

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Facultad de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Telecomunicaciones



TRABAJO DE DIPLOMA

Protocolos de comunicación para redes ópticas de almacenamiento.

Autores: Duniel Pedraza Sánchez.

Jorge Faramiñán González.

Tutor: Dr. Pedro José Arco Ríos.

Santa Clara

2004

"Año del 45 aniversario del triunfo de la Revolución"

CONSTANCIA Y CERTIFICACIÓN



Hago constar que el presente trabajo de diploma fue realizado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas como parte de la culminación de estudios de la especialidad de Ingeniería Telecomunicaciones autorizando a que el mismo sea utilizado por la Institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización de la Universidad.

Firma de los autores

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

Autores

Firma del jefe
Departamento donde se
defiende el trabajo

PENSAMIENTO

“Hay una fuerza motriz más ponderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica: la voluntad”

Albert Einstein

AGRADECIMIENTOS

- A mis padres por el apoyo brindado en toda mi vida.
- A mi hermano con el que pude contar en cada momento.
- A mi gran amigo y hermano Delmo que siempre estuvo ahí para lo que hiciera falta.
- A Magalita que siempre estuvo cerca de mí para animarme, ayudarme y corregirme.
- A Yohanka por ayudarme en todo.
- A mi tutor el que nunca me falló y me orientó muy profesionalmente.
- A todos mi compañeros de aula, Jorge, Alberto, Mendoza, Isuán, Ramón, Dariel, Pichi, Oswald, en fin todos.
- A toda mi familia, abuelos, tíos, por ayudarme a ser de mi lo que soy.

Duniel Pedraza Sánchez

- A mis tíos y mi madre por el apoyo que siempre me han dado.
- A mi familia por apoyarme siempre.
- A los que me permitieron trabajar a cualquier hora en la escuela. Gracias por la confianza.
- A todos mis amigos y compañeros de aula.
- A mi tutor por ayudarme a corregir todos mis errores.

Jorge Faramiñán González

DEDICATORIA

Dedicatoria

A mis Padres y mi hermano.

Duniel Pedraza Sánchez

A mis tíos y mi madre.

Jorge Faramiñán González

TAREA TÉCNICA

TAREA TÉCNICA

1. Búsqueda de información sobre los protocolos empleadas en las redes ópticas.
2. Resumir los aspectos esenciales correspondientes a los protocolos canal de fibra, ESCON y FICON.
3. Analizar el problema de la selección del tipo de protocolo a emplear.
4. Estudiar y resumir los aspectos esenciales de cada uno de estos protocolos.
5. Confeccionar presentación en PPT para la impartición del tema.
6. Realizar predefensa en la fecha que se planifique.
7. Confeccionar informe final.
8. Realizar defensa.

Autores

Tutor

RESUMEN

Resumen

En el mundo se han desarrollado protocolos para la transmisión de datos por las redes, tal es el caso de X-25, ATM, SDH entre otros con el decursar del tiempo se han creado nuevos y más avanzados que tienen ventajas y facilidades que los anteriores no brindaban, hay un aumento considerable en la velocidad, la seguridad, el ancho de banda, entre otras.

Cada día se hace más importante el conocimiento de las nuevas técnicas y protocolos de comunicación a través de los diferentes medios de transmisión que existen, como por ejemplo la fibra óptica que representa el punto culminante en cuanto a líneas de transmisión se trata. Conociendo estos, podemos hacer un mejor uso y aprovechamiento de las potencialidades que brindan a las redes. Sobre algunos de los más novedosos, usados en redes ópticas, no se dispone de una documentación coherente, en el presente trabajo hemos realizado un estudio de algunos de estos protocolos. En los diferentes capítulos que forman este trabajo exponemos los elementos teóricos fundamentales que distinguen a los protocolos de canal de fibra, ESCON y FICON, las principales ventajas que brindan cada uno de ellos, así como la relación que existe entre todos y la forma de mezclar uno con otro.

Actualmente presentamos un déficit de bibliografía sobre las tecnologías de punta que van marcando avances en las telecomunicaciones a nivel mundial. Pretendemos elaborar un documento que sirva de guía teórica para un aprovechamiento más óptimo de las potencialidades que nos brindan los protocolos en el intercambio de datos sobre las redes ópticas.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN**19****CAPÍTULO 1- GENERALIDADES DE LOS PROTOCOLOS DE REDES ÓPTICAS****23****1.1- Tipos de redes****23**

1.1.1- Redes MAN

23

1.1.2- Redes WAN

23

1.1.3- Redes LAN

23

1.1.4- Redes de almacenamiento

24

1.2- Multiplexación en la fibra**27**

1.2.1- El TDM

27

1.2.2- WDM

28

1.2.3- DWDM

28

1.3- Protocolos antecedentes al canal de fibra, ESCON y FICON**29**

1.3.1- FDDI

29

1.3.2- SCSI

29

CAPÍTULO 2-CANAL DE FIBRA (FC)**31****2.1- Topologías de canal de fibra****32**

2.1.1- Punto a Punto

32

2.1.2- Lazo arbitrado (Arbitrated Loop)

33

2.1.3- Fabric

35

2.2- Capas de canal de fibra**36**

2.2.1- Capa FC-0

38

2.2.2- Capa FC-1

40

2.2.3- Capa FC-2

41

2.2.3.1- Palabras de control (Ordered Set, OS)

41

a) Delimitadores de trama

42

b) Señales primitivas

42

c) Secuencias primitivas

42

2.2.3.2-Trama

43

2.2.3.3-Secuencia

49

2.2.3.4-Intercambio

49

2.2.3.5-Protocolo

50

2.2.3.6-Control de flujo

50

2.2.3.7-Clases de servicios

51

2.2.3.8-Segmentación y reensamble

54

2.2.3.9 Detección y recuperación del error

57

2.3- Capa FC-3**57****2.4- Capa FC-4****58**

CAPÍTULO 3- ESCON (ENTERPRISE SYSTEMS CONNECTION)	60
3.1- Elementos a tener en cuenta asociados a ESCON	60
3.1.1- Elementos físicos	60
3.2- Transmisión de datos, codificación, protocolos y camino lógico	61
3.2.1- Codificación	61
3.2.2- Camino lógico	62
3.2.3- Tramas del nivel de enlace y dispositivo	62
3.3- Director ESCON (ESCD)	63
3.3.1- Dirección de enlace	63
3.3.2- Estados de puerto	63
3.4- Transmisión y recepción	64
3.4.1- Secuencias y tramas	64
3.4.2- Sincronización	65
3.4.3- Direccionamiento del nivel de enlace	65
3.4.3.1- Formato de las tramas ESCON	68
3.4.4- Caminos lógicos y operaciones de E/S	73
3.5- Ejecución de operaciones de E/S	75
3.6- Beneficios que ofrece ESCON	76
 CAPÍTULO 4- FICON (FIBER CONECTOR)	 79
4.1- Topología	79
4.2- Terminología	80
4.3- Arquitectura de FICON en el modo de canal de fibra	88
4.3.1- Formato de la trama FICON	88
4.4- Arquitectura de I/O del canal FICON petición de flujo	90
4.5- FICON Nativo. Tipos de enlaces	92
4.5.1- Configuración punto a punto	92
4.5.2- Configuración punto a punto conmutado	95
4.5.3- Configuración en cascada de FICON	100
4.6- FICON en el modo FCV	103
4.7- Beneficios del canal FICON	105
 CONCLUSIONES	 108
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 111
 GLOSARIO	 115

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la ciencia y la técnica en el mundo trae consigo un vertiginoso aumento en el intercambio de información entre usuarios que se encuentran en cualquier parte del planeta, de esta forma las redes de telecomunicaciones han experimentado un crecimiento tanto en ancho de banda como en velocidades de transmisión, por lo que se hace imprescindible aprovechar al máximo las potencialidades de las redes ya sean eléctricas, inalámbricas u ópticas. En las últimas específicamente, se han buscado innumerables soluciones para su mejor aprovechamiento, la modulación TDM, WDM y por último la DWDM han traído consigo un aumento en ancho de banda en estas, así como, mayor cantidad de canales por un mismo enlace físico.

Toda empresa que maneje un gran volumen de información, requiere tener un respaldo en almacenamiento (más aun si la información es de importancia), así como disponibilidad inmediata de los datos. Para llevar a cabo esta tarea de la forma más eficiente, es de vital importancia el conocimiento de las nuevas técnicas y protocolos de comunicación a través de los diferentes medios, ya que conociendo estos, podemos hacer buen uso y un mejor aprovechamiento de las potencialidades que brindan a las redes. Por lo que la presente investigación pretende enriquecer el conocimiento sobre determinados protocolos utilizados en un ambiente de almacenamiento, dado que no se cuenta en estos momentos con un material que refleje explícitamente y de forma amena las características fundamentales de estos; siendo necesario investigar sobre los mismos, recopilar información y ofrecer la misma de forma adecuada para facilitar su asimilación y aplicación cuando corresponda. Para llevar a cabo dicha investigación, se ha propuesto el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Estudiar protocolos específicos para redes ópticas de almacenamiento (canal de fibra, ESCON y FICON) que se usan en la actualidad y que son más ventajosos que otros existentes.
- Describir y resumir sus características fundamentales y presentarlos de forma coherente en el documento.

A fin de dar un correcto cumplimiento a los objetivos propuestos para este trabajo, se han planteado un grupo de tareas de investigación, las cuáles se enumeran a continuación:

- Búsqueda bibliográfica sobre los protocolos para redes de almacenamiento, estudio de sus principales características, así como su funcionamiento en las redes.

- Confeccionar un documento que recoja de forma resumida y organizada las características y funciones de dichos protocolos.
- Hacer de este documento un material de estudio para los interesados en el tema.

Este proyecto, además de contribuir con el mejor conocimiento de las técnicas y protocolos de almacenamiento usados hoy en día, pretende ser fuente de información para profesores y estudiantes, y servir de guía para impartir clases de este tema en la asignatura de Comunicaciones.

Metodología de Trabajo:

- Búsqueda de información sobre los protocolos empleados en las redes ópticas.
- Resumir los aspectos esenciales correspondientes a los protocolos ESCON, FICON y Canal de Fibra.
- Comparar estos protocolos entre sí.
- Analizar sus principales ventajas y ver su aplicabilidad.
- Confeccionar presentación en PPT para la impartición del tema.

El informe de la investigación está estructurado de la siguiente forma: introducción, capitulario, conclusiones y referencias bibliográficas, donde cada capítulo aborda los siguientes temas:

- Capítulo 1: Elementos generales de los protocolos de las redes ópticas.
- Capítulo 2: Estudio del protocolo de red Canal de fibra.
- Capítulo 3: Estudio del protocolo de canal ESCON.
- Capítulo 4: Estudio del protocolo de canal FICON.
- Conclusiones: Se establecerán diferencias (basadas en lo abordado en los capítulos anteriores) que expliquen brevemente porqué estos protocolos estudiados no pueden ser sustituidos por otros que no son de almacenamiento.
- Referencias bibliográficas: Contendrá la relación de bibliografías utilizadas en la realización del documento.

CAPÍTULO 1

CAPÍTULO 1- GENERALIDADES DE LOS PROTOCOLOS DE REDES ÓPTICAS

1.1- Tipos de redes

En la interconexión de computadoras existen diferentes tipos de redes con sus funciones y características en específico que las diferencian unas de otras. Sobre estas redes se transportan distintos tipos de protocolos que usan la fibra óptica como medio de comunicación.

1.1.1- Redes MAN

Las redes MAN (área de red metropolitana) conecta redes de computadoras, es típicamente usada como una red de ciudad, su área de cobertura es de aproximadamente de 50 a 100 Km. La red MAN soporta sobre sí diversos tipos de protocolos de gestión de redes los cuales tienen sus propias velocidades y características que los distinguen unos de otros. MAN también puede actuar como interfaz entre redes SAN y WAN. La red MAN tradicionalmente se ha usado para transportar protocolos como SONET (red óptica sincrónica) y SDH (jerarquía digital sincrónica), usando topología punto a punto o en anillo. [12]

1.1.2- Redes WAN

WAN es una infraestructura de red provista de un tercera parte para conectar dispositivos dispersados sobre un área geográfica grande, ofrece desde bajas hasta moderadas velocidades en el intercambio de datos.

Típicamente la tercera parte posee la infraestructura de la red y los clientes arriendan el uso de estos medios. WANs usa generalmente diferentes protocolos para la transmisión de datos sobre sus redes, estos son IBM SNA (Systems Network Architecture), digital DECNET, X.25, frame relay, etc. [14].

1.1.3- Redes LAN

La IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos, desarrollaron la siguiente definición de LAN. Es un sistema de comunicaciones de datos que permite a varios dispositivos operar de forma independiente para comunicarse

directamente entre sí dentro de un área geográfica sobre un enlace físico a moderadas razones de bits.

De esta definición se puede decir que las principales características de las redes LAN son las siguientes:

- Los dispositivos LAN pueden establecer comunicación directa entre el receptor y el transmisor, esto es conocido como comunicación par a par.
- LAN se sitúa sobre áreas no muy extensas, por lo general no exceden los 10 Km.
- Cada red LAN se usa de manera independiente, generalmente independiente. Es decir LAN se instala y se administra de manera independiente por las personas que la utilizan.
- LAN usualmente transmite a razones de bits entre 1 y 100 Mbps. [14].

1.1.4- Redes de almacenamiento

La era de las computadoras conectadas por redes alámbricas dio paso a la computación móvil, con la llegada de las redes LAN y WAN la inflexibilidad rígida del almacenamiento directo está siendo rápidamente sustituida por las redes de almacenamiento flexible; como se necesita acceder a datos comunes por usuarios que se encuentren en cualquier lugar, estos requerimientos implican una solución en las redes. [11]

Dos tipos de redes son factibles hoy en día para cumplir con estos requerimientos:

- Redes de almacenamiento directo (NAS)
- Redes de área de almacenamiento (SAN)

Es importante que se comprenda que SAN y NAS no son mutuamente exclusivos, ellos fueron diseñados para cumplir con diferentes funciones. La diferencia entre los dos se hace menos notable con la introducción de SCSI sobre protocolos de Internet, puentes de NAS o gateways.

Redes NAS

NAS usa redes LAN o WAN delante de los servidores. Estos transmiten datos sobre las redes LAN usando protocolos como TCP/IP y NetBIOS, figura 1.1.

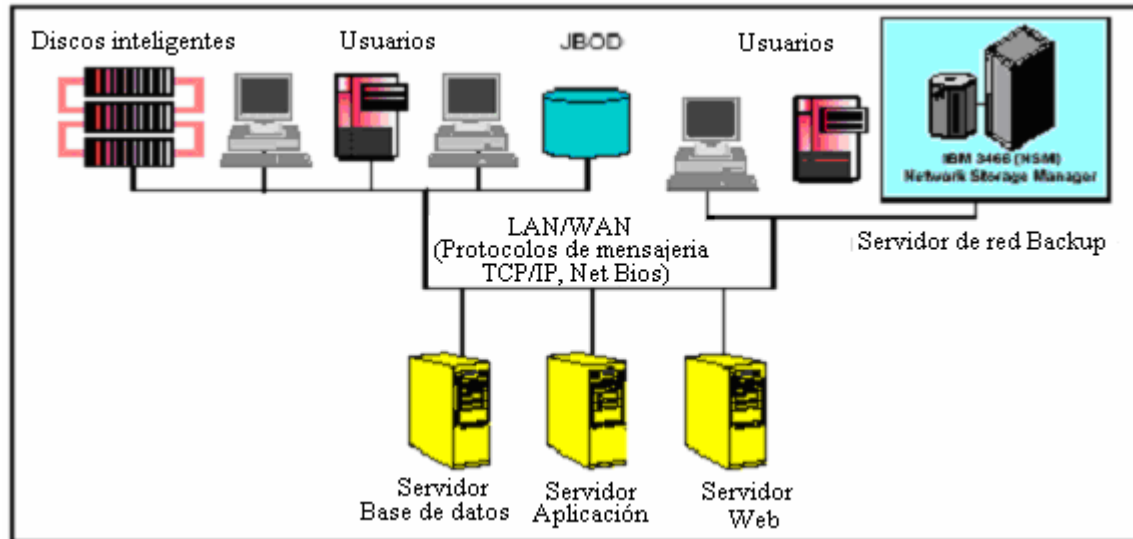


Figura 1.1- Estructura de la red NAS

Haciendo los dispositivos de almacenamiento LAN direccionables, estos se liberan de conexión directa a un servidor en específico. Como principio, cualquier usuario que ejecute un sistema operativo puede dirigirse al dispositivo de almacenamiento mediante accesos comunes a los protocolos tales como NFS, sistema de ficheros de redes (Network File System), esto es un punto fundamental de diferencia entre NAS y SCSI. Además, una tarea como la de almacenar datos en caso de interrupciones puede ser realizada a través de LAN, posibilitando compartir los recursos de hardware entre múltiples servidores. La mayoría de los dispositivos de almacenamiento no pueden ser conectados a una red LAN. Los equipos de NAS están especializados para este tipo de conexión entre servidores. [11]

Varios proveedores, incluyendo IBM, ofrecen una variedad de soluciones para las redes de almacenamiento. Actualmente se incluyen dos categorías:

- Servidores de ficheros.
- Servidores de resguardo de archivos.

Redes SAN

Las redes SAN son redes inteligentes que presentan altas velocidades en el intercambio de datos. Están diseñadas para la interconexión entre servidores y dispositivos de almacenamiento, figura 1.2.

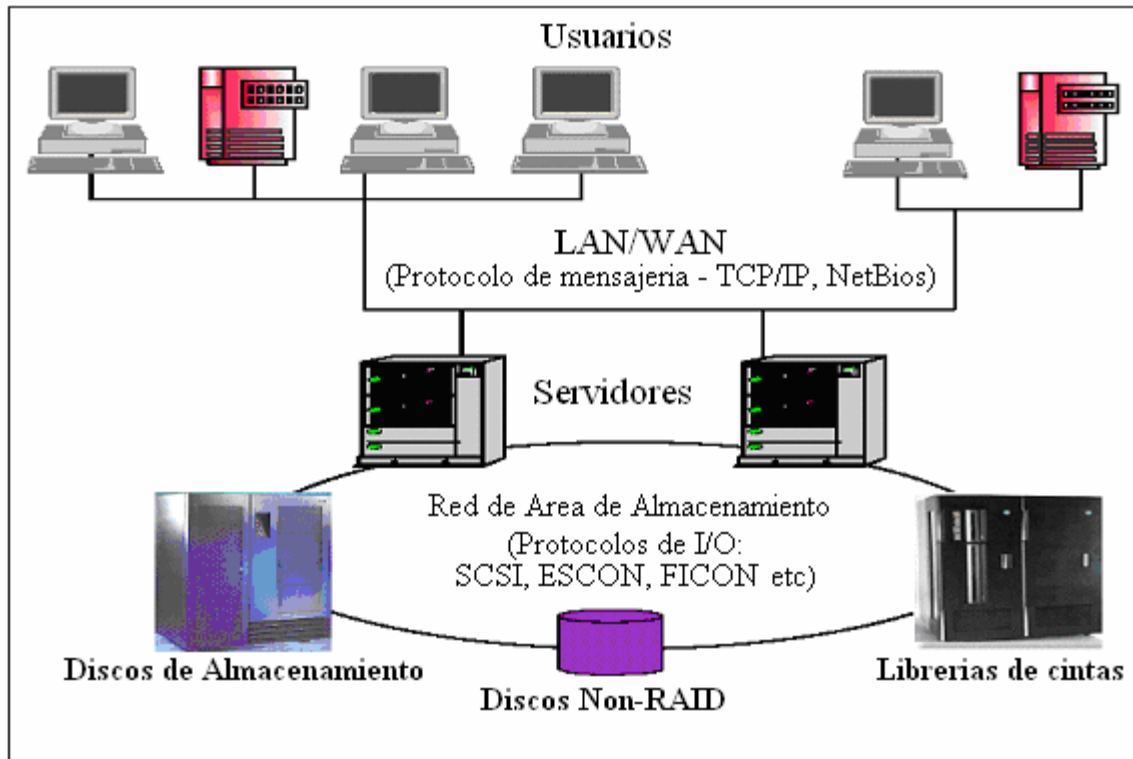


Figura 1.2- Estructura de la red SAN

Las redes SAN pueden conectarse usando cualquier dispositivo de interconexión como routers, gateways, hub o switch. Elimina la tradicional conexión entre el servidor y el dispositivo de almacenamiento (ejemplo una PC), y los administra. Elimina cualquier restricción a la cantidad de datos que un servidor puede acceder, actualmente limitado por el número de dispositivos de almacenamiento que se puede conectar a este. SAN introduce la flexibilidad de gestión de redes para permitir que un servidor o muchos servidores heterogéneos compartan comúnmente utilidades del almacenamiento, diferenciándose de las redes tradicionales, ya que son construidas con interfaz de almacenamiento. Es una red independiente a los servidores, a diferencia de la disposición tradicional, en la que cada servidor cuenta con una unidad de disco duro integrada. En el caso de una SAN, se utiliza una conexión de alta velocidad como el canal de fibra para transferir rápidamente grandes cantidades de datos, entre servidores y dispositivos de almacenamiento que pueden ser unidades de disco, librerías en CD-ROM y unidades de cinta, entre otros.

El canal de fibra permite la creación de una red SAN con conexiones de alta velocidad y numerosos dispositivos de almacenamiento. Debido a que el canal de fibra permite la transferencia de datos a distancias hasta de 10 kilómetros [11], es posible colocar

dispositivos de almacenamiento en lugares seguros, un aspecto importante para cuestiones de recuperación en caso de desastre.

Existen innumerables ventajas de SAN en comparación con los métodos tradicionales de almacenamiento de red. Las SAN's permiten añadir amplitud de banda sin agregar carga al LAN principal. Cuando se requiere de mayor almacenamiento, no es necesario conectar unidades adicionales a un servidor específico, simplemente se añaden a la red de almacenamiento y se puede acceder desde cualquier punto de la LAN. Debido a que el comando SCSI puede integrarse al canal de fibra, resulta fácil adaptar dispositivos de almacenamiento a este.

Estas redes facilitan el establecimiento e implantación de almacenaje repetitivo, como un respaldo en caso de que los servidores fallen. Al compartir unidades de almacenamiento en una SAN, los servidores que comparten datos pueden integrarse fácilmente.

1.2- Multiplexación en la fibra

Necesitamos que la fibra preserve los dispositivos ya existentes sobre ella.

La necesidad de altas velocidades y gran ancho de banda sobre la fibra óptica trae consigo un cambio de tecnología, ya sea poner una nueva fibra (mayores gastos), o explotar las ya existentes y combinar algunos protocolos que viajan sobre ella, algo que resulta más económico. Hay dos formas de aumentar la capacidad de la fibra, incrementando la razón de bits de los sistemas o aumentando el número de longitudes de onda que viajan a través de esta. [13].

Para aumentar la razón de transferencia de bits por las redes hay que aumentar el número de ondas que viajan por la fibra simultáneamente, la multiplexación es el modo de transmitir múltiples señales sobre la misma conexión física "en un mismo instante de tiempo", hay tres formas de multiplexación usadas en la conexión óptica:

- Multiplexación por división de tiempo. (TDM).
- Multiplexación por división de longitud de onda (WDM)
- Densidad de multiplexación por longitud de onda (DWDM)

1.2.1- El TDM

Se creó por las empresas de telecomunicaciones para aumentar el tráfico eficaz por la fibra. Previamente en la telefonía cada llamada necesitaba su propio enlace, la multiplexación

permitió que muchos circuitos telefónicos estén simultáneamente sobre un mismo enlace físico, en resumen el TDM permite que muchas señales se concentren sobre una sola fibra y compartan la misma longitud de onda. Este método se usa en los dispositivos sincrónicos. Aumenta la capacidad de la fibra reduciendo las hendiduras de tiempo en intervalos más pequeños, esto habilita más bits en la fibra aumentando de esta forma el ancho de banda efectivo dentro de la misma. [13]

1.2.2- WDM

Multiplexación por división de longitud de onda difiere de TDM en que no multiplexa en el tiempo, sino que lo hace con las longitudes de onda de las señales. El WDM recibe muchas señales ópticas de distintas fuentes y asigna entonces distintas longitudes de onda que se transmiten por la fibra. WDM permite que se transmitan simultáneamente cadenas de datos sobre la misma fibra, usando diferentes longitudes de onda. WDM presenta ventajas que lo distinguen de TDM como que el orden de la transmisión no necesita ser mantenido, las cadenas de información pueden usar diferentes protocolos y diferentes razones de bits.

1.2.3- DWDM

Multiplexación por división de longitud de onda densa, es una tecnología que pone datos de diferentes fuentes en un mismo canal de fibra óptica, con cada portadora de señal al mismo tiempo pero con longitudes de onda diferentes. Usando DWDM más de 80 longitudes de onda separadas o canales de datos, pueden ser multiplexados con una misma longitud de onda y transmitidos en una simple fibra óptica. Cada canal lleva una señal TDM.

Usa el mismo principio que el WDM, este simplemente puede ocuparse de un número mayor de longitudes de onda. Reduciendo el espacio de estas longitudes de onda, más canales pueden ser acomodados en el enlace. Podemos encontrar dispositivos que son capaces de mantener 256 longitudes de onda sobre el mismo enlace de fibra simple modo. [13]

Cada longitud de onda puede portar una señal a cualquier razón de bits hasta que esté limitada por la electrónica de los dispositivos, típicamente a varios gigabits por segundo. DWDM tiene todas las ventajas de WDM, pero agrega beneficios como la transmisión independiente sobre la misma fibra. DWDM es considerado muchas veces transparente al protocolo y a la razón de bits.

1.3- Protocolos antecedentes al canal de fibra, ESCON y FICON

Anteriormente y como paso de una cadena evolutiva se crearon protocolos que entraron de forma decisiva en el desarrollo de las redes de telecomunicaciones, para así lograr satisfacer las exigencias que se le pedían a estas. Algunos de estos quedan resumidos a continuación.

1.3.1- FDDI

FDDI fue desarrollado por ANSI con el propósito de usarla para canales de fibra óptica, pero generalmente opera en redes LAN a 100Mbit/s, fue aprobado en 1991.

En un inicio se creó para operar sobre canales de fibra óptica, pero recientemente se ha intentado su uso sobre pares de cobre. Se utiliza en fibra multimodo y en una topología de anillo puede alcanzar longitudes mayores de 200 Km. con un máximo de 500 estaciones. La transferencia de datos pueden ser en paquetes o tramas, el máximo de las tramas es de 4500 bytes las cuales contienen un encabezamiento con la dirección de la estación FDDI destino. El protocolo FDDI de anillo es similar conceptualmente al token ring (IEEE 802.5), pero significativamente diferente cuando se analizan detalladamente ambos protocolos.

1.3.2- SCSI

Interfaz de sistema de ordenadores pequeños (Small Computer System Interface), como bien se dice, es un conjunto de interfaces definidas por ANSI, para la comunicación entre PC y periféricos (se trata de un bus de comunicación paralelo, que permite enganchar varios dispositivos al mismo puerto). La especificación original, SCSI-1, evolucionó para convertirse en SCSI-2, que es lo que hoy se conoce como SCSI, a secas. También existe SCSI-3, que viene a ser un conjunto de órdenes de propósito general más algunas adicionales para determinados tipos de dispositivos, que encuentran aplicación no sólo en la interfaz paralelo SCSI-3, si no también en algunos protocolos serie como FCP, SBP (utilizado en IEEE 1394), y SSP (utilizado en la arquitectura SSA de IBM).

CAPÍTULO 2

CAPÍTULO 2-CANAL DE FIBRA (FC)

El canal de fibra fue desarrollado por primera vez en 1988, cuando el Instituto de Estándares Nacionales Estadounidenses (ANSI) conformó un comité para el canal de fibra en 1989. Posteriormente, IBM, Hewlett-Packard y Sun Microsystems formaron en 1992 la Iniciativa de Sistemas de Canal de Fibra (FCSI), una organización de carácter temporal, para garantizar su interoperatividad. Más tarde, la FCSI se desintegró y el proyecto pasó a manos de la Asociación de Canal de Fibra (FCA) en 1994. ANSI aceptó el canal de fibra como un estándar en este mismo año.

Sin duda alguna, canal de fibra es el más grande y complejo conjunto de documentos sobre estándares para protocolos en telecomunicaciones. Más de 20 documentos independientes definen aspectos del canal de fibra, los cuales tienen un formato de propuesta.

Un canal es un mecanismo cerrado, estructurado y predecible para la transmisión de información. Una vez que se ha establecido un canal, simplemente se necesita enviar la información sin necesidad de tomar la decisión de cómo y dónde se desea enviar. Los protocolos de canal SCSI y HIPPI son los que comúnmente se utilizan para conectar dispositivos periféricos, tales como unidades de disco, impresoras y unidades de cinta.

La red es impredecible y requiere de inteligencia para tomar decisiones acerca del ruteo de la información. Por lo general, esta toma de decisiones la lleva a cabo el software, que hace que las redes sean mucho más lentas que los canales.

El canal de fibra combina las mejores funciones de los canales y las redes. Se trata de un estándar basado en hardware para un canal inteligente, que combina las ventajas de un canal, y las tecnologías de una red en una sola interfaz de entrada / salida.

Este canal inteligente también ofrece gran flexibilidad en el diseño de redes, ya que puede utilizarse para la transferencia en alta velocidad de diversos y conocidos protocolos, tales como FDDI, SCSI, FICON, HIPPI, IP y ATM.

