.3 CSMA/CD”. De cualquier modo la mayor parte del mundo todavía lo conoce por su nombre original de ethernet y por eso continuaremos llamándolo de ese modo.

El estándar 802.3 es periódicamente puesto al día para incluir la nueva tecnología. Desde 1985 el estándar ha crecido para incluir los nuevos medios para el sistema Ethernet de 10-Mbps (p. E. Par trenzado), así como las últimas especificaciones para el 100-Mbps Fast Ethernet.

1.1.3 Difusión.

Actualmente se usan distintos tipos de redes LAN, pero Ethernet es con mucho la más popular. Se estima que en 1994, se instalaron más de 40 millones de nodos Ethernet en todo el mundo. La amplia popularidad de Ethernet asegura que habrá un gran mercado para el equipamiento Ethernet, lo que conlleva una reducción en los precios del equipo.

Desde los tiempos del primer estándar de Ethernet, las especificaciones y derechos para construir tecnología Ethernet se han hecho fácilmente accesibles a cualquiera. Esta apertura, combinada con la facilidad de uso y la robustez del sistema Ethernet, a dado como resultado el gran mercado de Ethernet y es una de las razones por las que Ethernet está tan ampliamente implantado en la industria de los computadores.

La gran mayoría de fabricantes de computadores equipan actualmente sus productos con conectores Ethernet de 10-Mbps, haciendo posible conectar todo tipo de computadores con una LAN Ethernet. Hasta que el estándar de 100-Mbps sea adoptado más ampliamente, los computadores están siendo equipados con una interfaz Ethernet que opera tanto a 10-Mbps como a 100-Mbps. La capacidad de conectar una amplia gama de computadores usando una tecnología de red estándar vendor-neutral network technology es un rasgo esencial para los gestores de LANs actuales.

Más LANs deberían soportar una amplia variedad de computadores ofrecidos por los diferentes fabricantes, lo que requiere un alto grado de interoperatividad de red, del tipo que proporciona Ethernet.

1.2.- ELEMENTOS DEL SISTEMA.

El sistema Ethernet consta de tres elementos básicos:

1. El medio físico usado para transportar las señales Ethernet entre computadores.
2. Una serie de reglas de control de acceso al medio incluidas en el interfaz que permite a múltiples computadores regular su acceso al medio de forma equitativa.
3. Una trama Ethernet que consiste en una serie estandarizada de bits usados para transportar los datos en el sistema.

1.3.- FUNCIONAMIENTO.

Cada terminal equipado con Ethernet, también llamado estación, opera independientemente de todas las otras estaciones de la red: no hay un controlador central. Todas las estaciones conectadas a una red Ethernet están conectadas a un medio compartido. En Ethernet las señales se transmiten en serie, un bit cada instante, por el canal compartido, a todas las estaciones conectadas. Para mandar datos una estación lo primero que hace es escuchar el canal, y cuando el canal está vacío, la estación transmite sus datos en forma de trama Ethernet, o paquete.

Después de cada transmisión, todas las estaciones de la red tienen las mismas posibilidades de ser las siguientes en transmitir. Esto asegura que el acceso al medio sea fácil, y que ninguna estación pueda bloquear a las demás. El acceso al medio es determinado por el control de acceso al medio (MAC), que es un mecanismo contenido en el interfaz Ethernet de cada estación. El mecanismo del MAC se basa en un sistema llamado Acceso Múltiple Sin Portadora con Detección de Colisiones (CSMA/CD).

1.1 Detección de Portadora con Acceso Múltiple y Detección de Colisiones (CSMA/CD).

Para ilustrar el funcionamiento del protocolo CSMA/CD podemos utilizar el símil de la conversación en una habitación oscura. Todo el mundo escucha hasta que se produce un periodo de silencio, antes de hablar (sin portadora). Una vez que hay silencio, todo el mundo tiene las mismas oportunidades de decir algo (acceso múltiple). Si dos personas empiezan a hablar al mismo tiempo, se dan cuenta de ello y dejan de hablar (detección de colisiones).

En términos de Ethernet, cada interfaz debe esperar hasta que no haya ninguna señal en el canal, entonces puede empezar a transmitir. Si algún otro interfaz está transmitiendo habrá una señal en el canal, a la cual se llama portadora. Todos los otros interfaces deben esperar hasta que la portadora cese antes de intentar transmitir, este proceso es llamado Sin Portadora.

Todos los interfaces Ethernet tienen las mismas posibilidades de mandar tramas a la red. Ninguno tiene una prioridad mayor que los demás, y reina la democracia. Esto es lo que significa Acceso Múltiple. Como la señal tarda un tiempo finito en viajar de un extremo al otro de un segmento Ethernet, los primeros bits de una trama no llegan simultáneamente a todas las partes de la red. Así pues, es posible que dos interfaces escuchen que el canal está vacío y comiencen a transmitir sus tramas simultáneamente. Cuando esto ocurre, el sistema Ethernet tiene un modo de detectar la colisión de las señales e interrumpir la transmisión y reenviar las tramas. A esto se le llama Detección de Colisiones.

El protocolo CSMA/CD está diseñado para permitir un fácil acceso al medio compartido, con lo que todas las estaciones tienen oportunidad de usar la red. Después de cada transmisión todas las estaciones usan el protocolo CSMA/CD para determinar cual es la siguiente en usar el canal.

1.3.2 Descripción de las Tramas y Direcciones (Multicast y Broadcast).

El corazón del sistema Ethernet es la trama Ethernet, que es usada para transmitir datos entre las estaciones. La trama consiste en una serie de bits organizados en distintos campos. Estos campos incluyen campos de direcciones, un campo de datos de tamaño variable que contiene entre 46 y 1500 bytes de datos y un campo de control de errores que se usa para comprobar si la trama ha llegado intacta.

Los primeros dos campos contienen direcciones de 48 bits, llamadas dirección destino y fuente. El IEEE controla la asignación de esas direcciones administrando una parte de cada campo de dirección. El IEEE hace esto proporcionando identificadores de 24 bits llamados “Identificadores Unicos Organizados” (OUIs), de modo que se asigna un identificador de 24 bits único a cada organización que desea fabricar interfaces Ethernet. Después la organización, crea direcciones de 48 bits usando el OUI asignado como los primeros 24 bits de cada dirección. Esta dirección de 48 bits es conocida como dirección física, dirección hardware o dirección MAC.

A cada interfaz Ethernet fabricada, se le pre-asigna una dirección de 48 bits única, lo que simplifica enormemente la conexión y funcionamiento de la red.

Cuando una trama Ethernet es enviada al medio, cada interfaz Ethernet comprueba el primer campo de 48 bits de la trama, que contiene la dirección de destino. El interfaz compara esta dirección con la suya propia. Si es igual, el interfaz leerá toda la trama. Los demás interfaces dejarán de leer la trama una vez que hayan comprobado que la dirección de destino no es la suya.

Una dirección multicast permite que una trama Ethernet sea recibida por un grupo de estaciones. El software de red puede hacer que el interfaz de una estación reconozca una dirección multicast concreta. Esto hace posible que un grupo de estaciones tengan asignada una misma dirección multicast. Una trama enviada a la dirección multicast asignada al grupo, será recibida por todas las estaciones del mismo.

También hay un caso especial de dirección multicast conocida como dirección broadcast, que tiene los 48 bits a uno. Todos los interfaces Ethernet que vean una trama con esta dirección de destino la leerán.

1.3.3 Detección de Colisiones.

Si más de una estación comienza a transmitir en el canal Ethernet al mismo tiempo las señales colisionan. Esto es notificado a las estaciones, que inmediatamente reestructuran sus transmisiones usando un algoritmo especialmente diseñado. Como parte de este algoritmo, cada una de las estaciones involucradas elige un intervalo de tiempo aleatorio para volver a intentar retransmitir la trama, lo que impide que todas vuelvan a intentarlo al mismo tiempo.

La palabra colisión no debe interpretarse como algo malo, ya que no es un fallo de la red, sino que se trata de algo absolutamente normal y esperado en una red Ethernet, e indica simplemente que el

protocolo CSMA/CD funciona como es debido. Cuantas más estaciones se añaden a una red Ethernet, y cuando más se incrementa el tráfico en la red, ocurrirán más colisiones como parte del funcionamiento normal de Ethernet.

El diseño del sistema asegura que la mayoría de colisiones en una red Ethernet que no esté sobrecargada, serán resueltas en microsegundos. Una colisión normal no supone pérdida de datos. En caso de colisión, el interfaz Ethernet espera durante un número de microsegundos, y después retransmite los datos.

En redes con tráfico denso pueden darse múltiples colisiones para los intentos de transmisión de una trama dada. Esto también es normal. Si se trata de esta situación, las estaciones involucradas eligen aleatoriamente tiempos cada vez mayores para intentar la retransmisión.

Unicamente, tras 16 colisiones consecutivas para los intentos de transmisión de una misma trama, esta será descartada por el interfaz. Esto solo puede ocurrir si el canal está sobrecargado por un periodo muy largo, o si está dañado en alguna parte.

1.3.4 Topología de la señal y sincronización del medio.

La topología de la señal de Ethernet es también conocida como una topología lógica, para distinguirla del actual disposición física de los medios de comunicación de cables. La topología lógica de Ethernet proporciona un canal (o bus) que transporta las señales Ethernet a todas las estaciones.

Los segmentos de Multiple Ethernet pueden ser unidos todos juntos para crear una gran Ethernet LAN utilizando una señal amplificada y un repetidor. A través del uso de repetidores, un sistema Ethernet de múltiples segmentos puede crecer como un non-rooted branching tree. Esto significa que cada segmento es una rama individual del sistema completo de señales.

La noción de árbol tree es solo un nombre formal para los sistemas como este, y el típico diseño de red de trabajo es más complejo que una simple concatenación de segmentos. En segmentos de comunicación que soportan múltiples conexiones, como el coaxial Ethernet, se pueden instalar repetidores y conectarlos a otros en cualquier punto del segmento. Otros tipos de segmentos conocidos como segmentos de enlace solo pueden conectarse en sus finales.

No rooted significa que el resultado de la conexión de varios segmentos puede crecer en cualquier dirección, y no tiene un segmento raíz específico.

Lo más importante es que los segmentos nunca deben estar conectados en forma de loop, formando un bucle. Cada segmento del sistema debe tener dos finales, ya que sino el sistema Ethernet no trabajaría correctamente.

La figura muestra varios segmentos unidos mediante repetidores y conectados a las estaciones. Una señal enviada por alguna estación viajara a través del segmento de dicha estación y será repetida a todos los demás segmentos.

1.4.- HARDWARE ETHERNET

1.4.1 Coaxial Grueso (10BASE5) y Coaxial Fino (10BASE2).

El cable coaxial grueso o Ethernet 10Base-5, se empleaba, generalmente, para crear grandes troncales (“backbones”). Un troncal une muchos pequeños segmentos de red en una gran LAN. El cable coaxial grueso es un troncal excelente porque puede soportar muchos nodos en una topología de bus y el segmento puede ser muy largo. Puede ir de un grupo de trabajo al siguiente, donde las redes departamentales pueden ser interconectadas al troncal. Un segmento de cable coaxial grueso puede tener hasta 500 metros de longitud y máximo de 100 nodos conectados.

El cable coaxial grueso es pesado, rígido, caro y difícil de instalar. Sin embargo es inmune a niveles corrientes de ruido eléctrico, lo que ayuda a la conservación de la calidad de las señales de la red. El cable no ha de ser cortado para instalar nuevos nodos, sino “taladrado” con un dispositivo comúnmente denominado “vampiro”. Los nodos deben de ser espaciados exactamente en incrementos de 2.5 metros para prevenir la interferencia de las señales. Debido a esta combinación de ventajas e inconvenientes, el cable coaxial grueso es más apropiado, aunque no limitado a, aplicaciones de troncal.

Por otra parte, el cable coaxial fino, o ethernet 10Base-2, ofrece muchas de las ventajas de la topología de bus del coaxial grueso, con un coste menor y una instalación más sencilla. El cable coaxial fino es considerablemente más delgado y más flexible, pero sólo puede soportar 30 nodos, cada uno separado por un mínimo de 0.5 metros, y cada segmento no puede superar los 185 metros. Aún sujeto a estas restricciones, el cable coaxial fino puede ser usado para crear troncales, aunque con menos nodos.

Un segmento de cable coaxial fino está compuesto por muchos cables de diferentes longitudes, cada uno con un conector de tipo BNC en cada uno de los extremos. Cada cable se conecta al siguiente con un conector de tipo “T”, donde se necesita instalar un nodo.

Los nodos pueden ser conectados o desconectados de la “T”, según se requiera, sin afectar al resto de la red. El cable coaxial fino es una solución de bajo coste, reconfigurable, y la topología de bus lo hace atractivo para pequeñas redes, redes departamentales, pequeños troncales, y para interconectar pocos nodos en una sola habitación como en un laboratorio.

1.4.2 Par Trenzado RJ-45.

El cable de par trenzado no apantallado, o UTP, ofrece muchas ventajas respecto de los cables coaxiales, dado que los coaxiales son ligeramente caros y requieren algún cuidado durante la instalación. El cable UTP es similar, o incluso el mismo, al cable telefónico que puede estar instalado y disponible para la red en muchos edificios.

Hoy los esquemas de instalación de cableado más populares son 10BASE-T y 100BASE-TX, tanto con cable de par trenzado de tipo apantallado como sin apantallar (STP y UTP, respectivamente). Como hemos dicho es un cable similar al telefónico y existe una gran variedad de calidades; a mejor calidad, más caro y ofrece soporte para la transmisión de hasta 100 Mbps. Los cables de Categoría 4 y Categoría 3 son menos caros, pero no pueden soportar las mismas velocidades para la transmisión de los datos, como 10 Mbps (10Base-T). La norma 100BASE-T4

permite soportar Ethernet a 100 Mbps, sobre cable de Categoría 3, pero éste es un esquema torpe y por consiguiente 100BASE-T4 ha visto muy limitada su popularidad.

El Cable de Categoría 4 soporta velocidades de hasta 20 Mbps, y el de Categoría 3 de hasta 16 Mbps. Los cables de Categoría 1 y 2, los más asequibles, fueron diseñados principalmente para aplicaciones de voz y transmisiones de baja velocidad (menos de 5 Mbps.), y no deben de ser usados en redes 10Base-T.

Los segmentos UTP están limitados a 100 metros.

1.4.3 Fibra Óptica.

Para las aplicaciones especializadas son muy populares los segmentos Ethernet de fibra óptica, o 10BASE-FL. El cable de fibra óptica es más caro, pero es inestimable para las situaciones donde las emisiones electrónicas y los riesgos medioambientales sean una preocupación. El cable de fibra óptica puede ser útil en áreas donde hay grandes cantidades de interferencias electromagnéticas, como en la planta de una fábrica.

La norma Ethernet permite segmentos de cable de fibra óptica de dos kilómetros de longitud, haciendo Ethernet a fibra óptica perfecto para conectar nodos y edificios que de otro modo no podrían ser conectados con cableados de cobre.

Una inversión en cableado de fibra óptica puede ser algo revalorizable, dado que según evolucionan las tecnologías de redes, y aumenta la demanda de velocidad, se puede seguir utilizando el mismo cableado, evitando nuevos gastos de instalación.

1.4.4 Tarjetas de Interfaz de Red.

Para conectar un PC a una red, se emplean tarjetas de interfaz de red, normalmente llamadas NIC (Network Interface Card). El NIC proporciona una conexión física entre el cable de la red y el bus interno del ordenador. Diferentes ordenadores, tienen arquitecturas de bus diferentes. Los buses PCI master normalmente son más frecuentes en PC's 486/Pentium y las ranuras de expansión ISA se encuentran en 386 y ordenadores personales más viejos.

1.4.5 Repetidores.

Los repetidores se emplean para conectar dos o más segmentos Ethernet de cualquier tipo de medio físico. Según los segmentos exceden el máximo número de nodos o la longitud máxima, la calidad de las señales empieza a deteriorarse. Los repetidores proporcionan la amplificación y resincronización de las señales necesarias para conectar los segmentos. Al partir un segmento en dos o más subsegmentos, permitimos a la red continuar creciendo. Una conexión de repetidor cuenta en el límite del número total de nodos de cada segmento. Por ejemplo, un segmento de cable coaxial fino puede tener 185 metros de longitud y hasta 29 nodos o estaciones y un repetidor, ya que el número total de nodos es de 30 por segmento. Un segmento de cable coaxial grueso puede tener 500 metros, 98 nodos y 2 repetidores (para un total de 100 nodos por segmento).

Los repetidores Ethernet son necesarios en las topologías de estrella. Como hemos indicado, una red con sólo dos nodos está limitada. Un repetidor de par trenzado permite a diversos segmentos "punto a punto" unirse en una sola red. Un extremo del enlace punto a punto se conecta al repetidor y el otro al ordenador con un transceptor. Si el repetidor está conectado al troncal, entonces todos los ordenadores conectados en los extremos de los segmentos de par trenzado pueden comunicarse con todos los servidores del troncal.

Los repetidores también monitorizan todos los segmentos conectados para verificar que la red funciona correctamente. Cuando algo falla en un determinado segmento, por ejemplo se produce una rotura, todos los segmentos Ethernet puede quedar inoperantes. Los repetidores limitan el efecto de estos problemas, a la sección de cable rota, "segmentando" la red, desconectando el segmento problemático y permitiendo al resto seguir funcionando correctamente. La avería de un segmento en una red punto a punto, habitualmente, sólo desactivará un ordenador, lo que en una topología de bus ocasionaría la desactivación de todos los nodos del segmento.

Al igual que los diferentes medios de Ethernet tienen diferentes limitaciones, los grandes segmentos creados con repetidores y múltiples segmentos, también tienen restricciones. Estas restricciones, generalmente tienen que ver con los requisitos de sincronización. A pesar de que las señales eléctricas que circulan por los medios Ethernet, viajan a cerca de la velocidad de la luz, aún requieren un tiempo finito para viajar de un extremo de una gran red a otro. Las normas Ethernet asumen que no va a llevar más de un determinado tiempo para que una señal sea propagada entre los extremos más alejados de la red. Si la red es excesivamente grande, esta presunción no se cumple, y la red no funcionará correctamente. Los problemas de sincronización no pueden ser tomados a la ligera. Cuando las normas Ethernet son violadas, se pierden los paquetes, las prestaciones de la red se ven afectadas, y las aplicaciones se enlentecen y pueden fallar.

Las especificaciones IEEE 802.3 describen las reglas para el número máximo de repetidores que pueden ser usados en una configuración. El número máximo de repetidores que pueden encontrarse en el camino de transmisión entre dos nodos es de cuatro; el máximo número de segmentos de red entre dos nodos es cinco, con la restricción adicional de que no más de tres de esos cinco segmentos pueden tener otras estaciones de red conectadas a ellos (los otros segmentos deben de ser enlaces entre repetidores, que simplemente conectan repetidores). Estas reglas son determinadas por cálculos de las máximas longitudes de cables y retardos de repetidores. Las redes que las incumplen puede que aún funcionen, pero están sujetas a fallos esporádicos o problemas frecuentes de naturaleza indeterminada. Además, usando repetidores, simplemente extendemos la red a un tamaño mayor. Cuando esto ocurre, el ancho de banda de la red puede resultar un problema; en este caso, los puentes, conmutadores y encaminadores pueden usarse para particionar una gran red en segmentos más pequeños que operan más eficazmente.

1.4.6 Concentradores (Hubs).

Los concentradores son, en definitiva, repetidores para cableado de par trenzado.

Un concentrador, al igual que un repetidor, toma cualquier señal entrante y la repite hacia todos los puertos. Si el concentrador se conecta al troncal, entonces todos los ordenadores situados al final de los segmentos del par trenzado pueden comunicarse con todos los servidores en el troncal.

Lo más importante a resaltar sobre los concentradores es que sólo permiten a los usuarios compartir Ethernet. Una red de repetidores es denominada "Ethernet compartido", lo que implica que todos los miembros de la red están conteniendo por la transmisión de datos hacia una sola red (dominio de colisión). Esto significa que miembros individuales de una red compartida sólo consiguen un porcentaje del ancho de banda de red disponible. El número y tipo de concentradores en cualquier dominio de colisión para Ethernet 10 Mbps. está limitado por las reglas siguientes:

TIPO DE RED	MÁX. Nº DE NODOS POR SEGMENTO	DISTANCIA MÁX. POR SEGMENTO
10BASE-T	2	100 m.
10BASE-2	30	185 m.
10BASE-5	100	500 m.
10BASE-FL	2	2000 m.

Si el diseño de la red viola estas reglas por el número de repetidores, entonces paquetes perdidos o excesivos paquetes reenviados pueden retardar la actuación de la red y crear problemas para las aplicaciones. Como hemos dicho, Ethernet esta sujeto a la regla "5-4-3" para la instalación de repetidores: la red puede tener sólo cinco segmentos conectados; puede usar sólo cuatro repetidores; y de los cinco segmentos, sólo tres pueden tener usuarios conectados a ellos; los otros dos deben ser enlaces entre repetidores.

Fast Ethernet ha modificado las reglas de repetidores, dado que el tamaño del paquete mínimo tarda menos tiempo para transmitirse que en Ethernet. En redes de Fast Ethernet, hay dos clases de repetidores, Clase I y Clase II. La tabla siguiente es la distancia (diámetro) característica para combinaciones de estos tipos de repetidores Ethernet:

FAST ETHERNET	COBRE	FIBRA
Ningún Repetidor	100 m.	412 m*
Un repetidor de Clase I	200 m.	272 m.
Un repetidor de Clase II	200 m.	272 m.
Dos repetidores de Clase II	205 m.	228 m.
* 2 Km. En modo full -	Dúplex	

1.4.7 Conmutadores (Switches).

Es un dispositivo similar a un concentrador que dispone de las características antes mencionadas de canales de alta velocidad en su interior y capacidad de filtrado del tráfico.

Cuando un paquete es recibido por el conmutador, este determina la dirección fuente y destinataria del mismo, si ambas pertenecen al mismo segmento, el paquete es descartado, si son direcciones de segmentos diferentes, el paquete es retransmitido sólo al segmento destino (a no ser que los filtros definidos lo impidan).

Los conmutadores no necesitan tener el paquete completo antes de proceder a su envío, pueden iniciar su reenvío antes de tenerlo entero, lo que redundo en una mejora de prestaciones. Además, mientras los concentradores comparten el ancho de banda de la red entre todos los nodos que la

componen, con el uso de conmutadores, cada uno de los segmentos conectados a uno de sus puertos tiene un ancho de banda completo, compartido por menos usuarios, lo que repercute en mejores prestaciones.

La ventaja de esto es que usa los mismos cables y tarjetas de red que el 10Base-T, sustituyéndose sólo los concentradores por conmutadores.

1.5.- SISTEMAS ETHERNET.

Antes de pasar a ver los diferentes sistemas ethernet, veamos en qué consiste la regla 5-4-3, que los afecta directamente.

La 5-4-3 es una regla que nos impone una serie de limitaciones a la hora de crear una topología para nuestra red ethernet. Estas limitaciones se deben a los retardos introducidos por los repetidores. Si el número de repetidores usados es elevado, el retardo se puede hacer demasiado grande, de forma que empiecen a producirse problemas, como que el sistema de detección de errores (CSMA/CD) no funcione adecuadamente y se produzcan transmisiones erróneas.

Debido a esto, la regla 5-4-3 nos dice que entre dos equipos de la red podrá haber como máximo 4 repetidores y 5 segmentos de cable. De igual forma, únicamente 3 segmentos pueden tener conectados dispositivos que no sean los propios repetidores, es decir, al menos 2 de los 5 segmentos han de ser utilizados únicamente para la interconexión entre repetidores.

1.5.1 10Mb Ethernet.

1.5.1.1 10BASE 5

También conocida como THICK ETHERNET (Ethernet grueso), es la Ethernet original. Fue desarrollada originalmente a finales de los 70 pero no se estandarizó oficialmente hasta 1983.

