

INDICE

1. Introducción
2. Especificaciones de FDDI
3. FDDI como estandar de Industrias
4. Revisión del estandar FDDI
5. Antecedentes técnicos de FDDI
6. Operación típica de una estructura FDDI
7. Análisis de Interredes
8. Conclusión

1.0 Introducción

FDDI es un estándar de transmisión de datos por cable de fibra óptica, especificado por el comité X 3T9.5 del instituto nacional matemático de normalización (ANSI). La red FDDI opera a 100 megabits por segundo (Mbps) para la transferencia de datos a alta velocidad, posee un protocolo de paso de testigo temporizado para la eficacia y utiliza una topología de anillos paralelos con dos contadores rotarios contrarios para la redundancia. FDDI es la primera red local diseñada completamente por una entidad normalizada con el fin de operar sobre de fibra óptica.

La red FDDI tiene un ciclo de reloj de 125 MHz y utiliza un esquema de codificación 4B/5B que le permite al usuario obtener una velocidad máxima de transmisión de datos de 100 Mbps. Ahora bien la tasa de bits que la red puede efectivamente soportar puede superar el 95% de la velocidad de transmisión máxima. Con FDDI es posible transmitir una trama, o diversas tramas de tamaño variable de hasta 4500 bytes durante el mismo acceso. El tamaño de trama máximo de 4500 bytes esta determinado por la técnica de codificación 4B/5B de FDDI.

2.0 Especificaciones de FDDI

Las especificaciones de FDDI permiten que existan un máximo de 500 estaciones FDDI (conexiones físicas) directamente sobre cada anillo paralelo. Las estaciones FDDI utiliza una dirección de 45 bytes, definida por el comité 802 del instituto de ingenieros electrónicos y eléctricos (IEEE). La oficina de normalización del IEEE administra la asignación de las direcciones a todas las estaciones FDDI.

FDDI utiliza un protocolo del tiempo de rotación del testigo. Este método se emplea para que una estación pueda tener acceso a la red. Se entiende por testigo del derecho a transmitir datos. Esto permite un acceso determinístico, libre de choques que mejora el rendimiento sin considerar el número de estaciones conectadas a la red. Por consiguiente es posible utilizar FDDI como un sistema de tiempo real debido a su alta velocidad y eficacia.

FDDI se diseñó con el objeto de brindar un alto grado de confiabilidad y un tiempo útil continuado como prerequisite. La transmisión libre de error se consideró virtualmente como un objetivo de diseño. Es por esto, entre otras cosas, que se optó por la fibra como medio para el FDDI.

El cable de fibra multimodo con un diámetro exterior del núcleo de 62.5 micrones (um) y un diámetro exterior del revestimiento de 125 um (62.5/125) es el tipo de medio con el que empezó a operar la red FDDI. Esto se debe a que el estándar FDDI especifica las características de estación a estación y de cable de planta sobre la base del cable 62.5/125 para proporcionar un puerto de referencia común que permite verificar si existe conformidad.

Las empresas que producen y diseñan estos productos como AT&T, DEC, etc, recomiendan la fibra 62.5/125. También cabe la posibilidad de utilizar otros tipos de cables de fibra óptica incluidos 100/140, 82.5/128 y 50/125. Existe una cantidad importante de fibra oscura 50/125 que ya se encuentra instalada en numerosas zonas. Es probable que aquellos se instalaron hace algunos años, fibra oscura para utilizarla en el futuro. Este tipo de fibra es muy común en Europa y el lejano oriente especialmente en Japón.

Para alcanzar el objetivo de diseño referente a una transmisión virtualmente libre de error, se especificó que la tasa de error total del anillo completo FDDI no debiera exceder $10E-9$ con una tasa de pérdida de paquetes que tampoco exceda $10E-9$. En el caso que se produjera una falla en una estación o que se rompiera un cable, se evita automáticamente la zona de problema, sin la intervención del usuario, mediante lo que se conoce como "curva de retorno" (wrapback). Esto ocurre cuando el anillo FDDI detecta una falla y direcciona el tráfico hacia el anillo secundario de modo de reconfigurar la red. Todas las estaciones que se encuentran operando correctamente se mantienen en línea e inalterados. Tan pronto como se corrige el problema, restaura el servicio en dicha zona.

Una opción denominada desvío óptico permite que una estación que se encuentra con falla debe pasar el tráfico por ella sin interferencia. Por lo general esto se logra mediante el uso de un conmutador óptico instalado en el exterior de la estación. FDDI utiliza una topología de dos anillos con dos contadores rotatorios contrarios para la redundancia total, los anillos pueden cada uno alcanzar un máximo de 2 km de

circunferencia. Los dos anillos paralelos se denominan respectivamente anillos primarios o anillo A y anillo secundario o anillo B. El camino primario de la red FDDI, camino A, se utiliza en la operación normal. El camino B o secundario se utiliza para la redundancia y es empleado en sentido izquierdo cuando se opera normalmente. El camino B es un camino de respaldo y solamente se emplea cuando se presenta un problema con el camino A. Así, si llegase a ocurrir un problema, todo el tráfico de la red FDDI se cambia automáticamente del lado A del anillo al lado paralelo B que rota en sentido contrario. Esto se efectúa sin la intervención del usuario y sin interrupción. La rotación en sentido contrario permite que se recoja inmediatamente la información.

Existen dos tipos básicos de estación FDDI aquellas que están unidas con un único anillo y las que están unidas con ambos. Las cuatro clasificaciones de dichas estaciones son las siguientes:

- La estación unida a un solo anillo (SAS)
- La estación unida a ambos anillos (DAS)
- El concentrador unido a un anillo (SAC)
- El concentrador unido a ambos anillos (DAC).