El canal de fibra aprovecha todas estas tecnologías y permite seguir utilizando protocolos establecidos, funcionando a través de un cable de cobre de hasta 100 metros o de un cable de fibra óptica de hasta 10 kilómetros.

El canal de fibra ofrece velocidades de 133 Mbps a 4 Gbps, aunque por lo general se utiliza de 1 a 2 Gbps. Actualmente se trabaja por establecer velocidades hasta 10 Gbps.

En la actualidad, la aplicación más conocida del canal de fibra es la infraestructura para redes del área de almacenamiento (Storage Area Networks, SAN). SAN es una red de almacenamiento independiente a los servidores, a diferencia de la disposición tradicional, en la que cada servidor cuenta con una unidad de disco duro integrada. En el caso de una SAN, se utiliza una conexión de alta velocidad como el canal de fibra para transferir rápidamente grandes cantidades de datos, entre servidores y dispositivos de almacenamiento: unidades de disco, librerías en CD-ROM y unidades de cinta, entre otros.

El canal de fibra permite la creación de una red SAN con conexiones de alta velocidad y numerosos dispositivos de almacenamiento. Debido a que el canal de fibra permite la transferencia de datos a distancias hasta de 10 kilómetros, es posible colocar dispositivos de almacenamiento en lugares seguros, un aspecto importante para cuestiones de recuperación en caso de desastre.

2.1- Topologías de canal de fibra

Canal de fibra define tres topologías:

- Punto-a-punto
- Lazo arbitrado (Arbitrated Loop)
- Conmutada o Fabric

En lo adelante describiremos brevemente cada una de estas topologías.

2.1.1- Punto a Punto

La topología punto a punto es la más simple de las tres. Consiste en dos y sólo dos dispositivos de canal de fibra conectados directamente. La fibra transmisora de un dispositivo va a la fibra receptora del otro dispositivo, y viceversa. No hay ningún compartimiento de los medios de comunicación lo que permite a los dispositivos disfrutar del ancho de banda total del enlace. Se requiere una simple inicialización del enlace de los dos dispositivos antes de que la comunicación pueda comenzar (figura 2.1).



Figura 2.1- Topología punto a punto en el canal de fibra

2.1.2- Lazo arbitrado (Arbitrated Loop)

El lazo arbitrado (figura 2.2) se ha vuelto la topología de canal de fibra más dominante, pero también es la más compleja. Es una manera rentable de conectar 127 puertos en una sola red, sin la necesidad de un conmutador fabric. Al contrario de las otras dos topologías, el medio de comunicación es compartido entre los dispositivos, limitando el acceso de éstos. Para que un lazo opere, todos los dispositivos deben ser dispositivos de lazo.

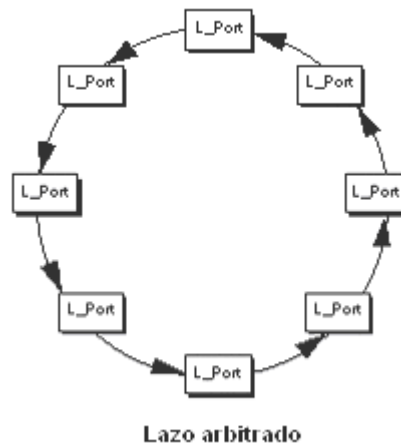


Figura 2.2- Topología lazo arbitrado en al canal de fibra

El lazo arbitrado no es un esquema token de paso. Cuando un dispositivo está listo para transmitir los datos, debe primero arbitrar y ganar control del lazo. Hace esto transmitiendo la señal primitiva ARBx, donde x es la dirección física de lazo arbitrado (AL_PA) del dispositivo. Una vez que un dispositivo recibe su propia señal primitiva ARBx, ha ganado control del lazo y puede comunicarse ahora con otros dispositivos transmitiendo una señal primitiva de abierto (OPN) a un dispositivo destino. Una vez que esto sucede, allí, en esencia, existe una comunicación punto a punto entre los dos dispositivos. Todos los otros dispositivos intermedios simplemente repiten los datos.

Si más de un dispositivo en el lazo está arbitrando al mismo tiempo, los valores de x de ARB son comparados. Cuando un dispositivo que está arbitrando recibe el ARBx de otro dispositivo, el ARBx con el AL_PA numéricamente más bajo es enviado, mientras el ARBx con el AL_PA numéricamente más alto es bloqueado. Así, el dispositivo con el más bajo AL_PA ganará control del lazo primero. Una vez que ese dispositivo abandona el control del lazo, el otro dispositivo puede tener oportunidad de controlarlo también.

Al contrario de los esquemas de token de paso, no hay ningún límite en cuanto al tiempo que un dispositivo puede retener control del lazo. Hay, sin embargo, un algoritmo de limpieza de acceso (Access Fairness Algorithm), el cual prohíbe a un dispositivo arbitrar de nuevo hasta

que todos los otros dispositivos hayan tenido una oportunidad para arbitrar. La captura de tal algoritmo de limpieza es opcional. [25].

Inicialización

Antes que el lazo sea utilizable, debe inicializarse para que cada puerto obtenga un AL_PA, valor asignado dinámicamente por el cual los puertos se comunican. Se asignan los bytes más bajos de los identificadores de dirección nativos (D_ID y SI_ID). Aunque el AL_PA es un byte, sólo 127 valores son válidos debido al método de detección de errores utilizado, disparidad acumulada (neutral running disparity). Si hay más de 127 dispositivos presentes en el lazo, algunos no podrán seleccionar su AL_PA y se forzarán a entrar en el modo de no-participación.

El próximo paso es seleccionar un amo del lazo (Loop master) que controlará el proceso de selección del AL_PA. Esto es hecho por los puertos L que constantemente transmiten tramas de selección de amo de inicialización del lazo (LISM). El proceso se diseña tal que si existe un fabric, se convierta en amo del lazo (recibiendo sus propias tramas LISM), por otra parte, el puerto con el nombre de puerto numéricamente más bajo logrará ser el amo. Todos los otros puertos L propagan las tramas LISM de prioridad más alta.

El tercer paso es permitirle a los puertos L seleccionar un AL_PA. Se usa el concepto de mapa de bits de AL_PA, donde cada puerto L selecciona (y establece) un bit en el mapa de bits de una trama originada por el amo del lazo y luego repite la trama en el lazo. Hay 127 bits disponibles, correspondiendo a los 127 AL_PAs válidos posibles. Este proceso se hace usando cuatro tramas, interrumpiendo la selección según la prioridad (tabla 2.1):

Tabla 2.1- Inicialización

Trama	Razón	Prioridad
LIFA (Loop Initialization Fabric Assigned)	Cierto AL_PA fue asignado por la fabric.	1
LIPA (Loop Initialization Previously Acquired)	Antes de esta inicialización, el puerto L tenía un AL_PA válido.	2
LIHA (Loop Initialization Hard Assigned)	El puerto L tiene cierto AL_PA que trata de reclamar.	3
LISA (Loop Initialization Soft Assigned)	El puerto L reclama el primer AL_PA que esté libre.	4

Así por ejemplo, si un puerto L tuviera un AL_PA válido antes que el lazo comenzara esta inicialización, intentará reclamar este valor previamente adquirido buscando ese bit para habilitarlo en la trama LIPA. Si está disponible, lo habilitará y luego repetirá la trama. Si no lo está (ya ha sido reclamado), el puerto L esperará por la trama LISA para pedir un AL_PA allí. Una vez que la trama LISA ha regresado al amo del lazo, todos los puertos L pueden haber seleccionado un AL_PA. Dos tramas adicionales pueden ser enviadas por el amo del lazo, pero sólo, si todos los puertos L en el lazo las soportan. La primera es la trama de reporte de posición de inicialización de enlace (Loop Initialization Report Position, LIRP). Como la trama atraviesa el lazo, cada puerto agrega su AL_PA al final de una lista. Luego de esto, la posición relativa de todos los puertos L es conocida. Finalmente, la trama de posición de inicialización del lazo (Loop Initialization Loop Position, LILP) es transmitida, la cual simplemente permite a todo los puertos L mirar la lista final.

Se usen LIRP y LILP o no, el amo del lazo transmite la señal primitiva CLS para permitir a cada puerto saber que el proceso ha terminado. A estas alturas, el lazo ha terminado la inicialización y está listo para ser usado. [25].

Hubs

Como muchas topologías de anillo, todo puede mejorar si los dispositivos pueden conectarse a un hub o concentrador central. El cableado es más fácil de repartir, y el hub normalmente puede determinar cuándo insertar o quitar un dispositivo. Así, un dispositivo "malo" o fibra rota no mantendrán la red entera fuera de servicio, cosa muy importante a tener en cuenta en este tipo de topología, donde los dispositivos que no están transmitiendo sirven como repetidores de la señal a los que lo hacen.

La mayoría de los hubs simplemente buscarán la señal válida en un puerto antes de insertar el puerto en el camino de los datos. Algunos hubs son más "inteligentes", y le proporcionarán al usuario la información sobre cada uno de sus puertos, y son más selectivos acerca de cuándo se insertan los puertos.

2.1.3- Fabric

La topología fabric (figura 2.3) se usa para conectar muchos dispositivos (2^{24}) en una configuración conmutada de punto de cruce. El beneficio de esta topología es que muchos de los dispositivos pueden comunicarse al mismo tiempo; el medio de comunicación no es compartido. Pero, requiere la compra de los conmutadores (switch) necesarios para esta topología. [26].

Cuando los puertos N se registran en el fabric, este les asigna los identificadores de dirección nativos (S_ID). Otras funciones del fabric incluyen un servidor de multicast, servidor de broadcast, servidor de alias, facilitador de calidad de servicio, y servidor de directorio. Algunos fabric tienen puertos FL, permitiendo conectar los lazos arbitrados al fabric.

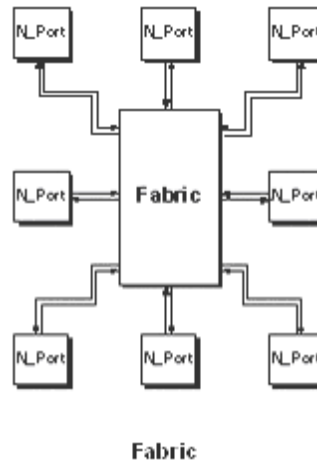


Figura 2.3- Topología fabric para el canal de fibra

2.2- Capas de canal de fibra

Es a menudo más fácil de entender un protocolo de comunicaciones si está dividido en partes o capas. Algunas personas están familiarizadas con la Organización de Estándares Internacional (ISO) - Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) que dividen las enredadas comunicaciones en siete capas: Física, Enlace de datos, Red, Transporte, Sesión, Presentación, y Aplicación. Canal de fibra no sigue este modelo, pero en cambio, el protocolo ha sido separado en cinco capas: FC-0, FC-1, FC-2, FC-3, y FC-4 (figura 2.4). Cada una descrita brevemente a continuación junto con las funciones principales que definen.

FC-0

- Señalización
- Especificaciones del medio de comunicación
- Especificaciones del receptor / transmisor

FC-1

- Codificación de caracteres de 8B/10B
- Mantenimiento del enlace

FC-2

- Formato de trama
- Manejo de secuencia
- Manejo de intercambio
- Control de flujo
- Clases de servicio
- Inicio y fin de sesión (Login / Logout)
- Topologías
- Segmentación y reensamble

FC-3

- Servicios para puertos múltiples en un nodo

FC-4

- Mapeo de Protocolos de Capa Superior (ULP)
- Interfaz de sistema de ordenadores pequeños (Small Computer System Interface, SCSI)
- Protocolo de Internet (IP)
- Interfaz Paralela de Alto Desempeño (HIPPI)
- Modo de Transferencia Asíncrona – Capa de Adaptación 5 (ATM-AAL5)
- Interfaz de Periféricos Inteligentes - 3 (IPI-3) (disco y cinta)
- Single Byte Command Code Sets (SBCCS)
- Futuros ULPs...

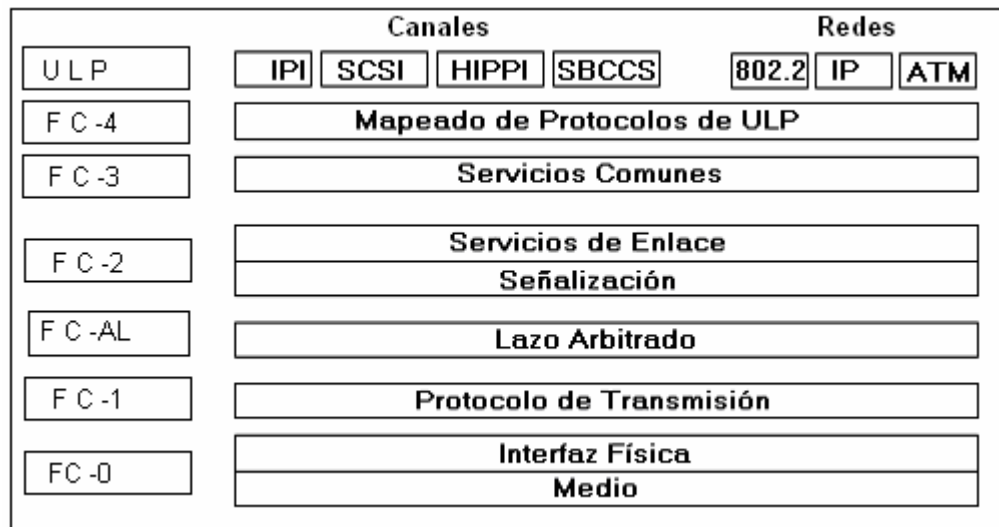


Figura 2.4- Capas del protocolo canal de fibra

FC-0 y FC-1 pueden ser comparables a la definición de la capa física del modelo OSI. FC-2 es similar a lo que otros protocolos definen como capa de control de acceso al medio (MAC) la cual es, típicamente, la mitad más baja de la capa del enlace de datos. Canal de fibra, sin embargo, no define el concepto de una MAC. FC-3 realmente no es en absoluto una capa. Es en gran medida un conjunto indefinido de servicios para dispositivos que tienen más de un puerto; en muchos documentos se refieren a esta capa como no implementada. FC-4 define cómo canal de fibra soporta y permite el transporte de conocidos protocolos sobre su capa superior.

2.2.1- Capa FC-0

FC-0, la capa más baja, especifica el enlace físico en el sistema, incluyendo el medio, transmisores, receptores, y conectores que pueden usarse con canal de fibra. Esto también incluye las características eléctricas y ópticas, las razones de transmisión, y otros componentes físicos del estándar. El nivel físico se diseña para poder usar un gran número de tecnologías para enfrentarse con la más amplia gama de requisitos del sistema. Una ruta extremo a extremo puede usar diferentes tecnologías de enlace para incrementar el desempeño y poder disminuir el costo.

Nomenclatura de FC-0

La nomenclatura para las opciones de tecnología se ilustra en la figura 2.5.

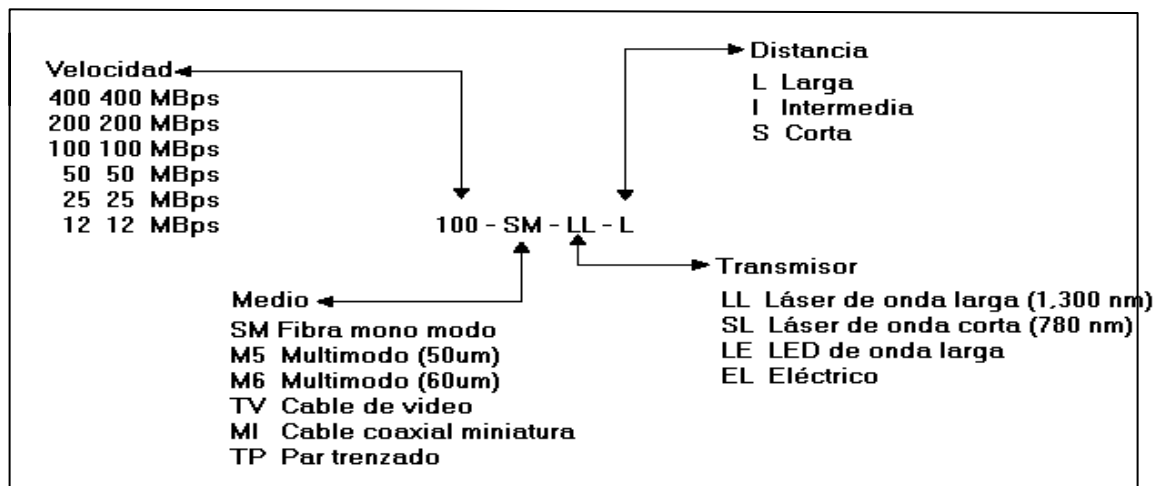


Figura 2.5- Nomenclatura de la capa FC-0

Opciones de tecnología de FC-0

FC-0 proporciona una gran variedad de opciones de tecnología para el medio físico que constituyen la fibra óptica y el cable eléctrico. Las tablas 2.2 y 2.3 muestran los tipos de interfaz de señal primaria, así como las razones de bits y la distancia máxima que se pueden alcanzar con cada una de éstas.

Tabla 2.2- Interfaz de señal óptica

100 MB/sec 1,062 5 Gbaud			
100-SM-LL-L	100-SM-LL-I	100-M5-SL-I	
SM 1 300nm 2m-10km	SM 1 300nm 2m-2km	MM 780nm 2m-500m	
50 MB/sec 531,25 Mbaud			
50-SM-LL-L	50-M5-SL-I		
SM 1 300nm 2m-10km	MM 780nm 2m-1km		
25 MB/sec 265,625 Mbaud			
25-SM-LL-L	25-SM-LL-I	25-M5-SL-I	25-M6-LE-I
SM 1 300nm 2m-10km	SM 1 300nm 2m-2km	MM 780nm 2m-2km	MM(LED) 1 300nm 2m-1,5km
12,5 MB/sec 132,812 5 Mbaud			
12-M6-LE-I			
MM(LED) 1 300nm 2m-1,5km			

Tabla 2.3- Interfaz de señal eléctrica

100 MB/sec 1,062 5 Gbaud			
100-TV-EL-S	100-MI-EL-S		
0-25m	0-10m		
50 MB/sec 531,25 Mbaud			
50-TV-EL-S	50-MI-EL-S		
0-50m	0-15m		
25 MB/sec 265,625 Mbaud			
25-TV-EL-S	25-MI-EL-S	25-TP-EL-S	
0-75m	0-25m	0-50m	
12,5 MB/sec 132,812 5 Mbaud			
12-TV-EL-S	12-MI-EL-S	12-TP-EL-S	
0-100m	0-35m	0-100m	

2.2.2- Capa FC-1

FC-1 define el protocolo de transmisión, incluyendo las reglas de codificación y decodificación serie, caracteres especiales y control de error. La información transmitida sobre una fibra es codificada de tal manera que ocho bits de datos son codificados dentro de un carácter de transmisión de 10 bits; la unión contigua de cuatro de dichos caracteres forma las palabras de transmisión. La razón primaria para el uso de un código de transmisión, es mejorar las características de transmisión de la información por fibra. El código de transmisión debe ser DC balanceado para soportar los requerimientos eléctricos de las unidades receptoras.

Conversión de caracteres de FC-1

Un byte de información sin codificar está compuesto por ocho bits de información A, B, C, D, E, F, G, H y la variable de control Z. Esta información es codificada por FC-1 en los bits a, b, c, d, e, f, g, h, j de un carácter de transmisión de 10 bits. La variable de control tiene el valor D (tipo D) para caracteres de datos o el valor K (tipo K) para los caracteres especiales. A cada carácter de transmisión válido se le ha dado un nombre que usa la convención siguiente: Zxx.y, donde Z es la variable de control del byte de información de FC-1 sin codificar, xx es el valor decimal del número binario compuesto por los bits F, E, D, C, B, y A; e y es el valor decimal del número binario compuesto por los bits H, G del byte de información de FC-1 sin codificar en ese orden. Por ejemplo el nombre del carácter de transmisión compuesto por el código especial (tipo K) "BC" hexadecimal es K28.5.

La información recibida es recobrada en forma de 10 bits y estos caracteres de transmisión usados para datos (tipo D) se decodifican en una de las 256 combinaciones de ocho bits. Algunos de los caracteres de transmisión restantes (tipo K) llamado caracteres especiales, se usan para las funciones de administración de protocolos. Los códigos detectados en el receptor que no sean tipo D o K son señalados como errores de violación de código. [22].

Reglas de codificación

Cada byte de datos o carácter especial tiene dos (no necesariamente diferente) códigos de transmisión. Se codifican los bytes de datos y caracteres especiales respectivamente en estos códigos, dependiendo de la disparidad acumulada (Running Disparity, RD) inicial. La RD es un parámetro binario, el cual es calculado según el balance de unos y ceros en los sub-bloques de un carácter (los primeros seis bits y los últimos cuatro bits) de transmisión. Un nuevo RD es calculado del carácter transmitido por el transmisor al receptor. Si en el receptor, el carácter detectado tiene RD opuesto al que el transmisor debe de haber enviado

(dependiendo del RD de la secuencia de bits anterior), el receptor indica una condición de violación de disparidad. [22].

2.2.3- Capa FC-2

El nivel de protocolo de la señalización (FC-2) sirve como mecanismo de transporte de canal de fibra. Las reglas de entramado de los datos han de ser transferidas entre los puertos, los diferentes mecanismos para controlar las tres clases de servicio y los medios de manejo de la secuencia de una transferencia de datos son definidos por FC-2. Para contribuir al transporte de datos por el enlace, los siguientes bloques son definidos por el estándar [22]:

- Palabra de control (Ordered Set, OS)
- Trama
- Secuencia
- Intercambio
- Protocolo

2.2.3.1- Palabras de control (Ordered Set, OS)

Las OS son palabras de transmisión de cuatro byte que contienen caracteres especiales y de datos que tienen un significado especial. Las OS proporcionan la disponibilidad para obtener la sincronización de bit y de palabra, las cuales establecen también la alineación de fronteras de palabra. Una OS siempre empieza con el caracter especial K28.5. Tres tipos principales de OS son definidos por el protocolo de señalización. Ellos son:

- Delimitadores de trama
 - Comienzo de trama (SOF)
 - Fin de trama (EOF)
- Señales primitivas
 - Inactividad o reposo (Idle)
 - Receptor listo (Receiver Ready, R_RDY)
- Secuencias primitivas
 - Desconectado (Offline, OLS)
 - No-operación (No operacional, NOS)
 - Reinicialización del enlace (Link Reset, LR)
 - Respuesta de reinicialización del enlace (Link Reset Response, LRR)

a) Delimitadores de trama

Los delimitadores de trama SOF y EOF son OS, que anteceden o preceden el contenido de una trama. Hay múltiples delimitadores SOF y EOF definidos para el fabric y control de secuencia de los puertos N.

b) Señales primitivas

Las señales primitivas son OS designadas por el estándar para tener un desempeño especial. Un Idle es una señal primitiva transmitida por el enlace para indicar una facilidad de puerto operacional lista para la transmisión y recepción de tramas. La señal primitiva R_RDY indica que el búfer de la interfaz está disponible para recibir más tramas.

c) Secuencias primitivas

Una secuencia primitiva es una OS que es transmitida y repetida continuamente, para indicar condiciones específicas dentro de un puerto (puerto N o puerto F) o condiciones encontradas por la lógica receptora de un puerto. Cuando una secuencia primitiva es recibida y reconocida, otra secuencia primitiva correspondiente o Idle es transmitida en respuesta. El reconocimiento de una secuencia primitiva requiere detección consecutiva de 3 instancias de la misma OS. Las secuencias primitivas soportadas por el estándar son OLS, NOS, LR, LRR. [22], [6].

NOS

La secuencia primitiva NOS se transmitirá para indicar que el puerto que transmite esta secuencia ha detectado una condición de fallo de enlace o está desconectado (Offline), esperando recibir un OLS.

Las condiciones de fracaso de enlace se definen como:

- Pérdida de sincronización por más del período de timeout (R_T_TOV) mientras no se esté en estado Offline.
- Pérdida de señal mientras no se esté en estado Offline.
- Interrupción (R_T_TOV) durante el protocolo de reinicialización de enlace (LR Protocol).

OLS

La secuencia primitiva OLS se transmitirá para indicar que el puerto que transmite esta secuencia está:

- Iniciando el protocolo de inicialización de enlace.
- Recibiendo y reconociendo NOS.
- Entrando en el estado Offline.

Un puerto transmitirá la secuencia primitiva OLS por un período mínimo de cinco minutos antes que se tomen acciones adicionales. Un puerto entrará en el estado desconectado para realizar diagnósticos o power-down.

NOTA - El valor de cinco minutos es basado en distancias de 10 Km. Si en el futuro se emplearan distancias más largas, el tiempo debe aumentar.

LR

La secuencia primitiva LR será transmitida por un puerto para iniciar el protocolo de igual nombre o para recuperarse de una interrupción del enlace (Link Timeout). Un puerto N que soporta servicio clase 1, también puede transmitir la secuencia primitiva LR cuando es incapaz de determinar su estado de conexión, procedimiento conocido como recuperación de la conexión.

LRR

La secuencia primitiva LRR será transmitida por un puerto para indicar que está recibiendo y reconoce la secuencia primitiva LR.

2.2.3.2-Trama

Los bloques básicos de una conexión de FC son las tramas. Las tramas contienen la información a ser transmitida o carga útil (Payload), direcciones de los puertos fuente y destino e información de control de enlace.

Las tramas se pueden clasificar como:

- Tramas de datos.
 - Datos de enlace (Link_Data)
 - Datos de dispositivo (Device_Data)
 - Datos de video (Video_Data)
- Tramas de control de enlace.
 - Confirmación (ACK)
 - Respuesta de enlace ocupado y desecho (Link_Response Busy and Reject)

Las tramas de datos pueden usarse como tramas de datos de enlace y tramas de datos de dispositivo, las tramas de control de enlace son clasificadas como tramas de confirmación y respuesta de enlace ocupado y desecho. La función primaria del fabric es, recibir las tramas

del puerto fuente y dirigir las al puerto destino. Es responsabilidad de la capa de FC-2 fragmentar los datos a ser transmitidos al tamaño de las tramas, y reensamblar las tramas luego de ser transmitidas.

Cada trama empieza y acaba con un delimitador de trama (figura 2.5) La cabecera trama sigue al delimitador SOF y se usa para controlar las aplicaciones de enlace, transferencia del protocolo de control de dispositivo, y detecta las tramas faltantes o fuera de orden. La cabecera opcional puede contener información de control de enlace adicional. Un campo de longitud máxima de 2112 byte (carga útil) contiene la información a ser transferida de un puerto N fuente a un puerto N destino. Los 4 bytes de chequeo de redundancia cíclica (CRC) preceden el delimitador de EOF. El CRC se usa para la detección de los errores de transmisión y éste es, en gran medida, similar al funcionamiento de otros CRC detectores de errores, que son utilizados por otros protocolos de comunicación como es el caso de FDDI. [22], [6].

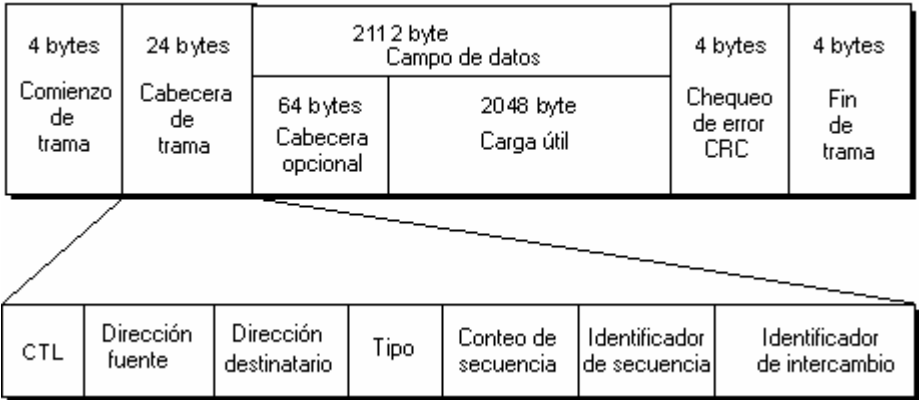


Figura 2.5- Estructura de la trama [6]

Cabecera de trama.

La cabecera de trama debe ser subdividida en campos como muestra la figura 2.6.

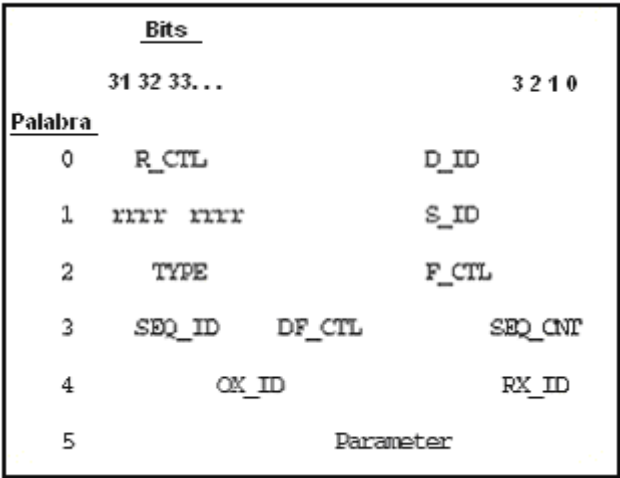


Figura 2.6- Campos de la cabecera de trama

Campo R_CTL

Control del enrutamiento (palabra 0, bits 31-24) es un campo de un byte que contiene *bits de enrutamiento* y *bits de información* para categorizar la función de la trama. Cuando el campo R_CTL se usa en combinación con el campo TYPE (palabra 2, bits 31-24), proporciona un puerto N con asistencia en el enrutamiento de trama, enrutamiento de datos, o direccionamiento.