Thick Ethernet utiliza una topología en bus, que consiste en un solo cable coaxial que conecta a todos los equipos entre sí. En los extremos del cable se conecta un dispositivo denominado terminador, y para conectar los equipos al bus, no se hace directamente, sino que se intercala otro dispositivo al que se denomina transceptor.

El cable coaxial que aquí se usa es un cable relativamente grueso (10mm) y rígido, pero por otra parte, también es más resistente a interferencias externas y puede usarse conjuntamente con el 10Base-2. Este tipo de cable es conocido como RG8 o RG11 y presenta una impedancia de 50 ohmios.

CARACTERÍSTICAS

En la siguiente tabla se ven las principales características del sistema 10Base-5:

Tipo de cable usado	<i>RG8 o RG11</i>
Tipo de conector usado	AUI
Velocidad	10 Mbits/s
Topología usada	BUS

Máxima distancia entre trasceptores	2.5 m
Máxima longitud del cable transeptor	50 m
Máxima longitud de cada segmento	500 m
Máxima longitud de la red	2500 m
Máximo de dispositivos conectados por segmento	100
Regla 5-4-3	Sí

VENTAJAS

Hay que señalar que este es uno de los sistemas más primitivos, por lo que no son muchas sus ventajas. Debido al tipo de cable usado es un sistema que nos permite salvar distancias muy elevadas y que presenta una gran resistencia a las interferencias externas, todo ello sin olvidarse que quizás sea el sistema más simple conceptualmente, pero no aporta mucho más.

INCONVENIENTES

En el apartado de inconvenientes, hay que señalar varios que son determinantes a la hora de decantarse por otro tipo de sistemas. Debido a la topología en bus que usa, es un sistema inflexible que no nos permite realizar muchos cambios una vez que se ha montado la instalación. Igualmente es muy sensible a los fallos, en el sentido de que si falla un nodo, toda la red deja automáticamente de funcionar, y lo que es peor, cuando se produce el fallo es realmente complicado localizarlo, ya que tendríamos que probar cada uno de los tramos entre nodos hasta localizar cuál es el que está fallando.

APLICACIONES EN LA ACTUALIDAD

Como hemos mencionado anteriormente, los graves inconvenientes que presenta el 10Base-5 hacen que en la actualidad no se use para montar redes locales.

En cambio, presenta una aplicación para la cual sí se sigue usando y es la denominada "Backbone". A grandes rasgos, el backbone se usa para conectar varios concentradores 10Base-T que se encuentran bastante alejados, como puede ser situados en plantas distintas de un mismo edificio, o incluso entre edificios distintos. De esta forma se aprovechan las ventajas principales como son el uso para distancias largas y la gran resistencia a interferencias externas. Ya no nos importa que sea un sistema inflexible, ya que este en este tipo de conexiones no suele haber muchos cambios.

1.5.1.2 10 BASE 2.

El elevado coste de la instalación del cable coaxial y de los transeptores que había que montar en las redes 10Base-5 hizo que se pensara en utilizar un cable más fino y por tanto, más barato, que además no necesitase de transeptores. De esta idea nació 10Base-2, que no es más que una versión de 10Base-5 abaratada y debido a ello se la conoce también como Thin-Ethernet (Ethernet Fino) o cheaper-net (red barata).

La topología que presenta es básicamente igual a la de la 10Base-5, pero con algunas diferencias. La principal es el tipo de coaxial que usa, coaxial fino como hemos visto antes, del tipo RG-58.

Sigue usando topología en bus, al que se conectan todos los equipos, pero a diferencia del caso anterior, ya no hay que insertar un transceptor entre el equipo y el bus, sino que la conexión se hace directamente mediante un BNC tipo “T”. En los extremos del bus se siguen conectando terminadores de 50 ohmios.

CARACTERÍSTICAS

Tipo de cable usado	<i>RG-58</i>
Tipo de conector	BCN
Velocidad	10 Mbits/s
Topología usada	BUS
Mínima distancia entre estaciones	0.5 m
Máxima longitud de cada segmento	185 m
Máxima longitud de la red	925 m
Máximo de dispositivos conectados por segmento	30
Regla 5-4-3	Si

VENTAJAS

Este es un sistema realmente simple, ya que debido a que las conexiones se hacen con BNC tipo “T” no son necesarios ni concentradores ni transceptores ni otros dispositivos adicionales. Esta simplicidad, además hace que el sistema sea más barato. Por otra parte, debido al blindaje que tiene el cable coaxial que usa, tiene una buena inmunidad al ruido.

INCONVENIENTES

Los inconvenientes de este sistema son similares a los que presentaba el 10Base-5. Por un lado es un sistema muy inflexible, que no nos permite cambiar la topología de la red una vez que está montada. También es un sistema muy vulnerable a fallos, de forma que si falla una conexión dejará de funcionar toda la red y para localizar el fallo habrá que probar tramo por tramo hasta ver cuál falla.

Por otra parte, el cable RG-58 solo se usa para este tipo de red local, por lo que no podrá ser usado para cualquier otro propósito como ocurre con otro tipo de cables.

APLICACIONES EN LA ACTUALIDAD

La tecnología 10 Base-2 se usa para pequeñas redes que no tengan previsto cambiar su disposición física.

De igual manera que 10 Base-5, uno de los usos habituales de esta tecnología es como backbone para interconectar varios concentradores en 10 Base-T. Normalmente los concentradores no se mueven de lugar. Si la distancia entre ellos es grande, por ejemplo si están en plantas o incluso en edificios distintos, la longitud máxima que se puede conseguir con este cable (185m) es mucho mayor que la que se consigue usando el cable UTP de la tecnología 10 Base-T (100m).

1.5.1.3 10 BASE-T.

Ya se ha comentado, que ETHERNET fue diseñado originalmente para ser montado con cable coaxial grueso y que más adelante se introdujo el coaxial fino. Ambos sistemas funcionan excelentemente pero usan una topología en BUS, que complica la realización de cualquier cambio en la red. También deja mucho que desear en cuestión de fiabilidad. Por todo esto, se introdujo un nuevo tipo de tecnología llamada 10 Base-T, que aumenta la movilidad de los dispositivos y la fiabilidad.

El cable usado se llama UTP que consiste en cuatro pares trenzados sin apantallamiento. El propio trenzado que llevan los hilos es el que realiza las funciones de asilar la información de interferencias externas. También existen cables similares al UTP pero con apantallamiento que se llaman STP (Par Trenzado Apantallado mediante malla de cobre) y FTP (Par Trenzado apantallado mediante papel de aluminio).

10 Base-T usa una topología en estrella consistente en que desde cada nodo va un cable al un concentrador común que es el encargado de interconectarlos. Cada uno de estos cables no puede tener una longitud superior a 90m.

A los concentradores también se les conoce con el nombre de HUBs y son equipos que nos permiten estructurar el cableado de la red. Su función es distribuir y amplificar las señales de la red y detectar e informar de las colisiones que se produzcan. En el caso de que el número de colisiones que se producen en un segmento sea demasiado elevado, el concentrador lo aislará para que el conflicto no se propague al resto de la red.

También se puede usar una topología en árbol donde un concentrador principal se interconecta con otros concentradores. La profundidad de este tipo de conexiones viene limitada por la regla 5-4-3.

Un ejemplo de este tipo de conexiones podría ser un aula de informática de un centro. El concentrador principal está en otra dependencia distinta. Si se llevará un cable por ordenador hasta esta otra habitación, el gasto de cable sería grande. Aprovechando la topología en árbol lo que haremos es llevar solamente uno al que conectaremos un nuevo concentrador situado en el aula. La distancia desde cada uno de los ordenadores hasta este nuevo concentrador, será infinitamente menor que hasta el principal.

10 Base-T también se puede combinar con otro tipo de tecnologías, como es el caso de usar 10 Base-2 o 10 Base-5 como Backbone entre los distintos concentradores.

Cuando la distancia entre concentradores es grande, por ejemplo si están en plantas o incluso en edificios distintos, estamos limitados por la longitud máxima que se puede conseguir con el cable UTP (100m). Si la distancia es mayor se puede usar la tecnología 10 Base-2 que permite hasta 185m o la 10 Base-5 con la que podríamos alcanzar los 500m. Otra solución puede ser usar cable UTP poniendo repetidores cada 100m.

De los 8 hilos de que dispone en el cable UTP, sólo se usan cuatro para los datos de la LAN (dos para transmisión y dos para la recepción) por lo que quedan otros cuatro utilizables para otros propósitos (telefonía, sistemas de seguridad, transmisión de vídeo, etc.).

El conector usado es similar al utilizado habitualmente en los teléfonos pero con 8 pines. Se le conoce con el nombre de RJ-45. Los pines usados para los datos son el 1 - 2 para un par de hilos y el 3 - 6 para el otro. La especificación que regula la conexión de hilos en los dispositivos Ethernet es la EIA/TIA T568A y T568B.

CARACTERÍSTICAS

Tipo de cable usado	<i>UTP, STP, FTP</i>
Tipo de conector	RJ-45
Velocidad	10 Mbits/s
Topología usada	Estrella
Máxima longitud entre la estación y el concentrador	90 m
Máxima longitud entre concentradores	100 m
Máximo de dispositivos conectados por segmento	512
Regla 5-4-3	Sí

VENTAJAS

Con este sistema se solucionan la mayoría de los inconvenientes que presentaban los anteriores.

Ahora, por ejemplo como cada nodo tiene su propio cable hasta el concentrador, si falla uno, sólo falla él y la red sigue funcionando. Además, cada nodo tiene un indicador en el concentrador que nos indica que el nodo está funcionando correctamente, por lo que la localización de la avería es fácil.

Como ahora, los nodos tienen conexiones independientes, podemos cambiar la topología de la red cuantas veces deseemos, ya que el cambio de un nodo no tendrá efecto sobre los demás.

Por último, se puede aprovechar el cable UTP para otros servicios. De los cuatro pares de hilos de los que dispone solo usa dos pares de hilos para los datos de la LAN por lo que quedan otros dos que pueden usarse para otros propósitos como telefonía, sistemas de seguridad, transmisión de video, etc.

INCONVENIENTES

Los dos inconvenientes principales que tiene el 10Base-T son las distancias y la sensibilidad al ruido.

La distancia máxima que permite 10Base-T entre nodo y concentrador es de 90m lo que puede ser un problema en algunas instalaciones, pero siempre se puede recurrir a algunas de las soluciones que hemos visto anteriormente que consistían en combinar esta tecnología con la 10Base-2 o la 10Base-5, o el uso de repetidores para alargar la distancia.

La sensibilidad al ruido que presenta el cable UTP usado en esta tecnología es mayor que la que presentaba el cable coaxial. En la mayoría de los casos, el trenzado interno que lleva el UTP es suficiente para protegerse de las interferencias. En las instalaciones con grandes interferencias exteriores, siempre podremos usar el cable FTP o el STP que es igual que el UTP pero con protección con malla.

APLICACIONES EN LA ACTUALIDAD

Es la tecnología más usada en la actualidad por todas las ventajas que aporta y sobre todo por la flexibilidad y escalabilidad que supone tener una instalación de este tipo.

FAST ETHERNET

2.1 INTRODUCCIÓN.

Cuando el comité de estandarización IEEE empezó a trabajar en un sistema Ethernet más rápido, dos aproximaciones fueron presentadas. Una aproximación se basaba en subir la velocidad de transmisión de los sistemas originales Ethernet a 100-Mbps, manteniendo el original mecanismo de control de acceso al medio CSMA/CD, que pasó a denominarse 100Base Fast Ethernet. Este mecanismo es el que vamos a desarrollar a continuación.

2.2 SISTEMAS FAST ETHERNET.

Comparando con las especificaciones de 10-Mbps, los sistemas de 100-Mbps reducen la especificación de bit times (tiempos de bits), que es la cantidad de tiempo que lleva transmitir un bit en un canal Ethernet. Esto produce una multiplicación por diez en la velocidad de los paquetes sobre el medio del sistema. Sin embargo, los otros aspectos del sistema Ethernet, incluyendo el formato de trama, la cantidad de datos que una trama puede llevar, y el mecanismo de control de acceso al medio, han permanecido inalterados.

Las especificaciones de Fast Ethernet incluyen mecanismos para la Auto-Negociación de la velocidad del medio. Esto hace posible para los vendedores proveer interfaces Ethernet de doble velocidad que pueden ser instalados y correr a 10-Mbps o a 100-Mbps automáticamente.

Hay tres variedades de medios que han sido especificados para la transmisión de señales 100-Mbps Ethernet:

- 100BASET4
- 100BASETX
- 100BASEFX

Los tres tipos de medios se muestran con sus identificadores de IEEE. Los identificadores de IEEE se dividen en tres partes. La primera, "100", indica la velocidad de 100-Mbps. "BASE" indica que la transmisión es en "baseband" o banda base, que es el tipo de transmisión. La

transmisión en banda base simplemente significa que las señales Ethernet son las únicas señales transmitidas por el medio.

La tercera parte de la nomenclatura indica el tipo de segmento:

- El tipo de segmento "T4" es un segmento de par-trenzado que usa cuatro pares de cable telefónico.
- El tipo de segmento "TX" es un segmento par-trenzado que usa dos pares de cables y está basado en el medio físico de par-trenzado de clase de datos desarrollado por ANSI.
- El tipo de segmento "FX" es un segmento de enlace de fibra óptica basado en el medio físico de fibra óptica desarrollado por ANSI y que usa dos hebras de cable de fibra.

Los medios 100Base-TX y 100Base-FX usados en Fast Ethernet son ambos adoptados de los standards de medio físico desarrollados inicialmente por ANSI, "American National Standards Institute". Los standards de medio físico de ANSI fueron desarrollados originalmente por el standard FDDI (Fiber Distributed Data Interfaz) LAN (ANSI standard X3T9.5), y son utilizados frecuentemente en las FDDI LAN.

El standard de Fast Ethernet adaptó estos dos standards de medio de ANSI para el uso en las nuevas especificaciones de medios de Fast Ethernet. El standard T4 fue también proporcionado para hacer posible el uso de los cables de par-trenzado de baja calidad en las señales de 100-Mbps Ethernet.

Capa Física	Tipos de Medio
-----	-----
100Base-TX	2 pares de cable categoría 5, o 2 pares de cable apantallado 150 ohm como define ISO/IEC 11801
100Base-FX	2 fibras multi-modo como define ISO 9314
100Base-T4	4 pares de cable categoría 3, 4 o 5 como define ISO/IEC 11801

Todos los medios tiene en común que utilizan la capa MAC de igual manera, produciéndose las diferencias más significativas en la capa física.

La capa MAC (Media Access Control) o de control de acceso al medio, se ocupa de codificar la información para su transmisión y de mediar la forma en que los participantes de la red obtienen acceso a la misma. En el caso de Ethernet, la capa MAC emplea el mecanismo de acceso múltiple mediante detección de portadora y detección de colisión (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) o CSMA/CD.

El sistema CSMA/CD implica que un nodo de la red puede enviar datos siempre y cuando ningún otro lo este haciendo. Si otro ya lo estuviera haciendo, lo que se detecta mediante la presencia de la portadora, el segundo demoraría la transferencia. Si varios nodos inician simultáneamente transferencias de datos, se produciría una colisión, que también sería detectada; en este caso, cada

una de las estaciones esperaría durante un período de tiempo aleatorio antes de reintentar la transmisión de los datos.

El comité 802.3 cuidó los detalles de definición de la norma, especificando la capa MAC de un modo independiente a la velocidad. Exceptuando el tramo entre paquetes, todos los parámetros de la capa MAC fueron definidos en bits respecto del tiempo. Ello permite la variación de la velocidad sin alterar los parámetros MAC, por lo que CSMA/CD funciona a 1 Mbps. (1Base5), 10 Mbps. y 100 Mbps. (Fast Ethernet o 100Base-T).

La capa física (PHY o physical layer) se ocupa de la comunicación entre la capa MAC y el cableado. En el caso de Ethernet hay diferentes implementaciones de la capa física, dadas las diferentes posibilidades de cableado, pero en todos los casos se emplea el mismo MAC CSMA/CD.

2.3 COMPONENTES.

2.3.1 Medio Físico (Physical Medium).

La capa física es la responsable del transporte de los datos hacia y fuera del dispositivo conectado. Su trabajo incluye el codificado y descodificado de los datos, la detección de portadora, detección de colisiones, y la interfaz eléctrica y mecánica con el medio conectado.

Fast Ethernet puede funcionar con los pares trenzados sin apantallar (UTP), el par trenzado apantallado (STP), y fibra. Pero no funciona con cable coaxial porque la industria ha dejado de usarlo para las nuevas instalaciones.

La especificación de Fast Ethernet define 3 tipos de medios con una subcapa física separada para cada tipo de medio:

2.3.1.1 Capa física 100BaseT4

Esta capa física define la especificación para Ethernet 100BaseT sobre cuatro pares de cables UTP de categorías 3, 4, o 5. 100BaseT4 es una señal half-duplex que usa tres pares de cables para la transmisión a 100 Mbps y el cuarto par para la detección de colisiones. Este método reduce las señales 100BaseT4 a 33.33 Mbps por lo que se traduce en una frecuencia del reloj de 33 Mhz. Desgraciadamente, estos 33 Mhz de frecuencia del reloj violan el límite de 30 Mhz puesto para el cableado de UTP. Por consiguiente, 100BaseT4 usa una codificación ternaria de tres niveles conocida como 8B6T (8 binario - 6 ternario) en lugar de la codificación binaria directa (2 niveles). Esta codificación 8B6T reduce la frecuencia del reloj a 25 Mhz que están dentro del límite de UTP.

Con 8B6T, antes de la transmisión de cada conjunto de 8 dígitos binarios se convierten primero a uno de 6 dígitos ternarios (3-niveles). Las tres señales de nivel usadas son +V, 0, -V. Los 6 símbolos ternarios significan que hay 729 (3^6) posibles palabras código. Pero sólo 256 (2^8) son necesarios para representar las combinaciones del paquete completo de 8-bits, las palabras código usadas se seleccionan para lograr el equilibrio de DC y para asegurarlas todas son necesarias al menos dos transiciones de la señal. Esto se hace para permitir al receptor mantener la sincronización de reloj con el transmisor.

2.3.1.2 Capa física 100BaseTX.

Esta capa física define la especificación para Ethernet 100BaseT sobre dos pares de cables UTP de Categoría 5, o dos pares de STP Tipo 1. 100BaseTX adopta las señales Full-Duplex de FDDI (ANSI X3T9.5) para trabajar. Un par de cables se usa para la transmisión, a una frecuencia de 125-MHz y operando a un 80% de su capacidad para permitir codificación 4B/5B y el otro par para la detección de colisiones y para la recepción.

4B/5B, o codificación cuatro binaria, cinco binaria, es un esquema que usa cinco bits de señal para llevar cuatro bits de datos. Este esquema tiene 16 valores de datos, cuatro códigos de control y el código de retorno. Otras combinaciones no son válidas.

2.3.1.3 Capa física 100BaseFX.

Esta capa física define la especificación para Ethernet 100BaseT sobre dos segmentos de fibra 62.5/125. Una de las fibras se usa para la transmisión y la otra fibra para la detección de colisiones y para la recepción. 100BaseFX está basada en FDDI. 100BaseFX pueden tener segmentos de mas de 2 Km en Full-Duplex entre equipos DTE como, bridges, routers o switches. Normalmente se usa 100BaseFX principalmente para cablear concentradores, y entre edificios de una misma LAN. La tabla resume los cableados y distancias para los tres medios de comunicación físicos.

<u>{PRIV ATE}C APA FISICA</u>	<u>ESPECIFICACION DEL CABLE</u>	<u>LONGITU D (METROS)</u>
100 Base T4	UTP categorías 3, 4, y 5 cuatro pares.	1000 half/full- duplex
100 Base TX	UTP categoría 5, dos pares. STP Tipos 1 y 2, dos pares.	100 half/full- duplex. 100 half/full- duplex.
100 Base FX	Fibra multimodo 62.5/125 2 segmentos.	400 half- duplex. 2000 full- duplex.

2.3.2 Dispositivo de capa física (Physical Layer Device o PHY).

Este dispositivo realiza la misma función general que un transmisor-receptor en los sistemas Ethernet de 10-Mbps. Puede ser un conjunto de circuitos integrados dentro del puerto Ethernet de un dispositivo de red, por lo tanto invisible al usuario, o puede ser una caja pequeña equipada con un cable MII, como el transmisor-receptor externo y el cable transmisor-receptor usado en 10-Mbps Ethernet.

2.3.3 Interfaz Independiente del Medio.

El MII es una nueva especificación que define una interfaz estándar entre la subcapa MAC y cualquiera de las tres capas físicas (100BaseTX, 100BaseT4, y 100BaseFX). El papel principal del MII es ayudar a la subcapa a hacer el uso del alto ratio de transferencia de bits y de los distintos tipos de medios de cableados haciéndolos transparentes a la subcapa MAC. Es capaz de soportar ratios de 10 Mbps y 100 Mbps de datos. Puesto que las señales eléctricas están claramente definidas, el MII puede implementarse internamente o externamente en un dispositivo de la red. El MII puede llevarse a cabo internamente en un dispositivo de la red para conectar la capa de MAC directamente a la capa física. Éste es a menudo el caso con adaptadores (tarjetas de red o NICs).

El MII está diseñado para hacer de las diferencias de las transmisiones entre los diversos segmentos de medio transparente a los chips de Ethernet en los dispositivos de red. El MII convierte las señales de la línea recibidas desde los diferentes segmentos de medio por el transmisor-receptor (PHY) en señales de formato digital, estas son entonces proporcionadas a los chips Ethernet del dispositivo o tarjeta.

2.3.4 Equipo terminal de datos (DTE) u Ordenador.

El dispositivo de red es definido así mismo como un DTE en el standard IEEE. Cada DTE unido a una red Ethernet tiene una interfaz Ethernet. La interfaz Ethernet proporciona una conexión al medio del sistema Ethernet y contiene el hardware y software necesario para realizar las funciones de control de acceso al medio requeridas para enviar una trama sobre el canal Ethernet.

En una estación típica el DTE contiene una interfaz Ethernet que compone y envía tramas Ethernet, las cuales pueden transportar datos entre ordenadores unidos a la red. La interfaz Ethernet está unido al medio del sistema usando un equipamiento que podría incluir un cable MII y un PHY con su MDI asociado (jack RJ45 par-trenzado o conector fibra óptica). La interfaz o puerto repetidor podría estar diseñado para incluir la electrónica del PHY internamente, en este caso todo lo que se vería sería el MDI. Cada tipo de medio en Fast Ethernet tiene un PHY y MDI específicamente diseñado y cableado para usar en esa clase de segmento.

2.4 CARACTERÍSTICAS.

2.4.1 Full-Duplex.

La comunicación Full-Duplex para 100BaseTX y 100BaseFX es llevada a cabo desactivando la detección de las colisiones, esto es necesario para asegurar una comunicación fiable en la red. Sólo los switches pueden ofrecer Full-Duplex cuando están directamente conectados a estaciones o a servidores. Los hubs compartidos en 100BaseT deben operar a Half-Duplex para detectar colisiones entre las estaciones de los extremos.

2.4.2 Auto-negociación.

Fue desarrollada inicialmente bajo el nombre NWAY, y ha sido incorporada a las especificaciones IEEE como protocolo de señalización, con la intención de permitir a los nodos Ethernet que negocien automáticamente la velocidad mayor a la que son capaces de transmitir y recibir datos.

Inmediatamente a continuación de la puesta en servicio de los nodos, la auto-negociación emplea una serie de pulsos intercambiados entre los transeptores. Dichos pulsos son denominados FLP o Fast Link Pulses. Son pulsos idénticos al de enlace (link) de una red 10Base-T, con la diferencia de que su duración es sólo de 2 ms. aproximadamente.

Estos pulsos se emplean para indicar las velocidades de transferencia y los protocolos que cada uno de los nodos es capaz de soportar, y entonces permitir realizar la selección de la combinación más apropiada.

En el caso de que uno de los extremos no reconozca la auto-negociación, y confunda los pulsos como pulsos de enlace 10Base-T, continuará funcionando de forma normal, mientras que el otro se configurará para emplear el estándar 10Base-T.