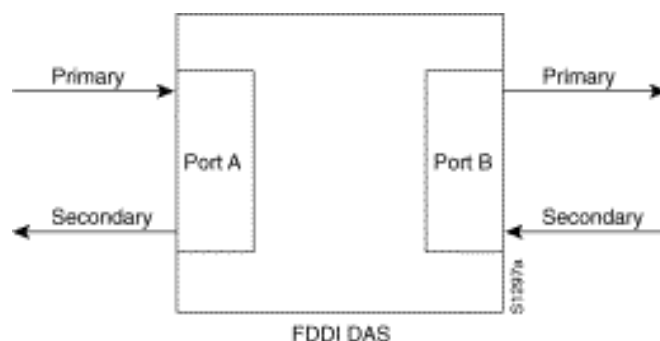


Fig. 1 Ejemplo de estación tipo DAS

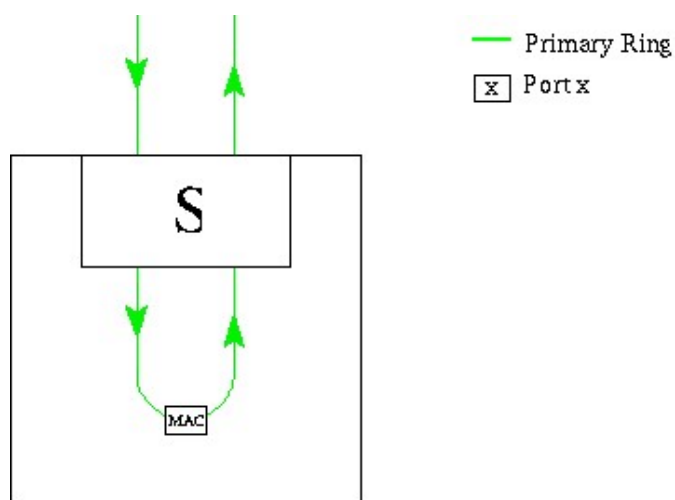


Fig.2 Ejemplo de estación tipo SAS

Las estaciones con clasificación A (DAS y DAC) utilizan tanto el primario como el secundario del anillo FDDI puesto que pueden reconfigurarse en el anillo secundario si llegara a fallar el primario o una estación, sin que por ello el usuario experimente una interrupción. El anillo secundario FDDI opera de la misma manera que el primario pero en sentido contrario.

Por el contrario aquellas estaciones con clasificación tipo B (SAS y SAC) solo se pueden utilizar en el primario del anillo FDDI como un método de conexión de menor costo para las estaciones de trabajo no críticas. No se presenta redundancia alguna con este método de conexión. Por lo general, una DAC se utiliza para conectar diversas estaciones SAS, clase B. Un concentrador o multiplexor inteligente como se le denomina a veces, conecta las estaciones FDDI unidas a un solo anillo a ambos anillos FDDI, la mayoría de las SAS se encuentran tras el concentrador.

3.0 FDDI como estándar de industrias.

FDDI define un amplio conjunto de servicios y proporciona un alto nivel de disponibilidad y confiabilidad, actualmente, ANSI lo está desarrollando como un estándar norteamericano en el comité de normalización autorizado bajo la dirección X3T9.5. Por otra parte la organización internacional de normas por medio de la comisión electrónica internacional la está desarrollando como estándar universal.

FDDI es un estándar de comunicación divulgado y de arquitectura abierta. Es compatible con el modelo ISO/OSI en los niveles 1 y 2 y ha sido diseñada para la transferencia de datos a alta velocidad en un medio multidistribuidor. Todos los equipos en la red FDDI deben tener la capacidad de interoperar.

Se han formado diversos grupos distribuidores y usuarios para promover el estándar FDDI y asegurar la compatibilidad entre los diferentes productores de FDDI.

AT&T, Hewlett Packard HP y Siemens suscribieron un acuerdo internacional para transceptores ópticos intercambiables que cumplan con el estándar de dependencia del medio físico (PMD) de FDDI en un esfuerzo por fomentar dicho estándar y los asuntos que digan relación con la capacidad de compatibilidad.

- **Aplicaciones primarias de FDDI**

Resulta evidente que las primeras aplicaciones de FDDI sean para la transferencia de grandes cantidades de datos. Como por ejemplo, la transferencia de gráficas y videos de alta resolución, las comunicaciones con procesador central y las redes de área local (LAN), actualmente aún se descubren nuevas aplicaciones para FDDI el ancho de banda de éste da pie para nuevas aplicaciones que en el pasado resultaban imposibles. En consecuencia, se deberán crear nuevos software. Así se espera que FDDI cobre una gran fuerza en diversos ámbitos de aplicación.

- **Ámbitos de aplicación primarios de FDDI**

- Redes principales cooperativas.
- Interconexión de Lan de alta velocidad.
- Conectividad I/O de un procesador central.
- Operaciones militares y o gubernamentales.

Como se señalara anteriormente, la velocidad de transmisión de FDDI es de 100 Mbps, vale decir, 10 veces la velocidad de las reales Ethernet/IEEE 802.3. dicha velocidad le permitirá a FDDI cumplir con las exigencias cada vez mayores de las actuales aplicaciones en banda ancha, como por ejemplo, gráficas y bases de datos

distribuidos con formación de imágenes. un anillo FDDI, con su alto rendimiento, podrá unir actuales redes de baja velocidad o equipos a una sola red central cohesiva.