Los *bits de enrutamiento* diferencian las tramas basadas en función o en servicio dentro de un puerto N o F.

Bits 31-28 – Bits de enrutamiento

- 0000 = Trama de datos de dispositivo FC-4
- 0010 = Trama de datos de enlace extendido
- 0011 = Trama de datos de enlace FC-4
- 0100 = Trama de datos de video
- 1000 = Trama de datos de enlace básico
- 1100 = Tramas de control de enlace
- Otras = Reservados

Bits 27-24 – campo de información

La interpretación del campo de información es dependiente del valor del campo de enrutamiento (bits 31-28). Para las rutas = 1000 y 1100, el campo de información contiene un comando. Para todos los otros valores de R_CTL, el campo de información especifica las categorías de información comunes (Tabla 2.4).

Tabla 2.4- Categorías de información

Valor de bit 27-24	Descripción
0000	Información no categorizada
0001	Datos solicitados
0010	Control no solicitado
0011	Control solicitado
0100	Datos no solicitados
0101	Descriptor de datos
0110	Comando no solicitado
0111	Estados de comando
Otros	No especificado

Identificador de destinatario (Destination_ID, D_ID)

D_ID es un campo de tres byte (palabra 0, bits 23-0) que contendrá la identificación de dirección de un puerto N o puerto F dentro de la entidad destino.

Identificador de fuente (Source_ID, S_ID)

S_ID es un campo de tres byte (palabra 1, bits 23-0) que contendrá la identificación de dirección de un puerto N o puerto F dentro de la entidad fuente.

Tipo de estructura de datos (TYPE)

TYPE es un campo de un byte (palabra 2, bits 31-24) que identificará el protocolo de trama contenido por las tramas de datos. El campo TYPE especificado, identifica el TIPO de trama de datos al destinatario de la secuencia. Por ejemplo: cuando los bits de enrutamiento en R_CTL indican datos de dispositivos FC-4 o datos de enlace FC-4, los códigos TYPE son decodificados como se muestra en la tabla 2.5

Tabla 2.5- Tipos de códigos

Valor de código Wd 2, bits 31-24	Descripción
0000 0000	Reservado
0000 0001	Reservado
0000 0010	Reservado
⋮	⋮
0000 0011	Reservado
0000 0100	ISO/IEC 8802 - 2 LLC
0000 0101	ISO/IEC 8802-2 LLC/SNAP
0000 0110	Reservado
0000 0111	Reservado
0000 1000	SCSI - FCP
0000 1001	SCSI - GPP

Identificador de secuencia (Sequence_ID, SEQ_ID)

Campo de un byte (palabra 3, bits 31-24) asignado por el iniciador de la secuencia, que permite la identificación de las tramas pertenecientes a una secuencia dentro de un intercambio dado, por lo que todas las tramas dentro de una misma secuencia llevarán el mismo SEQ_ID, que será único para una pareja de D_ID y S_ID específicos mientras la secuencia está abierta.

Control de trama (F_CTL)

El campo control de trama (palabra 2, bits 23-0) es un campo de tres byte que contiene información de control relacionada al contenido de trama; cada bit (exceptuando cuatro de ellos, por constituir reservas futuras) tiene un desempeño específico en el control. Algunos de estos son:

- *Contexto de intercambio* (Exchange Context, bit 23): indica si la trama es del iniciador o contestador del intercambio.
- *Contexto de secuencia* (Sequence Context, bit 22): indica si la trama es del iniciador o contestador de la secuencia.
- *Primera secuencia* (First_Sequence, bit 21): se habilita en todas las tramas de la primera secuencia del intercambio.
- *Última secuencia* (Last_Sequence, bit 20): se habilita en la última trama de datos de la última secuencia del intercambio.
- *Final de secuencia* (End_Sequence, bit 19): se hace uno en la última trama de datos de la secuencia.
- *Secuencia retransmitida* (Retransmitted Sequence, bit 9): que se hace uno en las tramas de una secuencia que está siendo retransmitida, esto último sólo en clase 1, y si en la política de error de secuencia establecida por el iniciador en la primera trama del intercambio, por medio de los bits de *condición sobre secuencia abortada* (Abort Sequence Condition, bits 5 y 4) de este mismo campo de control, solicitamos retransmisión de secuencia inmediata, la cual se logra con dichos bits puestos en unos.
- *Presencia de desplazamiento relativo* (Relative Offset present, bit 3): cuando está en uno indica que el campo parámetro, en la cabecera de trama, contiene el desplazamiento relativo de la carga útil de esta trama; de lo contrario, indicaría que dicho campo parámetro no es significativo. [22].

Si es detectado un error en el uso de un bit de F_CTL, se transmitirá una trama de rechazo (P_RJT) en respuesta, con el código que especifica el fallo en este campo, esto es para la clase 1 y 2.

Control de campo de datos DF_CTL

Es un campo de un byte (palabra 3, bits 23-16) que especifica la presencia de cabeceras opcionales al comienzo del campo de datos para tramas de datos de dispositivo o datos de video (Video_Data). Los bits de DF_CTL no son significantes en tramas de control de enlace (Link_Control) o de servicio de enlace básico.

Conteo de secuencia (SEQ_CNT)

El conteo de secuencia (SEQ_CNT) es un campo de dos byte (palabra 3, bits 15-0) que indicará el orden secuencial de transmisión de la trama de datos dentro de una simple o múltiples secuencias consecutivas para el mismo intercambio. El conteo de secuencia de la primera trama de datos, dentro de la primera secuencia del intercambio, transmitida por el iniciador o contestador será cero binario. El conteo de secuencia de cada trama de datos subsecuentes en la secuencia se incrementará en uno, este es de suma importancia, ya que permite ordenar las tramas que arriban en desorden al receptor o detectar las tramas perdidas en la transmisión y es utilizado por el receptor de la secuencia en el proceso de reensamble de los bloques de datos cuando el mecanismo de desplazamiento relativo no es de posible uso para la pareja de puertos.

Identificadores de intercambio (Exchange_Identifier, OX_ID y RX_ID)

OX_ID y RX_ID, campos de dos byte (palabra 4, bits 31-16 y bits 15-0 respectivamente) Pueden usarse por el iniciador y contestador para identificar únicamente un intercambio.

- El iniciador asigna a cada nuevo intercambio un identificador (OX_ID) único para el iniciador o para el par iniciador - contestador y lo transmite en todas las tramas de dicho intercambio.
- El contestador también puede asignar un identificador (Responder Exchange_Identifier, RX_ID) único para el contestador o para el par contestador - iniciador y lo comunica al iniciador antes del fin de la primera secuencia del intercambio por medio de una trama de confirmación ACK, en clase 1 y 2; para la clase 3, el contestador lo hará en la primera trama de datos que envíe al iniciador. El contestador inserta el RX_ID junto con OX_ID en todas las tramas subsecuentes del intercambio.

- Al recibir el RX_ID del contestador, el iniciador inserta el RX_ID y OX_ID en las todas las tramas subsecuentes. El iniciador puede comenzar múltiples intercambios coexistentes, pero cada uno usará un único OX_ID.

Parámetro (Parameter)

El campo parámetro (palabra 5, bits 31-0) tiene dos significados diferentes basados en el tipo de trama. Para las tramas de control de enlace, el campo parámetro se usa para llevar información específica en la trama de control de enlace individual. Para tramas de datos, el campo parámetro especifica desplazamiento relativo, campo de cuatro byte que contiene el desplazamiento relativo del primer byte de la carga útil de la trama desde la dirección base como es especificado por el ULP. El desplazamiento relativo es de gran importancia, ya que es parte de uno de los mecanismos de segmentación y reensamble utilizado por la capa FC-2. Se expresa en términos de bytes.

2.2.3.3-Secuencia

Una *secuencia* es un conjunto de una o más tramas de datos relacionadas y transmitidas unidireccionalmente de un puerto N a otro dentro de un intercambio. En clase 1 y 2, una trama ACK se transmite en contestación a cada trama de datos. A cada secuencia, el iniciador le asigna un SEQ_ID, por tanto cada trama dentro de esa secuencia tendrá el mismo identificador de secuencia en la cabecera de trama. Cada trama dentro de una secuencia contiene un conteo de secuencia (SEQ_CNT) que representa el número secuencial de cada trama de datos dentro de una o múltiples secuencias transmitidas por un iniciador o contestador de intercambio. Una trama de respuesta ACK contiene un conteo de secuencia que se hace igual al conteo de secuencia de las tramas de datos a las cuales está respondiendo, para así saber que tramas ha recibido y reconocido ya el receptor (clase 1 y 2). [22].

2.2.3.4-Intercambio

El *intercambio* es el mecanismo fundamental para la coordinación del traslado de información y datos entre dos puertos N o nodos. Toda transmisión de datos debe ser parte de este. Un intercambio es un conjunto de una o más secuencias relacionadas. Las secuencias para el mismo intercambio pueden fluir en la misma u opuesta dirección entre un par de puertos N; pero no simultáneamente (es decir los datos fluyen en una dirección en un momento dentro de un intercambio para un solo par de puertos N). Por consiguiente, un intercambio puede ser unidireccional o bidireccional. Dentro de un intercambio sólo una

secuencia estará activa en cualquier momento dado. Es decir, un iniciador de secuencia completará la transmisión de tramas de datos para una secuencia de un intercambio antes de comenzar otra secuencia para el mismo intercambio. En clase 1, un intercambio puede abarcar múltiples conexiones dedicadas. Un intercambio puede utilizar múltiples clases de servicio. Secuencias separadas clase 1 y 2 pueden transmitirse por el mismo intercambio. Las secuencias clase 3 no serán transmitidas en el mismo intercambio con secuencias clase 1 o 2. Un iniciador de secuencia no mandará secuencias que estén en clases diferentes de servicio.

2.2.3.5-Protocolo

Los *protocolos* están relacionados con los servicios ofrecidos por canal de fibra. Los protocolos pueden ser específicos para servicios de capa superior, aunque canal de fibra proporciona su propio juego de protocolos para manejar su ambiente de operación en el traslado de datos. Los protocolos siguientes son especificados por el estándar [22]:

- **Protocolo de secuencias primitivas:** está basado en las secuencias primitivas y es especificado para el fallo, inicialización y reinicialización del enlace y para la transición desde el servicio (online) a fuera de servicio (offline).
- **Protocolo de inicio de sesión fabric:** el intercambio de parámetros de servicio de un puerto N con el fabric.
- **Protocolo de inicio de sesión de puerto N:** antes que la transferencia de datos se ejecute, el puerto N intercambia sus parámetros de servicio con otro puerto N.

Protocolo de transferencia de datos: describe los métodos de transferir datos de los (ULP) que usan el manejo de control de flujo de canal de fibra.

Protocolo de finalización de sección del puerto N (Logout): es realizado cuando un puerto N solicita remover sus parámetros de servicio del otro puerto N. La solicitud de este protocolo puede usarse para liberar recursos en el puerto N conectado.

2.2.3.6-Control de flujo

El control de flujo es el proceso de control FC-2 para el intercambio de flujo de tramas entre puertos N y entre un puerto N y el fabric, para prevenir el desbordamiento al receptor. El control de flujo es dependiente de la clase de servicio. Las tramas clase 1 usan el control de flujo extremo-a-extremo, clase 3 usas sólo búfer-a-búfer, y las tramas clase 2 usan ambos tipos de control de flujo.

El control de flujo es manejado por los puertos iniciadores de secuencia (fuente) y contestadores de secuencia (destino) usando Credit y Credit_CNT. Credit es el número de búferes receptores en el destinatario de la secuencia que se ha asignado a un puerto iniciador de secuencia dado. Representa el número máximo de tramas sin reconocimiento o pendientes que pueden transmitirse, sin la posibilidad de desbordar al receptor en el destinatario de la secuencia; el valor mínimo o por defecto que puede tomar es uno. El Credit_Count está definido como el número de tramas de datos pendientes que no han sido reconocidas por el destinatario de la secuencia, representa el número de búferes receptores que están ocupados en el destinatario de la secuencia. El Credit_Count es un entero positivo y no excederá el valor del Credit para evitar la posibilidad de inundar al receptor y no disminuirá por debajo de cero.

Existen dos tipos de credit usados en el control de flujo y éstos están estrechamente relacionados con la clase de servicio en que ellos son utilizados:

- a) Credit extremo a extremo (EE_Credit)
- b) Credit búfer a búfer (BB_Credit)

El proceso de control de flujo extremo a extremo pasa el flujo de tramas entre puertos N. En este caso el destinatario de la secuencia es responsable de reconocer las tramas de datos válidos recibidas por medio de las tramas ACK. Cuando el número de búferes receptores es insuficiente para las tramas entrantes, se enviará una trama de "Ocupado" al puerto iniciador, cuando se recibe una trama con error, se envía una trama "Rechazo" al puerto iniciador. El iniciador de la secuencia es responsable de manejar el EE_Credit_CNT. El inicio de sesión de puerto N se usa para establecer EE_Credit.

El control de flujo búfer-a-búfer es manejado entre un puerto N y un puerto F o entre puertos N en la topología de punto a punto. Cada puerto es responsable del manejo del BB_Credit_CNT. BB_Credit que se establece durante el inicio de sesión del fabric. El puerto destino señala, mediante el envío de la señal primitiva "Receiver_Ready", al puerto transmisor si tiene búferes receptores libres para las tramas entrantes.

Las figuras 2.7. 2.8 y 2.9 muestran el manejo del control de flujo de las diferentes clases de servicio (sección 2.2.3.7). [22].

2.2.3.7-Clases de servicios

Para asegurar la transmisión eficaz de diferentes tipos de tráfico, FC define tres clases de servicio. Los usuarios seleccionan las clases de servicio basándose en las características de sus aplicaciones, como la longitud del paquete y duración de la transmisión. Estas clases de

servicios se distinguen por la metodología con la cual los circuitos de comunicación se llevan a cabo y son mantenidos entre los puertos N que se comunican y por el nivel de integridad de entrega requerida para una aplicación dada.

Un fabric o puerto N pueden soportar una o más clases de servicios. Estas clases de servicios son:

- a) Clase 1 - Conexión dedicada
- b) Clase 2 - Múltiplex
- c) Clase 3 – Datagrama

Clase 1. Conexión dedicada

Clase 1 es un servicio que proporciona conexiones dedicadas; en efecto proporciona el equivalente a una conexión física dedicada. Una vez establecida, una conexión clase 1 es retenida y garantizada por el fabric. Este servicio garantiza el ancho de banda máximo entre dos puertos N, tal que este sea mejor para sostener transacciones de alto throughput. En clase 1 se entregan las tramas al puerto destino en el mismo orden en que ellas se transmiten. La figura 2.7 muestra el manejo de control de flujo de una conexión clase 1.

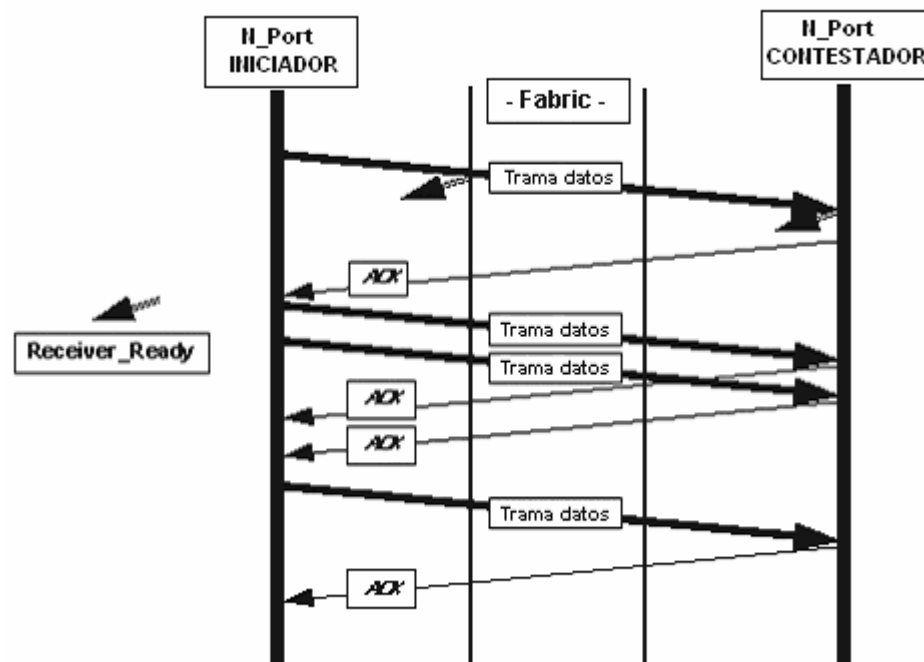


Figura 2.7- Control de flujo clase 1

Clase 2. Múltiplex.

Este ambiente de operación proporciona un servicio sin conexión, con notificación cuando una entrega no ha sido posible entre dos puertos N. Este servicio le permite a un puerto N transmitir tramas consecutivas a múltiples destinos sin establecer una conexión dedicada

con algún puerto N en específico. Recíprocamente, también le permite a un puerto N recibir tramas consecutivas de uno o más puertos N sin haber establecido conexiones dedicadas con alguno de ellos. Clase 2 es un servicio que permite compartir el ancho de banda por multiplexado de tramas de múltiples fuentes sobre el mismo canal o canales. El fabric no puede garantizar el orden de entrega; y las tramas pueden entregarse fuera de orden. Esta clase de servicio puede usarse cuando el tiempo de configuración de conexión es mayor que la latencia de un mensaje corto. Las clases 1 y 2 envían tramas de reconocimiento (ACK), confirmando de esta forma la entrega de las tramas. Si el fabric es incapaz de entregar la trama al puerto N destino, debido a la congestión, entonces la fuente es notificada de la trama no entregada por medio de una trama F_BSY o F_RJT desde el fabric con D_ID, S_ID, OX_ID, RX_ID, SEQ_ID, y SEQ_CNT correspondiente y el remitente intenta de nuevo retransmitir la trama (figura 2.8).

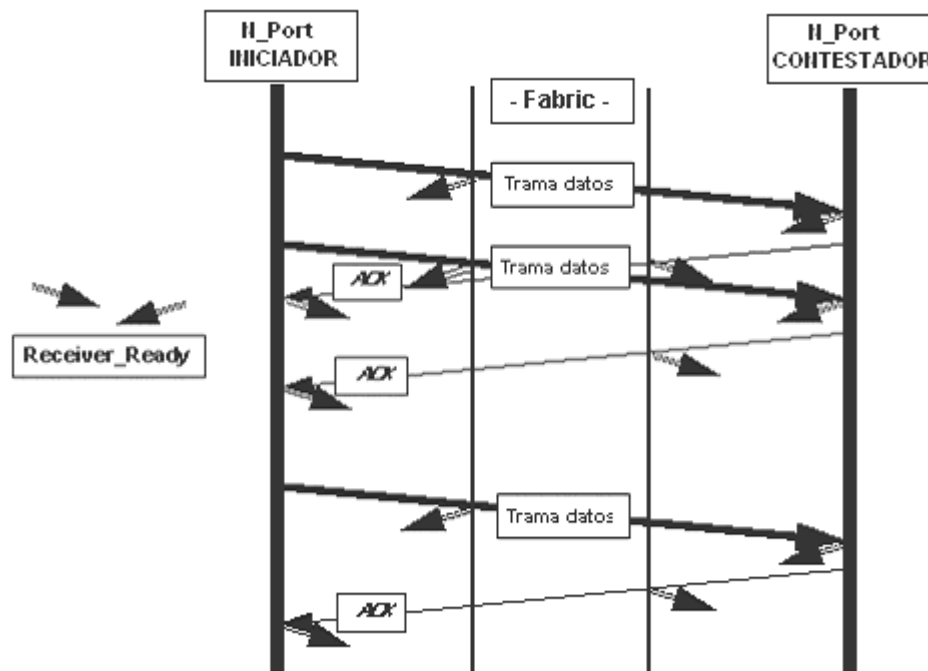


Figura 2.8- Control de flujo clase 2

Clase 3. Datagrama

El servicio clase 3 es idéntico al clase 2, solo que la entrega de tramas no es confirmada. El control de flujo sólo se maneja en el nivel de búfer, (figura 2.9). Este ambiente de operación proporciona un servicio sin conexión sin ningún tipo de notificación de no entrega (BSY o RJT), entrega (ACK), o control de flujo de extremo-a-extremo entre dos puertos N. Al fabric, si está presente, y al puerto N destino se les permiten desechar las tramas clase 3, sin notificación al puerto N transmisor. Este servicio le permite a un puerto N transmitir tramas

consecutivas a múltiples destinos, sin establecer una conexión dedicada con algún puerto N específico. Recíprocamente, este servicio también le permite a un puerto N recibir tramas consecutivas de uno o más puertos N sin haber establecido conexiones dedicadas con alguno de ellos. Este tipo de transferencia, conocido como datagrama, proporciona la más rápida transmisión al no enviar confirmación. Este servicio es útil para la difusión en tiempo real, donde la información no recibida a tiempo pierde su valor.

Intermix

El estándar de FC también define un modo de servicio opcional llamado intermix. Intermix es una opción del servicio clase 1, que permite la intercalación de tramas clase 2 y 3 durante una conexión clase 1 establecida entre dos puertos N. Aun estando comprometido en una conexión clase 1, un puerto N capaz del intermix puede transmitir y recibir tramas clase 2 y 3 entrelazadas con tramas clase 1. Las tramas clase 2 y 3 pueden intercambiarse con el puerto N al otro extremo de la conexión o con cualquier otro puerto N. Un puerto N que soporta intermix será capaz de transmitir y recibir tramas intermix. El soporte para la opción de intermix del servicio clase 1 se especifica durante el inicio de sesión. [22], [6], [7].

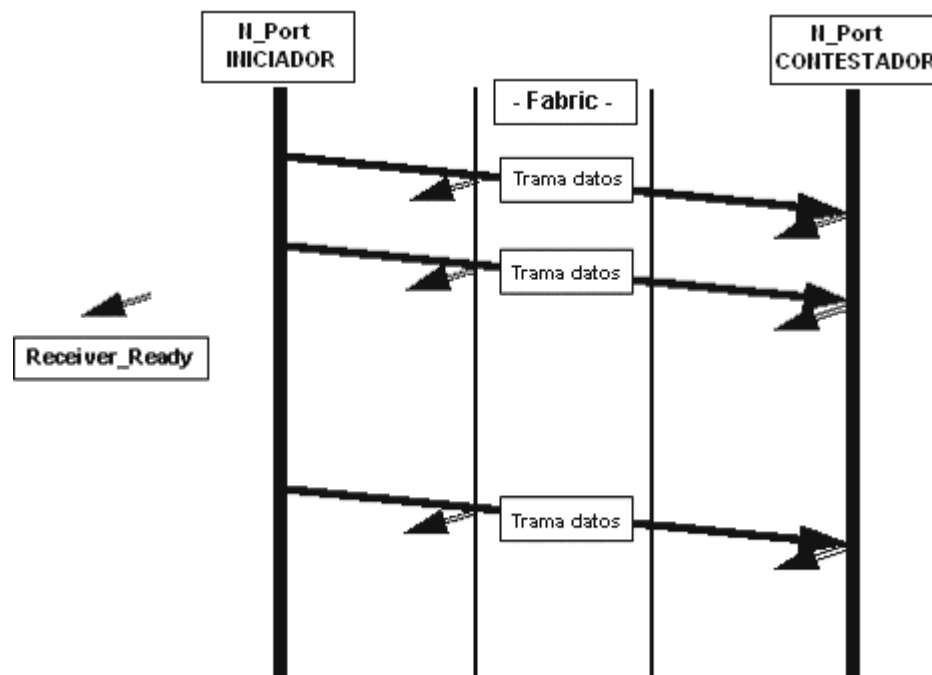


Figura 2.9- Control de flujo clase 3

2.2.3.8-Segmentación y reensamble

La segmentación y el reensamble son las funciones de FC-2 proporcionadas para subdividir datos de aplicaciones de niveles superiores (bloques o subbloques), que corresponden a una categoría de información a ser transferida dentro de las cargas útiles, a demás, para

calcular los valores de desplazamiento relativo, e introducir cada carga útil y valor de desplazamiento relativo correspondiente en tramas, transferir estas tramas sobre el enlace, y reensamblar en el extremo receptor los datos de las aplicaciones tales como fueron enviados por el extremo transmisor.

Los mecanismos para soportar estas funciones son:

- El desplazamiento relativo o conteo de secuencia (SEQ_CNT)
- Secuencia
- Bit F_CTL, indicando la presencia o no de desplazamiento relativo en el campo parámetro de la cabecera de trama

Desplazamiento relativo

El campo parámetro en la cabecera de trama puede usarse para portar el valor de desplazamiento relativo (RO), el cual representa el desplazamiento del primer byte de carga útil respecto a un origen definido por la capa superior para una categoría de información dada.

Conteo de secuencia (SEQ_CNT)

Si el desplazamiento relativo no es usado para el reensamblaje, la categoría de información será reensamblada usando SEQ_CNT. El reensamble se realizará encadenando las cargas útiles de las tramas de datos en orden continuamente creciente de SEQ_CNT, comenzando desde el SEQ_CNT de la primera trama de datos hasta la última trama de datos de una secuencia dada.

Reglas para la segmentación

- a) El iniciador de la secuencia será responsable de la segmentación y llevará a cabo los requerimientos de desplazamientos relativos del destinatario de la secuencia para las categorías de información.
- b) Un nivel superior en el extremo transmisor especificará al FC-2 uno o varios bloques ha ser transferido como secuencia, la categoría de información para cada bloque, un espacio de desplazamiento relativo, y el desplazamiento relativo inicial para cada categoría de información. El valor del desplazamiento relativo inicial puede ser cero o no.
- c) El iniciador de la secuencia usará el espacio de desplazamiento relativo especificado para cada categoría de información y transferirá uno o más bloques en una secuencia.
- d) Si el destinatario de la secuencia no soporta desplazamiento relativo para una o más categorías de información, el iniciador transmitirá cada una de estas categorías de información como un bloque contiguo. El iniciador de la secuencia pondrá a cero el bit de

F_CTL relacionado con el desplazamiento relativo, indicando que el campo parámetro de la cabecera de trama no es significativo.

e) Si el destinatario de la secuencia soporta desplazamiento relativo para una o varias categorías de información, el iniciador de la secuencia transmitirá cada una de estas categorías de información por medio del desplazamiento relativo de la siguiente forma:

1) El iniciador de la secuencia fijará a uno el bit en F_CTL que indica la presencia de desplazamiento relativo.

2) El iniciador de la secuencia usará el desplazamiento relativo inicial especificado por el nivel superior, como desplazamiento relativo RO_i para la primera trama del bloque, es decir, RO_i (0) = desplazamiento de relativo inicial (IRO_i) para la categoría de información i.

3) El iniciador de la secuencia usará para todas las otras tramas del bloque, el desplazamiento relativo calculado como sigue:

$RO_i(n+1) = RO_i(n) + \text{longitud de carga útil}(n)$ donde $n \geq 0$ y representa el conteo de tramas consecutivo para las tramas de una categoría de información dada dentro de una secuencia.

4) Los pasos 1 al 3 se repetirán para cada bloque dentro de la secuencia.

Reglas para el reensamble

a) El destinatario de la secuencia será responsable del ensamblaje de cada categoría de información recibida dentro de la secuencia; éste, usará los campos desplazamiento relativo o SEQ_CNT, tal como se especifique, para realizar el ensamblaje y, asimismo, hacer los bloques disponibles al nivel superior receptor, tal como fueron enviados por el nivel superior transmisor.

b) El destinatario deberá ensamblar cada categoría de información dentro del espacio de RO especificado por el nivel superior transmisor.

c) Si el destinatario ha especificado durante el inicio de sesión, que no soporta RO para una o más categorías de información, entonces verifica que el bit en F_CTL que indica la presencia de desplazamiento relativo esté deshabilitado y ensambla cada categoría de información usando SEQ_CNT.

Si este bit de F_CTL está habilitado para cualquiera de las categorías de información, el destinatario de la secuencia emitirá un P_RJT con el código "desplazamiento de relativo no soportado".

d) Si el destinatario soporta RO, entonces verifica que el bit mencionado esté habilitado y ensambla cada categoría de información usando RO. De igual forma, si al verificarlo, no está habilitado, debe usar SEQ_CNT para el ensamble.

2.2.3.9 Detección y recuperación del error

En general, los errores detectados entran en dos amplias categorías: errores de trama y errores de nivel de enlace. Los errores de trama son el resultado de tramas faltantes o dañadas. Las tramas dañadas son descartadas y el error resultante es detectado a nivel de secuencia. A nivel de secuencia, una trama perdida es detectada o la secuencia se interrumpe (timeout) debido a estas mismas pérdidas de tramas de datos o de reconocimiento (ASK). Si se usa la política de descarte, la secuencia es abortada a nivel de secuencia una vez que el error es detectado. Los errores de secuencia también pueden causar errores de intercambio, que pueden causar que el intercambio sea abortado. La recuperación del error puede ser realizada en la secuencia o intercambio defectuoso con el apoyo del ULP transmisor.

Los errores a nivel de enlace son el resultado de errores detectados a más bajo nivel que las tramas. Los errores de nivel de enlace incluyen errores tales como pérdida de señal, pérdida de sincronización y algunos errores de interrupción (timeout). La recuperación de los errores del nivel de enlace es llevada a cabo por transmisión y recepción de secuencias primitivas. La recuperación a nivel de enlace perturba el flujo normal de tramas y puede introducir errores de secuencia que deben resolverse después de la recuperación a nivel de enlace.

