

36
24

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CAMPUS ARAGÓN

Título de Tesis

**Análisis de los Parámetros de Operación
de FDDI en la RedUNAM**

Que para obtener el Título de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Presentan:

**Ibarra Luna Jorge
Rojas González Osvaldo Miguel**

Director de Tesis:

Ing. David Estopier Bermúdez

TESIS CON México, D.F.
FALLA DE ORIGEN

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Quiero agradecer y dedicar este libro a todos aquellos que me alentaron siempre a continuar y superarme, no solo ahora sino también de ahora en adelante.

Quisiera devolverles ese apoyo y en este momento una parte está plasmado en este libro.

Gracias a ustedes Papa y Mamá: José Antonio y Esperanza y a mi hermana Sandra por estar siempre conmigo. Es para ustedes esto, como un regalo que deseo conserven por ser las más grandes personas del mundo . . .

!Mi Familia!

A todos mis familiares gracias por ser quien son y por apoyarme. Les dedico también este trabajo.

Gracias Osvaldo por hecharle ganas, por estar juntos en esto y por ser un gran amigo.

A todos mis amigos y amigas les dedico este trabajo. Gracias también a ustedes.

Y muy en especial gracias a ti Gissela por ser todo para mí, por tu cariño, por ser una gran mujer y mi mejor motivo e ilusión para realizar aún más cosas. Este libro es para tí y por tí.

Jorge

Dedico esta Tesis

A DIOS

Por darme el don de la vida y ser mi guía.

A mis padres:

ENEDINA Y MIGUEL

Por ser unos de esos seres con quienes uno tiene una deuda interna impagable.
El amor de mi madre, su paciencia y su sabiduría me han forjado a ser hombre bien.

A mis hermanos:

PATY:

Con mucho cariño y amor.

SANTA:

La peque de la casa.

LALO:

Mi hermanito el menor.

Gracias a todos ellos por el apoyo incondicional que me han brindado en todo momento. Mil gracias.

Queremos agradecer primeramente a la Universidad Nacional Autónoma de México, por la enorme oportunidad que nos ha brindado.

También a la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Campus Aragón por habernos recibido en esta etapa de formación profesional.

A todos nuestros profesores que a lo largo de esta carrera nos han brindado sus conocimientos, en especial a nuestro asesor de tesis, Ing David Estopier B. por su desinteresada colaboración en nuestro proyecto de tesis.

A la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico (DGSCA -Redes y Comunicaciones), por habernos apoyado con el equipo necesario para la realización de nuestro proyecto de tesis.

A Gabriel por su valiosa colaboración en nuestro proyecto de Tesis.

*Análisis de los
Parámetros de
Operación de
FDDI en la
RedUNAM*

**ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE OPERACIÓN DE FDDI EN LA
RedUNAM**

	Pag.
Introducción	1
Las Comunicaciones	1
Auge de las redes	1
1. Medios de Transmisión	6
1.1 Par trenzado	7
Descripción	7
a) Telefónico	7
b) Par trenzado (UTP y STP)	7
Características de transmisión	8
Conectividad	9
Ruido	9
Ventajas	10
1.2 Coaxial (Banda angosta y banda ancha)	10
Descripción	10
Características de transmisión	11
Conectividad	12
Ruido	12
Ventajas	13
1.3 Fibra óptica	13
Descripción	13
Características de transmisión	15
Conectividad	17
Ruido	17
Ventajas	18
1.3.1 Transmisores ópticos	18
1.3.2 Receptores ópticos	20

2. Sistemas de Comunicación	22
2.1 Topologías	23
2.1.1 Anillo	23
2.1.2 Bus	24
2.1.3 Estrella	24
2.2 Modelo OSI	25
Capa de Aplicación	26
Capa de Presentación	26
Capa de Sesión	27
Capa de Transporte	27
Capa de Red	28
Capa de Enlace o de Liga	28
Capa Física	28
2.3 Estándares	29
2.3.1 Token Ring	29
2.3.2 Ethernet	33
2.3.3 Arcnet	38
2.3.4 Frame Relay	40
2.3.5 X.25	42
2.3.6 Switching. Conmutación de paquetes rápidos	43
2.3.7 ATM	44
2.3.8 SONET/SDH	50
2.3.9 FDDI	58
2.3.10 FDDI II	70
2.4 Planes de Numeración	73
2.4.1 X.121	73
2.4.2 IP	75
2.5 Protocolos	78
2.5.1 TCP/IP	78
Protocolos a nivel de Red	79
IP	80
IPX	80
ICMP	80

ARP	81
RARP	82
RIP	83
EGP	83
OSPF	84
Protocolos a nivel de Transporte	85
TCP	85
UDP	86
NVP	86
Protocolos a nivel de Aplicación	86
SMTP	87
FTP	87
TELNET	87
DNS	88
2.5.2 Apple Talk	89
2.6 Sistemas Operativos de Red	90
2.6.1 Netware 4.1	93
2.6.2 Windows NT 3.5	94
2.6.3 Windows para trabajo en grupo	95
2.6.4 UNIX	95
2.7 Elementos de Interconexión	96
2.7.1 Bridges	97
2.7.2 Routers	98
2.7.3 Gateways	100
2.7.4 Repetidores	102
3. Parámetros de Operación de una Red Digital	104
3.1 Planes de modulación	104
3.1.1 Sistema T1	104
3.1.2 Sistema E1	105
3.2 Jerarquías de Transmisión	109
3.2.1 Jerarquías de T1 y TDM	109