4.0 Revisión del estándar FDDI

○ Origen y Fundamentos

En octubre de 1982, el grupo de trabajo técnico ANSI X 3T9.5, subcomite del X 3T9, se constituyo con el fin de desarrollar un estándar de transmisión de datos de alta velocidad. El X 3T9 fue en su origen y es aun un comite nacional americano de normalización (ANSC), encargado de interfaces de entrada y salida para computadores.

El comité individual que encabezó el X 3T9 se denominó X 3 sistemas de procesamiento de información X 3 es un comité de normalización acreditado (ASC).

En un comienzo el estándar propuesto partió como una interfaz de datos distribuidos localmente (LDDI). Este fue concebido como un sistema de banda ancha que cubría 1km y conectaba 7 nodos. Muy pronto quedo al descubierto que dicho estándar no sería adecuado para los tipos de redes que se necesitarían. En 1986 ANSI había revisado el documento original y publico un esquema de lo que sería FDDI.

El estándar FDDI especificaba una red principal (backbone) conmutada con paquetes basado en token temporizado, habilitada para transportar datos a tasas de alto rendimiento por fibras multimodo. Fue el primer estándar que se desarrollo desde un principio utilizando fibra como medio de transporte. FDDI es una red con paso de testigo temporizado que utiliza 2 pares de fibra que operan a una velocidad de transmisión de 100 Mbps con una velocidad de reloj de 125 MHz. Un equipo Spenny Univac que ayudaba en la creación de FDDI en 1983, detecto la necesidad de interconectar procesadores principales a sus respectivos periféricos mediante una red de alta velocidad. El grupo Spenny Univac propuso que se adoptara el trabajo que realizaba el comité IEEE 802.5 con mayores velocidades como el estándar ANSI X 3T9.5.

La proposición adoptó esencialmente el Token Ring 802.5 con la velocidad modificada a 100 Mbps. El grupo Burroughs dotado en experiencia en el centro de investigación IBM de Zurich respecto de los problemas de ineficiencia de la circulación paso testigo, presentó una propuesta basada para corregir el problema. El cambio fue adoptado y adoptado al comité.

- **Evolución del estándar FDDI**

FDDI ha experimentado un gran número de cambios desde sus comienzos. Con el advenimiento de microprocesadores más rápidos, en la actualidad es posible adquirir estaciones de trabajo de alta velocidad y mayor ancho de banda. La experimentación en el ámbito de la computación distribuida se han vuelto una realidad, hoy en día son necesarias las conexiones de alta velocidad que exigen el uso de fibras ópticas por razones de confiabilidad. Para los usuarios las conexiones heterogéneas también se han vuelto una necesidad. FDDI se ha convertido en el medio de distribuir equipos fuera de la sala del computador y mantener al mismo tiempo la ilusión que la red no está dispersa.

En 1983, LAN aún era la palabra de moda de las industrias, los usuarios se verán enfrentados a diferentes estándares y tipos de redes LAN. Las redes y estándares LAN eran todos diferentes y poseerán ventajas individuales. Poco a poco los usuarios se fueron familiarizando con las LAN por lo que comenzaron a desarrollar aplicaciones y a formarse un juicio acerca de las ventajas de las LAN respecto a las PABX datos y voz. Esto tuvo como consecuencia una rápida proliferación de las LAN en todos los sectores de la industrias y del gobierno. Aquellos que utilizaban LAN Ethernet no sin pesar que tenían algunas limitaciones, aquellos que utilizaban LAN Token Ring de 4 Mbps comenzaron a tener una saturación y degradación del comportamiento del sistema, la red principal corporativa se había vuelto una necesidad y FDDI cumplía con los requisitos que ésta exigía como estándar, FDDI se convirtió en la única red principal aceptada para las diferentes tipos de LAN que proliferaban entonces.

5.0 Antecedentes técnicos del estándar FDDI

El estándar FDDI incluye cuatro grandes subcapas:

- Soporte físico dependiente (PMD)
- Protocolo físico de capas (PHY)
- Control de acceso medio (MAC)
- Gestión de la estación (SMT)

- **Protocolo MAC**

El protocolo de acceso medio adoptado por FDDI es testigo pasante (token passing), permite soportar tráficos con diferentes requisitos de banda pasante y de atrasos, a través de un mecanismo de prioridad. El tiempo máximo en que una estación FDDI puede retener el testigo es negociado entre las estaciones en la fase de inicialización de operación del anillo. La estación con requisitos de menor tiempo de atraso establece el tiempo en que cada estación puede usar el medio antes de liberar el testigo. Un mecanismo de prioridad ofrece de las clases de servicios donde la clase de menor prioridad es subdividida en otros niveles de prioridad.

La subcapa MAC de FDDI especifica la formación de las tramas que transportan el testigo y los datos venidos de la subcapa LLC o de SMT.

- **Subcapa PMD**

La subcapa PMD corresponde a la primera de cuatro las capas que conforman el estándar FDDI. El PMD especifica las señales ópticas y las formas de ondas sobre el cable de fibra y en el cable de planta de la fibra, incluidos los conectores. También especifica una distancia máxima de 2 km entre cada estación FDDI y una tasa de error inferior a 4×10^{-11} (en fibra multimodo) y estipula que se puede utilizar un cable de fibra óptica multimodo con un número máximo de 500 estaciones y transmisores led de 1350 nm.

Tanto el cable de 62,5/125 como la mayoría del 50/125 se acogen a las especificaciones del PMD. La atenuación máxima del anillo es de 11 dB pto a pto, o sea 2.5 dB por km.