2.3- Capa FC-3

El nivel FC-3 del estándar FC, siendo estrictos, no es en realidad una capa y en muchos casos no está implementada, por tanto es común prescindir de ella. FC-3 proporciona los servicios comunes requeridos para características avanzadas como:

- *Striping* - Para multiplicar el ancho de banda, usando puertos N múltiples en paralelo, para transmitir una sola unidad de información a través de enlaces múltiples.
- *Hunt groups* - Capacidad para que más de un puerto responda a un mismo alias de dirección. Esto mejora la eficiencia, disminuyendo la probabilidad de alcanzar un puerto N ocupado.
- *Multicast* - Entrega por multidifusión de una sola transmisión a múltiples puertos destino. Esto incluye el envío a todos los puertos N en un fabric (broadcast) o a sólo un subconjunto de ellos. [22].

2.4- Capa FC-4

FC-4, el nivel más alto en la estructura de FC, define las interfaces de aplicaciones que pueden ejecutarse sobre canal de fibra. Especifica las reglas de mapeado de los protocolos de la capa superior, que usan los niveles bajos de FC. Canal de fibra es igualmente adecuado a transportar información de red y de canal, y permite que ambos tipos de protocolos sean transportados concurrentemente sobre la misma interfaz física.

Los siguientes protocolos de red y canal son generalmente especificados o propuestos como FC-4s [6]:

- Interfaz de sistema de ordenadores pequeños (SCSI)
- Interfaz de Periféricos Inteligente (IPI)
- Protocolo de Entramado de la Interfaz Paralela de Alto Desempeño (HIPPI)
- Protocolo de Internet (IP)
- Capa de adaptación ATM para datos de computación (AAL5)
- Encapsulación de Enlace (FC-LE)
- Single Byte Command Code Set Mapping (SBCCS)
- IEEE 802.2
- ULPs futuros

CAPÍTULO 3

CAPÍTULO 3- ESCON (ENTERPRISE SYSTEMS CONNECTION)

Hoy en día las altas velocidades desarrolladas en las redes de computadoras, y las necesidades de obtener mayor ancho de banda en las redes, así como aumentar las razones de bits en los enlaces, ha marcado el comienzo en el desarrollo de protocolos más eficientes. ESCON y luego FICON desarrollados por la IBM, uno al inicio y el otro a finales de los noventa, han hecho posible que se satisfagan estas necesidades. En este capítulo veremos algunos rasgos distintivos de uno de estos protocolos, el ambiente en que se desenvuelve, así como las ventajas con respecto a protocolos anteriores que se desempeñan en ambientes semejantes.

3.1- Elementos a tener en cuenta asociados a ESCON

Antes de entrar en la información detallada, describamos y definamos algunas de las condiciones y conceptos que usted debe saber para entender la interfaz de E/S ESCON. Algunos de los conceptos son una evolución de la interfaz paralela existente antes que ESCON, descrita en las especificaciones de la OEMI, mientras otros son completamente nuevos. Esta sección describe ambos.

3.1.1- Elementos físicos

En términos generales, la interfaz de E/S ESCON consiste de un conjunto de reglas definida por la arquitectura ESA/390, protocolos físicos y lógicos, y especificaciones de los medios que permiten la transferencia de información entre una unidad de control y un subsistema de canal ESA/390. Desde este punto de vista, la interfaz de E/S ESCON logra la misma función que la interfaz de canal paralelo anterior, y también mantiene conectividad extendida, mayor potencial de desempeño, bajos costos de recursos de soporte, y algunas funciones adicionales.

La conexión entre una unidad de control y un canal de ESA/390 continúa nombrándose camino de canal. Veremos, sin embargo, que la aplicación física de este camino de canal difiere dramáticamente de las especificaciones OEMI paralelas.

Canal

Canal es la conexión que existe entre el procesador y la unidad de control. Este ejecuta comandos presentados por el conjunto de instrucciones de E/S del estándar ESA/390, y maneja la interfaz del enlace asociada para controlar la transmisión y recepción de bits. En términos simples, el canal con un comando de escritura, recupera datos del centro de almacenamiento, lo codifica, y empaqueta dentro de tramas antes de enviarlo por el enlace. Con un comando de lectura, el canal realiza la operación opuesta.

Enlace

El medio de transmisión para la interfaz de E/S ESCON es un cable de fibra óptica. Físicamente, esto es un par de fibras ópticas que proporcionan dos líneas dedicadas a la transmisión de bits en serie de forma unidireccional por cada una. El enlace se usa para interconectar todos los demás elementos de la interfaz E/S.

Unidad de control

La unidad de control es un dispositivo que se conecta en un punto terminal del enlace de fibra óptica, a través de ella el canal puede conectarse a múltiples unidades de control imágenes que son virtuales, pero se comportan como unidades de control físicas. En su función recibe comandos desde el canal, recibe y transmite datos por el canal, y controla la ejecución de comandos y transferencia de datos a los dispositivos asociados. La unidad de control conecta a uno o a múltiples enlaces a través de la interfaz de enlace.

La interfaz de E/S ESCON no permite a múltiples unidades de control (o interfaces de enlace de unidad de control) residir en el mismo enlace. Una unidad de control, sin embargo, puede contener múltiples imágenes con facilidades de unidad de control física dedicadas o compartidas. La interfaz de E/S ESCON provee para el direccionamiento estas imágenes múltiples.

3.2- Transmisión de datos, codificación, protocolos y camino lógico**3.2.1- Codificación**

Cuando un canal recupera los datos del almacenamiento central o los guarda, lo hace en formato binario en grupos de 8 bits (no incluyendo bits de paridad). Estos datos son normalmente codificados en EBCDIC hasta donde el canal está interesado.

La interfaz de E/S ESCON especifica que el canal debe codificar los caracteres que envía en un enlace. La misma codificación debe hacerse por las unidades de control. Hay varias razones por la que esto se hace, algunas de las cuales están más allá del alcance de este

documento, pero diremos por el momento que, además de la detección de error y balanceo de unos y ceros, la codificación pueden proporcionar una manera de definir caracteres especiales que normalmente no pueden ocurrir en los datos a ser transmitidos. Para hacer esto posible, un carácter codificado debe contener más de 8 bits (tal que todas las combinaciones de 8-bit sean posible antes de codificar). Estos caracteres extras pueden usarse entonces para funciones especiales y no pueden confundirse con los caracteres normales.

La interfaz de E/S ESCON define un código de carácter de 10 bits. Los caracteres de 8 bit se convierten a caracteres del 10 bit a través de un algoritmo que intenta maximizar el cambio de estados en un enlace (de cero a uno y nuevamente a cero) mientras mantiene un número igual de unos y ceros con el tiempo. Esto hace que se logre fácilmente la sincronización del enlace y detección de errores.

3.2.2- Camino lógico

Es la relación entre un canal y una unidad de control imagen, designa el camino físico a ser usado para la comunicación del nivel de dispositivo entre las dos facilidades de nivel de enlace. El camino lógico se establece a través de un procedimiento del nivel de enlace, y es llevado a cabo normalmente en la inicialización. Debido a las limitaciones físicas, el número máximo de caminos lógicos que una unidad de control puede soportar concurrentemente depende del modelo. Un canal ESCON actualmente puede soportar un máximo de 120 caminos lógicos. [5].

Note la diferencia entre un camino de canal y un camino lógico. Un camino de canal es la colección de elementos (enlaces, puertos, conexiones de ESCD) que proveen un camino físico para que la información fluya. Un camino lógico es una representación de un camino de comunicación entre el subsistema de canal y la unidad de control, incluyendo toda la información de direccionamiento requerida para establecer una conexión.

3.2.3- Tramas del nivel de enlace y dispositivo

La interfaz del E/S ESCON define dos tipos de tramas, una para controlar el enlace y los elementos asociados, y otra para controlar las operaciones de dispositivo. Las primeras son llamadas tramas de nivel de enlace, y las últimas tramas de nivel de dispositivo.

3.3- Director ESCON (ESCD)

El director ESCON conecta puertos temporalmente para la transmisión. La conexión puede permanecer mientras se intercambian varias tramas entre los puertos. La conexión es hecha (y rota) en solicitud de una trama enviada por una unidad del control o canal. La función de conmutación del director ESCON proporciona una manera de conectar múltiples canales y unidades de control sin requerir conexiones permanentes. El director ESCON también proporciona una función de unidad de control que puede usarse para controlar la conectividad de los puertos. Los puertos pueden estar dedicados, prohibidos de comunicación a otros puertos, o bloqueados.

3.3.1- Dirección de enlace

Una dirección de enlace está asociada con cada número de puerto ESCD por un esquema de mapeo. La llegada de datos a un puerto de ESCD, trae una dirección de enlace, que la función de conmutación del director ESCON usa para determinar el puerto de salida para "enviar" los datos. Estos datos son (antes de codificar) un byte largo (8 bits), tal que puede especificar un máximo de 256 valores. Dos de estos valores (X '00' y X' FF') están reservados y tienen significados especiales.

Varias condiciones en el puerto destino pueden impedir que los datos se entreguen con éxito. Si la entrega es infructuosa, los datos son descartados y la interfaz del enlace de transmisión informada del problema, se usan tramas de nivel de enlace para este propósito. Algunas de las condiciones que pueden impedir una conexión exitosa incluyen puertos ocupados y desconectados.

Si un puerto tiene una conexión dedicada con otro puerto, la dirección incluida en los datos transmitidos no se verifica y los datos son pasados al puerto destino. Si una trama debe viajar a través de dos directores ESCON, sólo uno puede establecer una conexión dinámica.

3.3.2- Estados de puerto

Los puertos en un director ESCON pueden estar en varios estados, nombrados:

- | | |
|------------------|--|
| <i>Inactivo:</i> | Un puerto puede acceder o iniciar una solicitud de conexión. |
| <i>Ocupado:</i> | El puerto no puede aceptar una solicitud de conexión. El puerto entra a este estado debido a funciones internas, tales como error de inicio de sesión. |

<i>Conexión:</i>	El puerto entra a este estado como resultado de una solicitud de conexión válida. En este estado el puerto no puede aceptar otra solicitud de conexión.
<i>Estático:</i>	Un puerto entra a este estado cuando ha sido asignada una conexión dedicada con otro puerto por la función de control del director ESCON.
<i>Desconectado:</i>	Un puerto está en este estado cuando está recibiendo o transmitiendo una secuencia de fuera de servicio (offline). Este estado puede ser causado por: - Emisión de un comando de bloqueo. - Realización de diagnósticos de prueba de capa (wrap test)
<i>Fallo de enlace:</i>	Este normalmente es resultado de una "perdida de luz" en el terminal receptor del puerto.

3.4- Transmisión y recepción

3.4.1- Secuencias y tramas

Hay dos tipos de formatos principales en la arquitectura de E/S ESCON:

- *Secuencias*
- *Tramas*

Una secuencia es un conjunto de caracteres en un orden predefinido usado para estados o transiciones a estados específicos de señal en la facilidad de enlace o puerto ESCD. Una secuencia siempre empieza con el mismo carácter de control, carácter de 10 bits que normalmente no se encuentra en los datos de la aplicación a ser transmitidos. Por ejemplo, cuando un puerto de ESCD entra en el estado desconectado, comienza a transmitir la secuencia de "desconectado" (offline) en el enlace.

Las tramas son el vehículo principal para transferir la información sobre la interfaz de E/S ESCON. Las tramas siempre empiezan y terminan con un delimitador (conjunto ordenado de caracteres) que señala el comienzo y fin de la trama. La trama tiene un formato específico basado en su tipo. La longitud de una trama es variable.

3.4.2- Sincronización

Cuando una interfaz de enlace comienza transmitiendo, lo hace enviando el caracter inactivo continuamente en el enlace. Este es un caracter de control que no se encuentra dentro del cuerpo de una trama. En el terminal receptor, una interfaz de enlace detecta las transiciones de bits entrantes. La descripción de sincronización del bit está fuera del alcance de este documento. En una interfaz paralela, los caracteres son reconocidos porque cada bit que compone el caracter tiene una línea dedicada. En una interfaz ESCON, ¿cómo una interfaz de enlace logra sincronización y reconocimiento del caracter? La respuesta está en el algoritmo de codificación. El código de transmisión se forma de tal manera que es posible recuperar la sincronización del caracter fuera de los datos una vez que la sincronización de bit se logra. En otras palabras, la sincronización se recupera de los datos. Expliquemos, cómo esto es posible.

Como expresamos antes, el caracter inactivo es una configuración de bit que no puede ocurrir en una transmisión normal. Para lograr la sincronización, un puerto mira el flujo de bits entrante e intenta identificar el caracter inactivo. Una vez que esto se hace, y se recibe un número predeterminado de caracteres inactivos sin interrupción, el puerto logra la sincronización de caracter. El caracter inactivo es la única combinación de su tipo, tal que es imposible equivocarse su recepción. Recuerde que el algoritmo de codificación codifica ocho bit en 10, así que no todas las posibles 1024 combinaciones se usan como datos o caracteres de control, aun cuando algunos códigos de datos usan más de un código de 10 bit. La pérdida de sincronización se detecta fácilmente, debido a que un cambio de bits normalmente genera códigos de caracter no válidos. [5].

3.4.3- Direccionamiento del nivel de enlace

El direccionamiento de enlace no describe totalmente las capacidades de direccionamiento de la interfaz E/S ESCON. En la interfaz de E/S ESCON, la dirección consta de los elementos siguientes:

- Valor de enlace asociado con el número de puerto ESCD.
- Dirección lógica del host.
- Imágenes de unidad de control.
- Dispositivos.

Los primeros tres elementos, cuando son especificados juntamente, constituyen una dirección de enlace completa, la cual únicamente identifica al destinatario de una trama vista

desde la interfaz de E/S ESCON. El segundo elemento, la dirección lógica del host, sólo se usa para los canales compartidos (EMIF) en el modo de partición lógica (LPAR). De la dirección lógica del host, el subsistema de canal determina de cuál de los LPARs que comparten el canal esta trama proviene. El cuarto elemento, dispositivo, se usa cuando la comunicación es hacia o desde un dispositivo e identifica además la dirección de enlace completa.

En resumen, la dirección de enlace completa determina el destinatario de la trama, mientras la dirección del dispositivo es usada por el destinatario para seleccionar un dispositivo en el caso de una unidad de control o asociar una trama con un subcanal (representación en el subsistema de canal ESA/390 de un dispositivo) en el caso de un canal.

Note que todas las tramas tienen dos direcciones de enlace. Una especifica la dirección del destino y otra la dirección de la fuente. En el ejemplo descrito en la figura 3.1, una unidad del control está enviando una trama a un canal de ESA/390 a través de un director ESCON. La cabecera de enlace de la trama contiene entre otras cosas, las direcciones de enlace, que especifican que el destinatario final de la trama es el puerto C1 y el puerto fuente es C9. Estos corresponden a los puertos ESCD a los cuales el canal y la unidad de control están conectados.

El puerto ESCD se discutió en la sección anterior. La imagen de unidad de control, sin embargo, es un nuevo concepto. La interfaz de E/S ESCON permite a las unidades de control físicas definir múltiples imágenes que pueden ser direccionadas separadamente. Estas imágenes de unidad de control pueden controlar un conjunto de dispositivos compartidos o independientes. La imagen de unidad de control comparte la facilidad de nivel de enlace con todas las otras imágenes de la unidad de control, y puede, dependiendo del modelo de implementación, compartir otros recursos de unidad de control física.

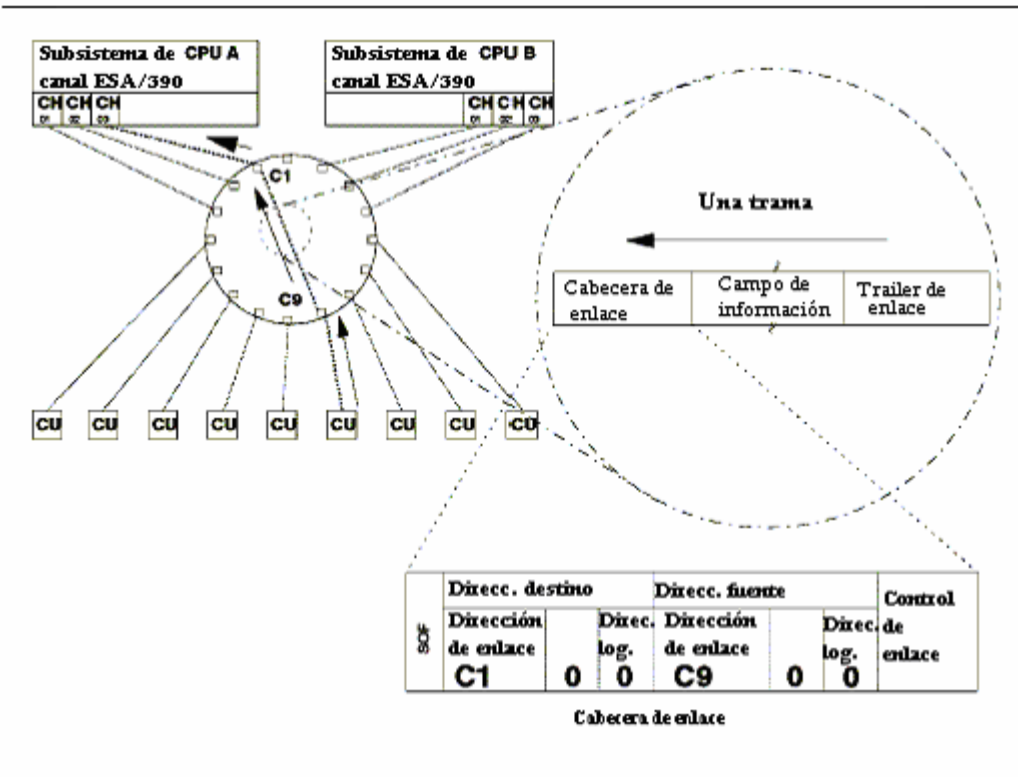


Figura 3.1- Direccionamiento de la interfaz de E/S ESCON

Puede considerarse que una imagen de unidad de control opera independientemente de todas las otras imágenes de unidad de control. Es decir, cada una puede establecer comunicación con sus propios canales. En la figura 3.2, el canal 03 en la CPU A está enviando una trama a la unidad de control enlazada al puerto C9 del director ESCON y especificando la imagen 5 de la unidad de control como el destinatario final de la trama. La función de conmutación del director ESCON usa la dirección de puerto dentro de la dirección de enlace completa de destinatario para hacer la conexión, y la unidad de control física usa la dirección lógica de la misma dirección de enlace para seleccionar la imagen de unidad de control apropiada para procesar la trama.

El direccionamiento de dispositivo se discute más adelante en 3.4.3.2, "Tramas de nivel de dispositivo".

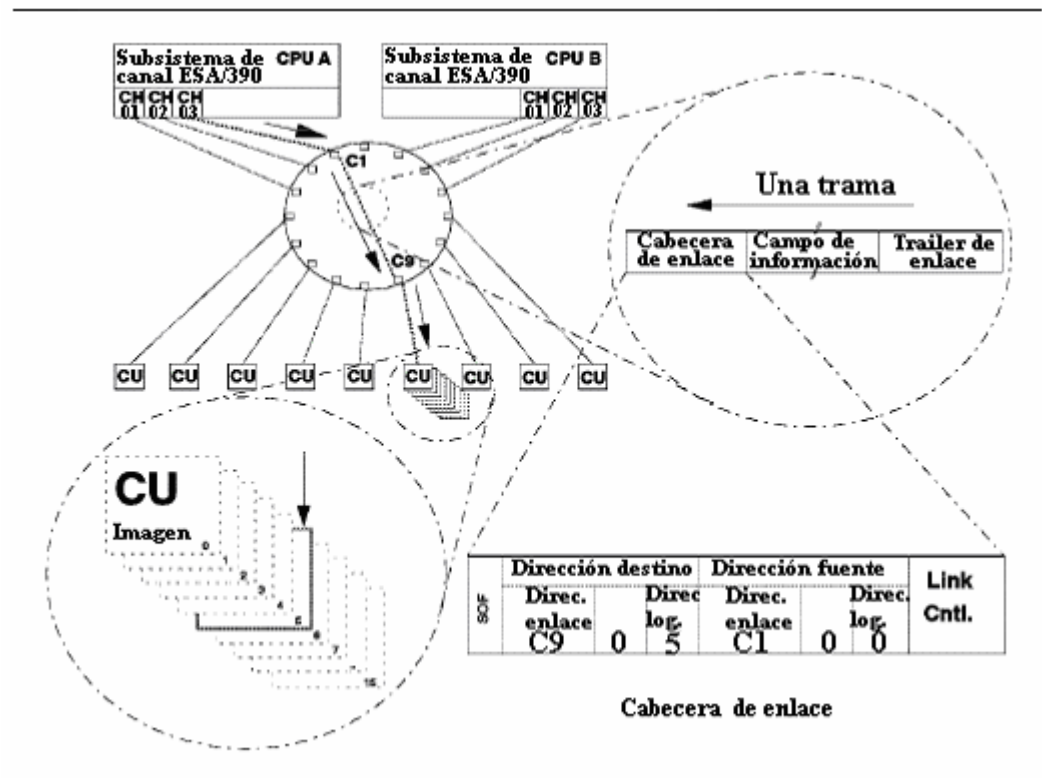


Figura 3.2- Imágenes de la unidad de control

3.4.3.1- Formato de las tramas ESCON

Existen dos tipos de tramas:

- **Tramas de nivel de enlace:** usadas para administrar enlaces y sus operaciones.
- **Tramas de nivel de dispositivo:** asociadas con las operaciones de dispositivo, tales como control, presentación de estado, y transferencia de datos.

Todas las tramas tienen la misma estructura principal, mostrada en la figura 3.3. Estas contienen:

- Una cabecera de enlace de longitud fija (7 caracteres, incluyendo los delimitadores).
- Un campo de información de longitud variable (un máximo de 1028 caracteres para tramas de nivel de dispositivo).
- Un trailer de enlace de longitud fija (5 caracteres, incluyendo el delimitador EOF).

Las tramas están encerradas por dos conjuntos de caracteres especiales, el delimitador de comienzo de trama (dos caracteres) y el delimitador del fin de trama (tres caracteres). El delimitador de comienzo de trama (SOF) puede ser:

- Conectado.
- Pasivo.

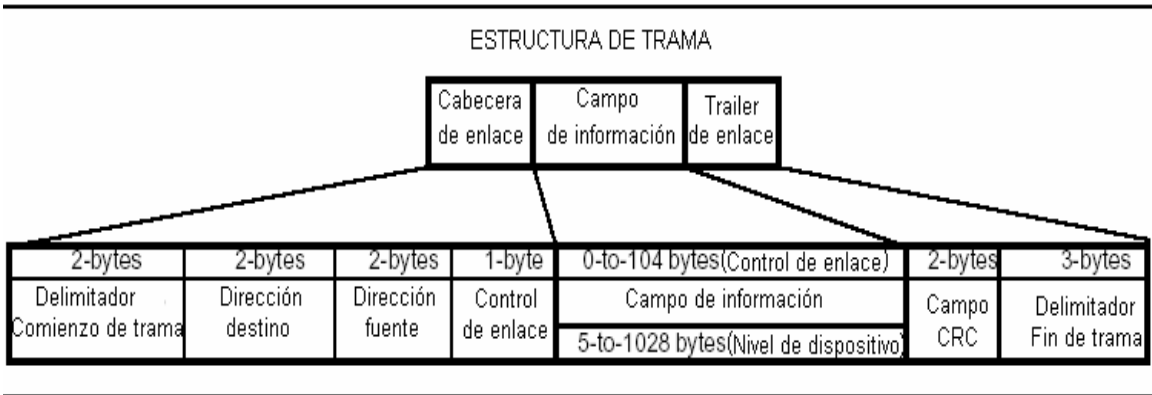


Figura 3.3- Estructura de una trama ESCON

Un delimitador SOF conectado establece una conexión al puerto del ESCD especificado en el campo de dirección del destinatario. Si el puerto destino no está en estado inactivo, la conexión solicitada será denegada y el puerto receptor contestará con una trama de puerto “ocupado”.

Un SOF pasivo supone que la conexión ya ha sido establecida. Si la conexión no ha sido establecida, es generado un error de conexión en la recepción de la trama.

El delimitador de fin de trama (EOF) puede ser:

- Desconectado.
- Pasivo.

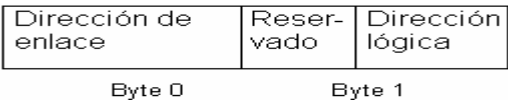
Una vez que una conexión entre puertos se ha establecido, permanece el efecto hasta que ocurra un error que impida mantener la conexión, o se reciba una trama (en cualquier extremo), que contenga un EOF de desconexión (EOF Disconnect). Los puertos envueltos volverán al estado inactivo. Un EOF pasivo no puede romper una conexión.

El formato de la cabecera y trailer de enlace es común para las tramas de nivel de dispositivo y enlace.

Cabecera de enlace: pasando por alto el delimitador SOF, la cabecera de enlace contiene tres subcampos:

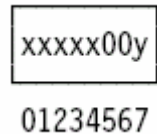
- Dirección destino (dirección de enlace completa)
- Dirección fuente (dirección de enlace completa)
- Campo de control de enlace

Las direcciones de enlace completas tienen el formato:



El byte 0 contiene la dirección de enlace de destino cuando el camino de canal incluye una conexión dinámica. Los primeros cuatro bits del byte 1 están reservados y deben contener ceros. Los últimos cuatro bits contienen la dirección lógica del host o el número de la unidad de control imagen. La primera posibilidad se usa para canales compartidos en modo LPAR y la segunda para unidades de control que soportan múltiples unidades de control imágenes. Si ninguna de las características anteriores se usa, entonces el campo contiene ceros.

El campo de control de enlace tiene el siguiente formato (antes de ser codificado):



El bit 7 (y) especifica el tipo de trama; el 1 indica trama de nivel de enlace, y 0 indica trama de nivel de dispositivo. Si y = 1, los bits del 0 a 4 (xxxxx) especifican la función de nivel de enlace a ser ejecutada; de lo contrario, son todos ceros.

Trailer de enlace: Exceptuando el delimitador de fin de trama, el trailer de enlace contiene dos byte para chequeo de redundancia cíclica (CRC). Este campo es usado por los canales y unidades de control para asegurar la integridad de los datos.

Campo de Información de nivel de enlace: El campo de información de tramas de nivel de enlace tiene una longitud variable (de 0 a 104 bytes) que depende de la función solicitada por el campo de control de enlace. Por ejemplo, en una trama de rechazo de puerto, el campo de información posee el código con la razón por la que una trama fue rechazada. El campo de información de una trama de reconocimiento de nivel de enlace (ACK) tiene una longitud de cero; no hay campo de información para este tipo de trama.

El campo de información de nivel de dispositivo tiene un formato más complejo y será discutido en la siguiente sección.

Tramas del nivel de dispositivo

A parte de la información de direccionamiento de nivel de enlace, las tramas de nivel de dispositivo pueden contener:

- Información para direccionar dispositivos individuales.
- Comandos, banderas, y estados.
- Datos.

Todos estos datos están contenidos en el campo de información. Así, aunque la estructura base principal de las tramas de nivel de enlace y nivel de dispositivo es la misma, los

contenidos reales y formatos de los campos de información difieren. La figura 3.4 contiene el esquema del campo de información para una trama de nivel de dispositivo.

El campo de información en una trama de nivel de dispositivo tiene los subcampos siguientes:

- Cabecera de dispositivo, conteniendo:
 - El identificador de campo de información (IFI).
 - La dirección de dispositivo.
 - La bandera de cabecera de dispositivo (DHF).
- Bloque de información de dispositivo (DIB).

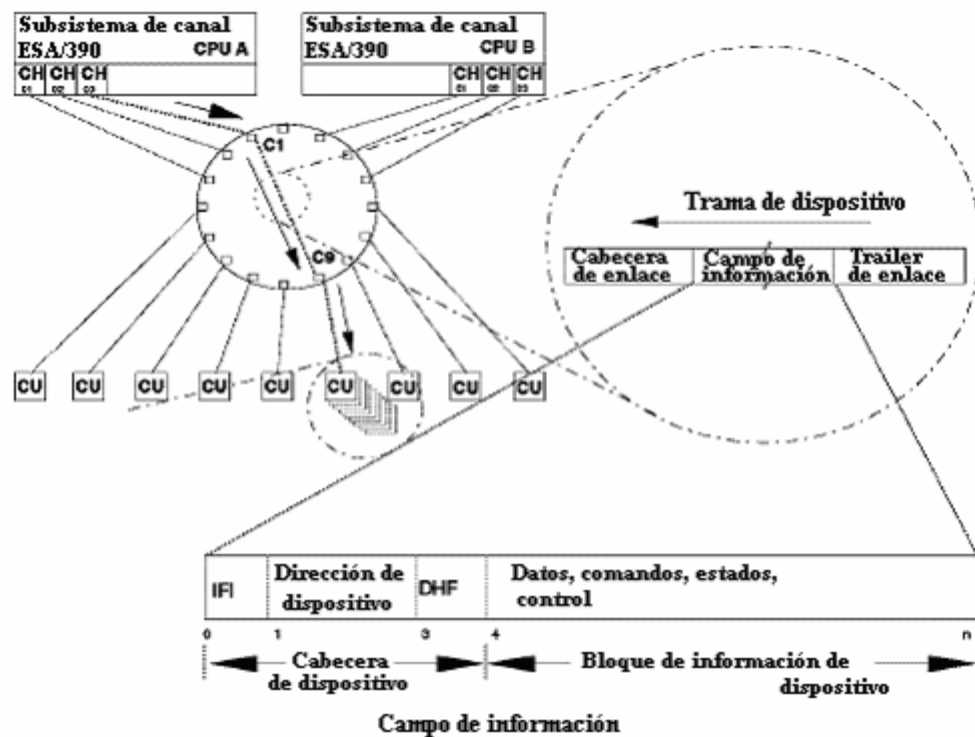


Figura 3.4- Campo de información de las tramas del nivel de dispositivo

IFI contiene un campo de ocho bits que especifica el tipo de trama de nivel de dispositivo, si un dispositivo específico está asociado con esta trama, y si el estado suplemental está presente en una trama de estado. La trama de nivel de dispositivo puede ser del tipo:

- Datos.
- Comando.
- Estado.
- Control.