Una ráfaga FLP consiste en 33 bits, de los cuales 17 son información de reloj, y el resto (16) información de capacidades del nodo:

- Los bits D0-D4 forman el campo de tecnología, que identifica el tipo de servicio que el concentrador o nodo es capaz de servir; así, 00001 es IEEE802.3, y 00010 es IEEE802.9.
- D5 a D12 indican la capacidad soportadas: D5=10Base-T; D6=10Base-T full-duplex; D7=100Base-TX; D8=100Base-TX full-duplex; D9=100Base-T4; D10-D12 están reservados para futuras normalizaciones.
- Otra de las características de la auto-negociación es la capacidad de indicar fallos del cableado. Para ello, el nodo remoto comunica con el local por medio del bit D13. Cuando el nodo local recibe la señal indicadora del estado de fallo, está siendo informada del estado de los pares de transmisión y recepción.
- El bit D14 es una señal de reconocimiento.
- Por último el bit D15 es un indicador de que existe más información.

2.5 100BASE-TX.

El sistema de medio 100Base-TX está basado en las especificaciones publicadas en el standard de medio físico ANSI TP-PMD. Los sistemas 100Base-TX operan sobre dos pares de cables, un par

recibe las señales de datos y el otro las transmite. La especificación ANSI TP-PMD especifica que se pueden usar cables de par-trenzado sin apantallar (UTP) o apantallados (STP).

El siguiente grupo de componentes son utilizados para construir un segmento par-trenzado 100Base-TX y realizar conexiones con éste.

2.5.1 Medio de Red.

El sistema 100Base-TX está diseñado para permitir a los segmentos alcanzar la longitud de 100 metros cuando se usen cables UTP que tiene unas características de impedancia de 100 ohms. Los segmentos de 100Base-TX están limitados a un máximo de 100 metros para asegurar que las especificaciones de round trip timing estén soportadas. Este es un contraste con el sistema 10BASE-T, donde la máxima longitud del segmento para el enlace a 10-Mbps está limitada por la fuerza de la señal.

El medio 100Base-TX usa dos pares de cables, lo que significa que cuatro pins del conector MDI de ocho-pin (tipo RJ-45) son utilizados para transportar las señales Ethernet. Las señales de datos transmitidas y recibidas de cada par del segmento 100Base-TX están polarizadas, con un cable de cada par de señales transportando la señal positiva (+), y el otro la negativa (-).

100Base-T también permite cables par-trenzado apantallados (STP) con características de 150 ohms de impedancia.

2.5.2 Repetidores 100Base-TX.

El standard Fast Ethernet define dos tipos de repetidores: Clase I y Clase II. Un repetidor de Clase I puede tener grandes retrasos de tiempos, y funciona transformando las señales de la línea analógicas de un puerto de entrada a formato digital, y volviéndolas a transformar a señales analógicas cuando las envía a otros puertos. Esto hace posible repetir señales entre segmentos que usan diferentes técnicas de transmisión, tales como segmentos 100Base-TX/FX y segmentos 100Base-T4, permitiendo a esos tipos de segmentos mezclarse dentro de un hub repetidor. El proceso de transformación en un repetidor de Clase I utiliza un número de tiempos de bit, de manera que sólo un repetidor de Clase I pueda ser usado en una colisión cuando cables de máxima longitud sean usados.

Un repetidor de Clase II está sujeto a retrasos de tiempos más pequeños, y repite inmediatamente las señales de entrada a otros puertos sin necesidad de un proceso de transformación. Para conseguir los retrasos de tiempo pequeños, los repetidores de Clase II sólo se conectan a segmentos que usan las mismas técnicas de transmisión, tales como los segmentos 100Base-TX y 100Base-FX. Un máximo de dos repetidores Clase II se pueden usar dentro de una colisión cuando se usan cables de máxima longitud. Los segmentos con diferentes técnicas de trans. No se pueden mezclar en un hub repetidor de clase II.

Cuando se conectan dos estaciones juntas sobre un segmento, los pins de transmisión de datos de un MDI deben estar unidos por cable para recibir datos de los pins de otro MDI, y viceversa. Para conectar sólo dos ordenadores en un único segmento, se puede construir un cable cruzado especial.

Sin embargo, cuando se cablean múltiples segmentos en un edificio, es mucho más fácil unir los conectores del cable directamente y no preocuparse de si se han cruzado correctamente. La

manera de realizar esto es hacer el cruce de cables dentro del hub repetidor. El standard 100Base-TX recomienda esto, y que cada puerto del hub que este cruzado internamente debería estar marcado con una "X".

2.6 100BASE-T4.

Los sistemas 100Base-T4 operan sobre 4 pares de cables, con un sistema de transmisión que hace posible transmitir señales Fast Ethernet sobre cable de par-trenzado sin apantallar de categoría 3 con capacidad para voz.

El siguiente grupo de componentes es utilizado para construir un segmento par-trenzado 100Base-T4 y realizar conexiones a éste.

2.6.1 Medio de Red.

El sistema 100Base-T4 está diseñado para permitir a los segmentos alcanzar la longitud de 100 metros cuando se usen cables UTP de categorías 3, 4 ó 5.

El medio 100Base-T4 usa cuatro pares de cables, lo que requiere que todos los pins del conector MDI de ocho-pin (RJ-45) sean utilizados.

De los cuatro pares, uno es usado para transmitir datos (TX), otro par es para recibir datos (RX), y dos pares para datos bidireccionales (BI). Cada par está polarizado, con un cable del par transportando la señal positiva (+), y el otro cable la negativa (-).

2.6.2 Repetidores 100Base-T4.

Los repetidores que utiliza 100Base-T4, son los mismos que 100Base-TX: Clase I y Clase II.

2.6.3 Cruce de cables en 100Base-T4.

Los dispositivos conectados a un segmento 100Base-T4 requieren un cruce de señales, de manera que los pins de datos TX y los pins bidireccionales del dispositivo conectado en un extremo del segmento estén unidos a los pins RX y bidireccionales del otro dispositivo al otro extremo, y viceversa. El standard recomienda que el cruce sea implementado dentro del puerto repetidor, y este debería estar marcado con una "X".

2.7 100BASE-FX.

El siguiente grupo de componentes es utilizado para construir un segmento de fibra óptica 100Base-FX y realizar conexiones a éste.

2.7.1 Medio de Red.

El sistema 100Base-FX está diseñado para permitir a los segmentos alcanzar la longitud de 412 metros. Aunque es posible enviar señales en fibra óptica a mucha más distancia, se fija el límite

en 412 metros en los segmentos de fibra en Fast Ethernet para asegurar que se soporten las especificaciones de round trip timing.

Las especificaciones 100Base-FX requieren dos tiras de cable de fibra óptica multimodo (MMF) por enlace, una para transmitir datos, y otra para recibir.

2.7.2 Conectores MDI.

La interfaz dependiente del medio (MDI) para 100Base-FX puede ser de tres tipos. De los tres, el conector SC es la alternativa recomendada en el standard. El conector SC está diseñado para un uso fácil, simplemente se coloca en el lugar correspondiente y automáticamente la conexión ya está completa.

Otro tipo de conector es un conector de medio FDDI (MIC). Es un conector standard usado en las redes FDDI. El tercer tipo es el conector ST. Es el mismo conector que se usa en 10BASE-FL.

2.7.3 Repetidores 100Base-FX.

Los repetidores que utiliza 100Base-FX, son los mismos que 100Base-TX y 100Base-T4: Clase I y Clase II.

2.8 VENTAJAS

100Base-T ofrece a los usuarios gran número de ventajas con respecto a otras tecnologías de conexión de redes a alta velocidad:

Tecnología probada.

La habilidad, solidez y bajo coste del protocolo CSMA/CD MAC ya están altamente probados. Los más de 30 millones de nodos Ethernet vendidos ponen de manifiesto la eficacia de esta tecnología.

Migración sencilla.

Una de las grandes ventajas de 100Base-T es que proporciona el sistema más sencillo posible de migración de 10Base-T a 100 Mbps. No se trata de una tecnología nueva que los usuarios deban aprender (como ATM, FDDI o 100VG). Dado que la especificación MAC permanece invariable con respecto a la de Ethernet a 10 Mbps, su funcionamiento será similar al de Ethernet y los paquetes serán Ethernet, los MIBs (Management Information Base) de gestión SNMP serán los mismos y todas las aplicaciones y software de gestión funcionarán sin variaciones en las LAN 100Base-T.

Solución Flexible.

100Base-T está dirigida a los más importantes tipos de cableado instalados. Los usuarios pueden tener la tranquilidad de que funcionará en cualquier lugar.

Bajo coste.

100Base-T promete ser una tecnología de bajo coste desde el primer momento. Los factores determinantes de los costes en una tecnología de estas características radican en el nivel de integración del circuito de silicio, el la complejidad del circuito de silicio y del producto y en los volúmenes producidos. 100Base-T responderá en los tres aspectos. Hay un gran número de circuitos ASIC Ethernet a 10Mbps altamente integrados, cuya modificación por parte de los fabricantes para incorporar 100Base-T resulta bastante fácil. Como la MAC no varía, tanto los ASIC como los dispositivos de interconexión de redes a 10/100 Mbps serán relativamente sencillos. Y, dado que los ASIC pueden utilizarse con 100Base-T y un elevado volumen de productos 10Base-T, se beneficiarán de los bajos costes que genera la producción masiva.

Respaldo de múltiples fabricantes.

100Base-T está respaldada por muchas importantes empresas del mundo de las redes locales. Este amplio compromiso garantiza una gran variedad de productos y conducirá a intensificar la competitividad, lo que, a su vez, contribuirá a reducir los precios y a acelerar su implantación

{PRIVATE}	100BaseT Fast Ethernet	100VG- ANYLAN	CDDI/FDDI	ATM
Tasa de Transferencia	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps	De 25 a 622 Mbps
Método de Acceso	CSMA/CD	Demanda por Prioridad	Token Passing	Basado en Células
Tamaño de la Trama	De 64 a 1500 Bytes	De 64 a 16 Kbytes	De 64 a 1500 Bytes	53 Bytes
Tipo de Transmisión	Asíncrona	Asíncrona y Síncrona	Asíncrona y Síncrona	Isócrona, Asíncrona y Síncrona
Diámetro de la Red	250 m. (UTP categoría 5)	2000 m. (UTP categoría 5)	De 100 m. a 200 Km.	De 100 m. a Múltiples Km.
Administración	SNMP y Ethernet MIBs	SNMP y MIBs	SMT y SNMP	MIBs y SNMP Propietarios
Coste	Bajo Coste	Bajo coste	Coste en descenso	Muy alto
Tolerancia a Fallos	Spanning Tree		Doble Anillo	Múltiples vías
Aplicación en	PC's de escritorio, Estaciones de trabajo, y como Backbone	PC's de escritorio, Backbone y Multimedia	PC's de escritorio, Estaciones de trabajo, y como Backbone	Backbone, WAN, LAN, Multimedia, Y PC's de escritorio

100VG-ANYLAN. PROTOCOLO DE PRIORIDAD DE DEMANDA.

3.1 INTRODUCCIÓN.

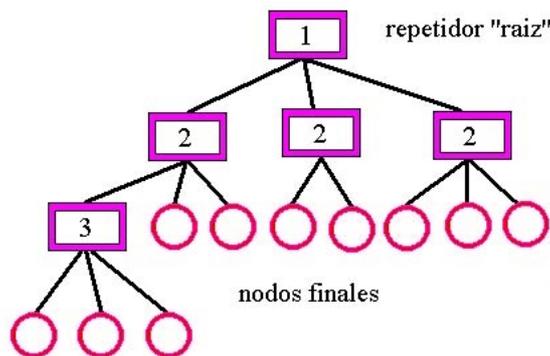
El Protocolo de Prioridad de Demanda (802.12), también llamado 100VGAnyLAN, es un estándar de Red de Area Local (LAN) que pretende ofrecer una alta velocidad, y un medio compartido para sustituir a protocolos más lentos, aunque utilizando los medios existentes.

3.2 CONCEPTOS BÁSICOS.

Una red de 802.12, consiste en nodos terminales, repetidores, switches, bridges, routers y enlaces de red. Los detalles de los esquemas de interconexión pueden encontrarse en la sección de topología.

Los componentes fundamentales de la 802.12 son los nodos finales y los repetidores. Un nodo final es normalmente un cliente o una estación servidora. Un nodo final esta conectado a la red a través de una tarjeta de red que se conecta al bus del sistema. El Repetidor conecta los nodos finales con otros componentes del sistema como son bridges, routers, y switches.

Una configuración básica de la 802.12 consta de un pequeño numero de nodos locales, o nodos finales (normalmente entre 6 y 32), que están conectados a un único repetidor. Una red mayor puede construirse conectando varios repetidores en cascada tal como muestra la figura.



Nodos Finales

Los nodos finales son normalmente computadoras personales o grandes computadoras, usuarios de estaciones de trabajo, bridges, routers, switches, o servidores de ficheros. Ellos son los que transmiten y reciben datos a través del repetidor. Los nodos finales tienen dos modos de

operación: privado y promiscuo. Los nodos promiscuos reciben todas las tramas que hay en la red, mientras que los nodos privados solo reciben los mensajes enviados específicamente a ellos.

Repetidores

Los Repetidores son el centro conceptual y físico de toda red 802.12. Sirviendo como controladores centrales, los repetidores manejan el acceso a la red realizando continuamente rápidos tests "round robin" del puerto de peticiones de la red. Cada repetidor tiene un puerto de conexión especial a través del cual se puede conectar con otros repetidores en cascada. Cada puerto del repetidor puede ser configurado para operar en modo normal o promiscuo. La configuración normal de un puerto solo recibe paquetes dirigidos a los nodos que tiene conectados. En modo promiscuo, el puerto recibe todos los paquetes.

El repetidor debe ser configurado para manejar formatos de trama Token Ring IEEE 802.3 CSMA/CD o IEEE 802.5. Todos los repetidores de un mismo segmento deben usar el mismo formato de trama.

Bridges, Switches y Routers

Switches, bridges y routers son los "bloques" con los que construir redes más complejas y conectar redes entre si. Proporcionan los mismos servicios en la 802.12 que en otros tipos de redes. Los bridges y switches permiten la interconexión de segmentos que usan diferentes protocolos de capa física, pero que forman parte de la misma red lógica. Los routers permiten la comunicación entre redes lógicamente separadas, que pueden usar o no, diferentes protocolos de capa física.

Los bridges permiten la conexión de múltiples segmentos de red como en 10Mbps CSMA/CD (Ethernet). En la 802.12 el proceso es casi siempre más complejo, ya que diferentes medios físicos y/o tipos de trama deben ser soportados. Por ejemplo, si queremos conectar mediante un bridge un segmento CSMA/CD y un 802.12 o un Token Ring y un 802.12 el bridge debe convertir la trama Ethernet o Token Ring en una trama 802.12 y viceversa.

Los switches actúan como conductos de alta velocidad permitiendo la comunicación simultánea entre múltiples usuarios; en este caso no hay discrepancias entre medios físicos o tipos de tramas. Los switches CSMA/CD interconectan el mismo tipo de segmento físico y se usan sobre todo como solución a la congestión de la red. En cambio los switches de la 802.12 se usan para unir tanto segmentos de 802.12 a 10Mbps, como segmentos de 802.12 a 100Mbps con otros tipos de redes, sobre todo 10Mbps CSMA/CD, que requieren diferentes tipos de protocolos de nivel físico. Los routers no son diferentes a los de cualquier otro tipo de red; las tramas son decodificadas en el nivel de red y transferidas a la interfaz apropiada del router. Esto permite interconectar diferentes redes, en lugar de segmentos como en los casos anteriores.

3.3 TOPOLOGÍA.

Formato de la Topología de 802.12

La topología de la 802.12 es en estrella, pero con una característica, no es necesario que los nodos finales estén conectados directamente al nodo central, pueden conectarse a través de nodos intermedios, como un árbol.

Una red 802.12 consiste como mínimo en un repetidor, dos nodos finales, y los enlaces de red. Todos los nodos finales de la red están conectados a los repetidores. Esta es la configuración de los segmentos de pequeño tamaño, pero las grandes redes están conectadas normalmente en cascada. El protocolo soporta un máximo de 5 niveles en cascada por problemas de temporización.

Repetidores Anidados

El verdadero poder de la 802.12 reside en el hecho de que los repetidores se pueden conectar a otros repetidores. El repetidor principal, el del primer nivel se llama "repetidor raíz". Los puertos locales que conectan los nodos finales a la raíz, también soportan la conexión de repetidores. A los puertos que conectan repetidores con el repetidor raíz se les llaman puertos de cascada. Bridges, routers y switches conectados a otras LANs o WANs también se pueden conectar a una red 802.12 a través de los puertos de repetidor, permitiendo la conexión de las redes.

Distancias Limites de los Cables

Los cables entre redes 802.12 varían dependiendo de la Implementación de cada fabricante. De todos modos la norma IEEE 802.12 especifica el formato de los cables a usar. Se pueden considerar tres tipos de conexiones físicas: de nodo final a repetidor, de repetidor a repetidor, y la red como conjunto.

Categoría	tipo de cable	distancia máxima
3,4	UTP par 4	hasta 100m
3,4	STP par 2	hasta 100m
5	UTP par 4	hasta 200m
5	Fibra óptica	hasta 2000m

La topología tiene algunas restricciones:

- No debe haber bucles
- No se puede usar par paralelo
- En un segmento debe haber como máximo 1024 nodos

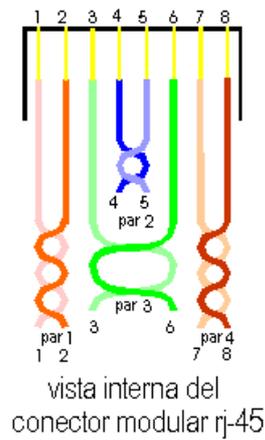
Tipo de Cable

Conector UTP

El conector modular RJ-45 es probablemente el conector mas comúnmente empleado para UTP de redes LANs.

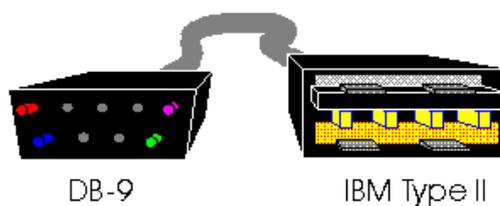
Uso según tipo de red:

Red	Pares	Numero (Grosor)
Token Ring	2 & 3	4-5; 3-6
10Base-T	1 & 3	1-2; 3-6
100VG-AnyLAN	1,2,3,4	1-2; 4-5; 3-6; 7-8

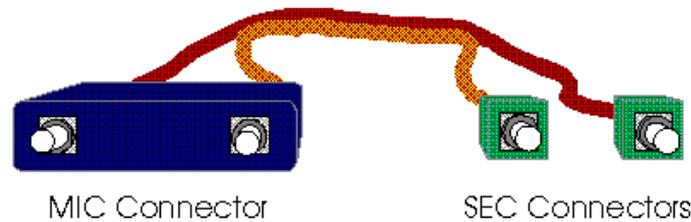


Vista Externa del Conector Modular RJ-45

Conector STP



Conector de Fibra Optica



3.4 CONTROL DE ACCESO AL MEDIO (MAC).

La subcapa de Control de Acceso al Medio (MAC) actúa supervisando la transferencia de datos a un nodo específico. El MAC maneja las transmisiones de la red recibiendo datos de la capa superior y manipulándolos antes de transmitirlos. La manipulación de los datos incluye la construcción de las tramas. Cuando el MAC a terminado de manipular los datos, pasa el control a la subcapa de Medio Físico Independiente (PMI).

Si el nodo esta recibiendo datos, entonces las funciones del MAC incluyen comprobar si hay errores en las tramas recibidas y obtener los datos a partir de las tramas. Cuando el MAC ha terminado, pasa el control, junto con los datos, a las capas superiores del protocolo.

3.4.1 Transmisión de Paquetes de Datos.

La transmisión de paquetes de datos consiste en una secuencia en la que el lado emisor, nodo final o puerto local de un repetidor, de una conexión punto a punto, realiza una petición y la otra parte contesta la petición. La secuencia de transmisión sigue los siguientes pasos:

1. Si un nodo final tiene un paquete de datos preparado para mandar, transmite una señal de control Request_Normal o Request_high (Petición normal o alta). En otro caso el nodo final transmite la señal de control Idle_Up (Ocioso).
2. El repetidor sondea todos los puertos locales para determinar que nodos finales han pedido enviar un paquete de datos y con que nivel de prioridad se ha realizado la petición (normal o alto).
3. El repetidor selecciona el siguiente nodo final con una petición de prioridad alta pendiente. Los nodos se seleccionan en orden de puerto. Si no hay pendientes peticiones de prioridad alta, se selecciona la siguiente petición de prioridad normal (en orden de puerto). La selección causa que el puerto elegido reciba la señal de permiso (Grant signal). La transmisión del paquete comienza cuando el nodo final detecta la señal de permiso.
4. El repetidor manda la señal de llegada (Incoming signal) a todos los otros nodos finales, avisándoles de la posible llegada de un paquete. El repetidor decodifica la dirección de destino de la trama transmitida en cuanto la recibe.
5. Cuando un nodo final recibe la señal de llegada, se prepara para recibir un paquete interrumpiendo la transmisión de peticiones y escuchando en el medio.

6. Una vez que el repetidor ha decodificado la dirección de destino, el paquete es enviado al nodo o nodos finales correspondientes y a los nodos promiscuos. Los nodos que no reciben el paquete de datos, reciben la señal de control Idle_Down del repetidor para que vuelvan a lo que estuvieran haciendo.

7. Cuando un nodo final recibe un paquete de datos, vuelve a su estado anterior a la recepción, mandando una señal Idle_Up o haciendo una petición para enviar un paquete de datos.

3.4.2 MAC, Preparación de la Trama.

Cuando transmite datos, la subcapa MAC añade su propia dirección como dirección de origen del paquete si no se proporciona dirección de origen. El MAC también realiza el Control Cíclico Redundante, CRC, de los datos y lo añade a la trama.

Si el MAC esta recibiendo tramas de datos chequea el CRC para asegurar la corrección de los datos y después elimina el CRC y otra información de direccionamiento de la trama, y la pasa a la capa superior.

3.4.3 MAC, Formato de la Trama.

La 802.12 esta diseñada para operar en modo compatible con formatos de trama Ethernet y Token Ring. Esto significa que el software y los protocolos superiores al de enlace LLC (Logical Link Control), solo necesitan saber que están operando en una red Ethernet o Token Ring en cuanto a formato de trama se refiere. El LLC proporciona al MAC primitivas que contienen información importante usada para construir las tramas Ethernet o Token Ring. La MAC entonces construye una trama 802.12 que contiene los elementos apropiados. Asi la 802.12 puede operar en modo Ethernet o Token Ring.

Trama de Prueba 802.12

Este formato de trama se usa durante la comprobacion de enlaces, para establecer la validez de un enlace. Son inicialmente construidas por la MAC o RMAC después de establecer un enlace. Las tramas de prueba se mandan a todos los repetidores de la red.

Trama vacia 802.12

Cuando el repetidor detecta que el emisor no envia el paquete en el plazo de tiempo establecido o que el paquete es incomprensible debido a los errores, genera una trama vacía.

Delimitadores de inicio y fin de trama

Inicio de trama: El delimitador de inicio de trama (SSD) permite detectar al PMI cuando se esta mandando un paquete. La recepción de un SSD erróneo no interrumpe la recepción, pero pasa el error a la subcapa MAC o RMAC para que estas actúen en consecuencia.

- * Prioridad alta, SSD: 0101 111100 000011

- * Prioridad normal, SSD: 0101 100000 111110

Fin de trama: El delimitador de fin de trama (ESD) permite al PMI finalizar la recepción del paquete, y mandar los datos a la subcapa MAC. La detección del delimitador Invalid Packet Marker (IPM) simplemente informa al MAC o RMAC del error.