La subcapa PMD del estándar FDDI fue aprobada en 1988 por el ANSI, dicha subcapa corresponde a la capa 1, capa de enlace físico del modelo ISO de 7 capas. El PMD, revisión 1ª 105/1989, se especifica en X3.166-1988 y ISO DIS 9314-3.

Asimismo existe un documento para la subcapa PMD denominada (SMF-PMD). Esta es similar a la PMD, pero especifica fibra monomodo así como transmisores láser para distancias de hasta 60 km en vez de 2 km entre cada estación. Esto surgió por la necesidad en algunas situaciones de aumentar la limitación de 2 km del estándar PMD. El documento SMF-PMD, revisión 42 (10-05-90), ha completado la revisión pública del X3 pero aún no ha sido aprobado. Aún se encuentra en etapa de borrador y es muy probable que a la fecha ya este aprobado.

- **Subcapa PHY**

La subcapa PHY del patrón FDDI provee los protocolos relativos a la capa Física en el modelo OSI/ISO. Los bits recibidos de la subcapa MAC o de la SMT son agrupados de cuatro en cuatro y convertidos en una palabra código de 5 bits para transmisión según la regla de codificación 4B/5B. De esta forma la velocidad de modulación efectiva es de 125 MHz. La sincronización del anillo a los niveles de bits es hecha según el modo síncrono no coherente. Cada estación tiene un tamaño (buffer elástico) para compensar las diferencias de reloj de transmisión y recepción. La especificación de reloj de transmisión con 0.005% de estabilidad es de tamaño de compresión mínimo de 10 bits permitiendo asegurar una transmisión de tramas de 4500 octetos con una probabilidad de falla de sincronización inferior a $10E-12$.

La versión FDDI-II, incluye también el servicio de conmutación de paquetes de bits, un modo de operación adicional basado en la técnica de conmutación de circuitos, típicas en las redes telefónicas privadas (PABX). Es posible por lo tanto con la FDDI-II, soportar tráfico asíncrono (datos en general) y tráfico síncrono (voz, datos en tiempo real, etc). La activación del modo de operación híbrida FDDI-II exige que todas las estaciones en el anillo se implementen en ese modo.

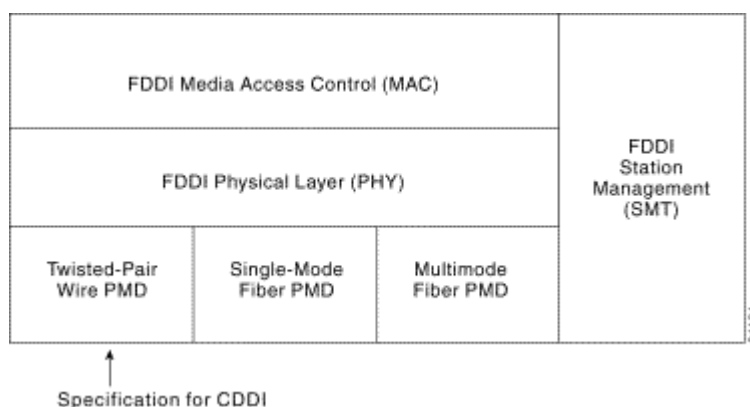


Figura 3 Subcapas del estándar FDDI .

6.0 Operación Típica de un Anillo FDDI

FDDI especifica una topología en la que existen dos anillos de fibra óptica independientes y de rotación inversa (figura 4) que proporciona una velocidad global de 200 Mbps, 100 Mbps para cada uno de los canales. En la figura vemos que los componentes (ETD, como terminales, ordenadores, estaciones de trabajo o estaciones gráficas) están interconectadas a través de un concentrador, que sirve de punto de encuentro y reconfiguración para todas las líneas de fibra óptica y para todo el flujo de datos. El canal interno enlaza sólo determinados dispositivos. Estos dispositivos, que tienen conectados los anillos interno y externo, tienen clasificación A. Los dispositivos tipo B sólo están unidos a un anillo. Lo interesante de esta especificación es que permita designar con la calificación A a las estaciones críticas que necesitan apoyo adicional y canales de mayor velocidad. Las otras estaciones, de menor importancia (por ejemplo, estaciones trabajo aisladas, o terminales de baja prioridad), pueden dejarse como estaciones de clase B, con un costo inferior.

El concentrador permite conectar estaciones y reconfigurar el sistema. También se encarga de aislar los nodos problemáticos mediante el punto de concentración, que era uno de los aspectos claves de la Token Ring de IBM y de su sistema de cableado. FDDI no exige necesariamente que todos los canales sean de fibra óptica. El concentrador puede incluir un interfaz en el que el usuario instalará

fibra óptica para una parte de la red, y coaxial o par trenzado para otra región de la misma.