Si el IFI determina que esta trama no contiene una dirección específica (por ejemplo, al dirigirse a una unidad del control), el campo de dirección no se usa.

El campo de **dirección de dispositivo** es un campo de 16 bits usado para direccionar dispositivos específicos. Los bits del 0 a 7 no se usan y deben ponerse a cero.

Los bits **bandera de la cabecera de dispositivo (DHF)** controlan la ejecución de una operación de E/S. Algunos de los protocolos que pueden invocarse por estos bits incluyen:

- La notificación de desconexión.
- Encadenamiento de trama.
- Solicitud de datos.

El formato del **DIB** depende del tipo de trama de nivel de dispositivo. (Figura 3.5):

- Para una trama de datos, el DIB contiene datos.
- Para una trama comando, el DIB contiene el comando, el contador de datos y las banderas de comando.
- Para una trama de estado, el DIB contiene el estado y puede contener el estado suplemental, dependiendo de la especificación del IFI.
- Para una trama de control, el DIB contiene la función y parámetros de control.

Note que aunque la longitud de las tramas de nivel de dispositivo es variable, no hay ningún campo que especifique su longitud. La longitud de cualquier trama es determinada por la ocurrencia del delimitador EOF en la secuencia de caracteres.

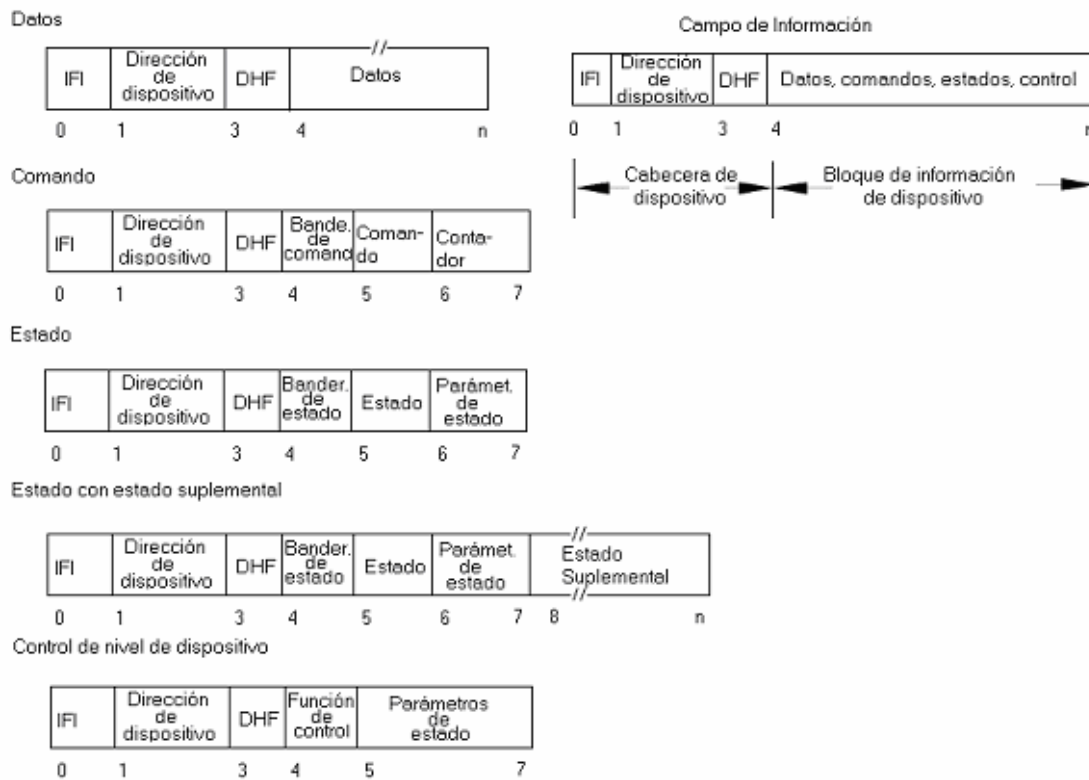


Figura 3.5- Formato del bloque de información de dispositivo (DIB)

3.4.4- Caminos lógicos y operaciones de E/S

Como expresamos antes, parte del criterio de diseño para la interfaz de E/S ESCON fue la ausencia, o por lo menos la minimización, de modificaciones requeridas para controlar programas y aplicaciones. Este es el caso, de ¿quién realmente direcciona y maneja el protocolo de la interfaz de E/S ESCON? Ciertamente, las unidades de control deben tener el hardware y la lógica requerida para manejar, interpretar, y ejecutar comandos recibidos en la interfaz. En el lado del procesador, sin embargo, es el subsistema de canal ESA/390, basado en información de configuración proporcionada por el usuario (usualmente a través del programa de IOCP), quien hace todo el direccionamiento y administración del protocolo para soportar las operaciones de E/S iniciadas por el software. Estas operaciones de E/S se ejecutan como es descrito a continuación.

Antes que una operación del E/S pueda ser iniciada por un canal en un dispositivo, el canal debe establecer un camino lógico a la unidad de control. Mientras es establecido este camino lógico, el canal determina si la unidad de control tiene los recursos para aceptar el

camino lógico, e informa a la unidad de control del tamaño del empaquetado y del DIB que el canal puede manejar.

Normalmente se establecen caminos lógicos en la inicialización, pero si se usa EMIF en el modo LPAR, se establecen los caminos lógicos en la activación de la partición o después. Las solicitudes para establecer caminos lógicos se basan en información contenida en los IOCDS.

Note que cuando se proporciona el subsistema de canal ESA/390 con información de configuración de E/S, el usuario especifica sólo las direcciones de enlace asociada con los puertos ESCD a la cual las interfaces de la unidad de control están adjuntas. El usuario no puede especificar direcciones de enlace para canales. Durante la inicialización, y antes de establecer caminos lógicos, el canal adquiere su propia dirección de enlace (ALA) ejecutando un procedimiento de nivel de enlace específico. Después de ser identificado, el canal puede establecer los caminos lógicos a toda las interfaces de unidades de control como es definido en el IOCDS, con tal que el número de caminos lógicos que una unidad del control proporciona no se agote.

Las unidades de control pasan por el mismo procedimiento ALA. La información sobre los ALAs y los caminos lógicos establecidos se guardan en los canales y unidades de control. Esto permite al canal y a la unidad de control identificar al remitente de una trama inspeccionando la dirección de enlace completa de la fuente incluido en la cabecera de enlace de la trama.

En la figura 3.6, el canal 02 en el CPU B ha adquirido su propia dirección de enlace y ha establecido los caminos lógicos con las unidades de control conectadas a los puertos C5 y C9. La unidad de control en el puerto C9 ha adquirido su propia dirección de enlace y ha establecido caminos lógicos con los canales adjuntos a los puertos C1, C2, y CE.

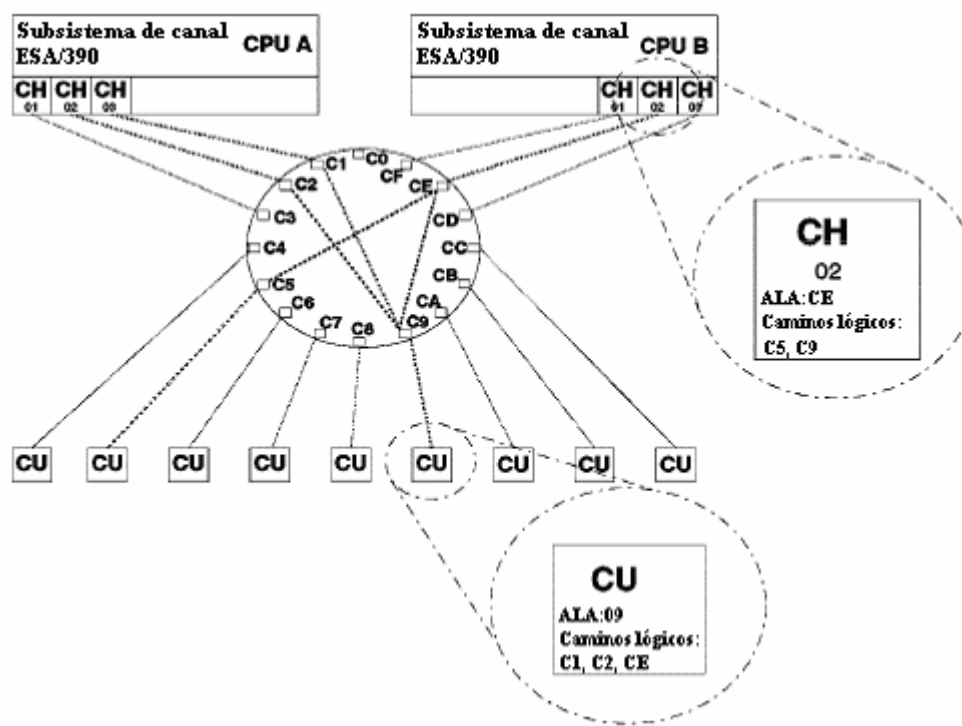


Figura 3.6- Establecimiento de caminos lógicos

Basado en toda la información proporcionada en el IOCDs, y toda la información obtenida durante la inicialización, los subsistemas de canal ESA/390 pueden ejecutar una instrucción de subcanal de salida (SSCH). Usando esta información y el número de subcanal especificado en la SSCH, el subsistema de canal identifica el dispositivo, los posibles caminos de acceso, y sus direcciones de enlace asociadas. Las tramas reales y número de tramas generadas son dependientes de las CCWs asociadas con el SSCH, y el tamaño de DIB máximo soportado por el canal y la unidad de control.

Usualmente, hay múltiples tramas por CCW, lo cual explica por qué la distancia tiene un efecto notable en el desempeño. (Para ejecutar una simple operación de E/S en una unidad de control localizada 9 Km del procesador, la distancia total que todas las tramas tienen que viajar podría ser centenares de kilómetros). Un intercambio típico de tramas para una simple lectura CCW tiene el formato mostrado en la Figura 3.7.

Cada una de las tramas de la conversación se lleva a cabo por un comando, control, o trama de estado de nivel de dispositivo. Pueden requerirse varias tramas de datos para satisfacer una solicitud de datos de lectura (o escritura). Dependiendo de la capacidad de la unidad de

control o canal para recibir las múltiples tramas, la transmisión de datos puede ser detenida temporalmente, sólo para ser restaurada por una solicitud de datos extensa del canal o unidad de control.

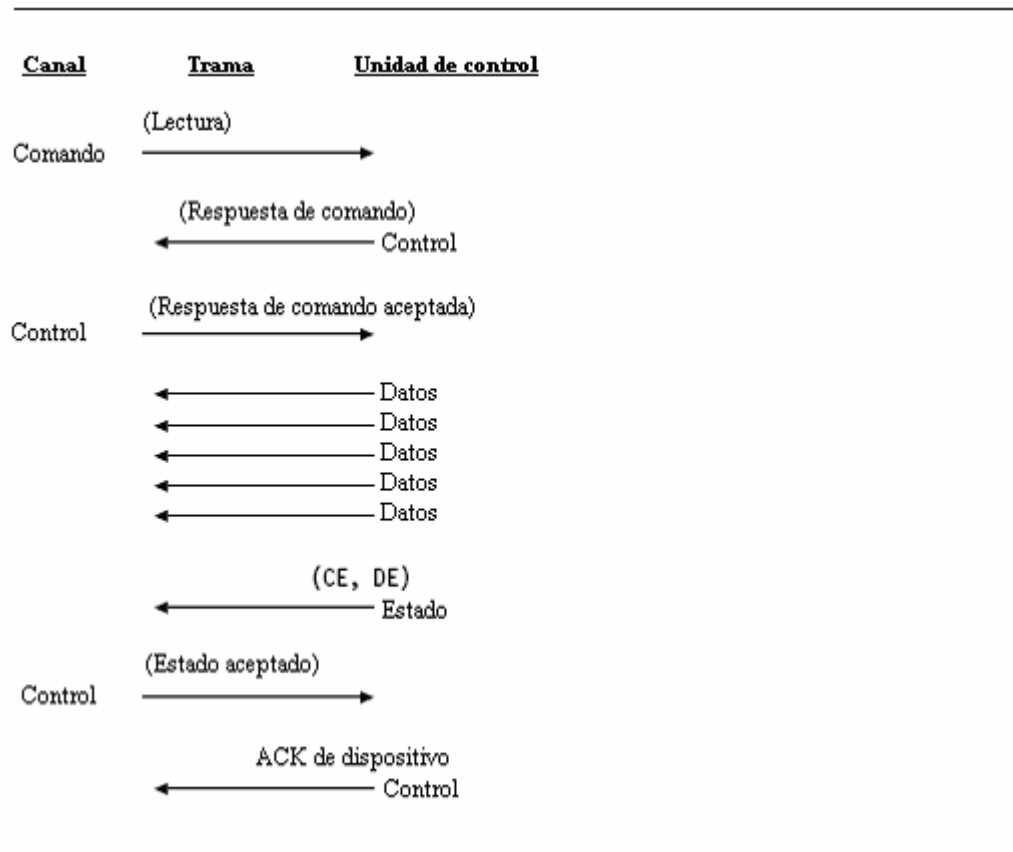


Figura 3.7- Intercambio de tramas para un CCW de lectura

En resumen, la administración de los enlaces que forman un camino de canal está oculta del sistema operativo del host. Desde el punto de vista del software, las operaciones de E/S se llevan a cabo tales como eran previamente. Las nuevas condiciones, tal como puerto “ocupado”, se manejan por el subsistema de canal ESA/390 sin la intervención del software del host, manteniendo así, un nivel alto de compatibilidad con el software descrito por la interfaz paralela OEMI.

3.6- Beneficios que ofrece ESCON

ESCON introduce para el enlace por fibra óptica múltiples beneficios que van aparejados al desarrollo de las telecomunicaciones, dichos beneficios se manifiestan en:

- La conectividad. Hay menos canales e interfaces de unidades de control, y existe un eficiente balance de cargas.

-
- La disponibilidad. Los recursos del centro de datos de una empresa están disponibles cuando son necesarios. En un ambiente ESCON, una empresa puede agregar nuevos canales y unidades de control a los directores ESCON en un centro de datos, con la interrupción mínima a los usuarios actuales, mantener unidades de control, sin tener que interrumpir a los usuarios de otras unidades de control, proporcionar un conjunto alternativo de enlaces entre la mayoría de los dispositivos para minimizar el efecto de cualquier fallo simple-punto.
 - La distancia. En un ambiente ESCON, una unidad de control puede situarse a 3 kilómetros (1.87 millas) de un canal sin usar un director ESCON, a 23 kilómetros (14.3 millas) usando un director, o a 43 kilómetros (26.7 millas) usando dos directores encadenados. También, la comunicación canal a canal ESCON puede ocurrir a 60 kilómetros (37.3 millas) usando dos directores encadenados.
 - La seguridad. Un ambiente ESCON ofrece un beneficio significativo relacionado a la seguridad de los datos: archivado interno seguro. Con su alcance máximo canal a canal de 60 kilómetros (37.3 millas), un ambiente ESCON proporciona un archivado seguro de datos dentro del centro de datos extendido en lugar de hacerlo en otra localización o a través de un servicio externo. Los costos de transporte de datos o contrato para su almacenamiento (o ambos) pueden eludirse o reducirse.
 - La administración de centro de datos. Hay una reducida planificación de configuración e instalación. Hay un incremento de la eficiencia del aire acondicionado y reducido peso del cable.

CAPÍTULO 4

CAPÍTULO 4- FICON (FIBER CONECTOR)

FICON introducido por la IBM en 1998, es una tecnología estratégica que brinda grandes beneficios a los usuarios. Mejora el desempeño de las operaciones de almacenamiento y proporciona el retorno en inversión sustancial (ROI) para compañías que necesitan almacenamientos de datos. Es el próximo paso en la evolución de las redes de almacenamiento. FICON no es más que almacenamiento que hay en las redes de computadoras, esto hace que las redes sean más eficientes en cuanto a almacenamiento se trata. Esta tecnología tiene alto rendimiento en las operaciones de entrada y salida, proporcionando elevada eficiencia y alta velocidad en el intercambio de datos. Al mismo tiempo brinda a los usuarios protección en las inversiones, equilibrio en el sistema y compatibilidad con ESCON. Este es el mayor salto para la norma S/390, FICON toma los avances de ANSI (instituto de estándares norteamericano), usa el protocolo de canal de fibra e introduce un nivel S/390 con un mayor rendimiento. [22]

Los canales de FICON son “grandes” y de alta velocidad, soporta características de protocolos como ESCON y el propio FICON, mayores cargas de trabajo así como velocidades altas de nuevos y futuros dispositivos que se acoplan a las redes.

4.1- Topología

La arquitectura FICON puede operar en dos tipos de configuraciones:

- FICON nativo.
- FICON FCV (en modo de puente).

Como se muestra en la figura 4.1, FICON nativo en modo FC puede operar en tres topologías:

- 1 Punto a punto (directamente conectada a una unidad de control FICON)
- 2 Conmutación punto a punto (a través de un simple canal de fibra FICON, del switch a la unidad de control)
- 3 Cascada de FICON Director (a través de dos switch del canal de fibra FICON a una unidad de control)

Estas topologías usan la arquitectura FC-SB-2 (FICON) en el nivel FC-4.

4.2- Terminología

Nodo

El nodo es un punto final que contiene información. Este puede ser una computadora, un dispositivo de control o un periférico. El nodo se identifica con una palabra de 64 bits que se conoce como nombre del nodo. Este es usado mayormente para propósitos administrativos. [18].

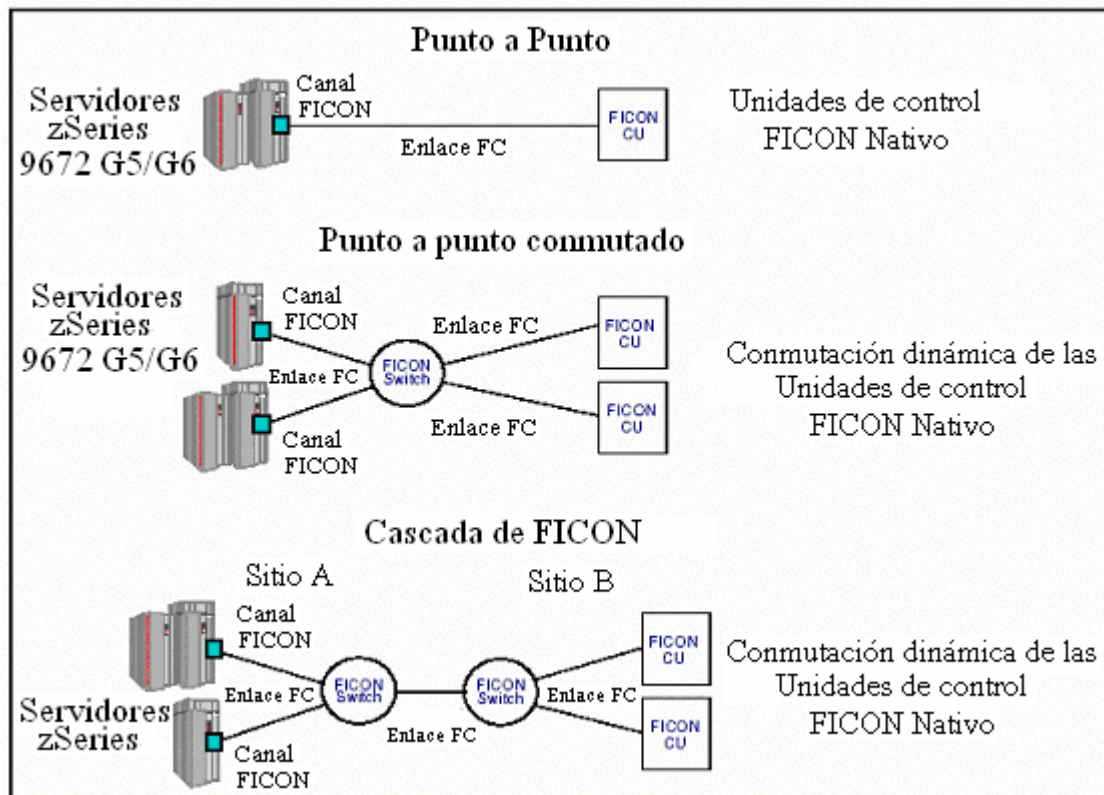


Figura 4.1- Conexión y topología de FICON

Puerto

Cada nodo tiene al menos un puerto para conectarse en la topología de canal de fibra. Cada puerto del mismo (puerto N) tiene un nombre que es identificado con 64 bit que se le asigna en el momento de ser usado. El puerto del nodo es usado para asociar el punto de acceso a diferentes recursos del mismo.

Los diferentes tipos de puertos son:

- Puerto E Es un puerto de expansión usado para interconectar switch.
- Puerto F El puerto fabric es usado para conectar un puerto N a un switch que no están interconectados.

- Puerto FL El puerto de fabric es usado para conectar puertos NL a un switch en una configuración de lazo.
- Puerto G Un puerto genérico es un puerto que no ha asumido un papel en la fabric.
- Puerto L Un puerto de lazo, es un puerto en la topología canal de fibra de un determinado lazo (FC-AL).
- Puerto NL Es un puerto N con capacidad de interconectarse entre puertos similares.

El tipo de puerto es determinado según su desempeño en la topología, figura 4.2.

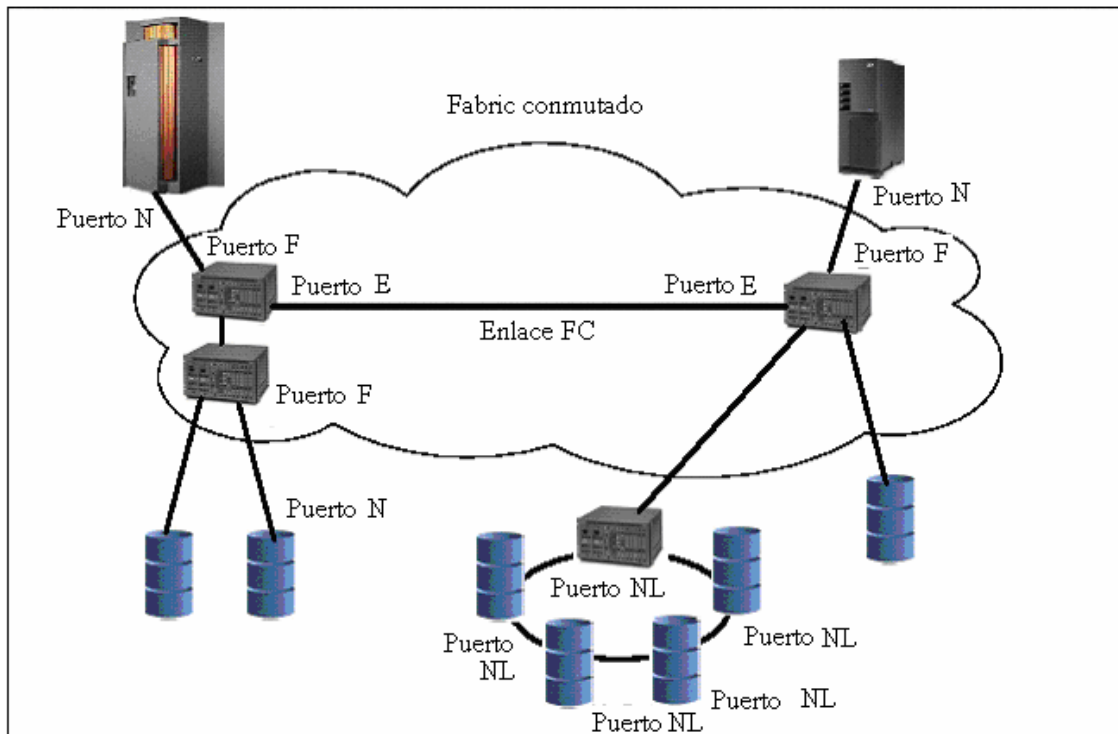


Figura 4.2- Interconexión de los puertos

Switch fabric.

Uno o más switch son interconectados para crear la fabric, en donde los puertos N son interconectados. Un switch fabric toma las ventajas del ancho de banda agregado conmutando las conexiones entre los puertos N. [12]

Enlace FC

Los puertos se conectan a la topología a través de un enlace FC. El enlace del canal óptico tiene dos vías, una para recibir y la otra para transmitir la señal, figura 4.3. Un enlace FC se usa para conectar nodos y/o switch. [12, 18]

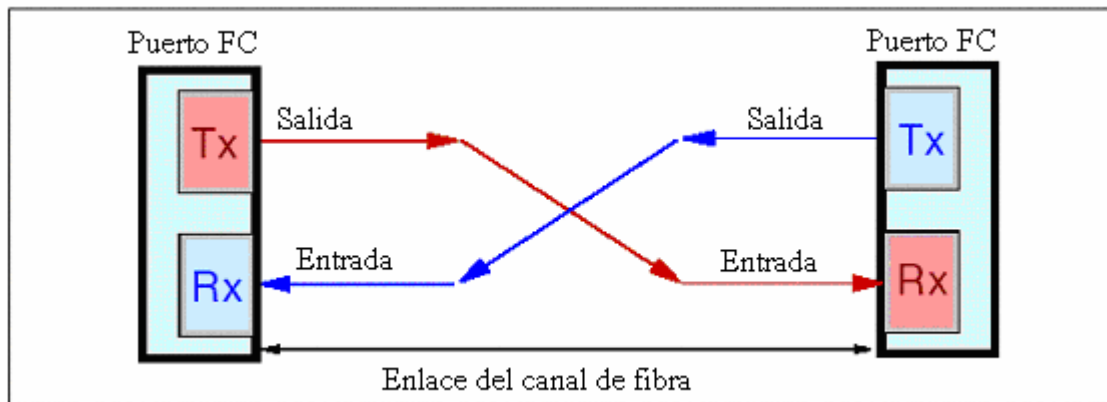


Figura 4.3- Enlace de canal de fibra

Por ejemplo un enlace FC (conexión punto a punto) puede ser:

- Enlace nodo a nodo (puerto N a puerto N)
- Enlace nodo a switch (puerto N a puerto F)
- Enlace de nodo en lazo a switch (puerto NL a puerto FL)
- Enlace de switch a switch (puerto E a puerto E)

Nombre universales de los nodos (WWN)

Como hemos mencionado antes, los nodos y los puertos se identifican por direcciones de 16 bits que son usadas para identificar a estos en la topología FC. Estas direcciones se asignan por el fabricante. Estas direcciones (en el estándar FC) se llaman nombre del nodo y nombre de puerto, cuando son únicos a nivel mundial, son llamados:

- Nombre universal del nodo (WWNN)
- Nombre universal del puerto (WWPN)

Estas direcciones usualmente se identifican por dos dígitos hexadecimales, separados por dos puntos, por ejemplo: 08:45:12:56:43:00:D5:A0. [18].

Existen otros términos que son usados en otras configuraciones como la de punto a punto, figura 4.4. Estos términos son los siguientes.

Buffer Credits

El nivel FC-2 del canal de fibra usa el control de flujo de buffer a buffer para la transferencia de tramas desde un puerto N al otro que se encuentra el final del enlace.

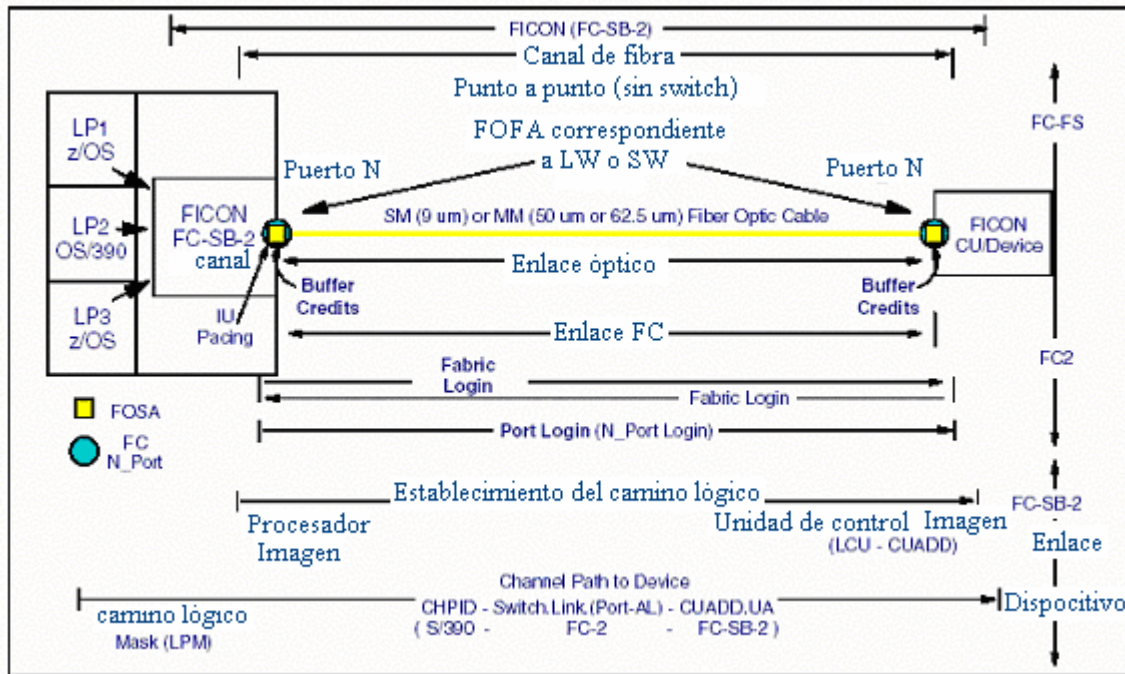


Figura 4.4- Términos de FICON Nativo en la configuración de punto a punto

FOSA

FOSA (Convertidor de fibra óptica) consiste en que el transmisor convierte la señal eléctrica en una señal óptica, mientras el receptor realiza el proceso contrario. Hay dos tipos de FOSA, de larga y corta longitud de onda.