ESD de tramas validas:

- * Prioridad alta, ESD: 111111 000011 000001
- * Prioridad normal, ESD: 000000 111100 111110

Invalid Packet Marker:

- * 110000 011111 110000

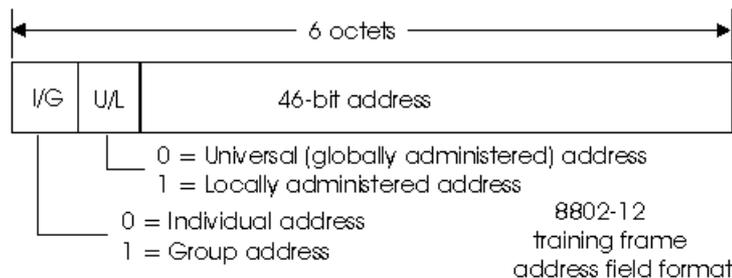
Preámbulo: El campo preámbulo permite al PMI detectar a partir de donde empiezan los datos.

- * 010101 010101 010101 010101 010101 010101 010101 010101

802.12 Campo Dirección Destino

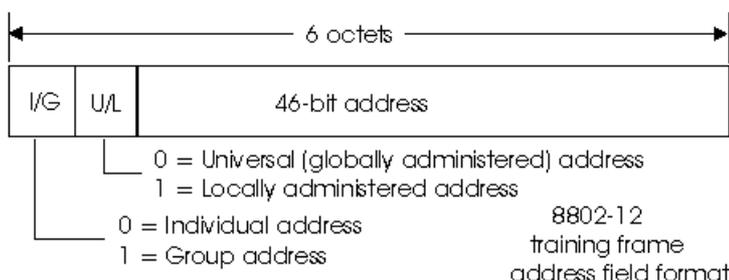
El campo de dirección de destino indica el nodo/s al que se manda la trama. En la trama de prueba, la dirección de destino del paquete es el repetidor al otro lado del enlace, en este caso la dirección que aparece en este campo es la dirección nula.

Dirección Nula: La dirección nula esta compuesta de ceros, indica que la trama no va dirigida a ningún nodo final. Los nodos finales no pueden tener asignada la dirección nula.



802.12 Campo Dirección Fuente

El campo dirección fuente identifica el nodo final desde el cual se manda la trama. Este campo es proporcionado por la subcapa MAC.



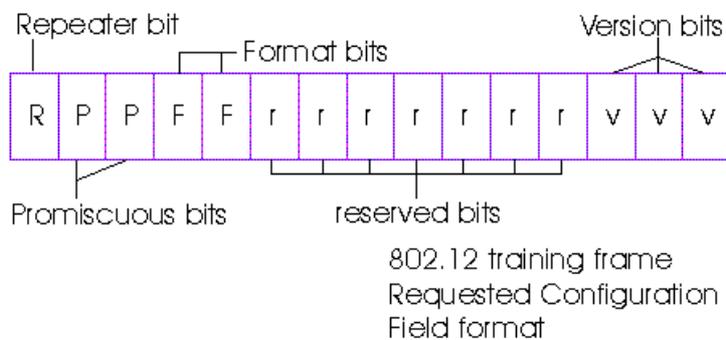
- * Nodo final: La dirección fuente es la dirección única e individual del nodo final a menos que el nodo final todavía tenga una dirección nula. En este caso, el enlace debe ser comprobado con una dirección fuente nula, hasta que el nodo final tenga una dirección no nula y pueda unirse a la red.
- * Repetidor: Los repetidores normalmente utilizan la dirección nula como dirección fuente.

Dirección individual: La dirección de un nodo final debe ser distinta de las demás direcciones de nodos finales de una misma LAN (en el caso de administración local), de los nodos finales de otras LAN conectadas (en el caso de administración universal). Existen dos clases de dirección individual: unicast y nula.

- Dirección Unicast: Una dirección individual que identifica un nodo final.
- Dirección Nula: Indica que la trama no pertenece a un nodo final. Los nodos finales nunca tienen asignada la dirección nula.

802.12 Campo de Configuración Pedida

El campo de configuración pedida permite a la entidad inferior informar al repetidor conectado en el nivel superior sobre sí misma y pedir una configuración de puerto.

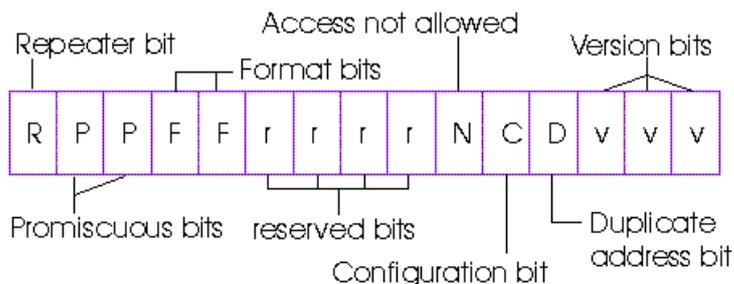


- * Bit de Repetidor: El bit de repetidor permite al iniciador de la conexión informar al repetidor conectado en el nivel superior si se trata de un nodo final o de otro repetidor.
 - 1. R = 0: El iniciador es un nodo final
 - 2. R = 1: El iniciador es un repetidor
- * Bits promiscuos: Los bits promiscuos permiten a una entidad inferior indicar la clase de direcciones unicast de paquetes que desea recibir.
 - 1. PP = 00: recibir solo los paquetes unicast dirigidos específicamente a el
 - 2. PP = 01: reservado a futuras ampliaciones

- 3. PP = 10: recibir todos los paquetes que proporcione el repetidor local (modo promiscuo)
 - 4. PP = 11: reservado a futuras ampliaciones
- * Bits de formato: Los bits de formato permiten al iniciador de la conexión indicar el formato de operación que desea usar.
 - 1. FF = 00: formato ISO/IEC 8802-3 (Ethernet)
 - 2. FF = 01: reservado a futuras ampliaciones
 - 3. FF = 10: formato ISO/IEC DIA 8802-5.2 (Token Ring)
 - 4. FF = 11: indiferente 8802-3 o 8802-5.2
- * Bits reservados: Los bits r están reservados para futuras ampliaciones. Normalmente se ponen a cero y son ignorados.
- * Bits vvv: Los bit vvv indican la version de 802.12 MAC/RMAC que usa el iniciador. La version actual es la 001.

802.12 Campo de Configuración Concedida

El campo de configuración concedida permite al repetidor conectado en el nivel superior responder a la petición de configuración con la configuración asignada. Este campo se pone a cero por el iniciador, la entidad inferior. Después el RMAC asignara los valores apropiados a este campo.



802.12 training frame
Allowed Configuration
Field format

- * Bit de repetidor: El bit de repetidor permite al repetidor indicar como se tratara a la entidad inferior.
 - 1. R = 0: como un nodo final
 - 2. R = 1: como un repetidor
- * Bits promiscuos: Los bits promiscuos permiten al repetidor indicar la clase de direccionamiento unicast de paquetes que recibira la entidad inferior.

- 1. PP = 00: la entidad inferior recibirá solo los paquetes unicast dirigidos específicamente a ella
 - 2. PP = 01: reservado a futuras ampliaciones
 - 3. PP = 10: la entidad inferior recibirá todos los paquetes que proporcione el repetidor local
 - 4. PP = 11: reservado a futuras ampliaciones
- * Bits de formato: Los bits de formato permiten al repetidor indicar el formato de operación a usar.
 - 1. FF = 00: usará el formato ISO/IEC 8802-3 (Ethernet)
 - 2. FF = 01: reservado a futuras ampliaciones
 - 3. FF = 10: usará el formato ISO/IEC 8802-5.2 (Token Ring)
 - 4. FF = 11: reservado a futuras ampliaciones
- * Bits reservados: Los bits r están reservados para futuras ampliaciones. Normalmente se ponen a cero y son ignorados.
- * Bit de acceso denegado: El bit de acceso denegado es para el uso privado del repetidor, sirve para indicar que la entidad inferior no podrá conectarse a la red por razones distintas a la configuración (seguridad).
 - 1. N = 0: se permitirá el acceso solo si la configuración es compatible con la red (cuando C = 0)
 - 2. N = 1: no se permitirá el acceso
- * Bit de configuración: El bit de configuración indica si la configuración pedida es compatible con la red.
 - 1. C = 0: la configuración es compatible con la red
 - 2. C = 1: la configuración no es compatible con la red. En este caso los bits FF, PP, y R indican la configuración que se dará
- * Bit de dirección duplicada: El bit de dirección duplicada indica si se ha detectado una dirección duplicada en la lista de direcciones de puerto del repetidor.
 - 1. D = 0: no se ha detectado
 - 2. D = 1: se ha encontrado una dirección duplicada
- * Bits vvv: Los bits vvv indican la versión de 802.12 MAC/RMAC que usa el iniciador. La versión actual es la 001.

802.12 Campo de Datos

El campo de datos de la trama de prueba contiene entre 594 y 675 bytes construidos por el iniciador. Los primeros 55 bytes deben usarse para información de protocolo privado. Si hay información de protocolo privado en los primeros 55 bytes, los 5 primeros bytes deben ser un identificador de protocolo asignado por el IEEE. El resto de bytes se dejan a cero.

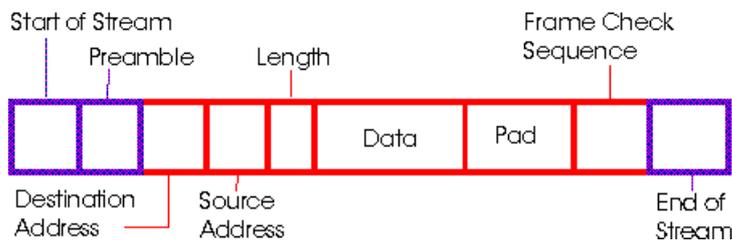
802.12 Campo Frame Check Sequence (FCS)

En este campo se inserta el CRC. El CRC se calcula en función de la dirección de destino, dirección fuente, configuración pedida, configuración concedida, campos de datos, y el siguiente polinomio.

$$X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1$$

802.3 Trama

Este formato de trama permite a una red 802.12 comunicarse con redes Ethernet.



802.3 Campo Dirección Destino

El campo de dirección de destino indica el nodo/s al que se manda la trama. Esta dirección es proporcionada por el LLC en el comando de transferencia de datos.

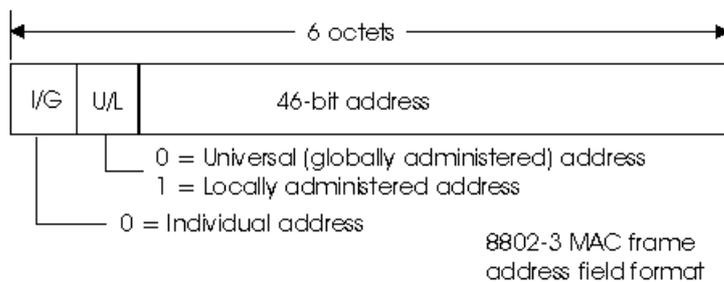


- Dirección individual: La dirección de un nodo final debe ser distinta de las demás direcciones de nodos finales de una misma LAN (en el caso de administración local), de los nodos finales de otras LAN conectadas (en el caso de administración universal). Existen dos clases de dirección individual: unicast y nula.
 - Dirección Unicast: Una dirección individual que identifica un nodo final.
 - Dirección Nula: Indica que la trama no pertenece a un nodo final. Los nodos finales nunca tienen asignada la dirección nula.

- Dirección de grupo: Una dirección de grupo esta asociada con cero o mas nodos finales en una red dada. En general, las direcciones de grupo están asociadas a un conjunto de nodos finales relacionados lógicamente. Tanto las direcciones broadcast como las multicast son direcciones de grupo.
- Dirección broadcast: Dirección de grupo predefinida que denota al conjunto de todos los nodos finales en una LAN dada. Esta compuesta de 1s.
- Dirección Multicast: Dirección de grupo asociada con varios nodos finales relacionados.

802.3 Campo Dirección Fuente

El campo dirección fuente identifica el nodo final desde el cual se manda la trama. Este campo es guardado por la subcapa MAC. Debido a que la dirección fuente es una dirección individual por naturaleza, el bit I/G es puesto a cero.



- Dirección individual: La dirección de un nodo final debe ser distinta de las demas direcciones de nodos finales de una misma LAN (en el caso de administracion local), de los nodos finales de otras LAN conectadas (en el caso de administracion universal). Existen dos clases de dirección individual: unicast y nula.
 - Dirección Unicast: Una dirección individual que identifica un nodo final.
 - Dirección Nula: Indica que la trama no pertenece a un nodo final. Los nodos finales nunca tienen asignada la dirección nula.

802.3 Campos de Longitud, Datos, y Relleno

Campo de Longitud: El campo de longitud es un campo de 2 bytes cuyo valor indica el numero de bytes de datos LLC del campo de datos.

Campos de Datos y Relleno: El campo de datos contiene de 46 a 1500 bytes. En caso de que los datos LLC ocupen menos de 46 bytes, se añaden bytes adicionales (relleno) al final hasta completar 46 bytes. Los bytes de relleno pueden tener cualquier valor arbitrario. El relleno esta incluido en los calculos del FCS. La MAC receptora eliminara el relleno antes de pasar los datos al LLC receptor.

En caso de que la longitud de los datos sea mayor o igual que 46 bytes, la MAC no añade ningun byte de relleno.

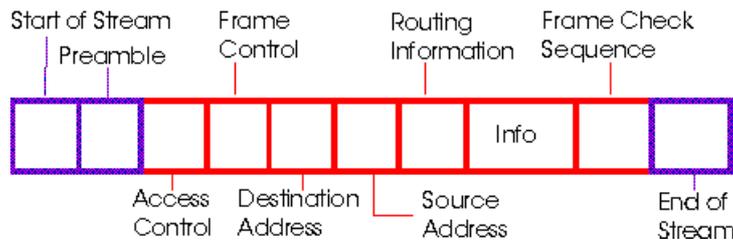
802.3 Campo Frame Check Sequence (FCS)

En este campo se inserta el CRC. El CRC se calcula en función de la dirección de destino, dirección fuente, configuración pedida, configuración concedida, campos de datos, y el siguiente polinomio.

$$X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1$$

802.5 Trama

Este formato de trama permite la comunicación de una red 802.12 con redes token ring.



802.5 Campo de Control de Acceso

El protocolo 802.12 no usa directamente el byte de control de acceso. Para mantener la compatibilidad este campo se rellena con un valor estandar por defecto: 00010000.

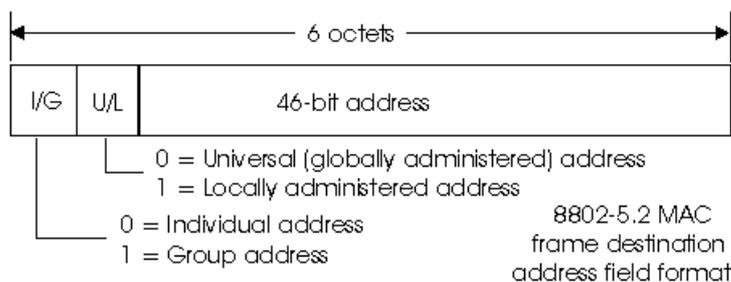
802.5 Campo de Control de Trama

El campo de control de trama identifica el tipo de trama 802.5 y la prioridad de usuario. El valor típico transmitido es 01000YYY. Este campo existe en el estandar 802.12 unicamente para soportar el formato de trama 802.5.

YYY: Prioridad de usuario.

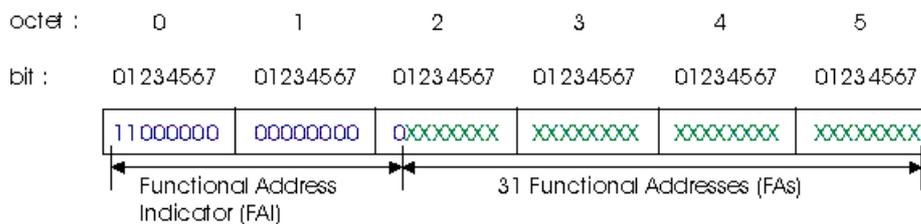
802.5 Campo Dirección Destino

El campo de dirección de destino indica el nodo/s al que se manda la trama. Esta dirección es proporcionada por el LLC en el comando de transferencia de datos.



- Dirección individual: La dirección de un nodo final debe ser distinta de las demás direcciones de nodos finales de una misma LAN (en el caso de administración local), de los nodos finales de otras LAN conectadas (en el caso de administración universal). Existen dos clases de dirección individual: unicast y nula.
 - Dirección Unicast: Una dirección individual que identifica un nodo final.
 - Dirección Nula: Dirección 0. Indica que la trama no pertenece a un nodo final. Los nodos finales nunca tienen asignada la dirección nula.

- Dirección de grupo: Una dirección de grupo esta asociada con cero o mas nodos finales en una red dada. En general, las direcciones de grupo están asociadas a un conjunto de nodos finales relacionados lógicamente. Tanto las direcciones broadcast como las multicast son direcciones de grupo.
 - Direccione broadcast: Dirección de grupo predefinida que denota al conjunto de todos los nodos finales en una LAN dada. Esta compuesta de 1s.
 - Dirección Multicast: Dirección de grupo asociada con varios nodos finales relacionados.
- Direcciones Funcionales (FAs): Las FAs se emplean para identificar entidades funcionales bien conocidas a partir de un bit significativo, dentro de un grupo de direcciones localmente administradas.

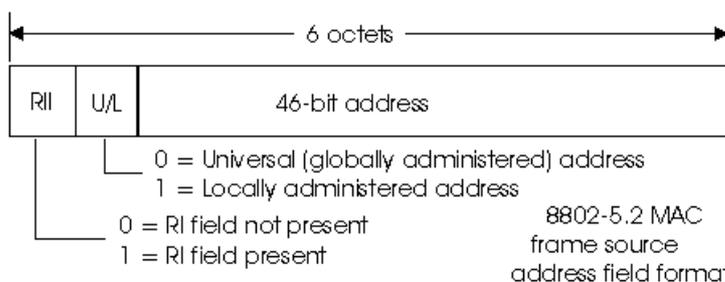


La siguiente tabla lista las direcciones funcionales que han sido definidas y reservadas para un proposito particular.

{PRIVATE}Dirección funcional (FA)	Nombre de la funcion	Dirección de 6 bytes
xxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxx1	Active monitor	C0 00 00 00 00 01
xxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xx1x	Ring Parameter Server (RPS)	C0 00 00 00 00 02
xxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx 1xxx	Ring Error Monitor (REM)	C0 00 00 00 00 08
xxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxx1 xxxx	Configuration Report Server (CRS)	C0 00 00 00 00 10

802.5 Source Address Field

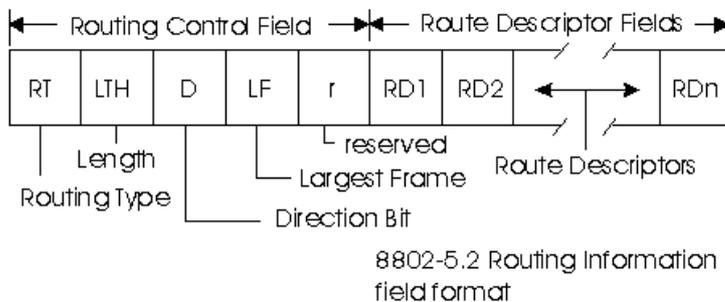
El campo dirección fuente identifica el nodo final desde el cual se manda la trama. Este campo es proporcionado por la subcapa MAC. El bit RII (Routing Information Indicator), se usa para indicar la ausencia o presencia de un campo de información de enrutamiento (RI), en la trama.



- Dirección individual: La dirección de un nodo final debe ser distinta de las demás direcciones de nodos finales de una misma LAN (en el caso de administración local), de los nodos finales de otras LAN conectadas (en el caso de administración universal). Existen dos clases de dirección individual: unicast y nula.
 - Dirección Unicast: Una dirección individual que identifica un nodo final.
 - Dirección Nula: Dirección 0. Indica que la trama no pertenece a un nodo final. Los nodos finales nunca tienen asignada la dirección nula.

802.5 Campo Información de Enrutamiento (RI)

Token Ring emplea el campo RI para marcar el camino de la trama en la red. 802.12 no necesita esa información de enrutamiento, por tanto puede ignorarse. Cuando un nodo final detecta la presencia del campo RI, lee el valor de la longitud del campo RI, x, y procede a ignorar los siguientes x bits de la trama. Una red 802.12 nunca genera campos RI.



802.5 Campo de Información

Este campo contiene cero o más bytes de información LLC. La suma de las longitudes del campo RI y del campo de información debe ser menor o igual a 4502 bytes.

802.5 Campo Frame Check Sequence (FCS)

En este campo se inserta el CRC. El CRC se calcula en función de la dirección de destino, dirección fuente, configuración pedida, configuración concedida, campos de datos, y el siguiente polinomio.

$$X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1$$

Delimitadores de inicio y fin de trama

- Inicio de trama: El delimitador de inicio de trama (SSD) permite detectar al PMI cuando se está mandando un paquete. La recepción de un SSD erróneo no interrumpe la recepción, pero pasa el error a la subcapa MAC o RMAC para que estas actúen en consecuencia.
 - * Prioridad alta, SSD: 0101 111100 000011
 - * Prioridad normal, SSD: 0101 100000 111110
- Fin de trama: El delimitador de fin de trama (ESD) permite al PMI finalizar la recepción del paquete, y mandar los datos a la subcapa MAC. La detección del delimitador Invalid Packet Marker (IPM) simplemente informa a la MAC o RMAC del error.

- ESD de tramas validas:
 - * Prioridad alta, ESD: 111111 000011 000001
 - * Prioridad normal, ESD: 000000 111100 111110
- Invalid Packet Marker:
 - * 110000 011111 110000
- Preambulo: El campo preambulo permite al PMI detectar a partir de donde empiezan los datos.
 - * 010101 010101 010101 010101 010101 010101 010101 010101

3.5. CONTROL DE ACCESO AL MEDIO DEL REPETIDOR (RMAC).

El RMAC controla al repetidor del mismo modo que la MAC controla un nodo final. El RMAC acepta peticiones de transmisión de nodos finales, regula la secuencia de transferencia de paquetes, interpreta la dirección de destino, y dirige los paquetes que llegan al puerto de salida correspondiente.

3.5.1 Chequeo Round Robin.

Para facilitar el acceso de cada nodo a la red 802.12, los repetidores utilizan un chequeo round robin.

Cada repetidor mantiene dos punteros de petición para controlar los siguientes puertos que deben ser atendidos: uno para el siguiente puerto de prioridad normal y uno para el siguiente puerto de prioridad alta. Todos los puertos del repetidor son chequeados al menos una vez por paquete transmitido para determinar cuales tienen peticiones pendientes. Las peticiones de prioridad alta existen para que las transmisiones sensibles al tiempo, como video y sonido no sufran retardo en el trafico normal de la red.

Las peticiones de prioridad alta se atienden antes que las de prioridad normal, pero no por eso pueden dejar de atenderse las peticiones de prioridad normal. Ninguna petición es interrumpida una vez que se están transmitiendo los datos.

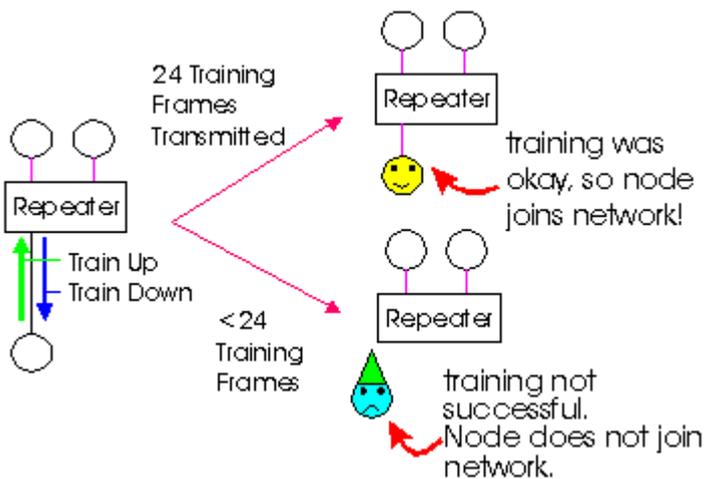
Cada puerto de repetidor tiene un temporizador para prevenir que un elevado numero de peticiones de prioridad alta impida la atencion a las peticiones de prioridad normal. Las peticiones de prioridad normal que han estado esperando entre 200-300 ms, son automaticamente elevadas a prioridad alta, y son atendidas en orden de puerto por el puntero de prioridad alta. Esta situacion no suele darse en el funcionamiento normal de la red.