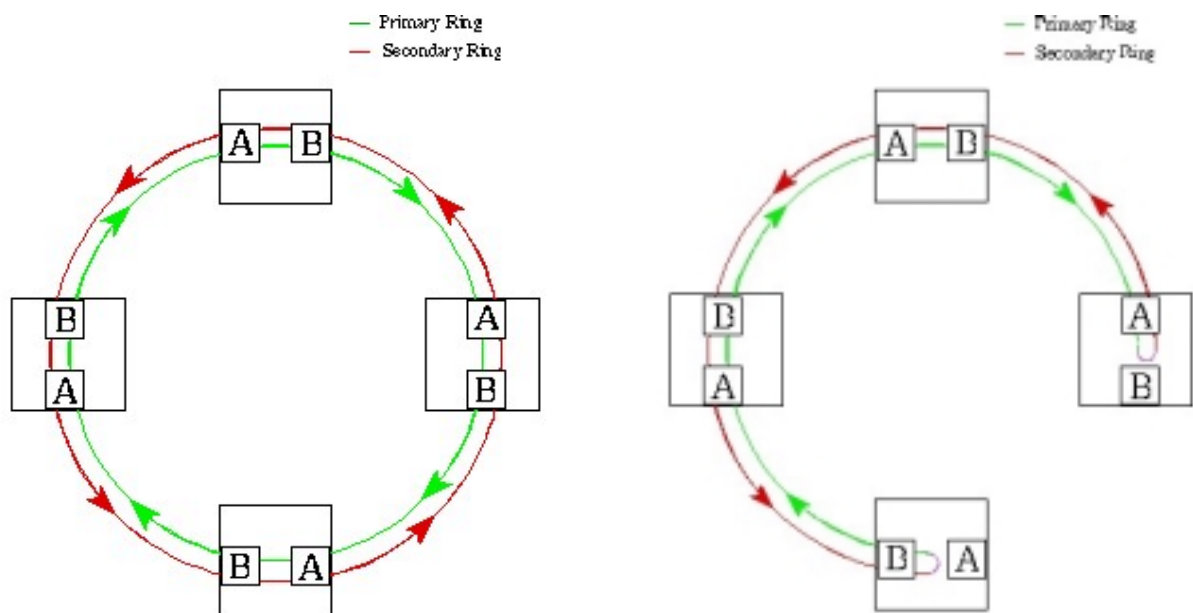


Fig. 4 Reconfiguración de un sistema FDDI

Los conectores de los terminales y del concentrador son diodos láser, que hacen funcionar a la red a 100 Mhz.

No es raro que en un edificio o en una planta de trabajo un canal quede fuera de servicio. En la figura 4 vemos una posible reconfiguración en caso de pérdida de uno o más canales. Vemos que el canal que une los dispositivos 3 y 4 ha quedado fuera de servicio. FDDI permite llevar a cabo esta redistribución manipulando los bucles que atraviesan los dispositivos 3 y 4, todos los demás dispositivos pueden seguir accediendo a la red.

Si una estación se avería o deja de funcionar, FDDI establece también que ese nodo será puentado. En esencia, lo que sucede es que un espejo refleja los rayos de luz hacia un camino alternativo.

FDDI establece un esquema de sincronización de la red muy particular. El mejor código que puede emplearse en una red es aquel que proporciona cambios de la señal frecuentes. Estas variaciones permiten ajustar constantemente el receptor con los datos recibidos, garantizando una perfecta sincronización entre el nodo emisor y el receptor. El código Manchester (tabla 6.4) que utiliza el estándar 802.5 sólo tiene una eficacia del 50%, ya que cada bit exige dos transiciones de estado en la línea (es decir dos baudios). Si se usa el código Manchester, una transmisión de 100 Mbps exigirá un ancho de banda de 200 Mbps (200 Mhz). En otras palabras, el código Manchester requiere el doble de ancho de banda que el de transmisión.

ANSI, considerando que una velocidad de 200 Mhz encarecería las interfaces y los dispositivos de temporización, ideó el código llamado 4B/5B, en el que usa un código de cuatro bits para crear otro de cinco bits. Por cada cuatro bits que envía el ETD, FDDI crea cinco. Estos cinco bits proporcionan el autosincronismo buscado. De este modo, en FDDI una velocidad de 100 Mbps sólo exige un ancho de banda de 125 Mhz. En la tabla xxx se muestra una estructura de codificación 4B/5B.

Tabla 1 Estructura de codificación 4B/5B

DATOS DE USUARIO		CODIGO 4B/5B	
Binario	hexadecimal	Código	Símbolo
0000	0	11110	0
0001	1	01001	1
0010	2	10100	2
0011	3	10101	3
0100	4	01010	4
0101	5	01011	5
0110	6	01110	6
0111	7	01111	7
1000	8	10010	8
1001	9	10011	9
1010	A	10110	A
1011	B	10111	B
1100	C	11010	C
1101	D	11011	D
1110	E	11100	E
1111	F	11101	F

FDDI utiliza un protocolo de entrega de testigos múltiples. El testigo circula por el anillo detrás del último paquete transmitido desde un dispositivo. Si una estación desea enviar datos, capturará el testigo, lo extraerá, colocará su paquete o paquetes en el anillo y volverá a depositar el testigo justo a continuación de la corriente de datos. Este mecanismo contrasta con el IEEE 802.5, en el que sólo puede usar el testigo una estación cada vez.

El esquema de entrega de testigo está basado en la necesidad de ejecutar sobre la red aplicaciones en tiempo real, por lo que la temporización está estructurada de modo que un nodo pueda tener la certeza de capturar el testigo en el momento que desee.

A medida que el paquete va atravesando el anillo con el testigo a su espalda, cada estación restablece el sincronismo y regenera los datos del o los paquetes.



Fig.5 Estructura del testigo

Donde:

PA — Preámbulo: 4 o más símbolos.

SD — Delimitador de partida: Símbolo 'J' y 'K'.

FC — Control de trama: 2 símbolos describen que tipo de token es.

ED — Delimitador de fin: Dos símbolos 'T'.

Al igual que muchas otras redes locales, esta red emplea un método de temporización del testigo. Cada nodo mide el tiempo que tarda el testigo en regresar a ella (llamado tiempo de rotación de testigo TRC), y lo compara con el tiempo previsto de llegada (PTT). Si el testigo regresa antes de lo estimado según el PTT, ello indica, casi con seguridad, que la red esta poco cargada. El nodo queda autorizado para enviar el flujo de datos que necesite siempre que no supere el tiempo marcado por PTT. Si por el contrario el testigo llega después del plazo PTT, lo más probable es que la red esté bastante cargada, por lo que el nodo sólo deberá transmitir el tráfico de alta prioridad, dejando el de baja prioridad para otro momento en que la red esté menos congestionada.