3.2.2 Jerarquías E1	111
3.2.3 Jerarquías de Sonet y SDH	111
3.2.4 Jerarquías de ATM y RDSI-B	114
3.3 Señalización	115
3.3.1 Señalización R1	115
3.3.2 Señalización R2	115
3.4 Códigos de línea	117
3.4.1 NRZ	117
3.4.2 RZ	117
3.4.3 AMI	117
3.4.4 HDB3	118
3.4.5 B8ZS	119
3.4.6 4B3T	120
3.4.7 2B1Q	122
3.4.8 MCM1	123
3.5 Ruido	124
3.5.1 JITTER	124
3.5.2 BER	127
3.5.3 Pérdida de inserción o atenuación	128
3.5.4 Distorsión de atenuación	128
3.5.5 Distorsión de retardo de grupo	128
3.5.6 Ruido sofométrico	129
3.5.7 Ruido Impulsivo	129
3.5.8 Interferencia Intersimbólica	130
3.5.9 Desviación de frecuencia	130
3.5.10 Fluctuación de fase	131
3.5.11 Eco	131
3.5.12 Saltos bruscos de fase, de ganancia y microcortes.	132
4. Configuración de la RedUNAM	133
Introducción	133
4.1 Estado Actual de la RedUNAM	134

4.2	Arquitectura de la RedUNAM	134
4.2.1	Red Telefónica	135
	Topología	135
	Protocolo de comunicación	137
	Servicios	137
4.2.2	Red de Cómputo	137
	Plan de numeración	137
4.3	Clasificación de Proyectos RedUNAM	139
4.3.1	Campus CU	139
	Topología y estándares	139
	Protocolos y sistemas operativos	140
	Medios de transmisión	141
	Dependencias campus CU	142
4.3.2	Proyecto Metropolitano	145
	Dependencias UNAM	145
	Dependencias externas	146
	Tipos de enlaces	147
	Microondas	147
	RDI	147
	Satelital	147
	Radiomódem	147
	Línea conmutada	148
	Línea privada	148
4.3.3	Proyecto Nacional/Internacional	151
4.4	Accesos Particulares para Usuarios Via Módem	152
4.5	Servicios Disponibles en RedUNAM	152
4.6	Perspectivas de RedUNAM en ATM	153
	Capa ATM	154
	Capa de Adaptación AAL	155
	Capa de servicios	157
4.6.1	Switch ATM	157
4.6.2	Evaluación de uso del Ancho de Banda	162
4.6.3	Implementación Propuesta	163
4.6.4	RFC 1483	170
	Apéndice A	179

	Apéndice B	181
	Apéndice C	181
Conclusiones		182
Glosario		186
Bibliografía		194

Introducción

Las comunicaciones.

En la vida moderna es difícil imaginar como serían los sistemas de comunicación si estos no fueran de fácil acceso, confiables, económicos y eficientes. Los sistemas de comunicación se hallan donde quiera que se desee transmitir información (voz, dato o vídeo) de un punto a otro. El teléfono, la radio y la TV son ejemplos cotidianos de sistemas de comunicación. Sistemas de comunicación más complicados guían aviones, naves espaciales y otros manejan información de todo tipo de temas por medios de transmisión diferentes que van desde el par trenzado hasta el poderoso medio de transmisión que es la fibra óptica, pasando por los enlaces a través de ondas radioeléctricas para la transmisión y recepción de información.

Históricamente una de las aplicaciones más importante para la electrónica, con el uso de señales eléctricas para transmisión, ha sido la de la comunicación. Hacer esto más eficientemente ha sido la meta con la creciente demanda de manejo de información que dio lugar a los desarrollos de la telegrafía, telefonía, radio, TV y computadoras.

Los sistemas de comunicación hoy en día ocupan un lugar importante en giros muy diversos, tales como los negocios, la industria, la investigación, etc., por su alta confiabilidad y lo práctico que resultan al ahorrar tiempo, dinero y esfuerzo con sus aplicaciones.

Auge de las Redes.

Saber que la tecnología moderna tiene en la computación la más valiosa de las herramientas, ya no es noticia, es tan común como el hecho de que todo el Orbe ha sido virtualmente "invadido" de microcomputadoras y más de las llamadas compatibles, según una encuesta realizada en instituciones educativas, bancos, instituciones públicas y empresas privadas. El descenso en los precios de las computadoras con procesadores 386 y 486

propició que se renovara la infraestructura de cómputo que estaba compuesta en su mayoría por XT's y AT's. Actualmente predominan los equipos con procesadores 386 y 486.