3.5.2 Prueba de enlace.

La prueba de enlace de la 802.12 tiene diferentes propositos, como la verificacion de la calidad del cable para la transmisión de datos, ayudar al receptor a adaptarse al enlace estableciendo la

dirección MAC del nodo final en la tabla del repetidor, y establecer la configuración del enlace para tramas 802.3 (Ethernet) o 802.5 (Token Ring), nodo final o repetidor, y privado o promiscuo. La prueba de enlace se efectúa cada vez que se establece un enlace, como al encender el equipo y al conectar el cable, o cuando se da cierto tipo de errores.

La prueba de enlace siempre es iniciada por la entidad inferior, que puede ser un nodo final o un repetidor, que desea conectarse a la red. Esta prueba incluye la transmisión de tramas de prueba entre la entidad inferior y el repetidor. Esas tramas de prueba de la entidad inferior son tratadas como tramas de prioridad normal por el repetidor superior, y son atendidas en la secuencia normal round-robin.



La prueba de enlace se enfoca a tres aspectos del nodo final:

- * Calidad del cable: Para que la entidad inferior se conecte a la red, debe mandar y recibir correctamente 24 tramas de prueba consecutivas. Si el cable que conecta el repetidor y la entidad inferior es de baja calidad, la entidad no pasara la prueba. Este proceso asegura que cada elemento de la red tiene un cable con poco ruido e interferencias.
- * Adaptacion de la entidad inferior: En la trama de prueba hay un campo que contiene la configuración deseada por la entidad inferior. Cuando el repetidor responde, el campo de configuración concedida le dice a la entidad inferior cual sera su configuración.
- * Registro de la dirección del nodo final: Para que la entidad inferior pueda conectarse a la red, el repetidor superior debe conocer la dirección de la entidad, (que es unica en toda la red).

Una vez que la entidad inferior se ha conectado a la red, el repetidor al cual esta conectado añade su dirección a una tabla interna. Si la entidad inferior es también un repetidor o un nodo promiscuo, todas las tramas que reciba el repetidor superior seran transmitidas a esa entidad inferior. Si el repetidor superior tiene repetidores conectados o esta conectado a un repetidor superior, todas las tramas de la entidad inferior son enviadas a esos repetidores. Si el repetidor tiene la dirección de destino en su tabla interna, la trama es dirigida al nodo especifico. En caso de

que el repetidor reciba una trama de su repetidor superior, no dirigida a ninguno de sus nodos finales, la trama se desestima.

3.6 SUBCAPA DE MEDIO FISICO INDEPENDIENTE (PMI).

El nivel de medio físico independiente, es independiente del enlace, esto es, el paquete será procesado por la subcapa PMI exactamente igual, sea cual sea el medio usado en la red.

La preparación de la trama para la transmisión incluye separar la trama en cuatro partes, revolver los datos, codificar los bits revueltos, y después añadir a la trama el preambulo, y los delimitadores de inicio y fin de trama. La recepción incluye el mismo proceso pero al revés.

Preparación de la trama para la transmisión:

Lo primero que hace la PMI con la trama, una vez que la recibe de la MAC es lo que se llama canalización cuarteada. Después de dividir la trama en cuatro canales, la PMI realiza el revuelto de los datos para eliminar las secuencias repetidas. Una vez hecho esto, realiza la codificación 5B6B.

El paso final en la preparación de la trama consiste en añadir a cada canal de datos el preambulo, y los delimitadores de inicio y fin de trama, así como datos de relleno si las secuencias de datos son de diferente longitud.

Recepción de la trama:

Antes de pasar la trama a la MAC o RMAC se realiza el mismo proceso pero al revés. Así, primero se eliminan de la trama los delimitadores y el preambulo. Después se transforman los sextetos en quintetos y se reordenan. Finalmente, se unen los cuatro canales en una trama que se pasa a la MAC o RMAC.

3.6.1 Canalización Cuarteada.

La canalización cuarteada incluye dividir la trama MAC en quintetos (5 bits) y distribuirlos secuencialmente en cuatro canales. En una red 802.12 con cable UTP par 4, el canal 0 de datos será transmitido por los cables 1 y 2, el canal 1 por los cables 3 y 6, el canal 2 por el 4 y 5, y el canal 3 por el 7 y el 8. En redes 802.12 con cables STD par 2 o de fibra óptica se usa un esquema de multiplexación, implementado en la subcapa PMD para convertir los cuatro canales en dos o uno.

3.6.2 Revuelto de Datos.

El revuelto de datos es el proceso de revolver los quintetos de bits usando un algoritmo de mezcla diferente para cada canal, para que la transmisión de bits en cada par sea aleatoria. De este modo se eliminan las secuencias de bits repetidos reduciendo tanto las interferencias como los acoplamientos de un par a otro en el cable.

3.3.3 Codificación 5B6B.

La codificación 5B6B es el proceso de codificar los quintetos revueltos en símbolos predeterminados de 6 bits, de acuerdo a una tabla que define las cadenas de 5 bits y sus equivalentes de 6 bits. Este proceso crea un sexteto balanceado, que contiene el mismo número de 0's y 1's, para garantizar la sincronización de la transmisión con la circuitería del receptor.

La codificación 5B6B también proporciona un test de error añadido. No serán válidos los datos con más de tres 0's o tres 1's en un sexteto, lo cual es fácilmente detectado.

3.7. SUBCAPA DE INTERFACE DE MEDIO INDEPENDIENTE (MII).

El MII es un interface lógico entre el PMI y el PMD independiente del medio. Las primitivas de servicio del PMD pasan a través de este interface. La implementación opcional del MII proporciona independencia del PMD y permite una fácil reconfiguración de nodos finales y puertos de repetidor para poder soportar medios de enlaces múltiples, Token Ring, Ethernet, etc.

3.8 SUBCAPA DE MEDIO FÍSICO DEPENDIENTE (PMD).

La subcapa de medio físico dependiente une las capas dependientes del medio físico a las independientes. El PMD proporciona la generación y reconocimiento de señales de control, acondicionamiento de la data stream signal conditioning, clock recovery, y multiplexación del canal apropiada al medio.

La transmisión de datos se realiza en modo half-duplex, las señales se mandan en una sola dirección al mismo tiempo. En un cable UTP par 4, esto supone transmitir el primer canal de datos en uno de los pares, el segundo en el siguiente y así sucesivamente. El par usado por cada canal está definido por el estándar y depende de si la transmisión se está haciendo desde un nodo final o desde un repetidor. Para un cable STP par 2 o de fibra óptica, los cuatro canales son transmitidos en un solo conducto multiplexando.

La transmisión en el cable se realiza con codificación NRZ (non-return to zero) para compensar los efectos del ruido externo y los acoplamientos. La frecuencia de reloj para transmitir en el cable es de 30MHz para cada par, por tanto se transmiten 30Mbits por segundo por cada par, 120Mbits/seg en total. Como cada 6 bits de datos del flujo representan 5 bits de datos reales, (codificación 5B6B), la velocidad real es 25Mbits/seg para cada par, 100Mbits/seg en total. Para cables STP par 2 y de fibra, la velocidad de transmisión es de 120Mbits/seg brutos, 100Mbits/seg reales.

El modo de transmisión full duplex es necesario para comunicar la información de control del estado del enlace entre el repetidor y un nodo final. Los canales 0 y 1 (pares 2 y 3) se usan para la comunicación del repetidor al nodo final; los canales 2 y 3 (pares 1 y 4) se usan para la comunicación del nodo final al repetidor.

3.8.1 Codificación NRZ.

La codificación NRZ es una codificación de dos niveles, sin retorno a cero, usada para transmitir datos y señales de control del estado del enlace por el medio.

Usando la codificación NRZ, se transmite un bit de datos por ciclo de reloj. Un nivel de voltaje alto corresponde a un 1, y un nivel bajo corresponde a un 0.

3.8.2 Control de Estado del Enlace.

El control de estado del enlace usa una combinación de dos tonos de baja frecuencia, llamados Tono 1 y Tono 2, para comunicar el estado entre el repetidor y el nodo final.

El Tono 1 se genera transmitiendo una secuencia de dieciseis 1's seguida de dieciseis 0's a 30 MHz , produciendo una frecuencia de transmisión de aproximadamente 0.9375 MHz.

El Tono 2 se genera transmitiendo una secuencia de ocho 1's seguida de ocho 0's a 30 MHz , produciendo una frecuencia de transmisión de aproximadamente 1.875 MHz.

3.9 SUBCAPA DE INTERFACE DE MEDIO DEPENDIENTE (MDI).

El MDI es el hardware que conecta el PMD y los segmentos enlazados. El PMD y el MDI deben soportar el mismo medio físico.

GIGABIT ETHERNET

4.1 LA NECESIDAD DE GIGABIT ETHERNET.

La aparición de aplicaciones de tipo intranet pronostican una migración a nuevos tipos de datos, incluso vídeo y voz. Antes se pensaba que el vídeo podría requerir una tecnología de gestión de redes diferente, diseñada específicamente para la multimedia. Pero hoy es posible mezclar datos y vídeo sobre Ethernet a través de una combinación de:

- Aumentos del ancho de banda proporcionados por Fast Ethernet y Gigabit Ethernet, reforzados por LAN's conmutadas.
- La aparición de nuevos protocolos, como RSVP, que proporciona reserva del ancho de banda.
- La aparición de nuevas normas como 802.1Q y/o 802.1p que proporcionará VLAN's y la información de prioridad explícita para los paquetes en la red.
- El uso extendido de compresión de vídeo avanzada, como MPEG-2.

Estas tecnologías y protocolos se combinan para hacer a Gigabit Ethernet una solución sumamente atractiva para la entrega de vídeo y tráfico multimedia.

4.2 LA TECNOLOGÍA.

Gigabit Ethernet es una extensión a las normas de 10-Mbps y 100-Mbps IEEE 802.3. Ofreciendo un ancho de banda de 1000 Mbps, Gigabit Ethernet mantiene compatibilidad completa con la base instalada de nodos Ethernet.

Gigabit Ethernet soporta nuevos modos de operación Full-Duplex para conexiones conmutador-conmutador y conexiones conmutador-estación y modos de operación Half-Duplex para conexiones compartidas que usan repetidores y los métodos de acceso CSMA/CD.

Los cambios de CSMA/CD consisten en una característica llamada “extensión de portador” (carrier extension) –necesario para permitir dominios de colisión de tamaño práctico a 1000 Mbps-, que sólo afecta al modo half-duplex. Carrier extension incrementa la longitud de un medio portador sin alargar el tamaño mínimo de la trama Ethernet (64 bytes).

Una segunda característica añadida es la llamada “ráfagas de paquetes” (packet bursting), que permite mejorar la eficiencia en operaciones con paquetes pequeños permitiendo la transmisión de múltiples paquetes sobre un único acceso a la red. Estas dos características sólo afectan a la operación en modo half-duplex.

Inicialmente operando sobre fibra óptica, Gigabit Ethernet también podrá usar cableados de par trenzado sin apantallar (UTP) y coaxiales de Categoría 5. El sistema de control de flujo asegura la interoperatividad desatendida entre conmutadores que cumplen esta norma y los más lentos de 10 y 100 Mbps.

Las implementaciones iniciales de Gigabit Ethernet emplearán Cableados de Fibra de gran velocidad, los componentes ópticos para la señalización sobre la fibra óptica serán 780-nm (longitud de onda corta) y se usará el esquema 8B/10B. Está reforzándose la tecnología de Fibra actual que opera a 1.063 Gbps para correr a 1.250 Gbps, proporcionando así los 1000-Mbps completos. Para enlaces a mas largas distancias, por encima de al menos 2 km. usando fibra monomodo y por encima de 550 metros con fibra multimodo, también se especificarán ópticas, de 1300-nm (longitud de onda larga).

4.3 ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN.

La tecnología Gigabit Ethernet puede ser utilizada de tres formas distintas: para conectar conmutadores entre si, para conectar servidores a conmutadores y para conectar estaciones finales a concentradores:

4.3.1 De conmutador a conmutador.

La gran popularidad y base instalada de los conmutadores Ethernet y Fast Ethernet ha abierto los ojos de los administradores de redes a los problemas potenciales de interconectar conmutadores. Después de todo, incluso sin implicar a estaciones Fast Ethernet, tener docenas de enlaces de 10 Mbps conectados a un conmutador dotado de un solo enlace Fast Ethernet supone un riesgo de que surjan situaciones de congestión. Si se añaden además conexiones Fast Ethernet de servidor, la congestión es segura.

Por ello, la demanda principal de Gigabit Ethernet estará motivada por la necesidad de interconectar conmutadores.

En cierto modo, se puede concebir Gigabit Ethernet como un panel trasero (backplane) de alta velocidad instalado entre los conmutadores 10/100 de una red. De hecho, hay fabricantes que planean implementar esta tecnología como un mecanismo para conectar módulos dentro de conmutadores apilables.

Técnicamente, hay un par de razones por las que la conectividad de conmutador a conmutador es más fácil de poner en marcha. Primero, porque, como todas las comunicaciones se producen entre conmutadores, el hardware y el software específico sólo afecta a ambos extremos de la conexión. Y segundo, por que utiliza una conexión dedicada, lo que, además de ser más simple de instalar que las compartidas, elimina la posibilidad de colisiones y permite a los fabricantes olvidarse de cuestiones más complicadas, como la carrier extension (extensión de portador) y el buffering de paquetes, propias de los enfoques de compartición de medios.

4.3.2 De servidor a servidor.

Cuando se quiere eliminar situaciones de congestión, hay que trabajar con los servidores. Como es muy probable que algunos servidores que operan a escala corporativa, que suelen tener múltiples procesadores y ofrecer prestaciones de tolerancia a fallos, den servicio a cientos de usuarios simultáneamente, los administradores de redes querrán evitar que se produzcan “cuellos de botella”.

Los enlaces de servidor Gigabit Ethernet pueden ser considerados como una evolución natural de la tendencia a dedicar a los servidores un ancho de banda determinado. Cuando aparecieron los conmutadores Ethernet, un objetivo clave de su implementación fue conseguir conexiones directas con los servidores. De ese modo, eliminando las posibilidades de que surgieran colisiones, se obtenían mejoras inmediatas de la capacidad de proceso.

Después vinieron las conexiones Ethernet full-duplex en dos sentidos, que proporcionaron velocidades de 20 Mbps en total. Permitiendo al tráfico viajar a y desde el servidor, simultáneamente, se eliminaba el cuello de botella que suelen crear las transmisiones half-duplex en un sólo sentido, propias del Ethernet convencional.

Pero si esta estrategia es efectiva cuando se aplica a puertos Ethernet de 10 Mbps, para Fast Ethernet y, ahora, Gigabit Ethernet, las cosas se complican. Los servidores, e incluso las estaciones cliente, pueden generar fácilmente tráfico suficiente para explotar la capacidad total de 10 Mbps. Pero ese no es el caso cuando se dispone de enlaces a 100 Mbps o aún más rápidos.

A tales velocidades, la red no suele ser por lo general el cuello de botella. Las ineficiencias de la pila de protocolos, el uso de pequeños tamaños de trama y la latencia de las aplicaciones pueden contribuir a esa reducción de la capacidad de proceso.

4.3.3 De estación final a concentrador.

Este tipo de conexión recrea una LAN compartida de 10 Mbps convencional, aunque, eso sí, con una velocidad 100 veces superior. Pero utilizar el protocolo CSMA/CD (Carrier-Sense Multiple Access/Collision Detection) propio de Ethernet y llevarlo a 1 Gbps es casi tan imposible como poco práctico.

En la arquitectura de detección de colisión de Ethernet compartido, el diámetro de la red –o la longitud total del cable– es un elemento crítico. Si la red es demasiado extensa, una estación que transmita tramas del más pequeño tamaño de Ethernet, 64 bytes, no será capaz de detectar una

colisión y el protocolo, simplemente, no funcionará. A medida que el medio de transmisión se hace más rápido, el diámetro máximo de la red se acorta. Para Gigabit Ethernet, la red compartida debería tener un diámetro inferior a 20 metros.

Al objeto de hacer viable Gigabit Ethernet compartido, los fabricantes han tenido que mejorar significativamente el protocolo; es decir, lo que así se obtiene ya no es el CSMA/CD 802.3 de siempre. Para soportar un diámetro de red razonable de 100 a 200 metros, las firmas que están desarrollando Gigabit Ethernet recomiendan que las tramas tengan un tamaño mínimo de 512 bytes. Con tramas más pequeñas, se debe añadir una “extensión de portador” (carrier extension) para llevarlas hasta los 512 bytes. También se están proponiendo nuevos esquemas de ráfagas de paquetes que introducen paquetes pequeños en un paquete mucho mayor a fin de poder rellenar el vasto espacio de 512 bytes.

Por otra parte, el protocolo de transmisión y recepción half duplex requerido en Ethernet compartido (también en Token- Ring compartido) degradaría el rendimiento a medida que fuese aumentando el número de estaciones que solicitan acceder al medio. Así, algunos fabricantes han propuesto la estandarización de concentradores de buffering inteligente que permiten establecer comunicaciones full duplex entre la estación y el concentrador. En cualquier caso, la complejidad añadida de modificar el protocolo Ethernet básico y la necesidad de asegurar la interoperatividad multifabricante en un entorno compartido podrían retrasar la disponibilidad de los productos.

FDDI (Fiber Distributed Data Interface).

5.1 INTRODUCCION.

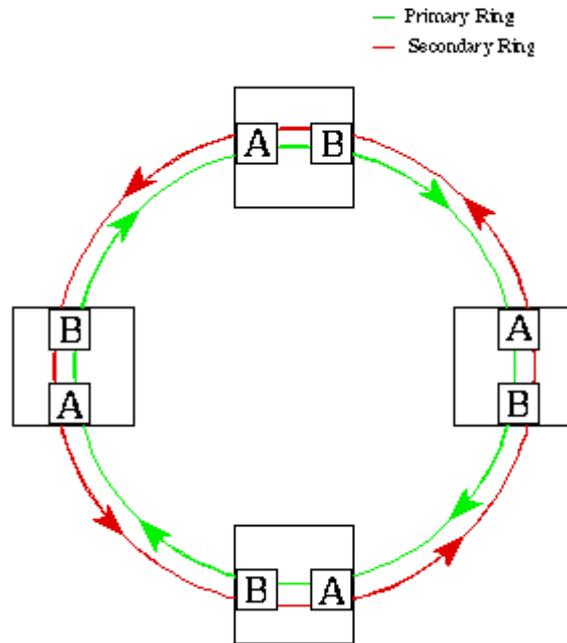
El FDDI (Fiber Distributed Data Interface) ha encontrado su lugar como un sistema de transmisión de datos de alta velocidad, fiable y efectivo para redes de alto tráfico.

Puede transportar datos en un índice de 100 Megabites por segundo, y puede utilizar hasta 500 estaciones en una sola red. El FDDI fue diseñado para ejecutarse a través de fibra óptica, transmitiendo pulsos ligeros para transportar la información entre las estaciones, pero puede también ejecutarse en cobre usando señales eléctricas.

El FDDI es altamente fiable porque las redes están formadas por dos anillos counter-rotating. Un anillo secundario proporciona un camino de datos alternativo en el supuesto de que el primer anillo falle. Las estaciones del FDDI incorporan este anillo secundario en el camino de datos para encaminar el tráfico alrededor del incidente.

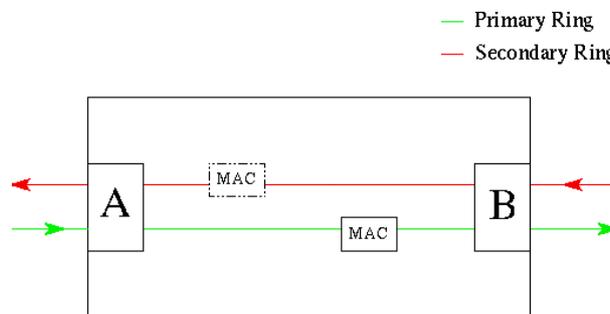
5.2 FUNDAMENTOS BÁSICOS.

- El FDDI utiliza una topología de anillo dual, es decir, está compuesta de dos anillos counter-rotating. Una estación dual-attached de la red se asocia a ambos de estos anillos.

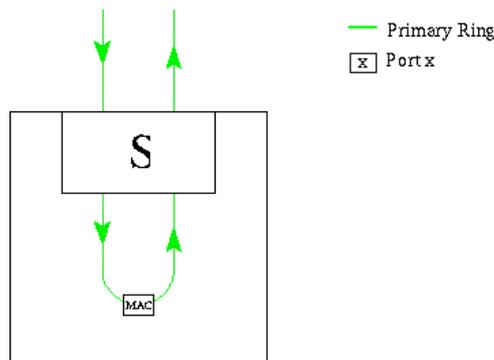


- Una estación dual-attached del anillo tiene por lo menos dos puertos. El puerto A, donde entra el anillo primario y sale el anillo secundario, y el puerto B donde entra el anillo secundario y el primario sale. Una estación puede también tener un número de puertos M, que son conexiones para las estaciones *single-attached*. Las estaciones con por lo menos un puerto M se llaman **concentradores**.

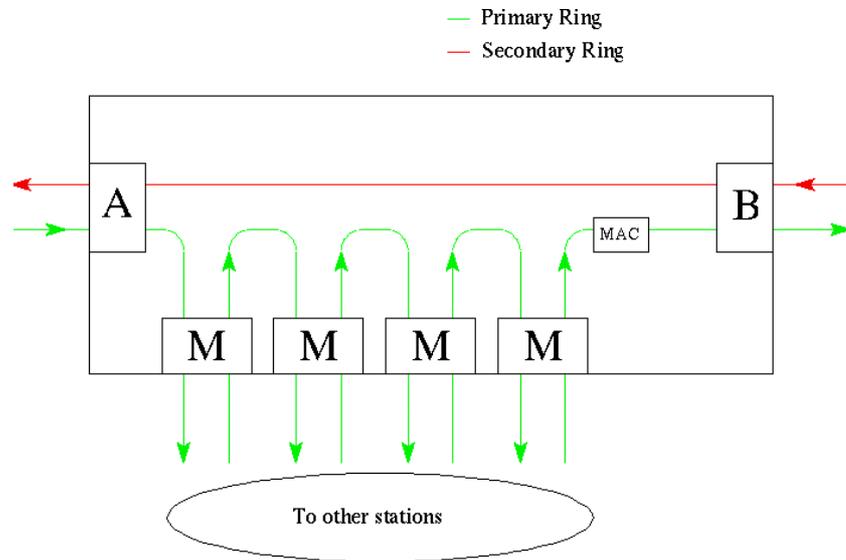
Dual Attached Station



Single Attached Station



Concentradores



- Se predetermina la secuencia en la cual las estaciones acceden al medio. Una estación genera una secuencia especial llamada **Token** que controla la correcta transmisión. Este **Token** (testigo) se pasa continuamente alrededor de la red, desde un nodo al siguiente. Cuando una estación tiene algo enviar, coje el testigo, envía la información en tramas formato FDDI y entonces suelta el testigo.
- La cabecera de estos frames incluye la dirección de la estación que copiara la trama. Todos los nodos leen la trama mientras que se pasa alrededor del anillo para que puedan determinar si son o no los destinatarios. Si lo son, extraen los datos, retransmitiendo la trama a la estación siguiente del anillo. Cuando el marco vuelve a la estación que lo envió por primera vez, ésta lo elimina.

El esquema del control de acceso al testigo permite así que todas las estaciones compartan el ancho de banda de la red de una manera ordenada y eficiente.