Conviene destacar dos aspectos de este protocolo. En primer lugar, como ya hemos comentado, una vez capturado el anillo, se extrae del mismo el testigo, se colocan los datos en el anillo y se vuelve a insertar el testigo detrás. Sin embargo, cuando una estación captura el testigo, el anillo permanecerá inactivo durante un breve periodo de tiempo, mientras se prepara el paquete. Esto proporciona al ETD

y la unidad de interfaz con el anillo algo más de tiempo para estructurar el paquete y hacerlo pasar por el interfaz. Esta relativa sencillez abarata el interfaz. En segundo lugar, como el testigo se envía inmediatamente después del paquete, cualquier otra estación que se encuentre después en la línea podrá adquirir también el testigo, si el tiempo de rotación de testigo y su tiempo previsto de llegada entran dentro de los límites especificados por los parámetros. Este esquema permite aprovechar mucho mejor las redes grandes, en las que el intervalo de latencia necesario para recorrer todo el anillo sea muy largo. En tercer lugar, el anillo FDDI permite establecer prioridades, jugando con los parámetros TRT y PTT.

7.0 Análisis de interredes de FDDI

Así como cambian las redes, también es necesario modificar su análisis. La tendencia a sido y sigue siendo hacia un mayor número de datos y hacia un cambio rápido. Actualmente está creciendo de forma irreversible una tendencia de las redes que interconectan áreas locales (LAN) por medio de redes metropolitanas (MAN) y de redes de área amplia (WAN).

FDDI se encuentra en la intersección de LAN, MAN, WAN. La aproximación al análisis intrerredes se divide en cuatro áreas principales: caracterización y prueba de equipos de interconexión; localizando averías en redes; caracterización básica y perfil de redes; e informe de resultados.

Durante el diseño y fase de instalación es importante evaluar la capacidad de los componentes antes de sean instalados en la red.

En su fase de operación inicial, las redes necesitan normalmente una localización de averías periódica para asegurar un alto nivel de rendimiento. Una vez que la red es estable, se emplea la caracterización básica para determinar el comportamiento típico de la red. El especialista en redes puede entonces hacer uso de estas líneas básicas de resultados y tomar las medidas más apropiadas según se necesiten. Para realizar un mantenimiento continuo el operador necesita un informe de resultados y explotación de capacidades para de este modo minimizar una determinada anomalía en la red.

Los elementos de interconexión son los componentes más críticos de la red. Sus capacidades y rendimiento influyen en el comportamiento general de la red; dado que son el punto de presión sobre ésta, es importante comprobar tanto el rendimiento como el funcionamiento de estos dispositivos.

Dos de los criterios más importantes para estos equipos es la determinación de su velocidad (throughput) de transferencia y su latencia (latency).

Las medidas de throughput se usan para determinar la velocidad máxima de trama para la cual el enrutador (router) es capaz de pasar el 100% de los paquetes ofrecidos. El dispositivo ideal debería pasar todas las tramas ofrecidas independientemente de su tamaño o velocidad. Sin embargo, la mayoría de los dispositivos de interconexión tiene un límite en cuanto a la velocidad y por debajo de los máximos teóricos. Para hacer las cosas más interesantes, las medidas de throughput actuales difieren dentro del mismo dispositivo, dependiendo de las características de tráfico y protocolo usados.

La prueba de latencia es una medida de tiempo que lleva a un paquete atravesar el enrutador. Si no fuera por las demoras inherentes a la arquitectura del enrutador y de los datos en sí mismos, la latencia sería cero. La latencia se convierte en un dato muy importante en redes más grandes, donde el tráfico debe traspasar múltiples dispositivos. Si los retrasos acumulados de estos dispositivos aumenta, los tiempos de los protocolos pueden verse sobrepasados, causando solicitudes de retransmisión. Esta retransmisión implica un tráfico adicional y mayor congestión.

Para simular las condiciones de redes más cercanas al entorno de FDDI, estas pruebas deben ser realizadas con tamaños de trama variables de hasta 4500 bytes y superiores. Para enrutadores de pruebas multiprotocolos, debería repetirse la prueba usando protocolos soportados por el enrutador (por ejemplo IP, IPX, decnet, etc). El caso ideal sería que el instrumento de prueba facilitara un modo automático de realizar estas pruebas. Esto minimiza el tiempo necesario para realizar las mismas en los diferentes enrutadores a efectos comparativos. También permite al operador realizar las pruebas de forma consistente, precisa y repetitiva.

Para que un instrumento de prueba pueda llevar a cabo estas tareas, tiene que ser capaz de analizar ambos lados del dispositivo de forma simultánea, transmitir y recibir tráfico a altas velocidades para que el dispositivo trabaje al máximo de su capacidad, a la vez tener un reloj común para medidas de latencia y soporte multitopología para pruebas en enrutadores multitopología.

Los operadores, basados en pruebas comparativas, pueden elegir e instalar el dispositivo de interconexión más óptimo en cuanto a relación precio/rendimiento para sus interconexiones. También hay una necesidad de repetir éstas pruebas después de introducir una mejora en los dispositivos de interconexión.

Los enrutadores de FDDI, dada su complejidad, son susceptibles a cambios y mejoras en el software, como por ejemplo SMT (station Management).