Enlace óptico

Enlace óptico es un enlace físico entre dos FOSA del mismo tipo. El cable de fibra conectado entre ambas FOSA puede ser de simple modo (9 μm) o multimodo (50 o 62.5 μm). La distancia máxima del enlace óptico depende del tipo de FOSA usado y del tipo de fibra óptica usada. [18].

Fabric Login (FLOGI)

El acceso a la fabric (FLOGI) es requerido para todos los puertos N. La comunicación con otros puertos no es permitida hasta que el proceso FLOGI no es completo. También cada puerto N de los servidores requiere para acceder a cada puerto N de almacenamiento un PLOGI.

El FLOGI es un método por el cual un puerto N establece su ambiente de operación con un fabric si existe, y con otro puerto N de destino con el que se desea comunicar.

En la topología de punto a punto conmutado lo primero que requiere el puerto N es acceder a la fabric. La respuesta desde el puerto fabric a la FLOGI debe ser un ELS aceptado (ACC) con la dirección del puerto F, puerto que se le asigna al puerto N, el ACC se monta sobre la

cabecera FC-2 (ver más adelante los detalles del encabezamiento FC-2). Esta acción es realizada por ambos puertos N del canal FICON y de las unidades de control. Figura 4.5.

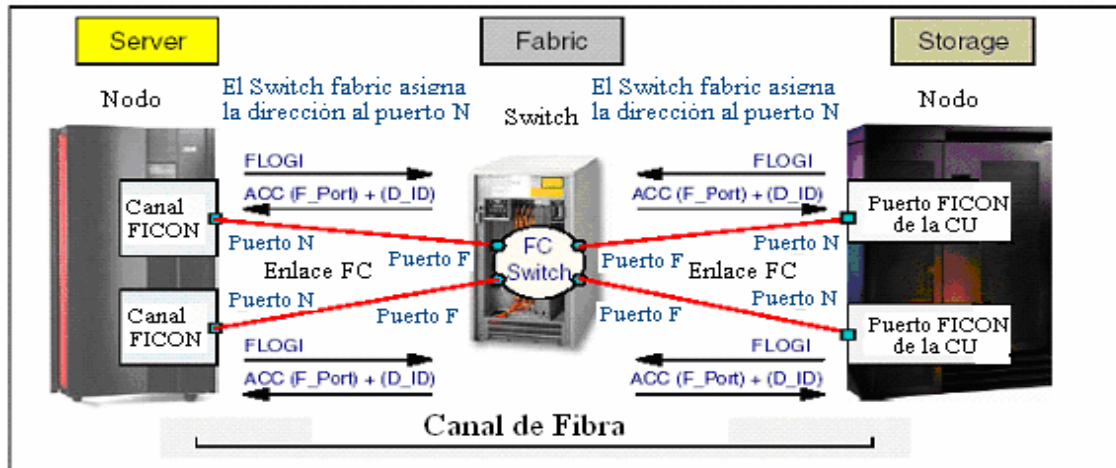


Figura 4.5- FLOGI en la topología punto a punto conmutado de FICON Nativo

Luego cuando la comunicación es desde un puerto del canal FICON a un puerto de la unidad de control, el canal FICON utiliza la información de los protocolos FC-SB-2 y FC-FS, donde ambos proporcionan la dirección de los puertos, el identificador del puerto fuente (S_ID) y la dirección del puerto destino es (D_ID).

Es importante tener en cuenta que la arquitectura del canal de fibra no especifica como el puerto N del servidor determina la dirección del puerto destino (puerto N del dispositivo de almacenamiento). Básicamente, hay dos formas en que el servidor puede determinar la dirección del puerto N que se necesita para la comunicación, estas son:

- El método de "descubrimiento," es conociendo el nombre universal (WWN) del nodo con el que se pretende la comunicación y entonces preguntar, teniendo el WWN, por la dirección del puerto N al servidor fabric del canal de fibra.
- El método de definición del puerto N en el servidor (canal del procesador) donde se predefine la dirección del puerto N de la unidad de control del dispositivo de almacenamiento con que se desea la comunicación. Este método es conocido como "método de definición de la dirección de puerto", y es implementado para los canales FICON nativo en el modo FC por los procesadores zSeries y 9672 G5/G6, usando las funciones z/OS HCD o los programas IOCP para definir 1-byte del puerto del switch (es el primer byte del campo de tres donde se define la dirección del puerto N).

La FLOGI y la respuesta ACC cumplen cinco funciones fundamentales:

- 1- Ellos determinan la presencia o la ausencia de un fabric.

- 2- Si un fabric esta presente, la repuesta ACC enviada esta asociada con las características del fabric.
- 3- Si la fabric está presente, la fabric opcionalmente le asigna o confirma al puerto N la identificación del puerto N nativo (dirección del puerto de 24 bit) donde comenzó el logic. [17]
- 4- Si la fabric está presente inicializa el enlace de buffer a buffer.
El funcionamiento de buffer a buffer representa el número del buffer de recepción soportado por un puerto (N o F) para la recepción de tramas. El valor mínimo de buffer a buffer es uno. Este valor es usado como un parámetro de control en el flujo de tramas sobre un enlace FC para evitar las posibles sobre cargas en la recepción.
- 5- Si un fabric no esta presente, un ACC con la especificación de otro puerto N indica que este puerto N se quiere enlazar con él (topología de punto a punto), figura 4.6.

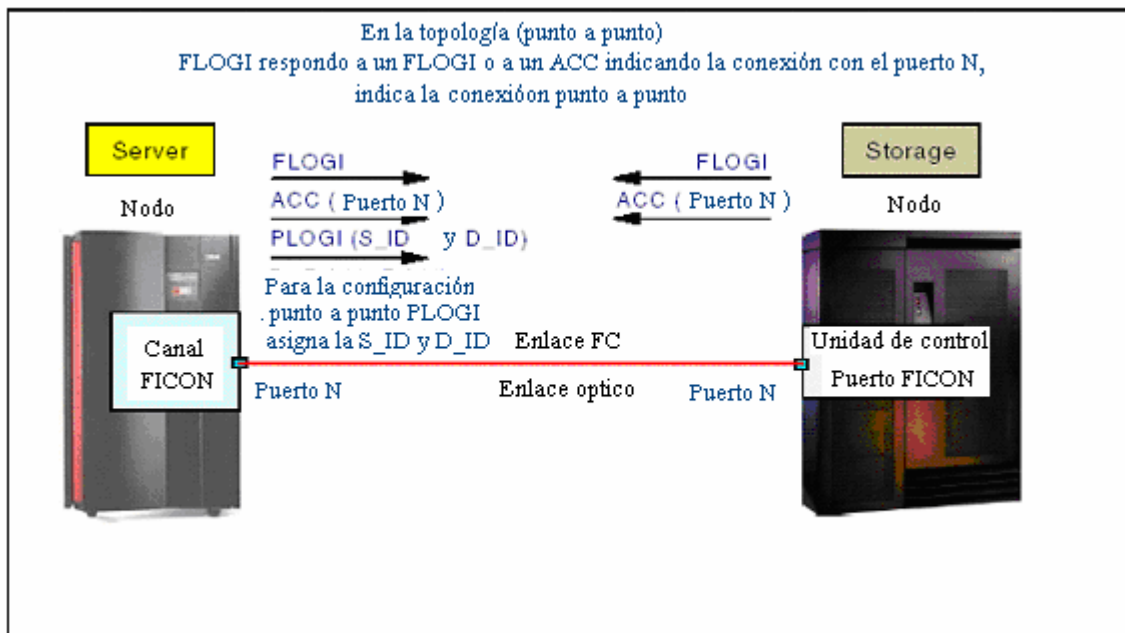


Figura 4.6- FLOGI en la configuración punto a punto

La misma acción inicial (FLOGI), es también requerida para un puerto N en la topología punto a punto, ya que esta acción puede hacer al puerto N conocedor si esta conectado o no en la topología punto a punto y entonces hacer diferentes funciones para determinar las dos direcciones de puerto.

PLOGI

Si la fabric no esta presente, como se determinó en la FLOGI uno de los dos puertos N procede con la PLOGI (puerto N login). Este devuelve el parámetro de servicio al otro puerto N.

El destino de acceso del puerto N (PLOGI) sigue el mismo procedimiento que la FLOGI. El PLOGI proporciona parámetros de servicio que utiliza un puerto N en su enlace con otro puerto. El conocimiento del puerto destino, ya sea el receptor o el transmisor se requiere para el intercambio de datos.

Si la fabric esta presente, como se determinó en el procedimiento de la FLOGI, un canal FICON nativo en el modo FC procede con PLOGI. El PLOGI es realizado a varias direcciones conocidas ('FFFFFx') de fabric, y a cada puerto N de la unidad de control. [18].

Figura 4.7.

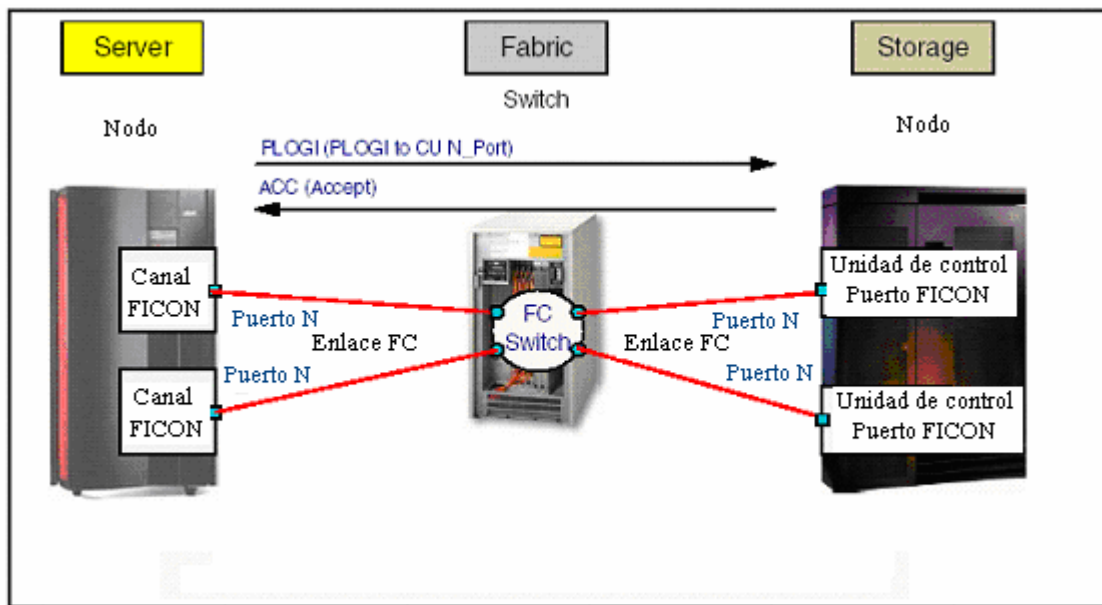


Figura 4.7- Ejemplo del PLOGI en la configuración de punto a punto conmutado

La respuesta exitosa a un PLOGI es un ELS acepto (ACC). La respuesta de acepto al PLOGI contiene los parámetros de servicio del puerto N, que establece el ambiente de operación entre los dos puertos N. Aquí se incluyen características como son el tamaño máximo de la trama que se va a recibir.

Si la fabric no esta presente, el procedimiento PLOGI proporciona al puerto que lo realiza los parámetros de servicio del puerto N que responde.

En un canal de FICON nativo en la configuración punto a punto conmutado, un PLOGI se realiza por el canal a cada una de las direcciones de enlace definidas para ser accedidas

desde cada canal. En la configuración en cascada el procedimiento de PLOGI se realiza de la misma forma.

En la configuración punto a punto el PLOGI es realizado por cada uno de los puertos N del canal o de las unidades de control. Cada puerto N chequea los parámetros de servicio de los otros puertos, y cualquiera de los dos puertos que tenga el mayor WWN, asigna la dirección de puerto a ambos y realiza el PLOGI. Por consiguiente el otro puerto N se quedará con esta dirección de puerto para la conexión punto a punto cuando el ELS PLOGI es realizado.

Camino lógico

La función de establecimiento de un camino lógico se realiza desde un canal imagen (partición lógica del procesador imagen) a una unidad de control imagen (unidad de control lógica).

En la configuración de conmutación se usan nuevos términos que son usados en la configuración punto a punto. Figura 4.8

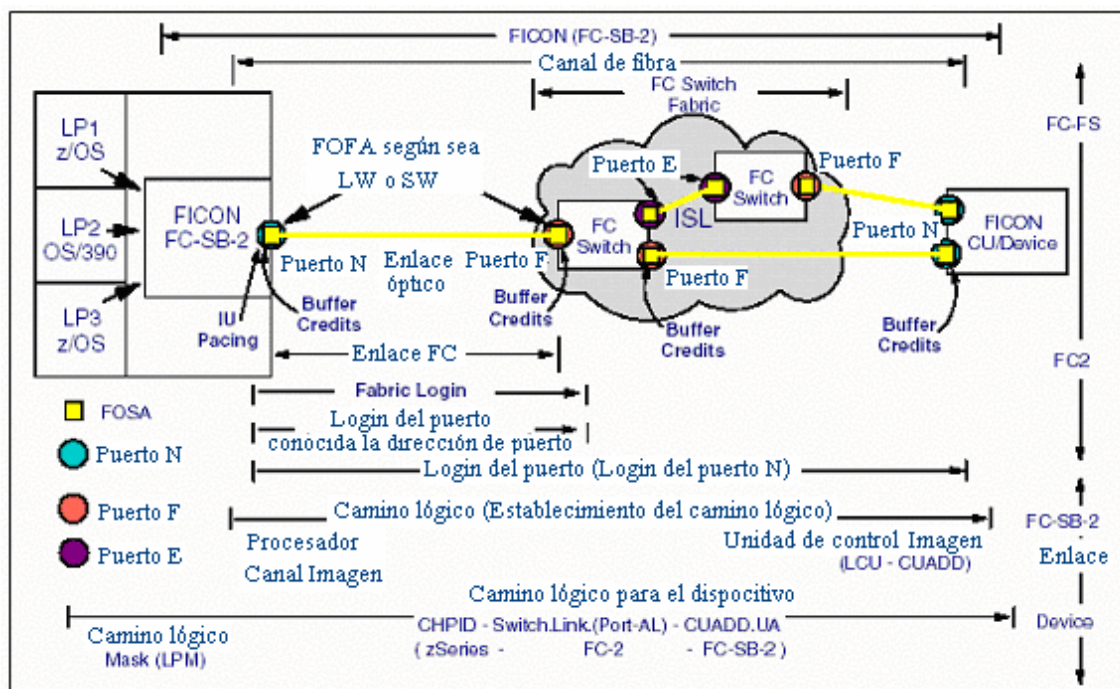


Figura 4.8- Términos de la configuración punto a punto conmutado

Enlace entre switch (ISL)

El enlace que se establece entre dos switch se nombra ISL. El puerto del switch donde se conecta el ISL se conoce como puerto E. Múltiples ISL pueden establecerse entre dos switch.

4.3- Arquitectura de FICON en el modo de canal de fibra

La arquitectura FICON es soportada por los siguientes niveles de canal de fibra (FC). Figura 4.8. Donde se representan las diferentes capas con que cuenta el protocolo de canal de fibra, FICON se monta sobre el nivel FC-4. Aprovechándose de este modo las ventajas del protocolo de canal de fibra, como son las altas velocidades de transmisión que presenta.

4.3.1- Formato de la trama FICON

FICON usa la arquitectura del canal de fibra (serie de tramas del canal de fibra) para transferir datos desde un servidor FICON a otro nodo FICON (dispositivo de almacenamiento). La trama del canal de fibra consta del encabezamiento FC-2, más la parte de carga (FC-SB-2). [Capítulo 2- Canal de fibra].

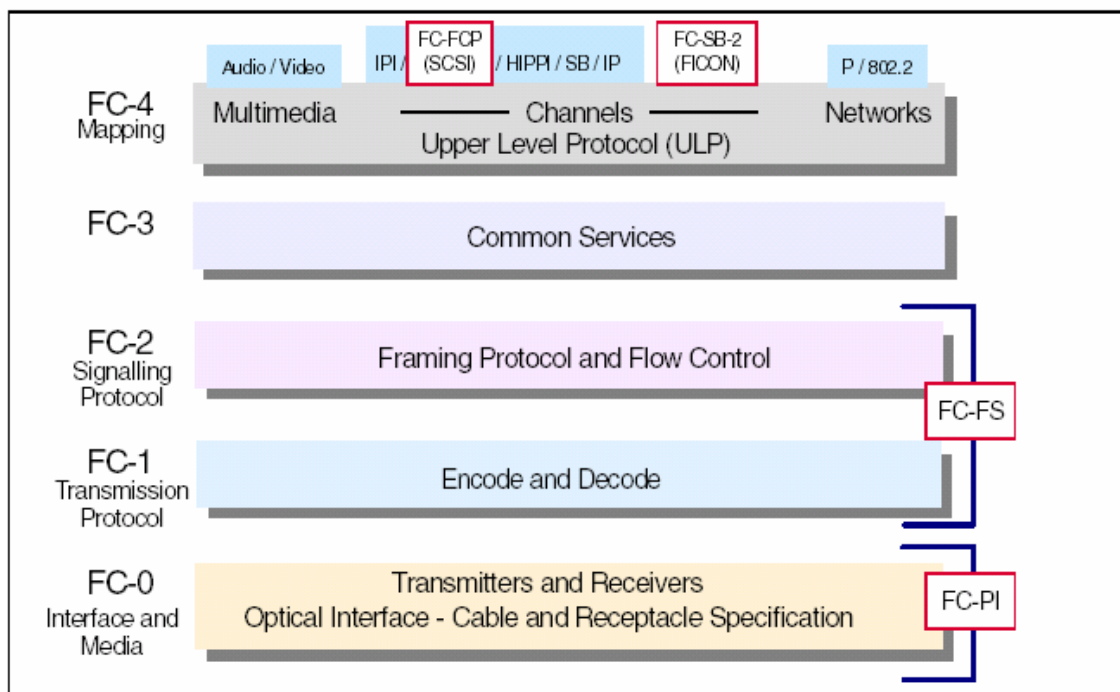


Figura 4.9- Niveles del protocolo de canal de fibra

Formato de la trama de canal de fibra FC-2

El nodo que adapta FICON al canal de fibra usa el protocolo de canal de fibra en el nivel FC-2 y FC-4 para soportar el protocolo FC-SB-2 de la arquitectura FICON que forma la trama FC. Así se conforma el formato de la trama FC-2, figura 4.10.

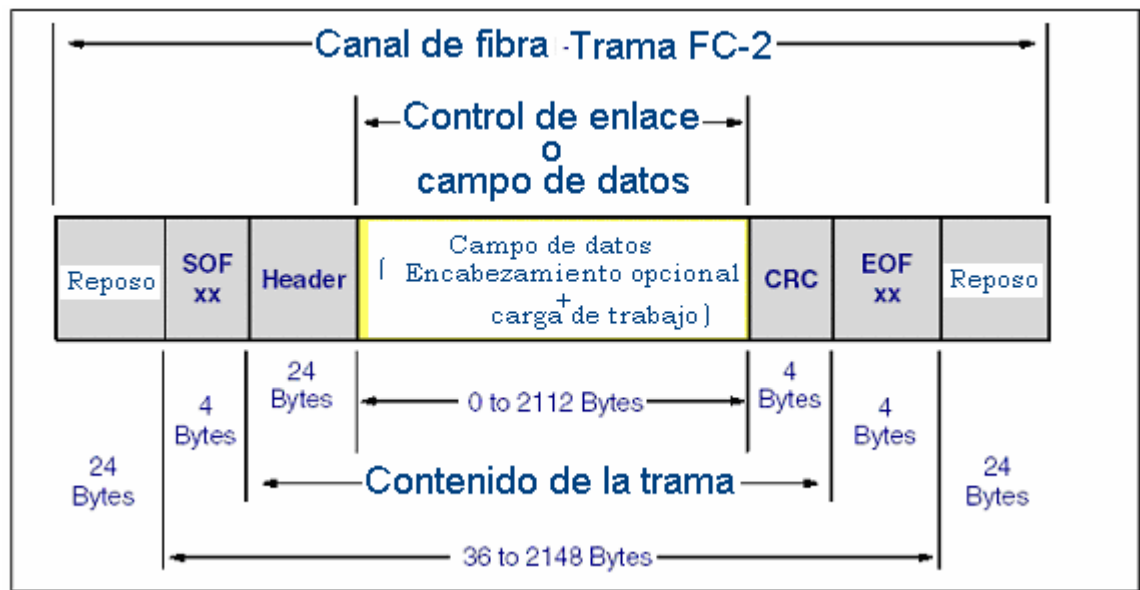


Figura 4.10- Formato de la trama FC-2 del canal de fibra

El contenido de la trama esta compuesto por el encabezamiento, el campo de datos y el CRC. Cuando el encabezamiento de FC-2 indica que la trama es una trama FC-4 el contenido del campo de datos de este nivel contiene la trama FC-SB-2. La longitud de la palabra de este campo debe ser equivalente a un múltiplo de 4 byte. Todas las tramas FC-2 tienen un encabezamiento, el cual contiene varios controles de información como la dirección del puerto fuente y la del puerto de destino. Figura 4.11.

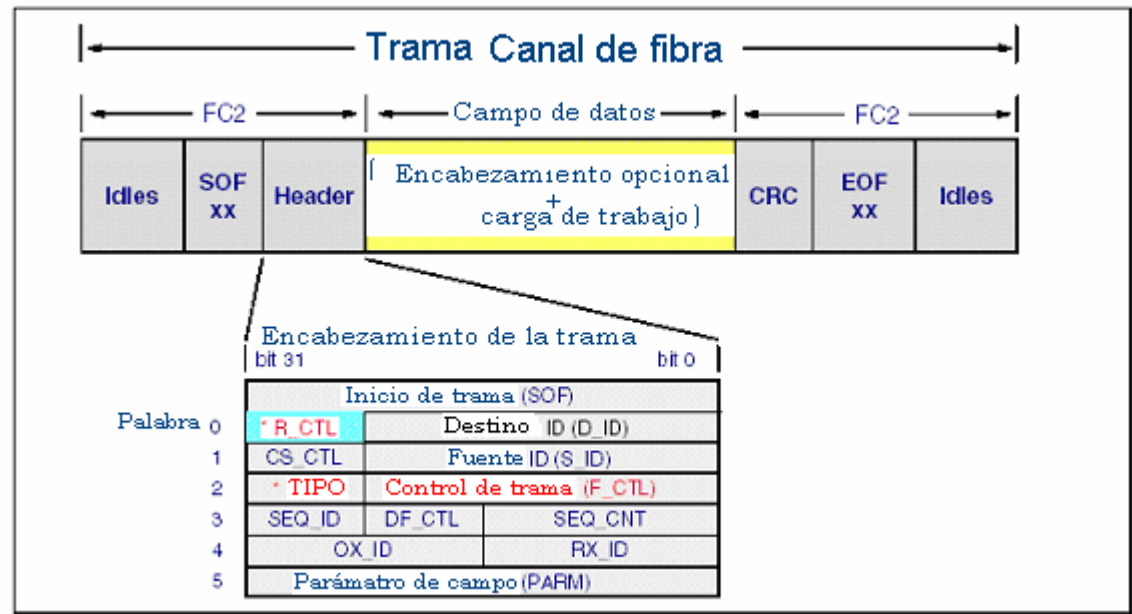


Figura 4.11- Formato del encabezamiento de la trama FC-2 del canal de fibra

Formato de la trama FC-SB-2

Dos campos de la trama nos interesan, el de dirección de fuente S_ID y el de dirección del destino D_ID, en ambos casos son 24 bit.

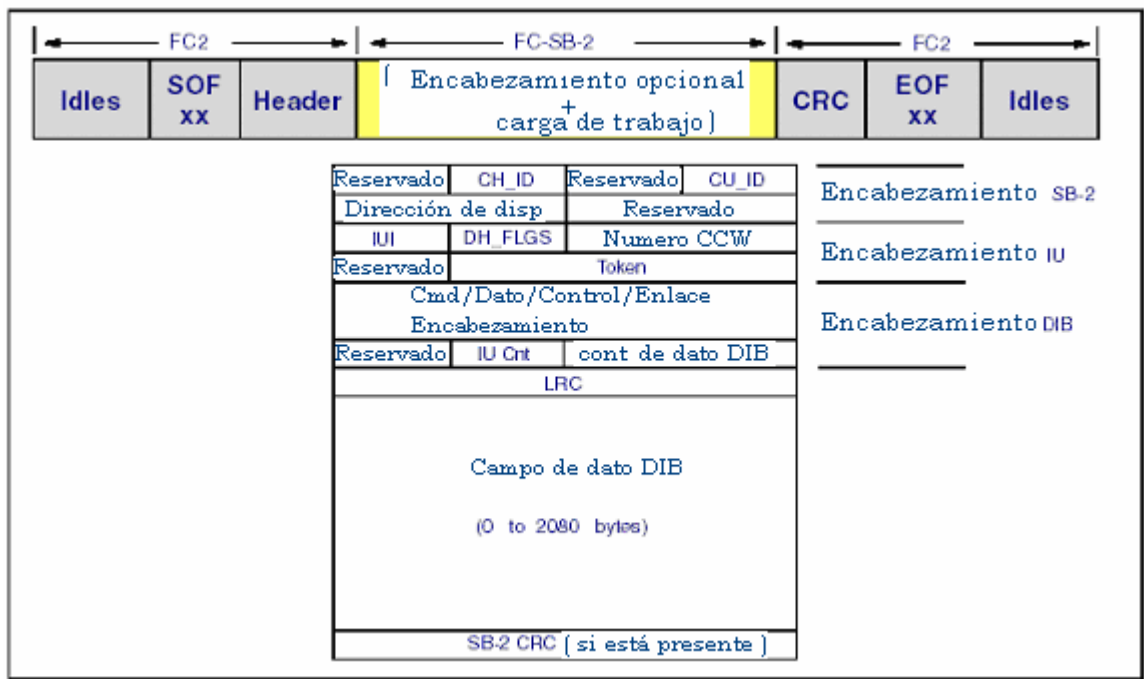


Figura 4.12- Formato de la trama FC-SB-2

El contenido de la trama FC-SB-2, figura 4.12, está compuesto por el encabezamiento SB-2, el IU, el DIB y el campo de los datos DIB. Este campo proporciona toda la información requerida para el direccionamiento y el control de la transferencia de los datos. El campo de datos DIB varía su longitud del campo sobre los 2080 bytes. [17].

El encabezamiento SB-2 se compone de:

- Dirección del canal imagen fuente o destino.
- Dirección de la unidad de control fuente o destino.
- Dirección de la unidad de dispositivo.
- Encabezamiento IU.
- Encabezamiento DIB.
- Campo DIB

4.4- Arquitectura de I/O del canal FICON petición de flujo

En los procesadores zSeries o 9672 G5/G6 corriendo sistemas z/OS o Os/390, la comunicación a una unidad de control ocurre como resultado de la inicialización de las

solicitudes de I/O desde una aplicación o desde un componente del sistema. En general el flujo de las solicitudes de I/O se muestra en la figura 4.13.