La plataforma de los sistemas informáticos grandes se ha constituido con una gran variedad de equipos, marcas, lenguajes de programación y estándares, dado que muchos de ellos se desarrollaron originalmente antes del advenimiento de la computadora personal; sin embargo, gran parte de los sistemas que se emplean actualmente están basados en la computadora de escritorio. El cambio de procesadores ha traído cambios en las plataformas de software predominantes. En la década de los 80's y los primeros años de la década de los 90's se intensificó el uso de la computadora en oficinas, escuelas, comercios, etc. Se extendió la utilización de procesadores de textos, hojas de cálculo, manejadores de bases de datos, procesadores de gráficas, y de presentaciones animadas, paquetes de edición, etc. En el ámbito académico se incrementó también el empleo de la computadora como herramienta. Toda la gama de paquetes de software y de compiladores corría en la plataforma de una computadora XT o AT. La nueva década trajo nuevas necesidades de cómputo, sistemas operativos con interfaz gráfica, procesadores de documentos y manejadores de bases de datos multimedia y paquetes de software más poderosos que sus antecesores, los cuales requieren una plataforma más completa, procesadores más rápidos, memoria principal y memoria en disco de decenas o cientos de megabytes. Muchos de los grandes sistemas comerciales van a seguir corriendo en sus plataformas originales, porque moverse implica de inversiones cuantiosas de hardware, en software y en capacitación de recursos humanos. Por ejemplo, los sistemas computarizados grandes como el de las cajas registradoras manejadas mediante códigos de barras se introdujeron muy recientemente en México y difícilmente se van a sustituir en un plazo corto.

Está creciendo el mercado de estaciones de trabajo multiprocesador; no obstante, debe reconocerse que en países como en México este mercado es limitado, porque la mayoría de las aplicaciones importantes son de tipo comercial y muy pocas están dedicadas a crear ambientes de desarrollo tecnológico para lo cual son idóneas las estaciones de trabajo multiprocesador.

Es previsible que siga creciendo el poder de cómputo de las empresas e instituciones, considerando en esto conjuntamente tanto al software como el hardware. Es evidente que el mercado de computadoras de escritorio y portátiles va a seguir ampliándose y diversificándose. La gente continuará emigrando dinámicamente hacia los paquetes más modernos y funcionales. Los ambientes gráficos sustituirán en breve, prácticamente en su totalidad a los ambientes alfanuméricos. La penetración de las estaciones de trabajo multiprocesador y de las supercomputadores dependerá en gran medida de las demandas del mercado de desarrollo tecnológico e informático y un poco menos del mercado de desarrollo científico. Sin embargo, si el sector productivo del país no determina invertir en investigación y desarrollo va a ser escasa la penetración de las plataformas de cómputo poderosas.

Estos recursos bien aprovechados, indudablemente optimizan la productividad en todos los campos de las ciencias y del quehacer cotidiano del hombre.

La misma computación en su dinámica evolución, ha encontrado con las micros, una coyuntura más que ofrece mejores perspectivas al usuario. ¡ LAS REDES LOCALES !

La imperiosa necesidad de abatir costos en el manejo, transmisión e intercambio de información, ha encontrado en las REDES la respuesta positiva, ya que con ellas se comparten los recursos costosos, se actualiza y organiza la información tanto en empresas y organismos particulares, como en organismos oficiales, estatales, paraestatales; Así mismo se logran enlaces remotos micro a RED, RED a mini, RED a macro, etc., a partir de 1988 las REDES empezaron a tener un gran auge en nuestro país, y para no ir a la zaga, es necesario estar actualizados; por ello es importante que el usuario tenga un buen factor de certidumbre, de como aprovechar este recurso en la actualidad.

Para ello empezaremos por definir lo siguiente:

RED. Es un conjunto de computadoras enlazadas entre si y/o con otros equipos, cuya configuración permita que esto sea un medio para transmitir, recibir, compartir y manejar información.

Una RED tiene como objetivo principal, compartir recursos materiales (equipos y sus periféricos) y recursos informáticos (archivos de datos y programas), actualizándolos, organizándolos y explorándolos.

La RED es la respuesta correcta a la necesidad de compartir entre usuarios, los recursos más costosos del equipo y la información centralizada y/o dispersa de un organismo, obteniendo con esto, la tan necesaria organización y economía en la informática.

Sin mucha pretensión, se puede aseverar que los puntos anteriores, vienen a ser el " A, B, C. " de las REDES LOCALES.

Normalmente las microcomputadoras necesitan distintos recursos (periféricos), como son: impresoras, graficadores, discos duros, unidades de respaldo en cinta magnética, programas de aplicación, paquetería, etc. que se tienen que adquirir a costos adicionales.

En una RED, estos recursos en una sola micro se van a compartir con las demás, mediante un canal de comunicación que por lo general, es un cable dedicado a las comunicaciones. Las micros se conectan a este canal por medio de una interface, que es una tarjeta electrónica que se coloca en una de las ranuras de expansión de cada micro.

La microcomputadora que cuenta con los recursos periféricos recibe el nombre de administrador de la RED o "server" que auxiliado por el sistema operativo de la RED, viene a ser virtualmente, el "cerebro" dedicado a administrar los recursos y las comunicaciones entre las demás micros, mismas que trabajando así, reciben el nombre de estaciones de trabajo.

Con la amplia variedad de redes de área local disponibles actualmente, encontrar la red que ofrezca el mejor costo, funcionamiento y confiabilidad, puede ser una tarea engañosa. Es importante considerar las especificaciones de la red, tales como velocidad de transferencia, protocolo de acceso, topología y, distribución de cableado, pero no deben medirse sobre una base individual. De acuerdo con la red, variarán los factores de funcionamiento para todas estas especificaciones. Lo que puede parecer la red menos costosa o más rápida al principio, puede terminar siendo no tan

competitiva para la aplicación implantada, dando como resultado tiempo y dinero desperdiciado.