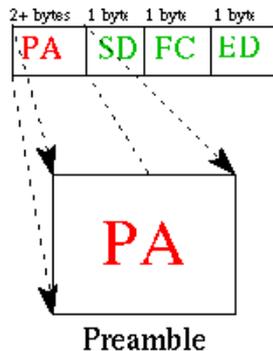
5.3 FORMATO DEL TESTIGO (Token Format).



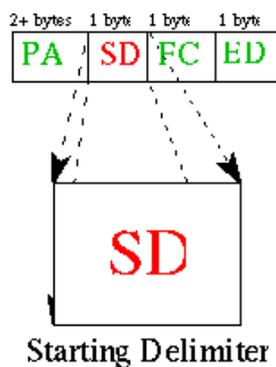
- PA** — Preambulo: 4 o más simbolos vacios.
- SD** — Inicio del delimitador: Los simbolos 'J' y 'K'.
- FC** — Control de trama: 2 simbolos que describen el tipo de testigo.
- ED** — Fin del delimitador: Dos 'T' simbolos.

Una estación gana el control a transmitir en el medio cuando detecta el testigo pasando por el mismo. El testigo es una única señal de control que consta de una secuencia de símbolos, que circula por el medio siguiendo cada transmisión de información.

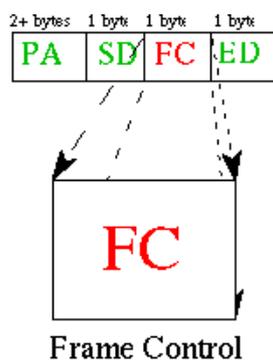
Una estación, tras la detección del testigo, puede capturarlo quitandolo del anillo. La estación puede entonces transmitir una o varias tramas de información. Al termino de la transmisión, la estación coloca un nuevo testigo en el anillo para que las demas estaciones tengan posibilidad de transmitir.



El **preámbulo** es transmitido por la estación generadora del testigo con al menos 16 símbolos vacios. Los Physicals Layers y las estaciones repetidoras de subsecuencias pueden cambiar el tamaño del preámbulo. Sin embargo, los restigos serán reconocidos por la recepción largas cadenas de ceros.

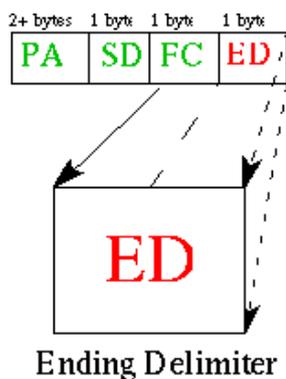


Delimitador de inicio. Este campo indica el inicio de llegada del testigo. Está compuesto por los símbolos “J” y “K”, de forma que estos símbolos no aparecerán en ningún lugar de la transmisión excepto al inicio de la trama del testigo (para ello y como se vio en clase se usarán técnicas de violación de código).



El **control de trama** indica el tipo de testigo que es. Un control de trama 80 (Hex) indica que es un testigo sin restricción mientras que un control de trama C0 (Hex) indica lo contrario, un testigo con restricción.

Delimitador final. Compuesto por dos símbolos “T” que indican que el testigo está completo. Cualquier secuencia de datos que no acabe con dos símbolos “T” no será considerada un testigo.



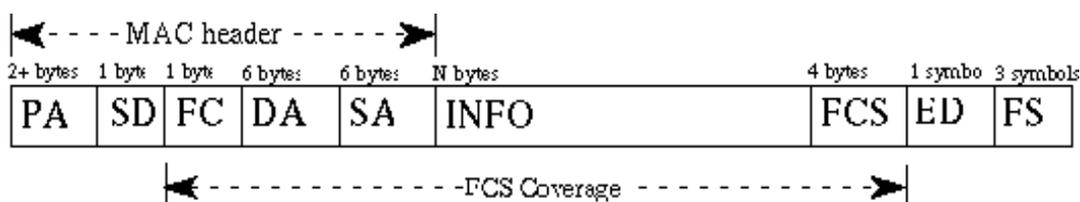
5.4 ALGUNAS DEFINICIONES FDDI.

- Attachment: La capacidad de una estación o concentrador dentro de una red de trabajo FDDI. Las estaciones y concentradores están clasificadas en *dual attachment*, *single attachment* o *null attachment*.
- Bypass: (paso de circunvalación). La capacidad de un nodo de aislarse del FDDI Network mientras mantiene la continuidad del camino.
- Concentrador: Un tipo de nodo FDDI que tiene puertos adicionales aparte de los que él mismo requiere. Estos puertos adicionales (tipo M) sirven para enlazar otros nodos FDDI incluyendo concentradores en topología de árbol.
- Counter-rotation: Sistema por el cual dos caminos de señales, uno en cada dirección, trabajan en una topología de anillo.
- Dual Attachment Concentrator (DAC): Es un tipo de concentrador que ofrece un doble enlace al FDDI Network y es capaz de adaptarse al doble anillo (counter-rotating).
- Dual Attachment Station (DAS): Análogo al anterior pero en el caso de una estación del anillo.
- Dual Homing: Se llama así a cualquier DAS que tenga los puertos A y B conectados a puertos M de concentradores. Tan solo uno de los puertos de la estación estará activo al mismo tiempo. El enlace inactivo permanecerá en espera hasta que algo ocurra en la otra conexión. Si el enlace activo se viene abajo por alguna razón, el otro se activará.
- Dual Ring (FDDI Dual Ring): dos anillos lógicos counter-rotating.
- Entity: Es un servicio activo de control de elementos OSI layer o sublayer.
- Fiber Optic Cable: Cable que contiene una o más fibras ópticas.
- Logical Ring: Serie de MAC's conectados formando un anillo. El FDDI Network consta de dos de estos anillos lógicos por defecto.

- Media Control Acces (MAC): Es el Layer de enlace de datos responsable de la distribución y enrutamiento de las transmisiones de datos en un medio compartido LAN. El MAC provee reconocimiento de direcciones, generación y verificación de tramas CRC. Su función principal es la de manejo de tramas, incluyendo inserción, repetición y eliminación de las mismas.
- Media Interface Connector (MIC): Provee un enlace entre un nodo FDDI y el conector de cable de fibra óptica. Está compuesto de dos partes; un conector MIC y un receptor MIC.
 - o MIC plug: El conector macho del MIC que finaliza el cable de fibra óptica.
 - o MIC Receptacle: La parte hembra del MIC. Está instalada en el nodo FDDI.
- FDDI Network: Conjunto de nodos FDDI interconectados formando estructura “trunk” individual o con múltiples árboles, o de árbol solo. Esta topología es a veces llamada “Doble anillo de árboles”.
- Nodo: Término genérico que se aplica a los elementos activos de un FDDI Network (estación o concentrador).
- Null Attachment Concentrator (NAC): Concentrador que no contiene puertos A y B.
- Physical Conexión: La asociación Physical Layer (full duplex) entre entidades PHY adyacentes en un FDDI Network.
- Physical Link: El camino desde la zona de transmisión de una entidad PHY hasta la zona de recepción de otra PHY (en nodos adyacentes).
- Port: PHY y PMD en un nodo. Juntos crean un par PHY/PMD que puede conectarse al medio de fibra y provee de un final a la conexión física con otro nodo.
- Primitive: Elemento de los servicios proporcionado por una entidad a otra.
- Receptor (Optical): Circuito electrónico que convierte una señal óptica en una señal local eléctrica.
- Repeater: Physical-layer relay en un FDDI network.

- Ring: conjunto de nodos por donde la información pasa secuencialmente. Cada nodo en secuencia examina o copia la información y finalmente retorna al nodo inicial.
- Rooted Node: Nodo que no tiene ningún puerto A, B o S activo en una estructura de árbol.
- Services: Los servicios proporcionados por una entidad a otra. Los servicios de datos son proporcionados a una entidad de layer superior mientras que los servicios de tratamiento son proporcionados a entidades del mismo o distinto layer.
- Single Attachment Concentrator (SAC): Concentrador que ofrece un enlace simple al FDDI Network.
- Single Attachment Station (SAS): Análogo al anterior pero referente a una estación.
- Station: Nodo direccionable en el FDDI Network capaz de transmitir, repetir y recibir información. Una estación es exactamente un SMT, al menos un MAC y al menos un PHY o un PMD.
- Symbol: El elemento de señal más pequeño usado en el Data Link Layer (DLL). Un conjunto de símbolos consta de 16 símbolos de datos y 8 símbolos de control.
- Transmitter (Optical): Circuito óptico-electrónico que convierte una señal eléctrica en una señal óptica.
- Trunk: Topología física en forma de “loop”, abierta o cerrada, empleando dos caminos de señales de fibra óptica uno en cada dirección, formando una secuencia de conexión entre nodos FDDI. Cuando el “Trunk” tiene formación cerrada se le suele llamar “Trunk Ring”.
- Tree: Topología física que consiste en una jerarquía de conexiones master-slave entre concentradores y otros nodos FDDI (incluyendo concentradores subordinados).

5.5 FORMATO DE LA TRAMA.

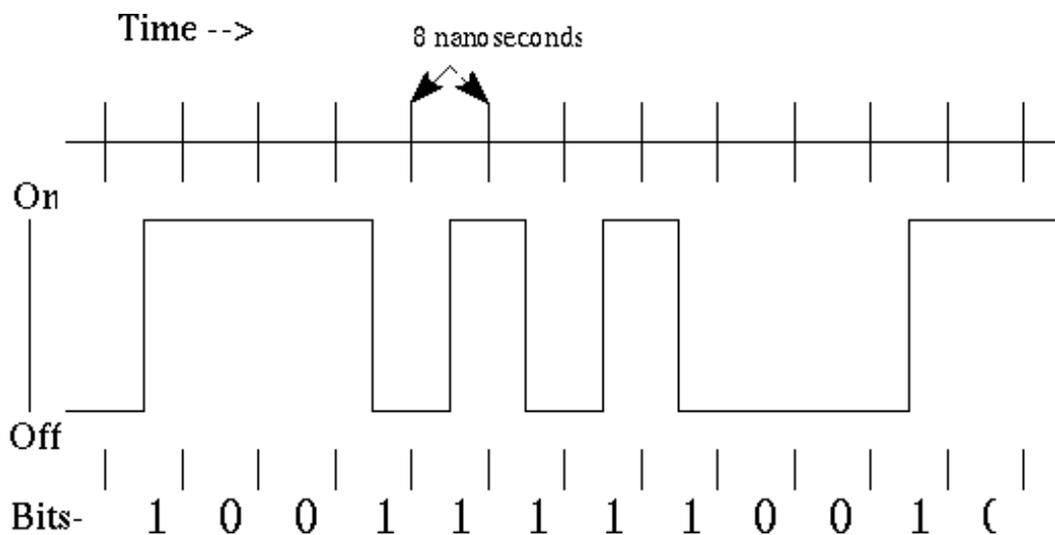


- **PA:** Preambulo. 4 o más símbolos iguales de inicio.
- **SD:** Delimitador de inicio. Símbolos 'J' y 'K'.
- **FC:** Control de trama. Dos símbolos indicando el tipo de información que llevara en campo INFO.
- **DA:** Dirección de destino. 12 Símbolos indicando quién será el destinatario de la trama.
- **SA:** Dirección fuente. 12 símbolos indicando la dirección de la fuente de la trama.
- **INFO:** El campo de información, desde 0 hasta 4478 bytes.
- **FCS:** Frame Check Sequence: 8 símbolos de CRC (código de redundancia cíclica). Secuencia generada mediante un polinomio generador.
- **ED:** Delimitador de final. Símbolo 'T'.
- **FS:** Fin de la secuencia de la trama. 3 símbolos indicadores.

5.6 FDDI BIT TRANSMISION.

El sistema FDDI usa pulsos de luz para transmitir la información desde una estación a la otra. La unidad de información más pequeña con la que trabaja el FDDI es el bit. Un bit puede tener uno o dos valores, 0 lógico ò 1 lógico. En este sistema, esto es especificado por el cambio de estado de la luz en el otro lado. Aproximadamente cada 8 ns, la estación tomará una muestra de la transmisión de luz proveniente de la otra máquina, y podrá detectar dos estados: **ON** y **OFF**. Si ha habido un cambio desde la última muestra esto se traduce en un **uno**. Si la muestra es la misma que la anterior tenemos un **cero**.

Ejemplo de una transmisión



5.7 ADMINISTRADOR DE LA ESTACION.

(Extraído de la ANSI ISO/IEC 9314-6/X3.229 Section 1)

El administrador de la estación proporciona el control necesario a nivel de nodo para manejar los procesos de varios FDDI Layers. La estación debe funcionar de manera cooperativa como parte del FDDI Network. El SMT debe proveer servicios tales como administración de conexión, inserción, inicialización y desconexión de la estación, configuración, aislamiento de fallos y recuperación, protocolo de comunicaciones para agentes externos, programación de políticas y estadísticas.

La configuración de varios nodos internos es posible. De todas formas, un nodo debe tener una y solo una unidad SMT.

5.8 CODIFICACIÓN DE LOS SÍMBOLOS FDDI.

Los símbolos son secuencias de 5 bits que, tomadas con otro símbolo hacen un byte.

Estos cinco bits codificados permiten 16 símbolos de datos (0-F), 8 símbolos de control (Q,H,I,J,K,T,R,S) y 8 símbolos de violación (V). Éstos últimos son usados para que nunca se puedan presentar 4 ceros consecutivos. Esto es necesario para asegurar que cada estación esté perfectamente sincronizada con las demás (en FDDI cada estación tiene su propio reloj, cuyo sincronismo se toma de los datos de entrada; para secuencias alternadas no hay problema pero largas secuencias de ceros pueden hacer que se pierda el sincronismo).

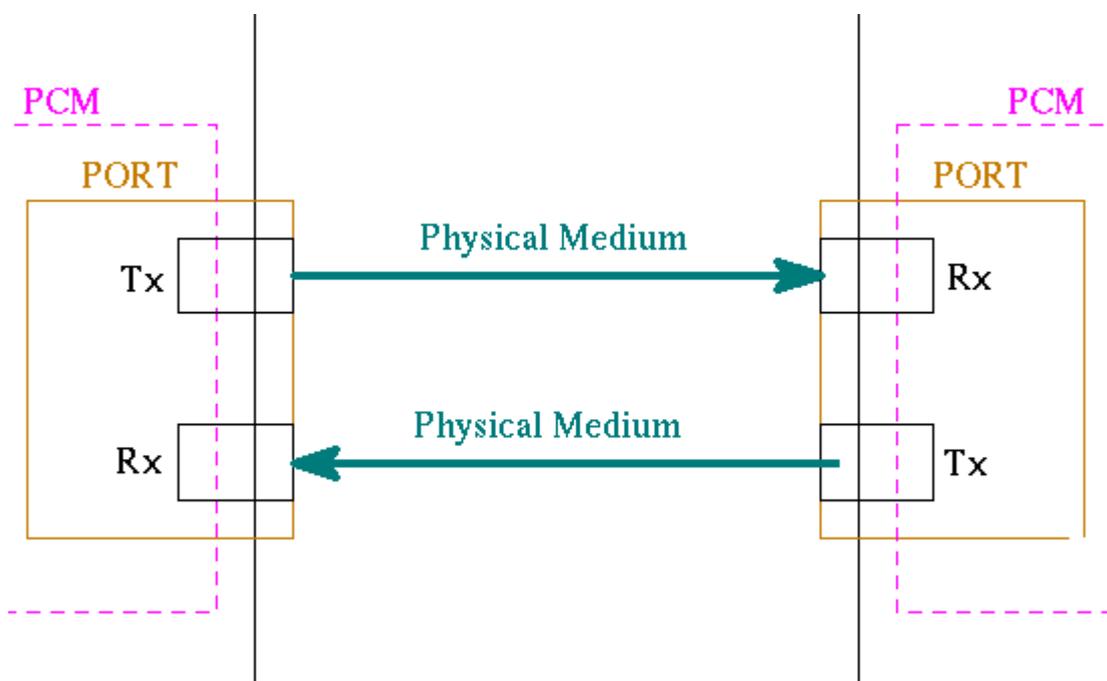
Esta es la codificación de los símbolos.

Símbolo	<i>Cadena de Bits</i>
0 (binary 0000)	11110
1 (binary 0001)	01001
2 (binary 0010)	10100
3 (binary 0011)	10101
4 (binary 0100)	01010
5 (binary 0101)	01011
6 (binary 0110)	01110
7 (binary 0111)	01111
8 (binary 1000)	10010
9 (binary 1001)	10011
A (binary 1010)	10110
B (binary 1011)	10111
C (binary 1100)	11010
D (binary 1101)	11011
E (binary 1110)	11100
F (binary 1111)	11101
Q	00000
H	00100 (Algunos símbolos V pueden ser tomados como H)
I	11111
J	11000
K	10001
T	01101
R	00111
S	11001
V or H	00001
V or H	00010
V	00011
V	00101
V	00110
V or H	01000
V	01100
V or H	10000

5.9 PCM (Physical Connection Management).

Empezaremos dando algunas definiciones previas.

- LS_Flag: indicador que puede tener dos valores (activo/inactivo). El PCM usa esta señal para indicar cuando recibe y reconoce una línea de estado desde el otro fin de conexión. Esta señal es reseteada cuando el PCM transiciona a otro estado.
- TPC: Este es el contador que el PCM usa. Es reseteado cada vez que el PCM realiza una transición interna. Muchas veces, el PCM no puede transicionar hasta que el contador exceda un determinado valor (TB_Min, C_Min, TL_Min).
- TL_Min: Es un valor que el TPC debe exceder para que el PCM pueda transicionar desde los estados *next*, *Signal*, *Join* o *Verify* hasta los proximos en su camino de establecimiento de conexión.
- TB_Min: Valor que debe exceder el TPC antes de que el PCM pueda hacer una transición fuera del estado *break*.
- C_Min: Valor que debe exceder el TPC antes de que el PCM pueda transicionar desde el estado *connect* hasta el proximo.
- ILS: Idle Line State.
- HLS: Halt Line State.
- MLS: Master Line State.
- QLS: Quiet Line State.
- ALS: Active Line State.
- LSU: Line State Unknown.



Dentro de cada estación del FDDI hay entidades SMT llamadas PCM. El número de las entidades del PCM dentro de una estación es exactamente igual al número de los accesos que la estación tiene. Esto es así porque cada PCM es responsable de un acceso.

Las entidades del PCM son la parte de SMT que controla los accesos. Para hacer una conexión, dos accesos se deben conectar físicamente el uno al otro por medio de un cable de fibra óptica o de cobre. Cuando sucede ésto, los PCM's que son responsables de esos accesos pueden reconocer cada otra existencia y comenzar a comunicarse. Hacen esto enviando estados de la línea del acceso sobre la fibra. El PCM del otro extremo de la conexión reconocerá el estado de la línea y responderá por consiguiente.

Cuando el PCM ve otro PCM en el otro extremo de la conexión, sincronizarán y se comunicarán. Durante esta comunicación, un dos cosas importantes suceden:

- 1.- Los PCMs calculan los tipos de cada acceso, y determinan si son compatibles.
- 2.- Los PCMs realizan un LCT (prueba de confianza de la conexión). En este proceso se determina si la calidad de la conexión es bastante buena establecerse. Si no lo es, los PCMs no harán la conexión.

Si todo va bien durante el proceso, los PCMs conectarán y colocarán los puertos en el camino del testigo que va a la estación. En este punto, los datos (en forma de tramas) se pueden enviar a través de éstos puertos, que pasan a formar parte de la red.

Hay 7 básicos estados en los que el PCM puede estar: Break, Connect, Next, Signal, Join, Verify y Activo. Pasamos a explicarlos a continuación:

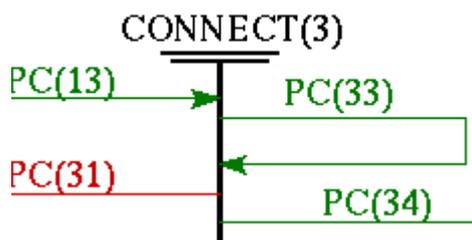
5.9.1 Break.

Todas las conexiones intentan empezar aquí.

El estado *Break* es el punto de entrada del inicio de la conexión PCM. En éste estado, una cadena continua de símbolos `Q` es transmitida para forzar al destino a terminar con cualquier conexión existente y empezar con la secuencia de inicialización de conexión. El estado de Break es lanzado sobre el inicio del intento de conexión o si había un problema con el intento de conexión anterior.

La transición al estado hace que el TPC se resetee. El PCM debe entonces mantenerse en *break* hasta que el $TPC > TB_Min$. Pasado este tiempo, el PCM el QLS o el HLS del otro lado de la transmisión y entra en transición PC(33) al estado *connect*.

5.9.2 Connect.



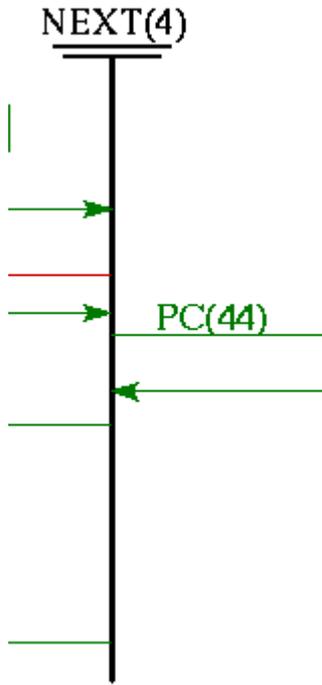
Éste estado es usado para sincronizar el fin de la conexión de la secuencia de señalización. En el estado *connect*, el PCM transmite una cadena continua de símbolos `H` (HLS). El PCM permanece en este estado hasta que no reciba el HLS completo.

La recepción del HLS indica que el otro PCM está también en el estado *connect*. Si el PCM no está conectado a nada, recibirá el QLS y permanecerá allí mientras el otro PCM permanezca conectado. La transición a este estado resetea el TPC.

Si la LS_Flag no está activa y el HLS es recibido, el PCM entrará en transición PC(33). Esto activará la LS_Flag. Por el contrario, si la LS_Flag está activa y el TPC supera el C_Min, el PCM entrará en transición PC(34) hacia el próximo estado.

Si la LS_Flag no está activada y es recibido el ILS o el MLS, el PCM entrará en transición PC(31) hacia el estado *break*.

5.9.3 Next.



Mientras permanezca en este estado, una cadena continua de símbolos “vacíos” es transmitida (ILS). Este estado es usado para separar la representación de la señal de la señal de estado, y es donde el LCT es representado.

El PCM estará en este estado un total de 11 veces mientras transiciona a la señal y vuelve atrás cada vez que transmite otro bit de información al PCM de la recepción.

La variable n es reseteada a cero al iniciar este estado y en cada vuelta atrás en la transmisión se incrementa en uno. Cuando llega a 10 toda la señalización está hecha y si el PCM desea conexión, éste volverá al estado.

La LS_Flag es activada cuando el ILS es recibido. Si se supera entonces el TL_Min, el PCM entrará en

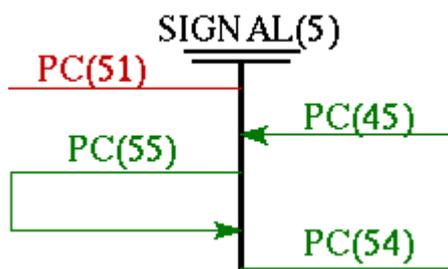
transición PC(44), que empezará un código que procesará la señal recibida y preparará la señal a transmitir.

Si $n < 10$ y la señal está lista para ser transmitida, el PCM entrará en transición PC(45) hacia el estado *signal*.

Nota: If $n = 7$, el PCM mandará el LCT antes de entrar en el estado *signal*.

Si $n = 10$ y el PCM decide (basandose en información recibida) que la conexión es deseable, entrará en transición PC(46) hacia el estado *Join*. Si en cualquier momento el TPC supera el T_Out, el QLS es recibido o el PCM decide que la conexión no es aceptable, entrará en transición PC(41) hacia el estado *break*.