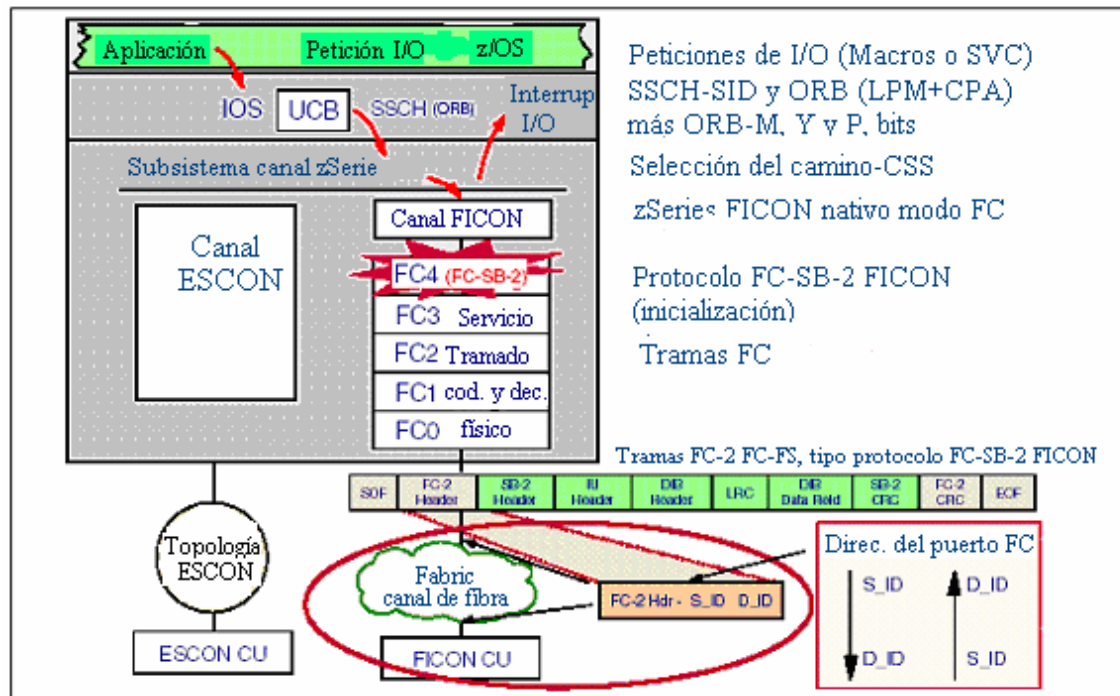


Figura 4.13- Petición de flujo del canal FICON

Las solicitudes del flujo de I/O se hacen de la siguiente forma:

- 1 Una aplicación o un componente del sistema invoca una solicitud de I/O.
- 2 La solicitud de I/O es pasada por el supervisor de I/O SCP (IOS)
- 3 El supervisor de entrada/salida (IOS) emite las instrucciones al comienzo del subcanal (SSCH) para pasar las peticiones de I/O a los canales del subsistema (CSS) zSeries o 9672 G5/G6.
- 4 Los operando del SSCH son el número de canal de los subcanales (palabra de identificación de los subsistemas SID) y el bloque de solicitud de operaciones (ORB).
- 5 El ORB contiene las direcciones de comienzo de los Programas del canal (CPA) y las palabras de comando del canal (CCW).
- 6 El CSS selecciona un canal y aprueba las solicitudes de I/O para este.
- 7 El canal retoma desde el almacenamiento las palabras de comando del canal y los datos asociados.
- 8 El canal ensambla los parámetros requeridos y los campos de FC-2 y FC-SB-2 para las peticiones de I/O y pasa esto al adaptador de canal de fibra, que forma parte del canal FICON.

- 9 El adaptador del canal de fibra construye la serie de tramas FC-FS FC-2 y transmite estas a través del enlace de canal de fibra.
- Como parte de construir la trama FC-FS FC-2 para las peticiones de I/O el canal FICON nativo construye una dirección de 24 bits del puerto del canal de fibra, puerto N de destino de la unidad de control, y la unidad de control imagen, dentro de la CU física.

4.5- FICON Nativo. Tipos de enlaces

La configuración de FICON nativo opera en tres configuraciones fundamentales, la configuración punta a punto, punto a punto conmutado y cascada.

4.5.1- Configuración punto a punto

Una trayectoria del canal consiste en un solo enlace de canal FICON que interconecta a una o más unidades de control. La configuración punto a punto es permitida solamente entre un canal (desde el procesador) y la unidad de control cuando una simple unidad de control es definida en el canal o cuando múltiples unidades de control imágenes (unidades de control lógicas) comparten el mismo puerto N en la unidad de control, esta configuración punto a punto se representa en la figura 4.14.

El puerto N del canal y de la unidad de control son los responsables de administrar el acceso de las imágenes lógicas al enlace.

Un solo enlace puede tenerse en la configuración punto a punto. El número máximo de unidades de control imágenes que se pueden tener en la arquitectura FICON sobre un enlace FC es de 256, por consiguiente el número máximo de dispositivos que se pueden direccionar sobre una configuración punto a punto es 256 divididos en 256 instantes o sea 65536. [18].

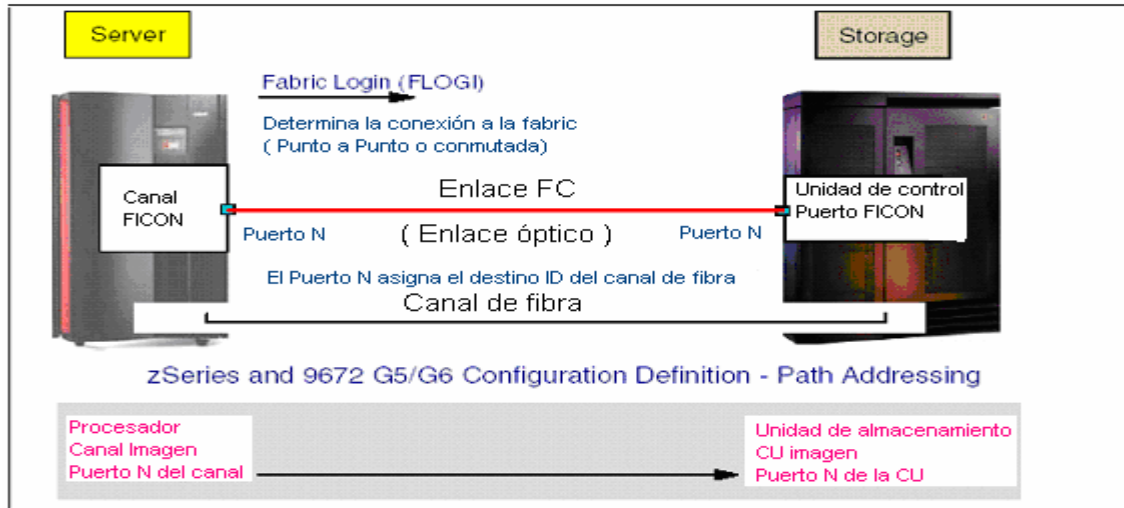


Figura 4.14- FICON Nativo, configuración punto a punto

El canal FICON determina si el enlace que está conectado es punto a punto o una topología de conmutación. Esto se hace mediante la FLOGI, y chequeando la respuesta ACC.

Inicialización de la comunicación punto a punto

Los pasos de inicialización de FC-FS y FC-SB-2 entre los nodos en la conexión punto a punto son:

- Inicialización del enlace canal/unidad de control (FC-FS).
- Canal-a-unidad de control ELS y FC-4 nivel de dispositivo (FC-FS y FC-SB-2)

En la figura 4.15 se muestran los pasos que se siguen durante el proceso de inicialización en la conexión punto a punto.

- 1- Inicialización del enlace canal (puerto N) y puerto N de la CU (Reposo/Reposo).
- 2- El nodo con mayor WWN da inicio al primer FLOGI. El puerto N de la unidad de control envía un FLOGI para establecer el enlace de los puertos.
La respuesta al FLOGI permite que la unidad de control determine si está conectada a un puerto F (puerto FC del switch) o a un puerto N.
- 3- Puerto N del canal, envía un FLOGI para enlazarse al puerto.
- 4- ACK_1 es enviado de regreso desde la unidad de control al puerto N del canal con la señal que la dirección de destino no se ha identificado.
- 5- Respuesta ACC de la unidad de control al canal.

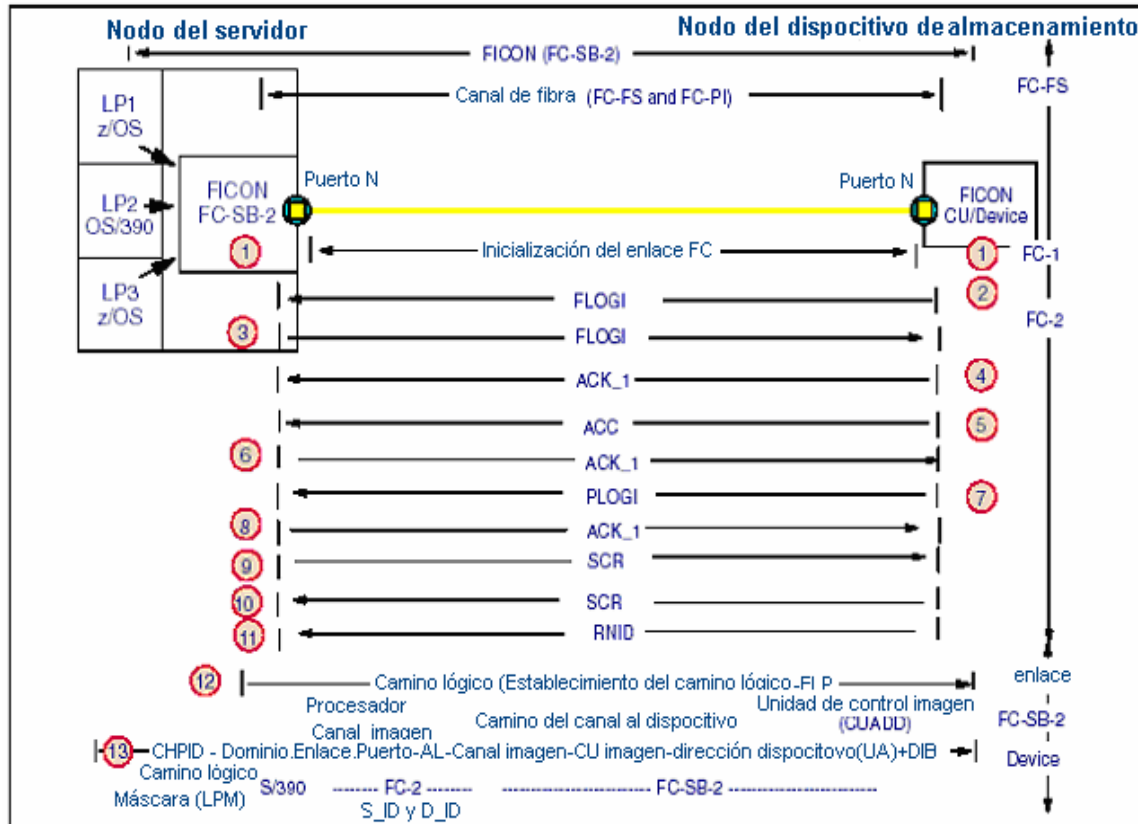


Figura 4.15- Pasos de la inicialización del enlace punto a punto

- 6- El canal envía un retorno ACK_1 a la unidad de control con una dirección de fuente no identificada.
 Esto indica a la unidad de control que la conexión punto a punto al canal existe. Valores de direcciones son asignados por el canal y la unidad de control para seguir la comunicación si la dirección del enlace no estuviera especificada en HCD:
 - 000001 para la unidad de control.
 - 000002 para el canal.
 Estos valores pueden ser usados como dirección fuente o destino para todas las comunicaciones entre el canal y la unidad de control.
- 7- Login del puerto N de la unidad de control (PLOGI) para el canal usa la dirección de fuente 000001 (CU) y la dirección de destino 000002 (canal).
- 8- Respuesta ACK_1 desde el canal a la unidad de control.
- 9- Servicio de enlace extendido SCR desde el canal a la unidad de control.
- 10- Servicio de enlace extendido SCR desde la unidad de control al canal.
- 11- El puerto N de la unidad de control ejecuta la respuesta RNID ELS para conectarse con puerto N (puerto N del canal).

- 12- El puerto del canal realiza un ELP “Establecer el camino lógico” en FC-SB-2; el canal realiza un ELP desde cada imagen para definir el acceso a este, y definir la unidad de control lógica en el canal dándole una dirección de enlace.

Estructura de la trama FC-SB-2 en configuración punto a punto

La D_ID es usada en una configuración punto a punto por el procesador para enrutar las tramas FC al puerto de destino. La S_ID le permite al puerto N de la unidad de control conocer la dirección del puerto de donde se envían las tramas. En una conexión punto a punto se asignan los valores predefinidos a ambos, al puerto fuente y al destino. Figura 4.16.

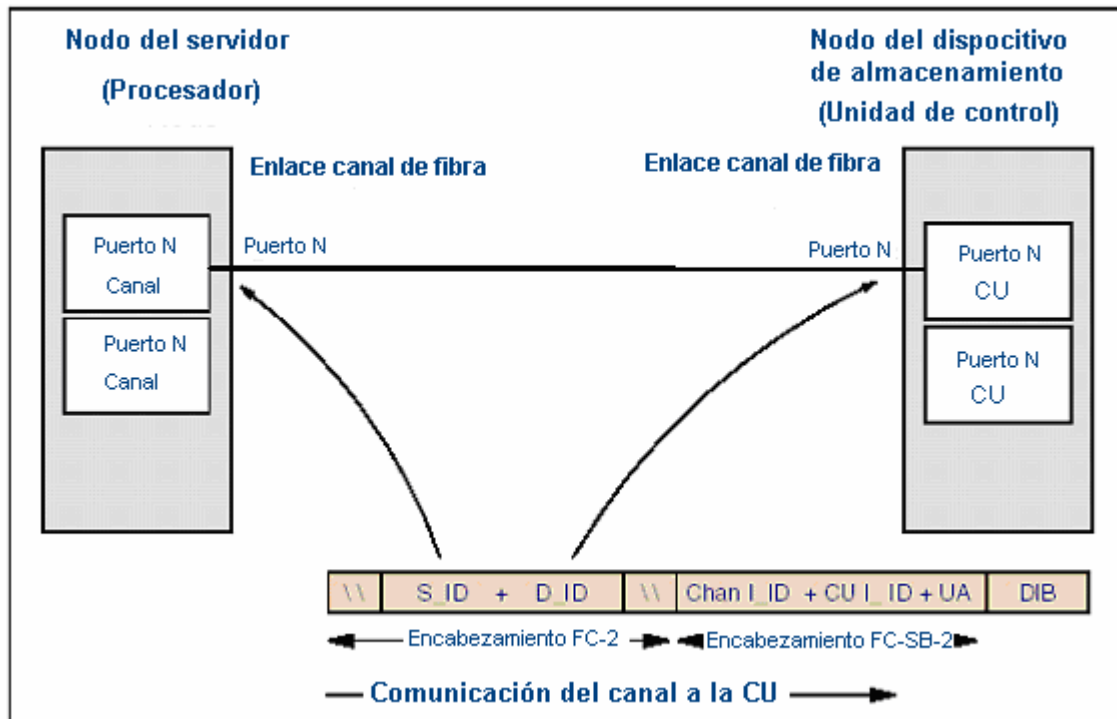


Figura 4.16- Contenido de la trama en la conexión punto a punto

4.5.2- Configuración punto a punto conmutado

En esta configuración la conexión se realiza desde un procesador del canal FICON a un puerto del conmutador del canal de fibra (FC switch port) y de aquí a una unidad de control FICON. Figura 4.17

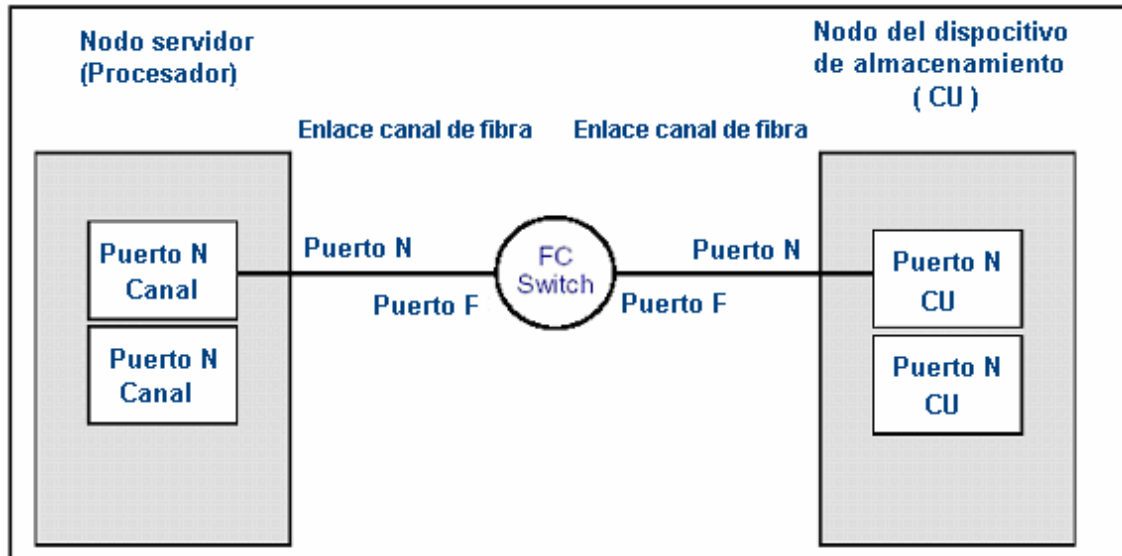


Figura 4.17- Enlace punto a punto conmutado

Inicialización de la comunicación punto a punto conmutado

Los pasos de inicialización FC-FS y FC-SB-2 entre dos nodos en la comunicación punto a punto conmutado:

- Inicialización del enlace FC canal/switch (FC-FS).
- ELS del canal al switch.
- ELS del switch al canal.
- Inicialización del enlace unidad de control/switch.
- ELS de la unidad de control al switch.
- ELS del switch a la unidad de control.
- Conexión del nivel FC-4 entre la unidad de control y el switch.

En la figura 4.18 se muestran los pasos que se siguen para establecer una comunicación en la topología de punto a punto conmutado.

Pasos a seguir:

1. Inicialización del enlace entre el puerto N del canal y el F del switch (los dos en reposo)
1. Inicialización del enlace entre el puerto N de la unidad de control y el puerto F del switch.
2. El puerto N del canal, hace un fabric login (FLOGI) para enlazarse al puerto. La respuesta al FLOGI le permite al puerto N del canal saber a que tipo de puerto está enlazado.
2. El puerto N de la unidad de control hace un FLOGI para enlazarse a un puerto.

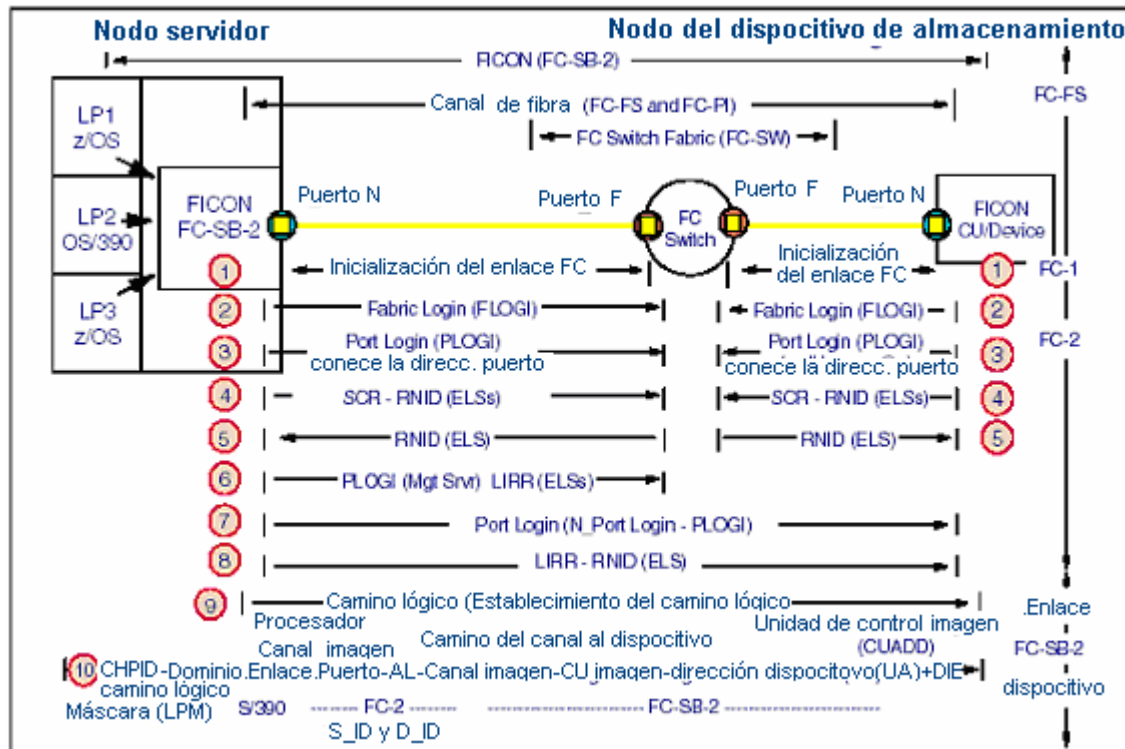


Figura 4.18- Pasos a seguir en la conexión punto a punto conmutado

3. El puerto N del canal hace un PLOGI a la dirección del puerto del switch que ya es conocida (tabla 1) (la dirección del controlador de fabric es x'FF FF FD').
3. El puerto N de la unidad de control hace un PLOGI al puerto del switch con una dirección ya conocida.
4. El puerto del canal realiza respuestas SCR y RNID para mantener el ELS (servicio de enlace extendido) con el switch.
4. La unidad de control realiza respuestas SCR y RNID para mantener el ELS con el switch.
5. El puerto F del switch envía respuestas RNID ESL para enlazarse con el puerto N del canal.
5. El puerto F del switch envía respuestas RNID ELS para enlazarse con el puerto N de la unidad de control.
6. El puerto del canal envía un PLOGI al switch "conocida la dirección del puerto) y un ELS por LIRR.
7. El puerto del canal realiza un PLOGI para identificar el puerto N de la unidad de control. El canal realiza esto con cada puerto N de la unidad de control por cada

- dirección de enlace definida en el canal. El canal FICON nativo modo FC, la dirección de enlace tiene 1 byte para identificar la dirección del puerto del switch.
- 8 El puerto del canal envía respuestas LIRR y RNID para mantener el ELS con la unidad de control.
 9. El canal envía un FC-SB-2, estableciendo un camino lógico (ELP).
 10. Se establece una comunicación normal de tramas FC-FS – FC-SB-2.

En la conexión conmutada punto a punto la D_ID es usada por la FC fabric para enrutar las tramas al puerto N de destino. La S_ID le permite al puerto destino conocer la dirección del puerto de donde fueron enviadas las tramas. Figura 4.19.

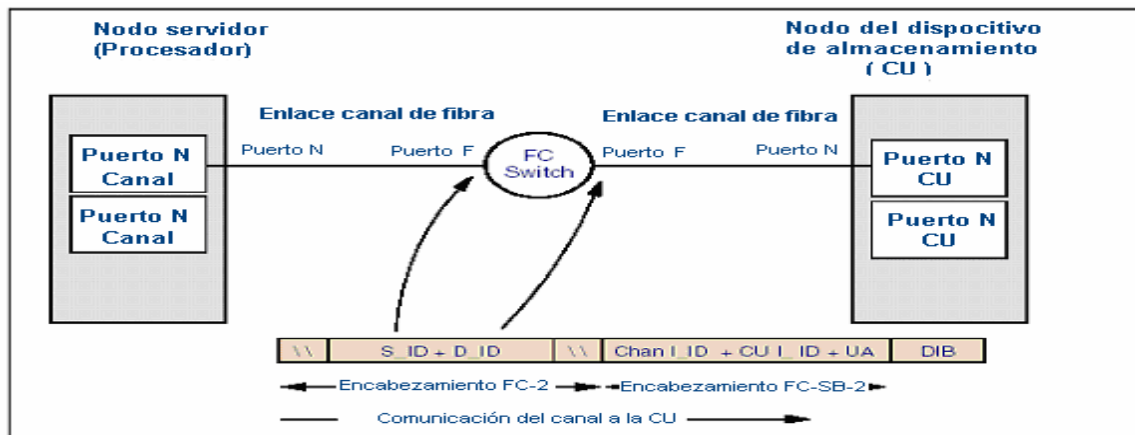


Figura 4.19- Estructura de la trama en la configuración de punto a punto conmutado

Tabla 1 Direcciones de puerto

Valor de dirección	Descripción
hex 'FF FC 01' to hex 'FF FC FE'	Reservado para controlar dominio
hex 'FF FF F0' to hex 'FF FF F4'	Reservado
hex 'FF FF F5'	Servidor de multidifusión
hex 'FF FF F6'	Servidor de sincronización del reloj
hex 'FF FF F7'	Servidor distribuidor de las claves de seguridad
hex 'FF FF F8'	Alias del servidor
hex 'FF FF F9'	Facilitador de calidad de servicio
hex 'FF FF FA'	Servidor de administración
hex 'FF FF FB'	Servidor de tiempo
hex 'FF FF FC'	Servidor director
hex 'FF FF FD'	Controlador de fabric
hex 'FF FF FE'	Puerto F
hex 'FF FF FF'	Difusión del identificador de alias

En la topología de conmutación punto a punto para un canal FICON operando en el modo FC, la comunicación de las tramas FC-FS (FC-2) son desde un canal FICON puerto N al puerto F del switch. El switch enruta las tramas al puerto F de destino, este puerto F está dentro del mismo. Dicho puerto envía las tramas FC-2 en el switch al puerto N de las unidades de control de destino.

La estructura de direccionamiento para soportar la comunicación FC-SB-2 (FICON) desde el puerto N del canal al puerto N de la unidad de control es la que se muestra en la figura 4.20.

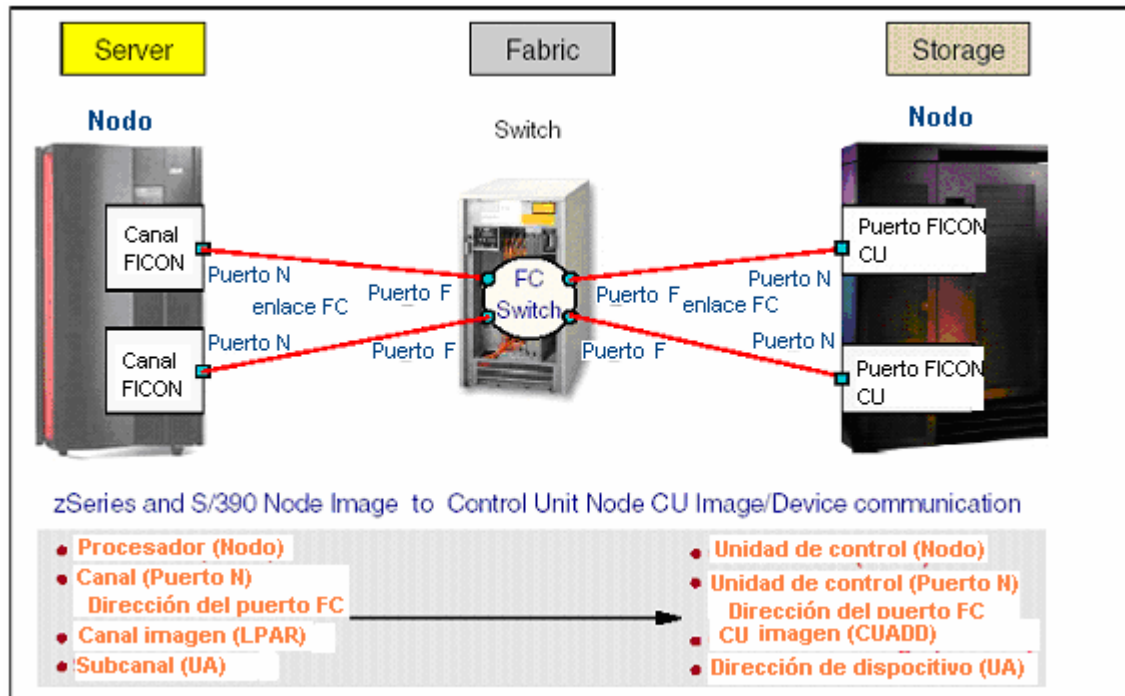


Figura 4.20- Comunicación en la configuración punto a punto conmutado

- Las direcciones del puerto N de la fuente y el destino son parte del encabezamiento de FC-FS FC-2. La dirección de destino es usado por la fabric para enrutar las tramas FC-2 a través del fabric. Esta es chequeada en el puerto N del receptor para asegurarse que se ha entregado al puerto N correcto. La dirección del puerto N fuente es usada por el puerto N destino para saber de donde son las tramas, y donde enviar las respuestas.
- El identificador de canal imagen y de unidad de control, son parte del encabezamiento SB-2. Desde el canal a la unidad de control, el identificador del canal imagen permite a la unidad de control conocer el canal imagen de donde provienen las tramas y a las unidades de control imágenes conocer para quien va dirigidas las tramas. Desde la CU al canal, el identificador de la unidad de control

permite al canal conocer de donde vienen las tramas y al canal imagen conocer para quien son las tramas.

- La dirección de la unidad de un dispositivo (UA). Esta identifica con cual unidad de control imagen es la comunicación.

La información fuente que el canal FICON usa para construir la trama FC-2 se muestra en la figura 4.21.