Objetivo

En este trabajo nuestra intención es dar una descripción general de las redes de comunicación, enumerar sus elementos así como sus funciones y características operativas. Después se dará un enfoque de estos elementos hacia una red en particular; la RedUNAM. Esta es actualmente en México y América Latina una de las principales en cobertura tanto de usuarios como de la cantidad de información que maneja en su gran variedad de aplicaciones. Esta red como objeto de nuestro estudio tiene como medio de comunicación, en su sistema principal, fibra óptica que es la de mayor importancia en cuanto a capacidad y velocidad de transmisión, y de la cual trataremos en el siguiente capítulo además de otros medios más comunes de transmisión.

1. MEDIOS DE TRANSMISION.

El medio de transmisión se define como la vía física por la cual circula el flujo original de información entre un transmisor y un receptor de un sistema de comunicaciones.

Los medios de transmisión los podemos clasificar como guiados y no guiados. En el medio guiado las señales viajan de punto a punto a través de un canal físico; como por ejemplo: par trenzado/cable telefónico, cable coaxial y fibra óptica, preferentemente usados en redes locales. La atmósfera y el espacio aéreo son ejemplos de medios no guiados, los cuales proveen un medio para la transmisión de las ondas electromagnéticas. Su nombre se debe a que éstas señales se dispersan en el medio.

Como podemos ver la interconexión de las computadoras en una red local se realiza utilizando medios de transmisión diferentes pero generalmente del tipo guiados.

El canal de comunicación determina la velocidad máxima de transferencia de información que va de 2.5 Mbps a 100 Mbps. La elección del medio apropiado se determina bajo los siguientes parámetros de diseño:

- Cubrir el ancho de banda necesario
- Cubrir la velocidad necesaria
- Cubrir las distancias requeridas
- Cubrir la eficiencia mínima necesaria (fallas mínimas)
- Cubrir instalación y mantenimiento con los costos mínimos necesarios
- Proveer futuras expansiones de conexión
- Soportar servicios actuales y futuros con infraestructura económicamente óptima
- Adecuación al medio físico geográfico

De acuerdo a las características particulares en la implementación de una red se darán prioridades a algunos de los puntos anteriores según las necesidades de la misma.

A continuación definiremos características generales de los principales medios guiados de transmisión:

1.1 Par trenzado.

Descripción:

a) Telefónico:

Es un par de alambres de cobre através de los cuales fluye las señales. Este cable de 2 hilos es de un uso muy común sobre todo en telefonía y transmisión de datos, y puede incluir 4,6 y hasta 8 hilos en un solo cable, conectándose a los equipos por medio de conectores RJ11, RJ45, etc.

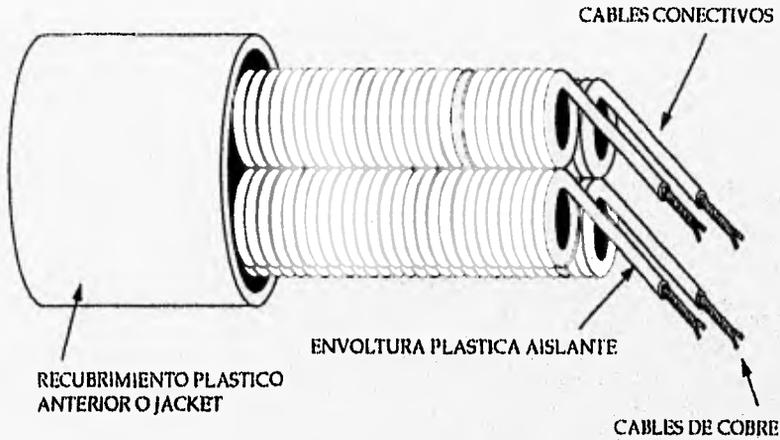
El calibre de los hilos es de un valor típico de 24 AWG. Sus demás características son similares a las del par trenzado que a continuación describiremos.

b) Par trenzado:

Este consiste de un cable en 2 hilos de cobre o acero revestido de cobre, aislados entre si y arreglados en una espiral regular a todo lo largo. Dentro de esta clasificación hay dos tipos: el cable sin blindaje UTP (Unshielded twisted pair) y el cable con blindaje STP (Shielded twisted pair). La diferencia entre estos dos tipos de cable es que el UTP solamente cuenta con una cubierta protectora plástica (jacket) y en cambio el STP cuenta con una malla tejida de hilos de metal y despues con su cubierta protectora plástica (jacket). Este tipo de cables vienen en conjuntos típicos de 2,3,4,6,12,16 y 25 pares de cables torcidos, pero para redes locales usando UTP sólo se necesitan 2 pares de cable para cada nodo.

Los alambres en un par tienen un espesor de entre 0.016 a 0.036 pulgadas (24 a 22 AWG).

CABLE UTP SIN BLINDAJE



Características de transmisión:

El par trenzado es usado para la transmisión de señales analógicas (comúnmente voz) y digitales.