5.9.4 Signal.



En el estado *signal*, bits individuales de información son transmitidos a través de la conexión mediante el envío de una cadena continua de símbolos ‘Halt’ (HLS) o una cadena continua de símbolos Halt y Quiet alternados (MLS). Mientras permanezcan en este estado, ambos PCM transmiten y reciben bits de información

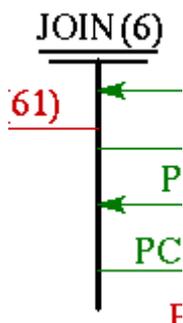
al mismo tiempo. El estado *signal* es solo iniciado desde el próximo estado cuando un bit está listo para ser transmitido.

La línea *estado* que el PCM manda está determinada por el valor de T_Val(n). Si este valor es 1, el PCM transmitirá HLS. Si el valor es 0, transmitirá MLS. El PCM receptor cargará 0 o 1 en el R_Val(n) dependiendo de si recibe MLS o HLS.

Si la LS_Flag no está activada y el HLS o MLS es recibido por el otro lado de la conexión, el PCM entrará en transición PC(55). Esto activará el LS_Flag y actualizará el valor del R_Val(n).

Si la LS_Flag está activada y el TPC supera el TL_Min, el PCM entrará en transición PC(54) hacia el proximo estado. Esta transición incrementará también el valor de la variable *n*. Si en cualquier momento QLS es recibido o si el TPC supera el T_Out, el PCM entrará en transición PC(51) hacia el estado *break*.

5.9.5 Join.



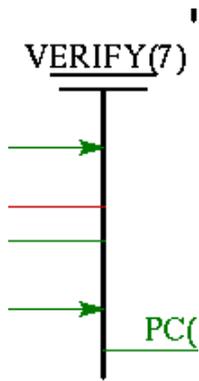
Este estado es el primero de tres en una única secuencia de cadenas de símbolos transmitidos, recibidos como líneas de estados (HLS-MLS-ILS) que conducen al estado de conexión *active*. Esta secuencia asegura que ambos terminales de conexión entran en el estado *active* juntos al término de la señalización.

En este estado, el PCM transmitirá HLS.

Si el LS_Flag no está activo y el HLS es recibido, el PCM entrará en transición PC(66) y lo activará. Si está activo y el TPC supera el TL_Min, el PCM entrará en transición PC(67) hacia el estado *verify*.

Si el QLS es recibido o el TPC supera el T_Out entonces hay un problema y el PCM entra en transición PC(61) hacia el estado *break*.

5.9.6 Verify.

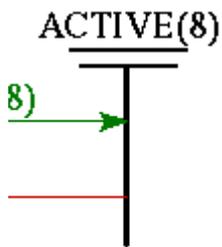


Éste es el segundo de los estados hacia el estado final *active*. Aquí, el PHY genera MLS. Este estado no es alcanzado por una conexión que no está sincronizada.

Si el LS_Flag está inactivo y el MLS es recibido, el PCM entrará en transición PC(77). Esto activará el LS_Flag. Si está activado, se entra en PC(78) hacia el estado *active*.

Si el OLS es recibido o el TPC supera el T_Out entonces hay un problema y el PCM entra en PC(71) hacia el estado *break*.

5.9.7 Active.

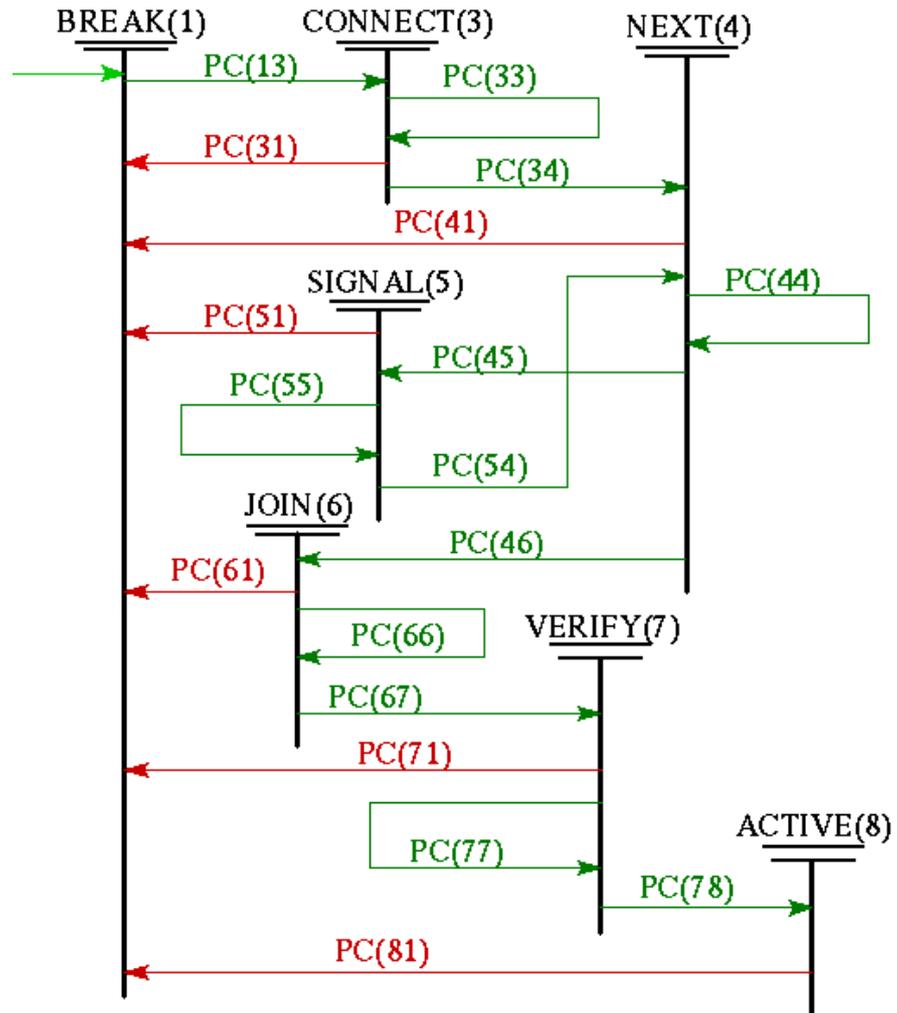


En este estado, el puerto es incorporado en el camino del testigo (Token). Al entrar, el PCM enviará ILS. Es aquí donde los datos pueden ser transmitidos desde un puerto a otro en forma de tramas FDDI. El PCM permanecerá en este estado a menos que encuentre problemas.

Si el TPC supera el T_Out y el ILS no ha sido recibido, o si el OLS/HLS es recibido, el PCM entra en transición PC(81) hacia el estado *break*.

5.9.8 PCM State Machine.

Después de ver los diferentes estados, el esquema queda como sigue.



Cuando el PCM no ve ningún PCM al otro lado de la conexión, entra en el estado *connect*. En este estado tiene el puerto transmitiendo HLS. Durante todo el tiempo en el que el puerto reciba QLS del otro lado de la conexión, el PCM permanecerá en espera.

Si un tramo de fibra o cobre es extendido entre dos puertos, los dos PCM's (que ambos están transmitiendo HLS) empezarán a recibir HLS. Sabrán entonces que otro PCM intenta comunicarse y conmutarán internamente al próximo estado. En este siguiente estado el PCM envía ILS. La recepción de esta cadena proveniente del otro lado de la conexión indica que el otro PCM ha conmutado también.

Seguidamente, el PCM transiciona al estado *signal*. Éste estado es usado por los PCM para transmitir bits de información. En este estado el puerto está mandando HLS o MLS, dependiendo del valor que quiera indicar al otro lado (ver estado). Al mismo tiempo que el PCM está señalizando, está también escuchando la línea y esperando recibir HLS o MLS del otro PCM. Cuando esto ocurra sabrá que el otro PCM ha transicionado al estado *signal*. Después de que ambos PCM hayan terminado de transmitir el bit de información, volverán atrás y repetirán el proceso con el siguiente bit.

Los PCM transicionaran 10 veces hacia el estado *signal* y en cada una de ellas se transmitirá un único bit de información. Después de la transición número 11, el PCM decide si sigue en el estado o transiciona hacia el estado *break*, basándose en información que recibe. Si ambos PCM deciden que siguen con la conexión entrarán en el estado *join*.

En el estado *join* el PCM tiene el puerto enviando HLS. La recepción de HLS por el otro lado le indica el estado al otro PCM. Cuando ambos entren en el mismo estado procederán al estado *verify*. En este estado el PCM envia MLS. El otro PCM sabrá que se ha llegado a este estado cuando reciba el MLS. Entonces ambos entrarán en el estado *active* y el PCM enviará la señal a SMT que indicará que el puerto debe ser colocado en el camino del Token.

La conexión está entonces establecida. Mientras que el puerto este recibiendo ILS o ALS (datos), el PCM permanecerá en el estado *active*. Si en algún momento el puerto recibe QLS o HLS o si el SMT indica que el PCM ha terminado la conexión, se transicionará al estado *break* y el puerto enviará QLS. A partir de entonces el puerto forma parte de nuevo del anillo FDDI.

Cuando está en el camino del testigo, mandará siempre ILS o datos. ILS es el relleno entre tramas de datos.

ATM (Modo de Transferencia Asíncrono).

6.1 HISTORIA

El ATM (Modo de Transferencia Asíncrono) es un protocolo que tuvo su origen a mediados de los 80. Es el sistema usado por las redes de banda ancha como la RDSI-BA. Es la culminación de todos los avances en conmutación y transmisión de datos de los últimos 20 años.

6.2 INTRODUCCION A LA CONMUTACION ATM.

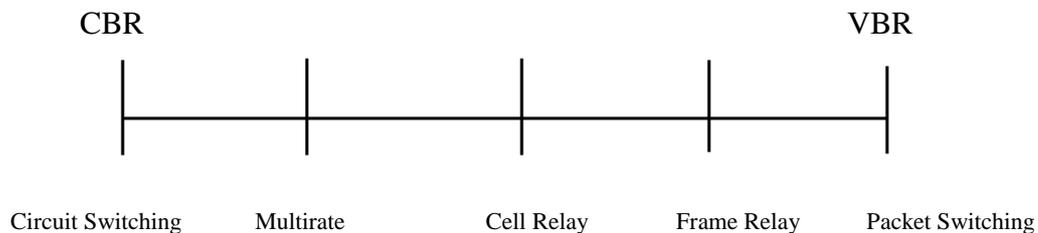
El ATM se basa principalmente en dos aspectos, **la fiabilidad del canal** y el **modo de transferencia asíncrono**.

Usa celdas de longitud fija, formadas por una cabecera y un campo de información. La cabecera es usada para enrutar adecuadamente el paquete por el canal virtual apropiado. Dado que es un protocolo orientado a conexión, las referencias de las cabeceras son asignadas a cada sesión de conexión durante toda la duración.

Como se ha dicho antes, la fiabilidad del canal es uno de los aspectos importantes del sistema. La comprobación de errores no se realiza hasta que el paquete no haya llegado al destino, ahorrando de esta forma las multitud de verificaciones que se realizan en cada router.

Los circuitos de conmutación de tasa variable tienen canales fijos. La conmutación por celdas permite la definición de canales virtuales con tasas de transmisión variables definidas sobre la marcha. La longitud fija de cada celda reduce el overhead permitiendo pasar de tasas de decenas de Mbps a cientos de Mbps.

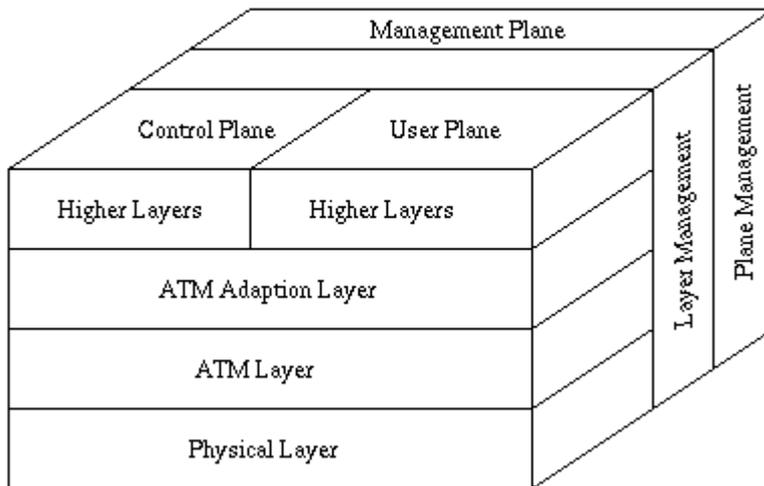
El sistema de celdas es igual de eficaz con *Constant Bit Rate (CBR)* que con *Variable Bit Rate (VBR)*.



Estamos ante una tecnología **Cell Relay** de conmutación, y otra de transmisión **SDH** (Synchronous Digital Hierarchy). Cell Relay soporta VBR y CBR y variadas aplicaciones y SDH permite la transmisión eficiente de grandes cantidades de datos por la red. Juntas forman la base del **ATM**.

El ATM fue usado para hacer realidad la B-ISDN, que funciona como red de comunicación que puede proveer servicios integrados como la transmisión de datos a alta velocidad, el video, video conferencias, CATV, teléfono y telex.

B-ISDN protocol reference model



- La celda ATM es la unidad básica de información. Constituida por 56 bytes, 5 de ellos de cabecera y los 48 restantes de información.
- Las celdas son transportadas por canales virtuales VC e indirectamente por paths o caminos virtuales VP. Un VC es una vía unidireccional y un VP es un conjunto de VC.
- La función principal del Layer Físico (que no es detallado aquí dado que su definición no forma parte explícita de la descripción del ATM) es coleccionar y organizar las celdas ATM enviadas desde el layer ATM, transportarlas al medio físico y hacer la reversa del proceso.
- Una red ATM necesita de cierto control de tráfico para aplicaciones como video conferencias, aplicaciones que necesitan un gran ancho de banda y un eficiente control de errores.

6.3 DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO ATM.

- Fue diseñado para conmutar paquetes de poca longitud en Gb/segundo a través de largas distancias. En la red ATM, tanto la conexión punto a punto, como el control de flujo y el ruteo son hechos a nivel de la celda ATM.
- Los paquetes son de 53 bytes fijos. El ATM interactúa de una forma muy ventajosa con redes TCP/IP e IP y con otras aplicaciones. Desde el punto de vista del Software puede ser considerado como cualquier otro puerto para comunicaciones de datos.
- En un puerto ATM el datagrama IP es fragmentado en celdas para lo cual se especifica un AAL (ATM Adaption Layer). La fragmentación y el reensamblado son hechos tanto en el emisor como en el receptor. La principal misión del AAL es resolver cualquier disparidad entre un servicio requerido por un usuario y los servicios disponibles en ATM.

- El AAL no es una cabecera separada. Está contenido en la sección de payload de la celda ATM.
- Las celdas se transfieren usando la técnica de multiplexación asíncrona por división en el tiempo.
- No existe protección contra errores ni control de flujo en la transferencia de información entre los enlaces. Estos se realizan extremo a extremo entre los terminales de manera transparente a la red, aunque existe un control del tráfico y la congestión en la red.
- Es un modo de transferencia orientado a la conexión, es decir, cada llamada se constituye en un canal virtual en el multiplex ATM.

6.3.1 Niveles ATM.

El modo de transferencia asíncrono (ATM) define una nueva forma de transmisión de la información, de tal manera que permite un diferente ancho de banda para las distintas aplicaciones, permitiéndose así un mejor aprovechamiento de éste, ya que podremos asignar diferente cantidad para diferentes aplicaciones que manejen un mayor o menor volumen de información (Correo electrónico vs Aplicaciones multimedia).

- NIVEL AAL: Adapta la información del servicio a las celdas ATM. Se subdivide en los niveles **CS** (Subnivel de convergencia) y en **SAR** (segmentación y reensamblado).
- NIVEL ATM: Realiza la conmutación/encaminamiento de las celdas, así como la multiplexación.
- NIVEL PHY: Encargado del transporte de la información (celdas). Se subdivide en **TC** (Subnivel de convergencia de transmisión) y **PMD** (Subnivel dependiente del medio físico).

El nivel ATM descrito anteriormente es totalmente independiente del medio físico de transmisión utilizado para transportar las celdas ATM. Simplemente se encarga de la conmutación / encaminamiento de las celdas. Para ello, se basa en la cabecera de las celdas, que refleja dos campos: ICV o identificador de canal virtual , y el ITV, el identificador de trayecto virtual.

Esta cabecera es incluida por este nivel para enviar la celda al subnivel físico, o bien es la encargada de analizarla en la recepción de una celda.

Con esta definición, en el medio físico serán transportadas las celdas en lo que se conoce como multiplex ATM, que consistirá en un tren infinito de celdas contiguas, algunas de las cuales pueden no estar asignadas a ninguna comunicación.

6.3.2 Control de Flujo ATM.

La alta transferencia de Gb/segundo de una red ATM da lugar a un set especial de requerimientos para el control de flujo.

Si el control lo realizamos por *feed back*, la alta tasa transmisión puede hacer que para cuando el mensaje de control se haya recibido, se hubieran transmitido ya una cierta cantidad de Mbytes que aumenten la congestión.

Se necesitan por tanto unas condiciones de congestión de redes extremadamente dinámicas, con mecanismos de hardware rápidos para reactivar la red y proceder a la descongestión.

Con un buen conjunto de reglas de control de flujo, un buen dimensionamiento de las redes y una buena asignación de los recursos se puede detectar, tratar y evitar el congestionamiento en cuanto se produzca de forma temprana y eficaz, llevando a cabo un exhaustivo monitoreo de las colas dentro de los switches ATM y reaccionando gradualmente a medida que las colas alcanzan determinados topes.

Puede usarse una celda de control de flujo para comunicarle al UNI (*User Network Interface*) cuando una celda va a ser descartada en un nodo congestionado. El UNI entonces puede, o bien cambiar su tasa de inyección, o bien notificar al usuario enganchado, según sea la severidad de las condiciones de congestión.

La principal misión del control de flujo es por tanto tratar de afectar sólo a las conexiones que son responsables de la congestión y no a las demás, permitiendo a una conexión utilizar tanto ancho de banda como necesite si no hay congestión.

6.3.2.1 Soluciones ATM ante el “cuello de botella”.

Las **redes de área local** utilizadas tradicionalmente poseen las siguientes características:

- Utilizan tecnologías “*store and forward*”.
- Utilizan encaminadores no orientados a la conexión.

De este modo, cuando un usuario desea enviar datos a otro usuario, no existe un circuito específico, sino que se intenta aprovechar al máximo el ancho de banda de la red para esa aplicación.

Así, cuando existen problemas de congestión, debido al aumento del volumen de tráfico en la red, el rendimiento de la red disminuye influyendo en las aplicaciones de todos los usuarios, ya que podemos indicar que el ancho de banda se considera como un servicio compartido, es decir, todo el ancho de banda es compartido por todos los usuarios.

ATM cambia radicalmente de filosofía, en cuanto que se basa en la comunicación orientada a la conexión, permitiendo conexiones más fiables entre los usuarios, y principalmente, permitiendo un mejor ancho de banda, ya que para cada tipo de aplicación se ‘reserva’ una cantidad de ancho de banda según el tipo que sea. De esta manera, aplicaciones como el Correo Electrónico usará un ancho de banda acorde con el tráfico de información que cursa, muy diferente al de una aplicación del tipo Multimedia.

De este modo al reservar el ancho de banda de un circuito virtual, nada de lo que puede ocurrir en el resto de la red durante el transcurso de nuestra comunicación podrá repercutir en la calidad de la misma.

6.3.3 Los AAL (ATM Adaption Layer).

Figuran entre el Layer ATM y los Layers de más alto nivel que usan servicios ATM. Como se mencionó anteriormente, su principal función es resolver cualquier disparidad entre un servicio requerido por el usuario y los servicios disponibles en el layer ATM.

El AAL mapea información de usuario en celdas ATM. Puede transportar información de timing tal que el destinatario puede regenerar señales que dependen del tiempo.

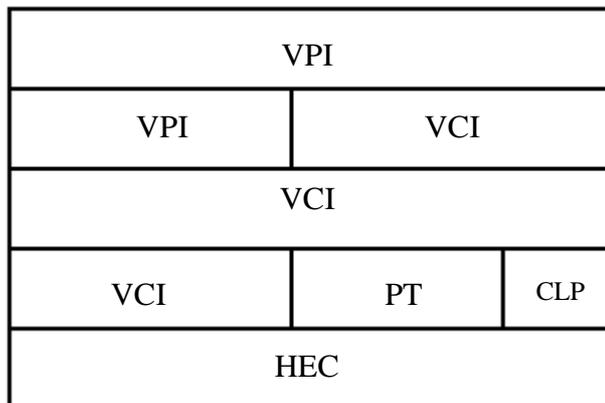
La información transportada por el AAL está dividida en distintas clases de acuerdo con las siguientes propiedades.

- La dependencia o independencia de la información transportada con el tiempo.
- La tasa variable o constante de bits por segundo.
- El modo de transferencia, con o sin conexión.

Estas propiedades definen 8 posibles clases, 4 de las cuales están definidas como CLASES DE SERVICIO.

6.3.4 La celda ATM.

ATM Cell Header



Esta es la descripción de una celda ATM NNI (Network Node Interfase).

6.3.5 La celda UNI (User Network Interfase)

ATM Cell Header 2

GFC	VPI	
VPI	VCI	
VCI		
VCI	PT	CLP
HEC		

En esta celda la cabecera está dividida en dos campos. El número de bits asociados a cada uno difiere entre UNI y NNI y son como sigue:

<i>Función</i>	<i>UNI</i>	<i>NNI</i>
GFC	4	0
VPI	8	12
VCI	16	16
PT	3	3
CLP	1	1
HEC	8	8

GFC (*Generic Flow Control*):

Su principal función es el control del acceso físico pero es usado a menudo para el control de tráfico. Necesita poder controlar cualquier estructura UNI, sea anillo, estrella, bus o cualquier combinación.

VPI/VCI (*Virtual Path/Channel Identifier*):

Es la combinación de dos números de forma que las celdas que pertenecen a la misma conexión puedan ser distinguidas. Un único par VPI/VCI es asignado para indicar que tipo de celda sigue.

PT/CLP/HEC (*Payload Type, Cell Loss Priority, Header Error Control*):

Cuando la información de usuario está presente o la celda ATM ha sufrido congestión de tráfico el campo PT lleva esa información.

El bit CLP se usa para informar al sistema si la correspondiente celda debe ser descartada durante la congestión de la red .

CLP=0 indica que la celda tiene prioridad sobre las que tengan CLP=1, es decir, son descartadas antes las celdas con CLP=1.

El HEC es un byte de la cabecera y es usado para corregir errores y delimitar la cabecera de la misma.

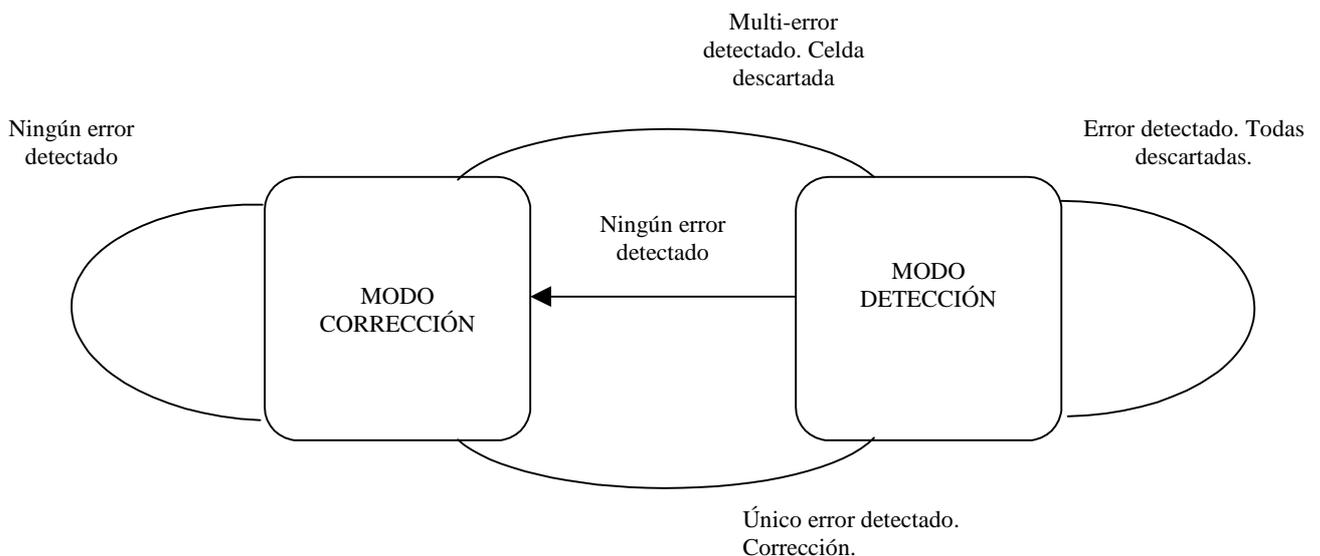
6.3.6 Physical Layer.