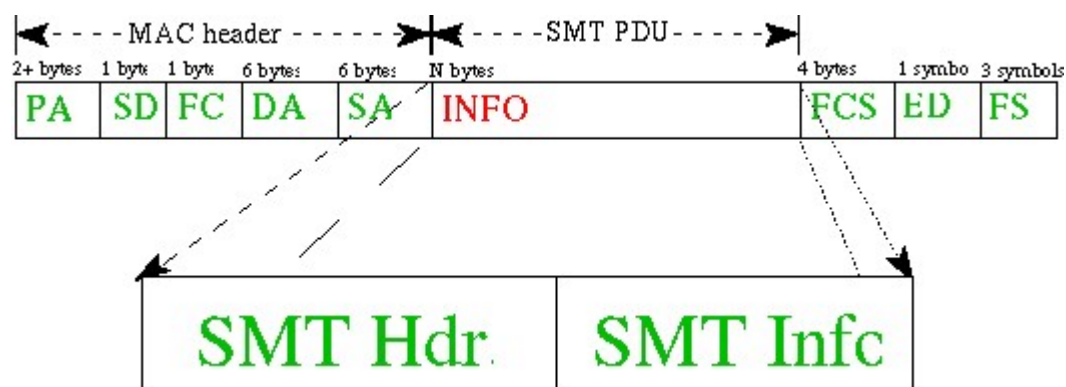


Fig.6 Formato de la trama FDDI .

Donde:

- PA — Preamble: 4 o más símbolos.
- SD — Starting Delimiter: Símbolos 'J' y 'K'.
- FC — Frame Control: 2 símbolos.
- DA — Destination Address: 12 símbolos.
- SA — Source Address: 12 símbolos.
- INFO — Information Field: 0 a 4478 bytes.
- FCS — Frame Check Sequence: 8 símbolos.
- ED — Ending Delimiter: Símbolo 'T' .

FS — End of Frame Sequence: 3 símbolos.

- **Pruebas funcionales para dispositivos de interconexión**

Mientras las pruebas de resultados muestran los límites de capacidad de un dispositivo, las pruebas funcionales si un dispositivo se comporta apropiadamente sin considerar la velocidad de la trama ofrecida. Esto es muy importante para dispositivos de interconexión de arquitectura mixta. Como por ejemplo cabe mencionar que un dispositivo Ethernet-FDDI puede tener que distribuir, por ejemplo, tamaños de trama, encapsulado, y/o traslación diferentes. La mejor forma de que los operadores aprendan si un dispositivo Ethernet-FDDI realiza estas funciones de forma apropiada es conectar a ambos puertos del dispositivo una herramienta de prueba de doble analizador (equipados con interfaces Ethernet y FDDI).

FDDI tiene un tamaño máximo de trama de 4500 Bytes, mientras que la trama Ethernet está limitada entre 64 y 1518 bytes. Si se transmite una trama mayor a 1518 y más corto que 64 bytes desde una estación FDDI, y destinado a una estación Ethernet al otro lado de un puente, la trama debería ser descartada. Otra diferencia entre la trama FDDI y la Ethernet es que en una trama FDDI las direcciones MAC son de la forma no canónica. Un dispositivo de interconexión debería de realizar de forma automática la conversión necesaria.

Para verificar las funciones apropiadas del puente, el instrumento de prueba debería transmitir tramas, pasando por tamaño de trama y comenzando con 17 bytes. Simultáneamente el puerto Ethernet del analizador debe capturar las tramas Ethernet enviadas y verificar que tan sólo se transmitirán por el puente tramas de entre 64 y 1518 bytes. Prosiguiendo con el análisis de tramas Ethernet, los usuarios pueden comprobar rápidamente si el puente realiza encapsulamientos o traslados y si realiza la conversión del formato de direcciones MAC necesaria. Esta es una forma simple y automática de verificar los aspectos operativos más importantes del puente.

Mientras el puente rechaza tramas fuera del intervalo de validez, un enrutador IP puede fragmentar tramas grandes en tramas más pequeñas. Por ejemplo, un enrutador puede fragmentar tramas de 3000 bytes (del lado FDDI) en

dos tramas de 1500 bytes antes de transmitirla al entorno Ethernet. Para la correcta implantación de la función de fragmentación, el analizador de pruebas puede entonces transmitir tramas de IP mayores de 1518 bytes, con una apropiada cabecera que permitiera dicha fragmentación, y luego monitorizar el segmento Ethernet. También esta debería ser una prueba simple y automática, evaluando el mecanismo de fragmentación de un enrutador IP.

○ Localización de averías en redes

Localizar averías en redes FDDI es fundamentalmente diferente al otro tipo de redes debido a su estructura; pueden producirse ciertos problemas en una parte del anillo (ring), y que éstos sean invisibles en otro sector del anillo. Dependiendo de dónde esté físicamente conectado el analizador de pruebas al anillo, podrá o no localizar algunos de los problemas de la red. Para seguir de cerca estas anomalías, cada estación FDDI mantiene contadores (una ficha de registro) de los eventos surgidos en la red. Los valores de estos contadores pueden ser requeridos y obtenidos utilizando tramas especiales. Sin embargo, son necesarias pruebas interactivas en un entorno FDDI. Las herramientas de prueba deben estar capacitadas para realizar periódicos requerimientos de estos parámetros de todas las estaciones, interpretar los resultados y proporcionarlos al usuario.