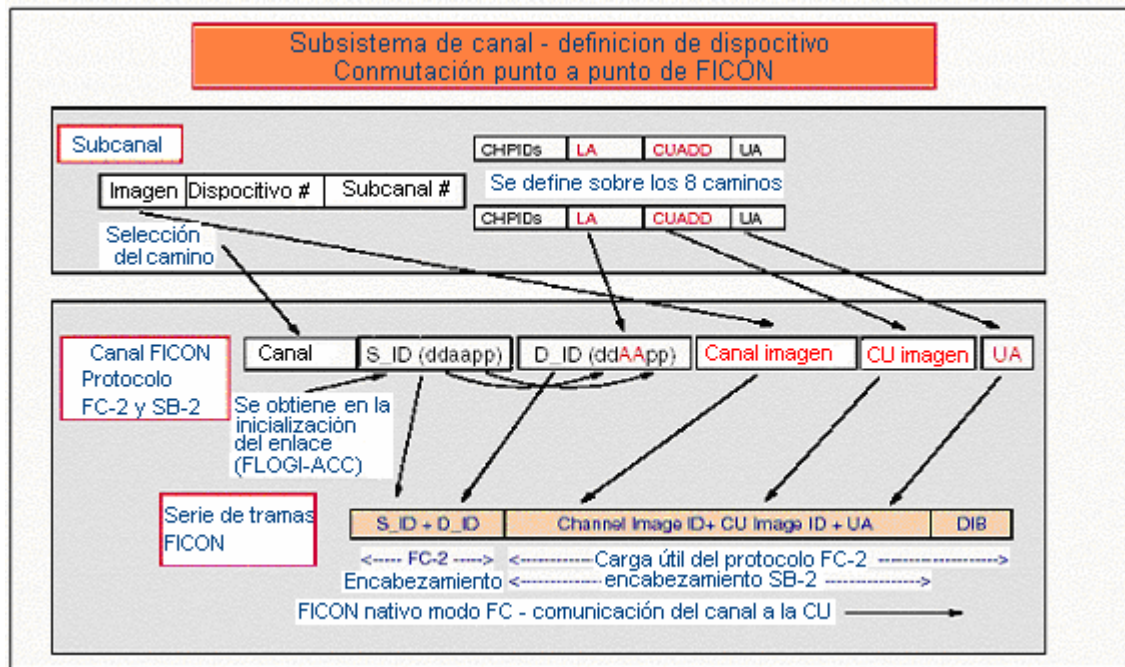


Figura 4.21- Generación de la dirección destino en FICON nativo modo FC

4.5.3-Configuración en cascada de FICON

Desde un procesador del canal de FICON a un puerto de un switch del canal de fibra y de este a un puerto E en el mismo switch, de aquí al puerto E de otro switch (la comunicación entre dos puerto E es llamado enlace Inter.-Switch (ISL) de este a otro puerto del switch del canal de fibra que conecta a la unidad de control FICON. Esto es llamado cascada de FICON Director. Figura 4.22.

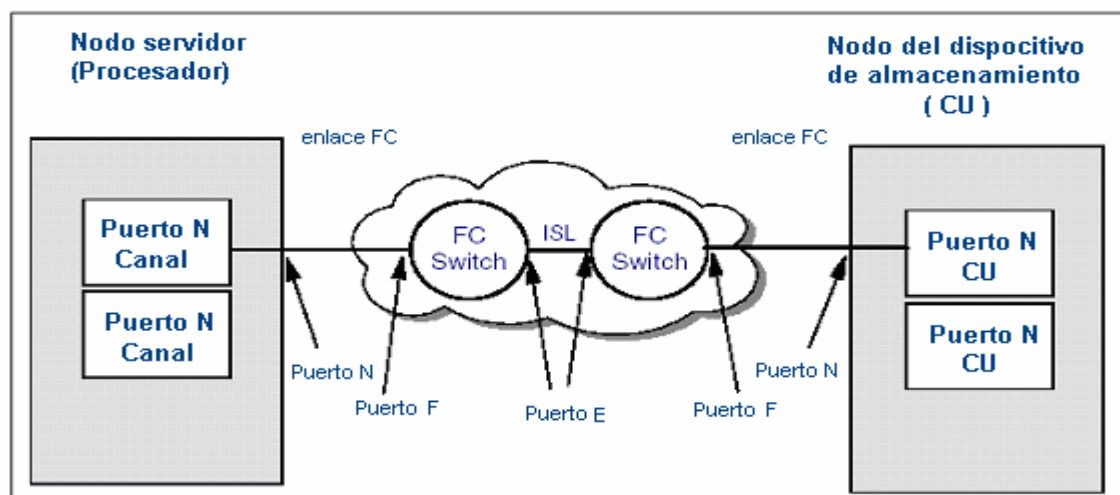


Figura 4.22- Enlace de FICON en cascada

Iniciación de la comunicación de FICON en cascada

Además de los pasos seguidos en la comunicación de punto a punto conmutado en esta configuración, hay dos nuevos pasos para conseguir la conexión, esta se tiene de la unidad de control al switch, el cual se conecta a otro y de aquí al canal FICON. Véase en la figura 4.23 los pasos a seguir para la inicialización de la conexión.

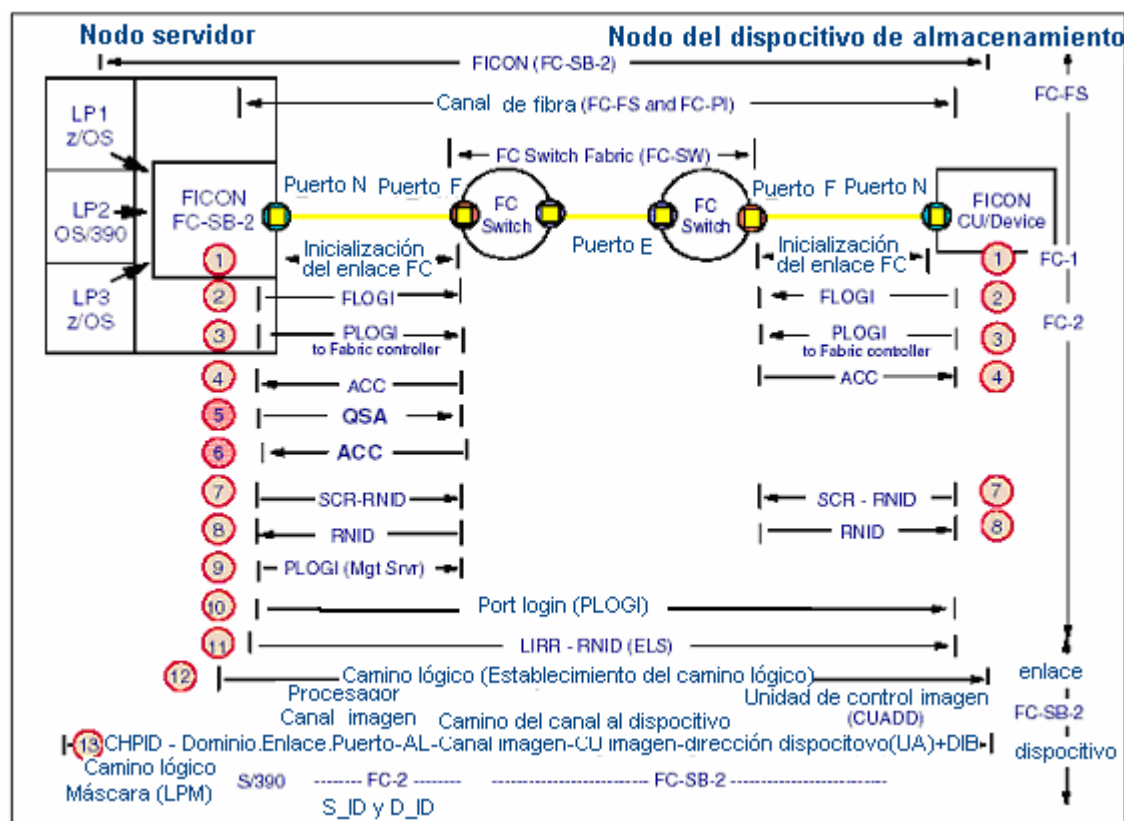


Figura 4.23- Pasos a seguir en la inicialización del enlace en la configuración de cascada FICON.

Pasos a seguir en la comunicación:

- 1.- Inicialización del enlace puerto N del canal al puerto F del switch (reposo/reposo).
- 1.- Inicialización del enlace puerto N de la unidad de control al puerto F del switch.
- 2.- El puerto N del canal hace un FLOGI para conectarse al puerto.
La respuesta al FLOGI es un ACK_1 y este permite que el puerto N del canal determine si este está conectado a un puerto F o a un puerto N. Si está conectado a un puerto F el contenido de la ACK_1 se representa por una dirección ya conocida x'FF FF FE' la cual indica que hay conexión al puerto F.
- 2.- La unidad de control hace un FLOGI para conectarse al puerto.
- 3.- El puerto del canal hace un PLOGI al switch del canal de fibra "dirección de puerto conocida"
El controlador fabric envía un ACK_1 de respuesta al canal con al dirección conocida de x'FF FF FD'.
- 3.- El puerto N de la unidad de control hace un PLOGI al switch con la dirección de puerto conocida.
- 4.- ACC es retornada por el switch al canal después que se tuvo una conexión exitosa con el controlador fabric.
- 5.- Si la dirección de enlace es de 2 byte encontrada en la macro de la unidad de control en IOCDS, un comando QSA (verificar los atributos de seguridad) se enviará al controlador fabric para chequear si ciertos rasgos de seguridad están presentes en el switch.
- 6.- Si los rasgos de seguridad requeridos están presente, un ACC se hace retornar por el controlador fabric indicando que la inicialización del canal puede continuar.
Si los rasgos de seguridad no están presentes, la respuesta ACC indica esto y el canal es informado que la comunicación no debe seguir.
- 7.- El puerto del canal realiza las solicitudes SCR y RNID para mantener el ELS con el switch.
- 7.- El puerto de la unidad de control realiza las solicitudes SCR y RNID para mantener el ELS con el switch.
- 8.- El puerto F del switch realiza solicitudes RNID ELS para conectarse al puerto N del canal.
- 8.- El puerto F del switch realiza solicitudes RNID ELS para conectarse al puerto N de la unidad de control.

- 9.- El puerto N del canal hace un PLOGI al switch FC “conocida la dirección de puerto” y un ELS por LIRR.
 - Servidor de administración.
 - LIRR ELS.
- 10.- El puerto del canal realiza un PLOGI para definir el puerto N de la unidad de control. El canal realizará esto con cada unidad de control por cada dirección de enlace definida en el canal.

Un canal FICON usa dos byte para identificar la dirección de puerto del switch, uno para el campo de dominio y el otro identifica el campo de área.
- 11.- El puerto del canal realiza para mantener el ELS con la CU solicita un LIRR y un RNID.
- 12.- El puerto del canal hace un FC-SB-2 para establecer un camino lógico (ELP).

El canal hace un ELP desde cada canal imagen, esto es para definir el acceso al canal y para definir la CU lógica en esta dirección de enlace del canal.
- 13.- Se establece una comunicación normal de tramas FC-FS – FC-SB-2.

4.6- FICON en el modo FCV

El canal de FICON en el modo FCV permite el acceso de unidades de control con interfase ESCON por un canal FICON en modo FCV mediante un adaptador llamado puente FICON. Figura 4.24.

En el modo FCV la conexión desde el canal de FICON 9672 con procesadores G5/G6 hacia una unidad de control de ESCON es siempre desde un canal de FICON en el modo FCV hacia un ESCON director con una tarjeta de Puente FICON que debe ser instalada. La conexión es entonces desde el ESCON director hacia una unidad de control con interfaz ESCON. Puede haber más de ocho conexiones simultáneamente (operaciones de I/O simultáneamente) entre el canal FICON 9672 (modo FCV) y las unidades de control ESCON. Cada una de las conexiones puede tener destinos diferentes a los puertos del ESCON director y a las unidades de control conectadas a los puertos. [16].

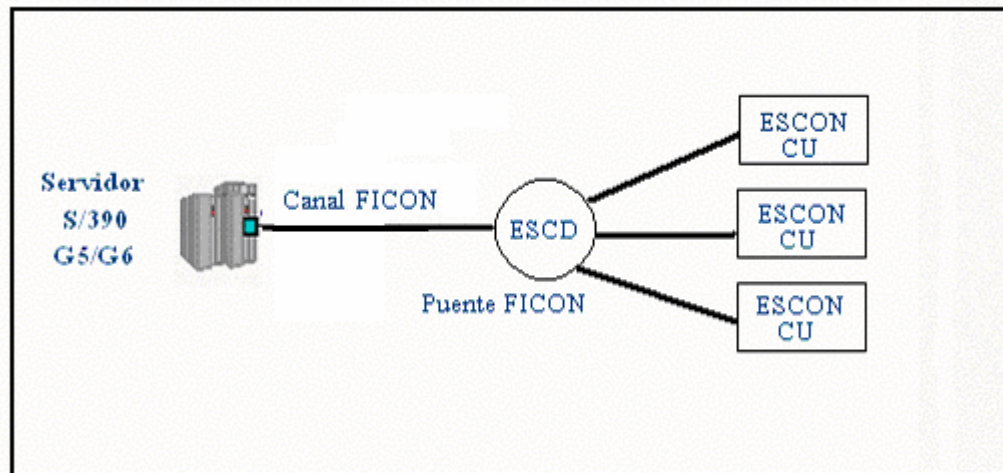


Figura 4.24- Topología del modo FCV de FICON

Hay grandes ventajas en usar canales FICON en modo FCV en lugar de canales ESCON en sitios locales y remotos. En sitios locales (el procesador S/390 y algunos de los canales accesibles a las unidades de control están en el mismo sitio) y en la configuración de sitios remotos (el procesador S/390 y algunos de los canales de acceso a las unidades de control están en diferentes lugares).

Ventajas de los sitios locales (procesadores y unidades de control en el mismo sitio).

- Extensos canales y gran ancho de banda en el enlace con canales FICON en el modo FCV.
- Hay 8 operaciones de I/O por canal FICON.
- Hay mayor cantidad de dispositivos (subcanales) por canal FICON.
- Entrelazar tipos de UC con diferentes canales usando las características en el mismo canal.

Ventajas de los sitios remotos.

- Existe una consolidación de la fibra.
- Los grandes enlaces a fibra requieren menos repetidores.
- La distancia del enlace sin repetidores va desde 9 Km. hasta 100 Km..
- Existen 8 operaciones por canal FICON.
- Grandes canales y un ancho de banda mayor por canal FICON.
- Gran numero de subcanales por canal FICON.
- Entrelazar tipos de UC con diferentes canales usando las características en el mismo canal.

Los actuales canales FICON (en FCV) varían su instalación en los diferentes ambientes en que se trabaje, su instalación depende de las exigencias de los clientes.

4.7- Beneficios del canal FICON

El canal FICON operando en el modo nativo introdujo múltiples beneficios.

- Hay un incremento del número de conexiones simultáneas, con la introducción de FICON se puede soportar múltiples conexiones de entrada salida del canal a la unidad de control, comparado con ESCON, mientras este protocolo soporta una conexión, FICON puede soportar 16 o más.
- Incrementa la distancia en la conexión, (sin repetidores). Con FICON la distancia desde el canal a la unidad de control, o desde el canal al switch, o de este a la unidad de control aumenta con el uso de la fibra. La distancia para ESCON de 3 Km. es incrementada a 10 Km. (con RPQ; 20 Km. para 1 Gbps y 12 Km. para 2 Gbps) para canales FICON que usa láser de grandes longitudes de onda.
- Incremento en el ancho de banda del enlace FC. Este se incrementa de 20 MBps para ESCON a 100 MBps o 200 MBps para FICON, con FICON Express hasta 2 Gbps.
- Incremento de la cantidad de direcciones de dispositivos que soporta el canal. Para el canal ESCON que soporta 1024 dispositivos, ya el canal FICON operando en cualquiera de los dos modos de operación puede llegar a soportar 16384 dispositivos.
- Uso común de la topología y la comunicación del protocolo de canal de fibra. FICON implementa puntos comunes en la comunicación del canal a la unidad de control (FC-FS) y la topología del canal de fibra. FICON es un protocolo del nivel 4 y usa el estándar de tramas y señalización del protocolo de canal de fibra para la comunicación usando la misma topología.
- Mejor utilización del enlace FC. El multiplexamiento de tramas soportado por los canales FICON, los conmutadores FC y las unidades de control proporcionan mejor utilización del enlace FC. Los beneficios del canal FICON nativo modo FC son el resultado del buen provecho de la infraestructura del canal de fibra y el protocolo FICON (FC-SB-2). El enlace se hace posible por el uso de buffer credits (este prevé las sobrecargas en las capacidades de intercambio de información de cada uno de los dos puertos del enlace). El switch del canal de fibra introduce la conmutación de

paquetes de tramas (multiplexamiento de tramas), lo que proporciona una mejor utilización de los enlaces. Así en el ESCON Director utiliza también circuitos conmutados. La cascada de FICON permite enlaces compartidos llevando a la reducción del número de canales entre puntos, y por consiguiente mejora la utilización de la infraestructura y los recursos que hay entre dos puntos conectados.

[17]

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

El conocimiento de la tecnología de avanzada posibilita un uso más óptimo de las potencialidades que aún están por explotar en las redes de telecomunicaciones, especialmente en las ópticas. Este trabajo permite una breve proyección de los protocolos de comunicación sobre redes de fibra óptica que trabajan a altas velocidades y gran ancho de banda, en el almacenamiento de datos, ejemplo de esto es la red de Wall Street.

Las redes de almacenamiento requieren de protocolos especiales que se encarguen del transporte de datos, siendo las características del medio donde se desempeñan y la política de transporte rápido y seguro, quienes hacen necesariamente especiales estos protocolos. Este es el caso de los protocolos HIPPI, ESCON, FICON, canal de fibra entre otros.

A diferencia de lo que ocurre en una red LAN o WAN, en una red SAN, el almacenamiento está conectado a dispositivos mecánicos (discos de almacenamiento) que giran, buscan y brindan datos solicitados. Estas actividades requieren un sincronismo estricto. Para evitar estos contratiempos mecánicos, los protocolos de almacenamiento requieren de redes cerradas y predecibles. Por otra parte IP que prevalece en comunicaciones WAN, fue diseñado para mensajería entre usuarios dispersos, y diseñado para transferencia asincrónica de datos entre el cliente y servidor. Mientras las redes IP operan en una red pública; las redes de almacenamiento lo hacen en un sistema cerrado donde el flujo de datos es estrictamente controlado para evitar la congestión, gran problema que hace las redes menos eficientes.

Canal de fibra tiene elementos claves que lo diferencian de otros protocolos como Gigabit Ethernet. A diferencia de este último, FC proporciona un riguroso control de flujo, para proteger los datos enviados contra las colisiones y pérdidas de información en la red, esto es extremadamente importante en las redes de almacenamiento. Cuando dos puertos FC comienzan la "conversación" intercambian información sobre su capacidad de búferes disponibles. El transmisor FC mandará sólo el número de tramas que el receptor ha autorizado (cantidad de búferes libres en el receptor). Esto último no sólo evita el desbordamiento de los búferes receptores y la consecuente pérdida de tramas en la fabrica debido a la congestión, también permite aprovechar eficientemente el ancho de banda del canal. En Gigabit Ethernet, se utiliza un control de flujo nombrado en "pausa". Este tipo de

control de flujo comienza cuando la congestión y pérdida de datos empieza a ocurrir. Este mecanismo sería insuficiente para SAN y para aplicaciones de almacenamiento.

Cada trama puede tener una capacidad máxima de 2112 octetos, hasta 65536 tramas se pueden transferir en una sola secuencia, que es el equivalente a un paquete en red. Esta estructura de secuencia puede permitir transferencias de grandes bloques con un máximo de 128MB. En Gigabit Ethernet el paquete tiene un tamaño máximo de 1518 octetos. Esto equivaldría a la reducción del desempeño debido a una mayor frecuencia de encabezamientos de paquetes.

En canal de la fibra, el procedimiento de detección y recuperación de errores es proporcionado por el hardware. Esto minimiza el sobre encabezado (overhead) y permite una respuesta rápida en la detección de errores y comienzo del procedimiento de retransmisión. En Gigabit Ethernet, la detección y recuperación de errores se ejecuta por medio de un protocolo de nivel superior basado en software, tal como TCP; dando como resultando un reducido desempeño (throughput) debido al incremento del sobre encabezado y retraso en el proceso de retransmisión.

Gigabit Ethernet utiliza el método "spanning tree" para remitir tramas sobre la capa MAC (Media Access Control). Esto es solamente necesario para protocolos no ruteables, pero no es necesario para los que lo son, como el IP. En un ambiente SAN, el protocolo típico es SCSI, que no es ruteable. Esto significa que Gigabit Ethernet en entorno SAN tendría que utilizar el mecanismo "spanning tree" o encapsular el bloque SCSI en un protocolo ruteable, como TCP/IP. La implementación de esto último da lugar a la disminución del desempeño e incremento del procesamiento. Debido a que canal de fibra mapea los comandos SCSI dentro de sus tramas eficientemente en hardware, no hay ningún problema en el funcionamiento.

Como ya conocemos FICON y ESCON se utilizan como sistemas para enlaces entre mainframes y sistemas de almacenamiento compatibles IBM. Entre las ventajas más evidentes de FICON respecto a su antecesor, podemos destacar el soporte de velocidades de transferencia de datos full-duplex de 200 y 400 MB/s (frente a half-duplex de 17 MB/s), hasta 100 Km de distancia de conectividad (9 Km para ESCON), y un mayor nivel de flexibilidad que le permite incrementar de forma sensible el número de dispositivos a los que es capaz de acceder (más número de direcciones por canal y canales por unidad de control). Aunque ESCON y FICON emplean un par de fibra óptica, las transferencias de lectura y escritura de ESCON es sobre una fibra (la otra es usada para el control de la información),

mientras en FICON se dedica una fibra para la lectura y otra para la escritura (el control por ambas).

Los canales ESCON se conectan en modo dedicado, mientras exista la conexión, el canal no puede ser usado para otros propósitos hasta que la transferencia de datos no se haya finalizado. FICON en realidad no conecta, más bien transfiere paquetes de datos que pueden ser entrelazados desde múltiples I/O, lo que permite un mejor aprovechamiento del ancho de banda del enlace.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Armand Dean. (2002). *"Common Approaches for Open Systems & FICON Security"*, Storage Networking Industry Association.
- [2] Aurand Tom. (2003). *"How Many Channels?"* Technical Enterprises.
- [3] Bynum Roy. (Enero 2000). *"Information Data Reliability with the XGbE WAN PHY"*, DCI WorldCom.
- [4] Beal Marg, Trowell Ken, White Bill. (2001). *"FICON CTC Implementation"*, Copyright IBM Corp.
- [5] IBM. (Julio 1996). *"Enterprise Systems Connection (ESCON) Implementation Guide"*, International Technical Support Organization.
- [6] *"Fibre Channel Association: Fibre Channel: Connection to the Future"*, 1994, ISBN 1-878707-19-1
- [7] Gary Kessler. (December 1993). *"Changing channels"*, LAN Magazine, p69-78
- [8] Harris Nick, Preacher Stu, Blackburn Jason, Huntley Mark, Neidhart Friedrich, Roper Nancy, Sparks Mikey. (Diciembre 2002). *"iSeries in Storage Area Networks: Implementing Fibre Channel Disk and Tape with iSeries"*, International Technical Support Organization.
- [9] Johnson Howard, *"FICON Intermix"*, McData, Version 1.0.
- [10] Kaufmann Andreas. (Octubre 2003). *"Next Generation SONET/SDH Technology and Application"*.
- [11] Kadleck Barry, Coutts Christina, McFarlane David, Rizio Paul. (Diciembre 2003). *"IBM Tape Solutions for Storage Area Networks and FICON"*, International Technical Support Organization.
- [12] Koepf Andreas. (1998). *"Fibre Channel Technology"*, 1st Edition.
- [13] McClellan Rolf, Metzler Jim. (Septiembre 2001). *"MAN Architectures"*, Copyright 1997-2002.
- [14] Stiefelmeyer George. (Junio 1999). *"Introduction to Wide Area Networking"*, Global Knowledge.
- [15] Tate Jon, Khattar Ravi, Lee KangWook, Richardson Simon. (Enero 2002.) *"Introduction to SAN Distance Solutions"*, International Technical Support Organization.
- [16] Trowell Ken, Howard Helen. (Septiembre 1999). *"IBM ESCON Director 9032-5 Presentation"*, International Technical Support Organization.

-
- [17] Trowell Ken, Injeý Franck, Stimson John. (Marzo 2002). *"FICON (FCV Mode) Planning Guide"*, International Technical Support Organization.
 - [18] Trowell Ken, Beal Marg, Beiderbeck Robert, Biddle Trevor, Ikeda Yusuke, Middleton George. (Octubre 1999). *"Introduction to IBM S/390 FICON"*, International Technical Support Organization.
 - [19] White Bill, Kim JongHak, Lindenau Manfred, Trowell Ken. (Octubre 2002). *"FICON Native Implementation and Reference Guide"*, International Technical Support Organization.
 - [20] White Bill, Fries Wolfgang, Lindenau Manfred. (Octubre 2003). *"Getting Started with the IBM 2109 M12 FICON Director"*, International Technical Support Organization.
 - [21] White Bill, Fries Wolfgang, Lindenau Manfred. (Abril 2003). *"Getting Started with the McDATA Intrepid FICON Director"*, International Technical Support Organization.
 - [22] X3T9.3 Task Group of ANSI. (June 1, 1994). *"Fibre Channel Physical and Signaling Interface (FC-PH)"*, Rev. 4.3.
 - [23] Inrange Technologies Corporation. (2001). *"FICON Storage Networks: When Performance Counts"*.
 - [24] <http://www.claveempresarial.com/fierros/notas/nota010827a.shtml>
 - [25] X3T11 Task Group of ANSI. (June 1, 1995). *"Arbitrated Loop (FC-AL)"*, Rev. 4.5
 - [26] X3T11 Task Group of ANSI. (October 21, 1997). *"Switch Fabric (FC-SW)"*, Rev. 3.3

GLOSARIO

GLOSARIO

9672 G5/G6	Son procesadores que cumplen con las mismas características que el zSerie excepto que no es capaz de soportar la topología en cascada. Y el número de canales que soporta es: 24 tarjetas FICON pueden instalarse en el procesador 9672 G5. 36 tarjetas FICON pueden ser instaladas en el procesador 9672 G6.
ANSI	American National Standards Institute. Es una organización en que todas las partes, productores y clientes establecen procedimientos y estándares comunes.
ALA	Acquire Link Address. Dirección de enlace adquirida.
AL_PA	Arbitrate Loop_Physical Address. Dirección física del lazo arbitrado.
ARBx	Es una señal primitiva que permite a un dispositivo tomar control del lazo.
CSR	Registro de cambio de estado, se usa para reportar los puertos que
CCW	Channel Command Word. Palabra de comando del canal.
Dispositivo	Es un componente electrónico que se utiliza con un propósito en específico, puede ser un PC, scanner, impresora.
EBCDIC	
ELS	Servicio de enlace extendido, proporciona un conjunto de funciones que son independientes a las funciones del protocolo de canal de fibra y estas funciones son usadas para realizar funciones en específico o servicios al nivel de puerto. El puerto N del canal FICON puede realizar las siguientes ELS: CSR. LIRR. RNID. ACC.
EMIF	ESCON Multiple Image Facility. Facilidades de las multiples imágenes de ESCON.
EOF	End of frame. Delimitador de fin de trama.
ESA/390	Enterprise Systems Architecture/390. Una arquitectura de la IBM para computadoras mainframe y periféricos. Procesadores que siguen esta arquitectura son los de la familia S/390.

E/S	Entrada/Salida. Es el proceso de entrada salida que ocurre en los puertos de los nodos.
ESCD	Enterprise System Connection Director. Es el ESCON director.
FC-FS	Fiber Channel-Framing and Signaling. Canal de fibra tramado y señalización.
FC	Fiber Channel. Canal de fibra.
Gateway:	Un nodo de la red que interconecta sitios incompatibles entre ellos.
Gigabits:	Un millón de bits o mil megabits.
HCD	Hardware Configuration Dialog.
Hub	Dispositivo de canal de fibra que conecta nodos a una red lógica usando una topología física. El hub puede reconocer un nodo activo e insertarlo dentro del lazo.
IOCP	Input/Output Configuration Program. Es un programa S/390 que define para un sistema de canales los caminos y las direcciones para los dispositivos de entrada/salida.
IOCDS	Input/output configuration data set. Conjunto de datos de configuración de entrada/salida. Es el conjunto de datos que están dentro del procesador S/390 que contienen definiciones para una configuración de I/O a partir del programa de configuración de I/O (IOCP).
LPAR	Logical Partition
LIRR	Link Incident Record Registration se usa para pedir al destinatario que adicione el puerto a su lista.
NFS	Network File System. Un sistema de archivos distribuidos en UNIX desarrollado por Sun Microsystems que permite que un conjunto de computadoras acceda a otros archivos de forma transparente.
OEMI	Original Equipment Manufacture's Information. Información que brinda el fabricante del equipo.
OPN	Señal primitiva, indica cuando un dispositivo esta listo para establecer una comunicación punto a punto.
RNID	Request Node Identification Data se usa para adquirir información sobre el nodo asociado.
SCSI	Small Computer System Interface. Le permite a cualquier computadora personal comunicarse con cualquier tipo de periférico tal como discos, cintas, CD-ROM, impresoras, scanner.

Subcanal	Es una función lógica del subsistema de canal asociada con la administración de un dispositivo.
Subsistema	Es un sistema secundario que es capaz de operar independientemente o asincrónicamente con un sistema controlado.
SSCH	Start Subchannel. Comienzo del subcanal.
Swit	Es un componente con múltiples puntos de entrada/salida (puertos) que provee una conexión dinámica entre cualquiera de los dos puntos.
TCP/IP:	Transmission Control Protocol/Internet Protocol. Un conjunto de protocolos de comunicación que soporta conectividad par a par para redes LAN y WAN.
zSeries	Es un procesador usado para conectar al canal FICON unidades de control que están en diferentes topologías, punto a punto, punto a punto conmutado y en cascada (en esta configuración se usa este tipo de procesador solamente). El número de canales que soporta este procesador es: 96 tarjetas FICON y/o FICON Express pueden ser instaladas en el procesador zSeries 900. Sobre 16 tarjetas FICON Express pueden ser instaladas en el zSeries 800. El ancho de banda de FICON es de 100 MBps (1 Gbps), mientras el de FICON Express es de 100 MBps o 200 MBps (2 Gbps).