Para las señales analógicas de voz se requiere un ancho de banda de 300 a 3400 Hz en un canal de voz full-duplex para la reproducción inteligible del habla. Varios canales de voz pueden multiplexarse mediante FDM (Multiplexión por división de frecuencia) en un par de alambres. Tomando un ancho de banda de 4 KHz por canal a una adecuada separación entre canales y así el par trenzado tiene una capacidad de 24 canales de voz en un ancho de banda de 268 KHz.

Para datos digitales, éstos pueden transmitirse sobre un canal analógico usando modem que actualmente pueden alcanzar velocidades de 2400, 4200, 9600, 14400, 19200 bps, usando modulación PSK (Modulación por inversión de fase). En un par trenzado de 24 canales de voz, el rango de datos agregados es de 230 Kbps.

Se puede usar señalización digital ó bandabase para la transmisión sobre un par. En el estándar T1 de transmisión se manejan 24 canales de voz en PCM (Modulación por codificación de pulsos) para un rango de datos agregado de 1.544 Mbps. Según la distancia se obtienen altos rangos de datos, así 4Mbps representa un límite razonable.

El par trenzado de cobre, soporta una frecuencia de transmisión de datos hasta 10 Mhz con una impedancia de entre 85 y 115 ohms y una atenuación máxima de 11dB/110 mts. ó de 7.2 dB/110 mts. a 5 Mhz.

Para el cable UTP (Unshielded twisted pair) las distancias de transmisión sin utilizar amplificadores para señales analógicas, ni repetidores para señales digitales, van desde 100 a 150 mts. máximo y para el cable STP (Shielded twisted pair) 300 a 500 mts. máximo.

Conectividad:

El par trenzado se usa para aplicaciones punto a punto y multipunto.

El enlace punto a punto se refiere a la conexión directa entre 2 máquinas exclusivamente (cliente-servidor) y el enlace multipunto se hace entre un sólo servidor y varios usuarios.

En los enlaces multipunto es de bajo rendimiento y soporta pocas estaciones usado como alternativa de cable coaxial pero menos costoso. El uso punto a punto es más utilizado.

Ruido:

El par trenzado es bastante susceptible al ruido y a la interferencia por su facilidad de acoplarse a los campos electromagnéticos del medio ambiente, y de los cables de pares adyacentes. Este último fenómeno se conoce como Cross-talk.

Para reducir estos ruidos se puede cubrir el cable con una trenza de hilos de metal ó blindaje que sirve para proteger los pares de la influencia electromagnética externa, que pudiera provocar ruido en la información, ya

que ésta malla al momento de aterrizar es una vía de fuga de las corrientes inducidas por influencia de estos campos externos, que son ruidos indeseables para nuestro sistema.

El trenzado de cada par de hilos minimiza también la interferencia, debido al ángulo de inclinación, y el uso de diferentes longitudes de torsión entre pares adyacentes reduce el cross-talk. Esto es efectivo para longitudes de onda más grandes que la longitud de torsión del cable; además al cambiar la posición de los alambres se invierte la polaridad y se compensa así el efecto capacitivo de cada par.

Ventajas:

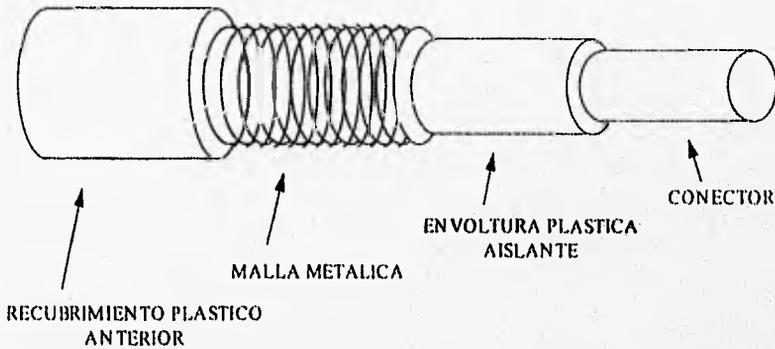
- Tecnología avanzada
- Instalación fácil y rápida para instalación y expansión
- Compatibilidad con los diferentes estándares de comunicación (Token Ring, Ethernet, Arcnet, StarLan)
- Ancho de banda de hasta 10 Mbps
- Distancias máximas de transmisión: UTP 150 mts.
STP 500 mts.
- Excelente relación precio/rendimiento
- Su precio es el más bajo comparado con el cable coaxial y la fibra óptica
- Regular tolerancia a interferencias debidas al medio ambiente.
- En su mayoría, las Empresas cuentan con éste tipo de infraestructura.

1.2 Cable coaxial

Descripción

El cable coaxial se conforma de un alambre conductor central de cobre sólido ó filamentosos, rodeado de una placa ó malla que conforma el segundo conductor usado como nivel de tierra. Entre ellos existe una cubierta aislante plástica. Este apantallamiento evita interferencias y le permite al cable operar sobre un amplio rango de frecuencias. Finalmente todo el conjunto esta protegido por una cubierta exterior plástica, aislante ó jacket.

CABLE COAXIAL



Estos cables pueden ser de varios tipos y anchos; su principal característica, es que pueden transportar una señal a mayor distancia entre más grueso sea el conductor. El cable grueso es más caro y menos flexible lo cual limita su instalación de acuerdo al lugar donde se implante la red. Comúnmente el cable coaxial tiene un grosor de entre 0.2 plg. para cable delgado y de 0.4 y hasta casi 1 plg. para cable grueso.