Los problemas de FDDI son normalmente intermitentes y se producen a menudo en forma imprevisible. Debido a la alta velocidad de datos, ningún proceso posterior de análisis sobre una captura grande de tráfico 'ciego' puede garantizar que estos problemas sean aislados. Aquí nuevamente se observa que es crucial la necesidad de contar un analizador de tiempo real con amplias capacidades de disparo. El analizador puede ser programado para buscar continuamente la anomalía y dejar de capturar datos si esto ocurre. Esto protege la trama resaltando el evento y haciendo que el seguimiento del problema sea mucho más fácil.

- **Caracterización básica y perfil de redes**

Una vez que la red es operativa, es importante lograr definir el comportamiento de la misma para que sirva de referencia en posibles variaciones futuras del comportamiento de la misma. Un instrumento de pruebas debería construir un perfil de red describiendo los parámetros más relevantes de la misma. Algunos de los parámetros más importantes en una red son los siguientes:

- Números de estaciones sobre la red y sus fabricantes.
- Número de servidores en la red y sus fabricantes.
- Número de dispositivos de interconexión y sus fabricantes.
- Protocolos utilizados en la red en porcentaje de utilización.
- Distribución del tamaño de trama en porcentaje de utilización.
- Mapa de anillo.

Una vez definido el perfil de la red por el analizador, debería ser entonces monitorizado durante un determinado período de tiempo (una semana o más) para obtener una caracterización básica. Esta caracterización básica proporciona la información sobre cuán críticamente cambian los parámetros con el tiempo y muestra la relación, en caso de existir, entre estas variaciones.

Para efectuar esta caracterización conviene obtener algunos de los parámetros más importantes de la red:

- Gráfico de utilización de la red, expresado en porcentajes y kbps.
- Gráfico de utilización de nodos, expresado en porcentajes y kbps.
- Gráfico de velocidad de tramas de la red expresado en tramas/s.
- Gráfico de velocidad de trama de nodo, expresado en tramas/s.
- Tráfico acumulado de nodos, en bytes.
- Gráfico de tiempo de rotación de Token (TRT), expresado en milisegundos.

Se debería facilitar el resguardo de la caracterización básica en un formato común de archivo para poder guardarlo y luego seguir manipulándolo. Por ejemplo, puede utilizarse una hoja de cálculo para efectuar un volcado de los datos para su análisis y posterior uso. Periódicamente puede realizarse una nueva caracterización y compararla con los resultados iniciales. Se puede observar una tendencia para ver

si los recursos de la red se aproximan a los límites de rendimiento. En caso necesario, pueden tomarse las acciones apropiadas para evitar problemas potenciales.

Para que una herramienta de prueba pueda realizar estas funciones debe disponer de capacidades de análisis en tiempo real y realizar continuas monitorizaciones y análisis, alto rendimiento para manejar tareas intensas y crear un archivo de formato estándar para la manipulación de datos.

El informe de resultados proporciona al usuario información sobre los resultados más significativos de la red que puedan influir en su operación. Para cumplir con ello, el instrumento debe ser capaz de examinar detenidamente e interpretar las tramas de la red en tiempo real. Normalmente, una colección de tramas asociadas reflejan un resultado de la red, comportándose como una estación unida al anillo FDDI. Además de mostrar los trazos de las tramas, el instrumento simplemente indicaría que una estación con dirección 00-01-86-02-33-F5 está unida al anillo en una determinada fecha y a una determinada hora. Algunos de los resultados más importantes de una red son :

- Nueva estación conectada al anillo.
- Estación dejó el anillo.
- Guía (beacoming).
- Ruido de línea observado.
- Último resultado observado (indica el último Token).
- Anillo envuelto/enrollado/cubierto (wrapped).
- Se observa tamaño de trama ilegal.
- Se detecta conexión de fibra inapropiada.

Mientras los diferentes directores de redes continúen interconectando LAN a través de MAN o WAN, es cada vez más importante entender cómo transita el tráfico a través de estas interconexiones. En el centro de esta interrogante y como solución está FDDI.

8.0 CONCLUSION

La transmisión de datos soportadas en fibra óptica es una realidad que llegó para innovar completamente en los sistemas de comunicación.

El rápido avance tecnológico que tuvo el desarrollo en el campo de transmisión de datos por medio de fotones en fibras ópticas llevo a planificar una utilización, un uso provechoso y de excelente calidad para presentar una alternativa y así descongestionar los sistemas de comunicación tradicionales.

La evolución que tuvo tanto del medio, como los transmisores y receptores ópticos, pasando por fibras multimodo de índice escalonado, led, diodos PIN , hasta las fibras monomodo de muy baja dispersión, diodos láser y receptores basados en diodos APD llevó a los investigadores y fabricantes a diseñar los primeros modelos y prototipos de sistemas de comunicación. Debido a la diversidad de equipos, los organismos competentes se vieron en la necesidad de crear una norma o un estándar es así como nació FDDI amparada en X 3T9.5 de la ANSI .

La evolución de esta norma (FDDI) y el continuo abaratamiento de los costos de equipos ópticos, llevo a crear sistemas de comunicaciones competitivos.

Las indudables ventajas que ofrecen las redes basadas en fibra óptica, como su velocidad, capacidad de transporte, baja atenuación y pequeñas pérdidas las llevó a ofrecer servicios en la mayoría de los tipos de redes como lo son las LAN, MAN y WAN, ofreciendo FDDI a estas últimas una interconexión de excelente calidad.

Algunas de las cualidades más significativas del estándar FDDI pueden ser las siguientes, cuenta con un anillo paralelo cuya velocidad de transmisión es de 100 Mbps, una trama variable de hasta 4500 bytes, y pueden conectarse al anillo unas 500 estaciones utilizando un protocolo de paso de testigo temporizado.