Su principal misión es juntar y organizar las celdas ATM enviadas desde el Layer ATM, transportarlas al medio físico y efectuar también la reversa del proceso. También provee de otras funciones, como el chequeo de errores y el control.

- Convergencia de la transmisión. Encontramos el HEC (Header error control) que es generado para los 4 primeros bytes de la cabecera de la celda e insertado en el quinto. Aplica el proceso inverso para detectar errores.
- Medio físico. Depende del medio de transmisión.

HEC: Tras el proceso del HEC la celda ATM es identificada como válida o inválida. Aun así, las celdas válidas pueden contener errores debido a que el proceso de detección de los mismos no es perfecto.

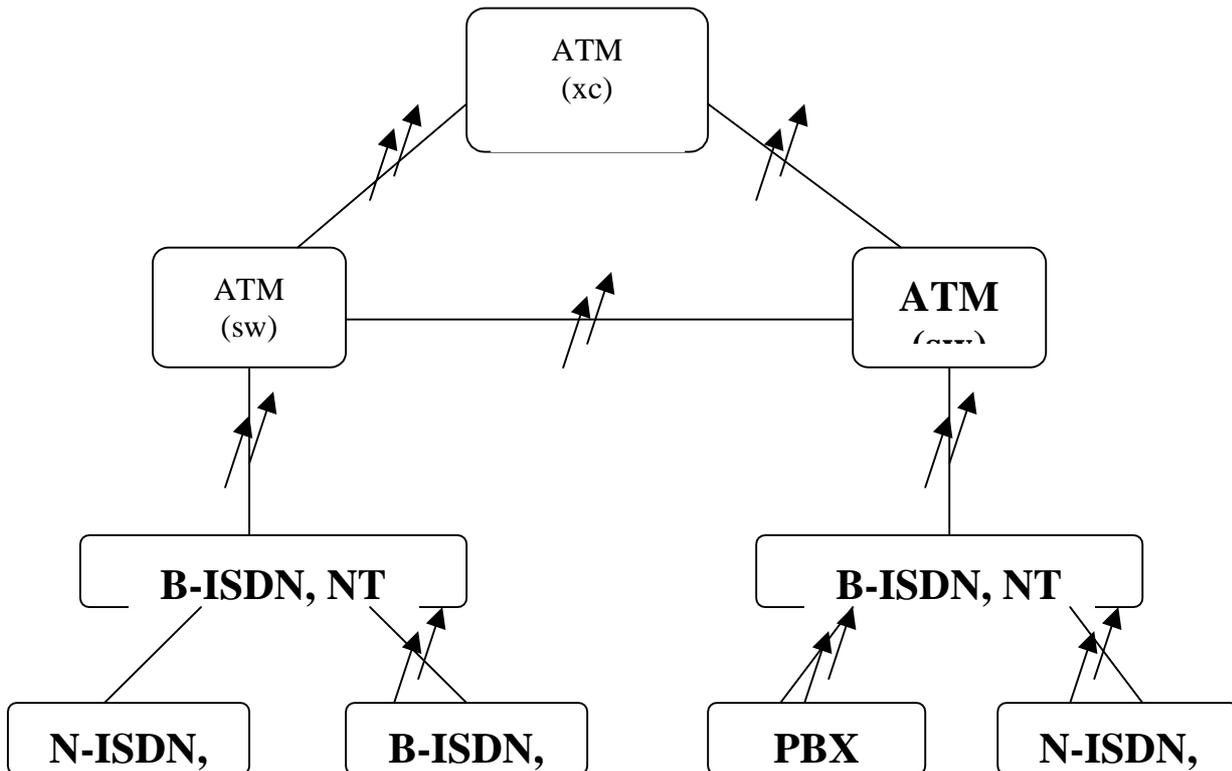
El código realizado por el HEC es cíclico y usa un polinomio generador. Los 4 primeros bytes escritos como polinomio son sujetos a otras operaciones y el resto es encerrado en el HEC. El receptor verificará el HEC realizando el algoritmo inverso.



6.3.7 Relación entre ATM y ISDN-B.

Sin el ATM, la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha no sería una realidad. Tras la evolución del ISDN (canal de comunicación a 64Kbps), la demanda de alta velocidad en comunicación de audio y vídeo se hizo más y más patente, dando a lugar servicios de broadband aparte del teléfono y el telex.

Esta diversidad de servicios hizo realidad velocidades de transmisión de 155Mbps, 622Mbps y 2.4Gbps, y conmutación a esas mismas velocidades.



6.3.8 Control de tráfico ATM.

Una red ATM necesita trabajar con distintas clases de servicios y atenerse también a potenciales errores en cualquier momento. Las siguientes son capacidades de control de tráfico necesarias para un adecuado funcionamiento.

- Administración de recursos de la red: Usando la técnica de los VP agrupando canales virtuales. Solo el tráfico colectivo de un VP tiene que ser manejado.

Los mensajes para la operación de control de tráfico pueden ser distribuidos mejor y las formas de control pueden ser simplificadas.

- Control de admisión de conexión: Son el grupo de acciones que toma la red para establecer si un VP o un VC puede ser aceptado por la misma. Esto puede suceder si hay suficientes recursos disponibles para establecer la conexión punto a punto con la suficiente calidad de servicio.

- Parámetros para control de uso y control de la red: Hacen el mismo trabajo en distintas interfases. La función UPC es realizada en la interfase de usuario. La NPC es la interfase de nodo de la red.

Ambos protegen los recursos de la red de posibles daños (fortuitos o no) que puedan afectar la calidad de servicio.

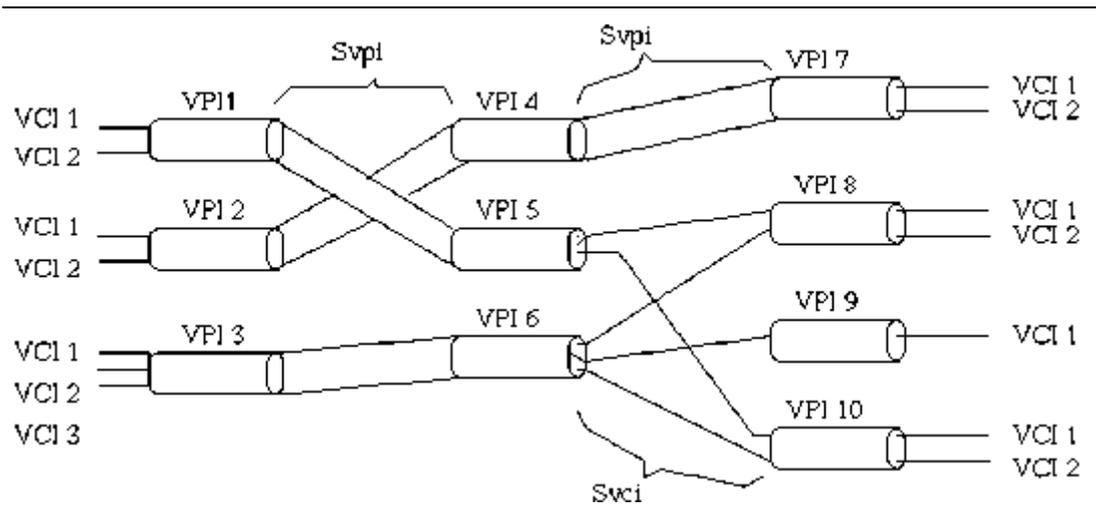
- o Chequean la validez de VPI/VCI.
 - o Monitorean el volumen de tráfico que entra desde cualquier conexión.
 - o VP/VC para controlar que los parámetros acordados no sean violados.
 - o Monitorean el volumen total del tráfico aceptado en el link de acceso.
- Control de prioridad: Las celdas ATM tienen un bit en la cabecera que diferencia dos clases de prioridades. Puede tener las dos clases de prioridades según sea más o menos importante la información a transmitir.
 - Traffic Shapping: Es un sistema que altera las características de transmisión de una sucesión de celdas en un VPC o un VCC para reducir la tasa de transmisión, evitando así colapsos.

En las celdas, limita el largo de BURST o reduce la variación de demora espaciando las celdas en el tiempo, manteniéndose siempre dentro de los límites de integridad de una conexión ATM. Es una opción para operadores y usuarios de la red ATM.

- Control de congestión: Es un medio para reducir los efectos de una congestión y prevenir sus consecuencias. Puede emplear “admisión de conexión” o “parámetros de control de uso y parámetros de control de red” para evitar situaciones de congestión.

En caso de que se produzca alguno advierte a la red que no puede garantizar los valores de calidad de servicio esperados. El congestionamiento puede producirse por más tráfico del esperado o por fallos en la red.

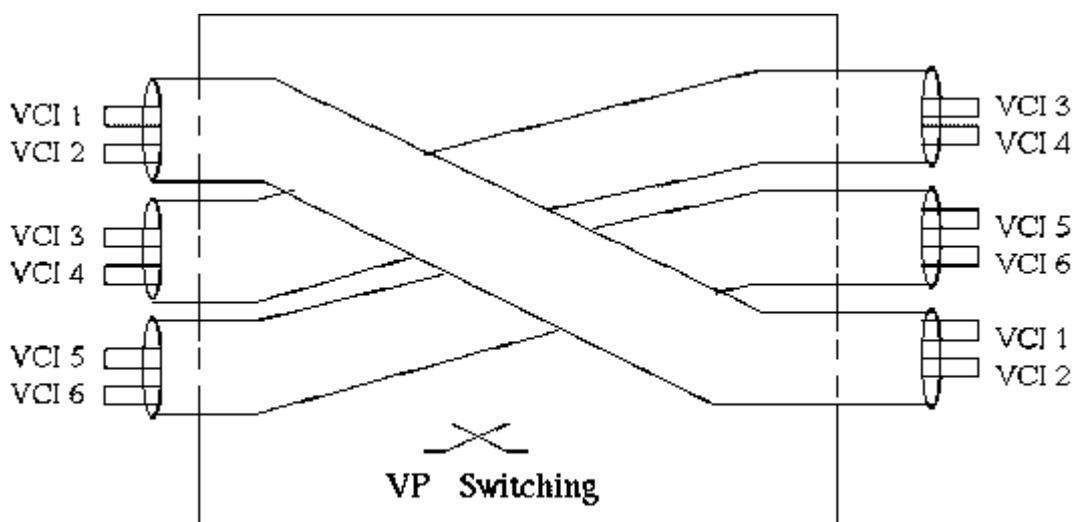
- Virtual Channel / Virtual Path: El sistema ATM dispone de dos tipos de conexiones de transporte, VP y VC. Como se explicó anteriormente, VC es una conexión unidireccional hecha por la concatenación de una secuencia de elementos de conexión. Un VP es un grupo de estos canales.

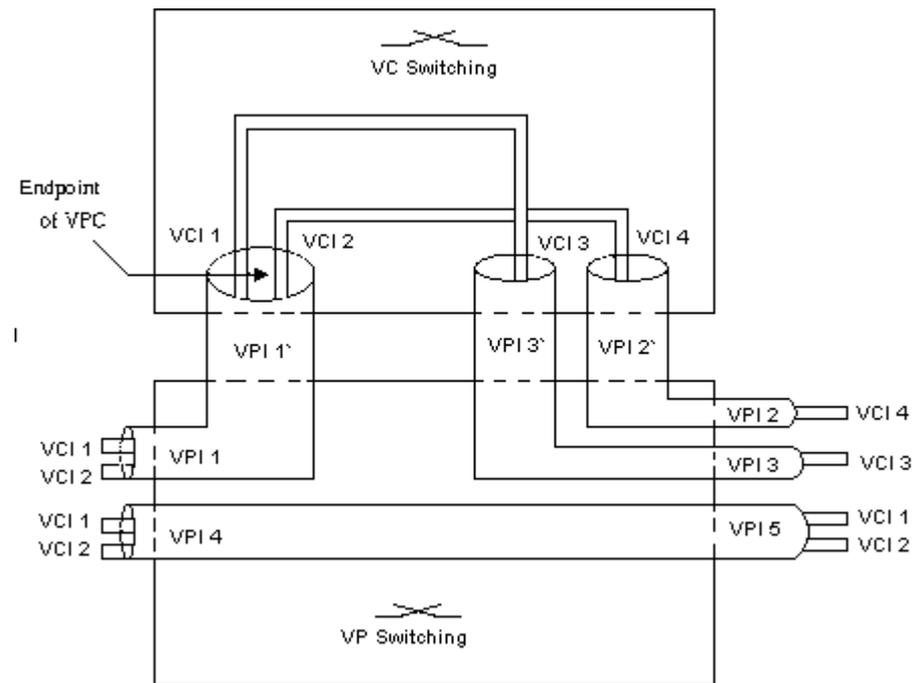


Cada canal y path tienen un identificador propio. Todos los canales en un path tienen identificadores distintos, pero pueden ser iguales que los identificadores de canales de otro path.

Un canal individual puede ser identificado unívocamente por su número de canal y path. Estos identificadores pueden ser distintos en el emisor que en el receptor si la conexión es “switchada” en algún punto de la red.

Los VC que permanecen en un solo VP a través de las conexiones tendrán idénticos identificadores de canal virtual en ambos extremos. La secuencia de celdas es mantenida por la conexión del VC.





6.4 PROGRAMACIÓN EN ATM.

Los programas diseñados para ATM deberán manejar datos en tiempo real, además suministrar datos rápidamente a otros ordenadores y todo esto compartiéndolo con señales concurrentes de audio y vídeo, además de ir informando a la red de la prioridad de lo que se envía, así como del ancho de banda requerido.

La programación de estas nuevas aplicaciones es muy complicado para los programadores, ya que no existen todavía las necesarias API's que les permitan olvidarse del problema de la implementación física y ocuparse únicamente de la programación.

Actualmente no existe una aplicación de este tipo, siendo lo que más se aproxima a esta es **Winsock 2.0**. Otra aplicación parecida es **LANE**, proporcionada por la propia ATM, que proporciona una interfaz de MAC para IPx no ATM, **NetBEUI**.

También existe un protocolo IP que adapta redes TCP/IP a ATM, denominado **IP sobre ATM**.

6.4.1 Winsock 2.0.

Para ser compatible con la versión 1.1. incluye las llamadas Winsock que permiten establecer enlaces, enviar y recibir datos por los enlaces y eliminarlos cuando la comunicación haya finalizado.

Para ATM, **Winsock 2.0**. permite la calidad de servicio, con lo que las aplicaciones

pueden negociar el nivel de servicio para un determinado ancho de banda así como prioridades y agrupaciones de socket (conexiones).

6.4.2 Emulación de Red de Área Local (LANE).

LANE intenta que las aplicaciones que actualmente existen trabajen sobre ATM. Esto lo hace ofreciendo un nivel de servicio MAC complementario al que poseen los concentradores en las LAN.

La capacidad de servicio MAC permite la utilización de los distintos protocolos de comunicación y los controladores existentes.

La desventaja que tiene es que **LANE** no mejora la calidad de servicio, por lo que no aprovecha ATM al máximo.

LANE también especifica como han trabajado sobre redes ATM las tres características de la norma IEEE 802 (transmisión sin conexión, teleenvío /multienvío de mensajes y direcciones MAC unidas físicamente).

LANE posee un protocolo de resolución de direcciones que se encarga de relacionar una dirección ATM con una dirección MAC, construyendo el circuito virtual entre los extremos. Para teleenvío / multienvío de mensajes **LANE** dirige circuitos punto a punto y punto a multipunto salientes.

LANE también define el formato de los paquetes ATM para que ésta trabaje como otra capa física y además, cómo un adaptador ATM en un terminal pueda trabajar como una interfaz lógica con otro protocolo en ese terminal.

6.4.3 IP sobre ATM.

Ha sido necesario especificar cómo colocar paquetes **IP** en unidades de datos de protocolo y convertirlos en celdas ATM para poder obtener esta aplicación, debido a que **IP** no reconoce los protocolos de MAC. Ésta es la técnica que se conoce como encapsulamiento.

Estas especificaciones a las que hemos hecho referencia son las siguientes:

- **RFC 1483**. Define la encapsulación de datagramas **IP**.
- **RFC 1577**. Especifica cómo trabajar con direcciones **IP** en ATM.

Ambas especificaciones tratan ATM, no como lo hace **LANE** (adaptación de un tipo de aplicaciones hacia ATM), sino como una sustitución de los nodos **IP** actuales.

IP sobre ATM trabaja mejor que **LANE** en cuanto a paquetes de datos más grandes y tráfico unidireccional, mientras que es menos eficiente en cuanto al tráfico multidireccional.

6.5 VENTAJAS DE ATM SOBRE LAS LAN.

En las redes actuales, podemos encontrar los siguientes y principales problemas a partir de la aparición de nuevos equipos más y más potentes:

- Transferencia de datos muy grandes (del orden de Gigabytes).
- Tráfico de red en aumento.

Ante estos problemas, la **solución** que los administradores de las redes buscan es la ampliación del ancho de banda, lo cual tiene el inconveniente de que no todas las aplicaciones necesitan el mismo ancho de banda, con lo que la asignación fija de un ancho de banda determinado provoca el desaprovechamiento de tan preciado recurso, ya que no todas las aplicaciones necesitan el mismo ancho de banda continuamente, sino que existen picos de información.

Para solucionar este problema aparece el **Modo de transmisión asíncrona, ATM**, cuyas principales características (según sus proveedores) son:

- Velocidades de ancho de banda mayores de 1Gbps.
- Garantías para desarrollar aplicaciones multimedia.
- Capacidad para diferentes tecnologías de acceso (Ethernet, Frame Relay o FDDI)

A partir de 1996 existen en el mercado nuevos productos y servicios ATM para redes de área local y extendida. Estos productos van desde adaptadores de 25'6 Mbps a conmutadores con puertos Ethernet incorporados.

Sin embargo no será hasta 1998 cuando aparezcan nuevos productos software y hardware que permitan pasar de una red normal a la infraestructura ATM, debido al alto coste de reemplazamiento de lo que sería la espina dorsal de las redes por los equipos ATM.

6.6 PROBLEMAS DE ATM.

El principal problema que se encuentran las empresas para instalar ATM es el económico. El alto precio de las tarjetas adaptadoras (varían entre 40.000 y 140.000 pesetas) impiden que las empresas opten por esta tecnología de red, ya que la mayoría de las redes ni siquiera han sido amortizadas.

Otro inconveniente es que hasta mediados de 1995 no existía ningún estándar que especificase cómo se debía pasar de una red clásica a una red ATM, por lo que las empresas que optaban por el cambio a ATM debían realizar un cambio brusco de su red anterior a ATM, con el consiguiente desembolso económico.

Además, mientras ATM se ha ido desarrollando, han ido surgiendo tecnologías paralelas que ofrecen altas velocidades en la transmisión de datos y con un precio más asequible.

- Ethernet y Token Ring clásicas usando concentradores. Pueden ofrecer un ancho de banda suficiente para realizar transmisiones multimedia, con límites de 10 y 16 Mbps respectivamente.

- *100VG-AnyLAN*: Ofrece una velocidad de entre 10 y 100Mbps y ancho de banda dedicado.
- *Fast Ethernet*: Ofrece velocidad de entre 10 y 100Mbps, pero no ofrece ancho de banda dedicado.

6.7.- ADAPTACION DE ATM A LAS TECNOLOGIAS ACTUALES.

El mejor método para pasar de una red convencional a ATM consiste en proporcionar ATM en primer lugar a aquellos grupos que necesiten un mayor uso de los recursos de la red. Esto se realiza mediante tarjetas adaptadoras ATM, que se conectarán con el resto de tarjetas de red mediante puentes. Estas tarjetas no suponen un gran desembolso económico para la empresa o el cliente, y permite introducir ATM de una manera suave, sin romper con lo ya establecido.

El problema que nos podemos encontrar es que hemos pasado de unas tecnologías y protocolos que estaban pensados para unos requisitos específicos, como por ejemplo, Ethernet, a una red como ATM, cuya principal característica es que es asíncrona, además de utilizar comunicaciones orientadas a la conexión.

ATM es capaz de garantizar de que cada protocolo tenga unas determinadas características con las que le sea posible ofrecer los servicios que normalmente ofrece a sus usuarios. Esto lo hace dando para cada tipo de protocolo existente en esa red un circuito virtual (LANE) con unas características adecuadas a ese protocolo. De este modo, cualquiera aplicación que utilice cualquier tipo de protocolo existente en el mercado, será capaz de acceder a la red ATM, con todas las ventajas que esta ofrece al usuario.

ATM también permite conexiones vía satélite a través de *Comsat World Services*, que ofrece dos niveles de servicio.

- Uno de ancho de banda medio y alto para empresas públicas de telecomunicaciones.
- Otro ancho de banda para clientes con redes multinacionales.

Estos servicios emplean terminales VSAT que son estaciones terrestres móviles, que son capaces de manejar enlaces de alta capacidad con los satélites del sistema fijo Intelsat.

De este modo, será posible establecer comunicaciones de videoconferencia y multimedia en **tiempo real** entre dos lugares opuestos del globo, con el consiguiente beneficio para la empresa.

8.- SERVICIO ATM. CLASES DE SERVICIOS.

Clase	“Timing	Bit	Modo de	Ejemplo de
-------	---------	-----	---------	------------

de servicio	Relation" entre fuente y destino	rate	conexión	servicio
Clase A	Requerido	Cte	Orientado a conexión	Constant bit rate video
Clase B	Requerido	Vble	Orientado a conexión	Variable bit rate
Clase C	No requerido	Vble	Orientado a conexión	Transferencia orientada a conexión
Clase D	No requerido	Vble	No orientado a conexión	Transferencia no orientada a conexión

Con la configuración establecida en los apartados anteriores, el modo de transferencia asíncrono nos permite establecer diferentes tipos de comunicación entre dos terminales.

Los diferentes servicios que nos ofrece son los siguientes:

- TELEFONÍA: Servicio de AUDIO.
- VIDEO TELEFONÍA: Servicios de AUDIO y VIDEO STANDARD.
- TV DE DEFINICIÓN STANDARD: Servicios de DATOS, TELETEXTO, AUDIO y VIDEO STANDARD.
- TV DE ALTA DEFINICIÓN: Servicios de DATOS, TELETEXTO, AUDIO, VIDEO STANDARD y VIDEO DE ALTA DEFINICIÓN.
- VIDEO LIBRERÍA: Servicios de DATOS, AUDIO y VIDEO STANDARD.
- DATOS ALTA VELOCIDAD: Servicio de DATOS.

BIBLIOGRAFIA

Hemos utilizado diversas fuentes para la recopilación de información aunque Inernet ha sido sin duda la más ventajosa dada la poca difusión en ejemplares de los protocolos distintos al Ethernet.

Fast Ethernet

- Norma IEEE 802.3, www.IEEE.org
- www.cis.ohio.state.

100VG-AnyLAN

- www.io.com/~richardr/vg

FDDI

- InterOperability LAB (IOL). FDDI tutorials and resources.
<http://www.iol.unh.edu/training/fddi/htmls/index.html>

ATM

- ATM Black. Foundation for Broadbands Networks Volumen I y II
- Revistas y publicaciones: Communications World y Global communications.
- www.cisco.com.