Características de transmisión:

Maneja un ancho de banda mayor al de par trenzado.

Existe 2 tipos de éstos cables para redes locales, el primero es de 75 ohms, estándar de los sistemas de televisión de antena comunitaria (CATV) que es usado para señalización analógica en FM-FDM (Frecuencia modulada-Multiplexión por división de frecuencia) y es llamado éste cable Broadband (banda ancha), el cual es un canal lento pero incluye varios canales a la vez. También éste cable CATV puede manejar señales digitales. Para señalización analógica, el ancho de banda posible es de 300 a 400 Mhz, tales como el video y el audio que pueden ser manejados sobre el mismo

medio ya que un canal de televisión ocupa 6 Mhz de ancho y un canal de audio (radio) ocupa 200 KHz.

El espectro de frecuencia del cable CATV usando FDM está dividido dentro de los canales, cada uno de los cuales lleva señales analógicas. Los datos digitales en este tipo de cable pueden transportarse con diferentes técnicas de modulación como: ASK, FSK y PSK.

El segundo tipo de cable coaxial es el de 50 ohms conocido como baseband (banda base) que es un medio rápido pero de un solo canal. Este es exclusivo de la transmisión digital, la codificación Manchester es la que se usa comúnmente y su rango de datos es superior a 10 Mbps. En transmisiones de alta velocidad se puede llegar a 50 Mbps.

Las distancias máximas de transmisión sin necesidad de repetidores ó amplificadores son:

- Para el cable de 75 ohms (broadband) de 600 mts.
- Para el cable de 50 ohms (baseband) de 0.2 plg (delgado) 300 mts.
0.4 plg (grueso) 500 mts.

Conectividad:

El cable coaxial se usa en configuraciones punto a punto y multipunto. El cable de 75 ohms (broadband) puede soportar miles de dispositivos pero su uso en altos rangos de datos (50 Mbps) trae problemas técnicos. El cable de 50 ohms (baseband) soporta del orden de 100 dispositivos por segmento, con relativos sistemas grandes enlazando segmentos con repetidores.

Ruido:

La inmunidad al ruido de éste cable depende de la aplicación y la implementación y es mayor a la del par trenzado en altas frecuencias y a las interferencias debidas a factores externos.

Para las señales analógicas, éstas pueden modular a una portadora de una frecuencia suficientemente alta para evitar las componentes principales de ruido.

En las altas velocidades de transmisión (50 Mbps), debido a la corta distancia entre señales sólo una atenuación ó ruido muy pequeño es tolerado para reconocer los datos antes de perderlos. Una desventaja mecánica sucede cuando al momento de enroscar el cable coaxial con los conectores con el transcurso del tiempo éstos suelen desgastarse y ocasionar falsos contactos.

Ventajas:

- Fácil instalación
- Se puede aprovechar alguna instalación previa (ductos, cajas, registros, etc.)
- Capacidad de transmisión de voz, datos y video
- Compatible con estándares de comunicación diferentes (Ethernet, Token Ring, etc.)
- Muy buena tolerancia a interferencias externas ó ambientales
- Relación costo-beneficio muy buena.

1.3 Fibra óptica

Descripción:

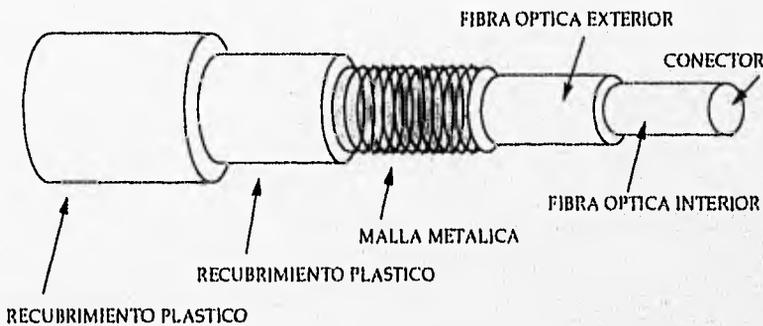
Las fibras ópticas son filamentos flexibles de una pequeña sección transversal, de un diámetro externo típico de alrededor de 2 a 125 micrómetros; están hechas de materiales dieléctricos transparentes tales como vidrio, plástico y silicatos a altas temperaturas; su característica es que disponen de una variación radical con el índice de refracción que les permite ser guías de onda de la luz.

En las telecomunicaciones las fibras ópticas son ya un medio de transmisión competitivo tanto en costo, manejo e instalación como en sus aplicaciones, debido al gran ancho de banda que manejan.

La estructura más simple de una fibra óptica se constituye de un material dieléctrico interno llamado núcleo o "core", el cual está rodeado de otro dieléctrico con un índice de refracción menor al anterior, llamado

revestimiento o "cladding". Una envoltura plástica y de otros materiales estratificados llamada "coating" envuelve al exterior de la fibra para protegerla de daños mecánicos (rayaduras, raspaduras, esfuerzos mecánicos, etc.), contra la humedad y el medio ambiente y contra señales externas provenientes de otra guía de luz (cross-talk).

CABLE DE FIBRA OPTICA



Actualmente hay una gran variedad en las estructuras de los cables ópticos, todas ellas pretenden satisfacer los requerimientos de sus aplicaciones y buscan reducir las pérdidas o atenuaciones provocadas por curvaturas y microcurvaturas en la fibra; que definiremos posteriormente.

Para estos fines se analizan los coeficientes de expansión térmica, de elasticidad y resistencia mecánica de los materiales que componen el cable, así como la resistencia a la tracción y la compresión, incluyendo el tratamiento de los materiales (extrusión, maquinado, etc.).

Las estructuras de las fibras se clasifican en dos grandes grupos según el comportamiento de la misma:

a) Estructuras densas. En estas la fibra está inmersa en el material plástico por lo que su comportamiento térmico y mecánico afecta la calidad de transmisión. Se clasifican en:

- Estructuras densas trenzadas

- Estructuras de cintas densas.

b) Estructuras libres. Llevan un soporte alveolar que permite evitar los problemas de curvaturas y microcurvaturas por medio de un margen de elongación de la fibra dentro del cable. Se clasifican en:

- Estructuras de fibras libres en tubos
- Estructuras de cintas con fibras libres.
- Estructura cilíndrica ranurada.

Características de transmisión:

La fibra óptica transmite rayos de luz de señal codificada por medio de una reflexión interna total, la cual puede ocurrir a través de un medio transparente con un alto índice de refracción respecto al índice del medio de cobertura. Así la fibra óptica actúa como una guía de onda de la luz para frecuencias de entre 10×10^{14} a 10×10^{15} Hz, el cual cubre el espectro visible y parte del espectro infrarrojo. Se usan fuentes de luz como el diodo emisor de luz y el rayo láser que describiremos después.

La cantidad de información que un sistema de comunicación puede transportar es aproximadamente proporcional a la frecuencia de la señal portadora. En los sistemas de comunicación por señal luminosa la frecuencia de la portadora es del orden de 300 000 Ghz y su ancho de banda potencial es de 25 000 Ghz en el rango de longitudes de onda de 1.45 a 1.65 micrómetros. Estos sistemas de comunicación ofrecen una forma elegante de combinar voz, datos e imágenes en un solo medio universal: la fibra óptica.

Las fibras ópticas están divididas en dos grupos:

a) Fibra óptica multimodo:

El diámetro de su núcleo es grande respecto a la longitud de las ondas lumínicas, por esta razón son propagables en él gran cantidad de modos o varios cientos de modos que se diferencian, unos de otros, por su distribución de campo eléctrico y magnético y su velocidad de propagación.

Con un perfil de índice gradual éste tipo de fibra mantiene pequeña la dispersión gradual, lográndose grandes anchos de banda de transmisión que aún son superados por las fibras monomodo.

b) Fibra óptica monomodo:

Es de pequeño diámetro en su núcleo, en él solo se propaga un modo, el modo fundamental. Este tipo de fibra tiene un gran ancho de banda para transmisión a grandes distancias, que solo se limita por la dispersión cromática. La dispersión cromática se compone de la dispersión de la fuente luminica no monocromática debido al radio del núcleo y la longitud de onda y como consecuencia la distribución de campo y velocidades de grupo de una fibra sean dependientes de la longitud de onda. Y por la dispersión producida en la fuente no monocromática en dependencia de la longitud de onda del índice de refracción del material o de la velocidad de la luz en el mismo.

Los modos se definen como las formas de onda luminosas discretas que pueden propagarse en una fibra óptica. Son soluciones propias de la conexión diferencial que describe a la fibra, por ello se les llama onda propia. Hacia arriba su cantidad está limitada por el diámetro del núcleo y la apertura numérica de la fibra, que es el seno del ángulo de aceptación o de máximo acoplamiento de una fibra. Estos ángulos son los que se forman entre el eje óptico de la fibra y la dirección de propagación de la luz en los que la potencia acoplada en una fibra iluminada uniformemente es igual a una fracción específica de la potencia total. La distorsión debida a la superposición de modos de diferente velocidad es la dispersión modal.

Los anteriores tipos de fibra se dividen a su vez cada una en:

- Fibra óptica de índice escalonado. Fibra con perfil en escalón, o sea con perfil de índice de refracción constante dentro del núcleo y una caída abrupta de éste índice en el límite entre el núcleo y el revestimiento. Éste perfil puede ser aproximado a un perfil exponencial con $g > 10$.
- Fibra óptica de índice gradual. Fibras con un perfil de índice de refracción gradual o sea que se modifica continuamente a través de la sección transversal de la fibra. Éste perfil puede ser aproximado a un perfil exponencial con $1 < g < 3$.

Los sistemas de comunicación por fibra óptica utilizan actualmente fibras multimodales de índice gradual que trabajan con una longitud de onda de emisión de entre 0.82 a 0.9 micrómetros con una distancia máxima entre repetidores de alrededor de 10 km y una atenuación de 2 a 4 dB/km pero la tendencia desde hace algunos años es utilizar fibras

monomodales de índice escalonado que operen con una longitud de onda de 1.3 a 1.6 micrómetros, valores en los que las propiedades de las fibras ópticas son mejores; y en los que se tiene una atenuación de 0.5 a 0.8 dB/km para 1.3 micrómetros de longitud de onda y de 0.2 a 0.3 dB/km para 1.55 micrómetros con un ancho de banda de varias decenas de Ghz, con una distancia entre repetidores de 50 km para 1.3 micrómetros y de hasta 100 km para 1.55 micrómetros.

Éste último tipo de fibra ofrece una mayor simplicidad del sistema y una mayor capacidad de transmisión de entre 100 y hasta 600 Mbps, con un espaciamiento típico entre repetidores de 25 a 30 km, además de evitar el problema de la dispersión multimodal.

Las fibras multimodales a 1.3 micrómetros de longitud de onda tienen una atenuación de 0.7 a 1.2 dB/km con un ancho de banda de 800 hasta 1300 Mhz.

Para maximizar el espaciamiento entre repetidores existen dos técnicas:

- Desarrollar láseres con un ancho espectral de línea muy angosto como por ejemplo tasas de transmisión mayores a 1 Gbps sobre fibras unimodo que exceden los 100 km de longitud.
- Optimizar el diseño de las fibras para reducir la dispersión principalmente en el rango de 1.2 a 1.6 micrómetros de longitud de onda.

Conectividad:

Aunque se han desarrollado sistemas experimentales multipunto que usan una topología en bus, su tecnología es costosa y difícil de practicar. El uso más común de las fibras ópticas es en los enlaces punto a punto; aunque un segmento simple de fibra óptica soporta más las caídas en los enlaces que el par trenzado y el cable coaxial debido a su gran potencial de banda ancha y baja atenuación.

Ruido:

Una de las causas de atenuación de la señal óptica se debe en parte a las curvaturas y microcurvaturas que existen a lo largo del tendido de

la fibra. Las microcurvaturas en una fibra presentan desviaciones axiales de por ejemplo pocos micrómetros y longitudes de onda de algunos milímetros lo cual produce las pérdidas ópticas. Además el ruido modal que es la perturbación en las fibras multimodo que son alimentadas por diodos láser, se presenta cuando éstas fibras contienen elementos con una atenuación que depende de los modos (por ejemplo, empalmes defectuosos); y es más fuerte cuanto mejor sea la coherencia del láser, o sea tanto más pronunciada sea su granulación. Para mejorar estas características se emplea una mejor técnica de conectores y empalmes, así como el empleo de diodos fotoemisores o diodos láser (transmisores) multimodo de espectro ancho o el uso de fibras ópticas monomodo.

Ventajas:

- Aplicaciones de alta velocidad
- Ancho de banda de hasta 600 Mbps
- Puede propagar una señal sin necesidad de amplificador desde 2 hasta 10 km.
- Transmisión de voz, datos y video por el mismo canal
- No genera señales eléctricas y/o magnéticas a su alrededor
- Baja atenuación de menos de 1 dB/km
- Inmune a interferencias electromagnéticas externas (líneas de alta tensión, relámpagos, etc.)
- Excelente tolerancia a factores físicos ambientales
- Compatibilidad con los diferentes estándares de comunicación (FDDI, Ethernet, Arcnet, Token-Ring, etc.)
- Ofrece la mayor capacidad de adaptación a nuevas normas de comunicación
- El medio más confiable para transmisión de datos a altas velocidades.

1.3.1 Transmisores ópticos.

Unas de las fuentes luminosas más usadas en telecomunicaciones por fibra óptica son:

- Diodo emisor de luz (LED)
- Diodo láser (LD)

La función principal de estas fuentes luminosas es la de ser un transductor que convierten la señal eléctrica que porta la información en una señal óptica.

Estas fuentes luminosas son dispositivos semiconductores que se adecuan para la transmisión por fibra óptica, ya que sus parámetros de operación los hacen ser compatibles con ellos.

Para seleccionar el tipo de transmisión deben tomarse en cuenta las siguientes características de las fibras:

- Atenuación en función de la longitud de onda
- Distorsión por retraso de grupo (ancho de banda)
- Su geometría (tamaño).
- Características modales

Y la interrelación de estos factores con los de transmisores ópticos:

- Potencia óptica
- Ancho espectral
- Patrón de radiación
- Capacidad de modulación simple y ancho de banda amplia
- Configuración y tamaño compatibles con las fibras
- Longitud de onda de emisión donde la fibra tiene pérdidas bajas
- Altamente lineal para evitar distorsión
- Bajo costo y durabilidad

Características de las fuentes luminosas:

a) Diodo emisor de luz (LE):

- El LE emite fotones por emisión espontánea
- Es una fuente de luz incoherente porque los fotones que resultan de esta operación tienen fases aleatorias
- Tienen un ancho de banda de modulación bajo (50 Mhz)
- Ancho espectral óptico grande típico de 30 a 850 nm

- Potencia emitida con una relación lineal con la corriente inyectada
 $I_{max.}=100mA$
- Baja potencia de acoplamiento en la fibra
- Distorsión armónica en modulación directa
- Son fuentes adecuadas para enlaces cortos y de bajas tasas de transmisión
- Se usan en fibras multimodo de índice escalonado y graduado
- Dependencia térmica baja de 3 a 4 A/*C
- Fabricación y circuitería simple

b) Diodo láser (Diodo amplificador de luz por emisión estimulada de radiación LD)

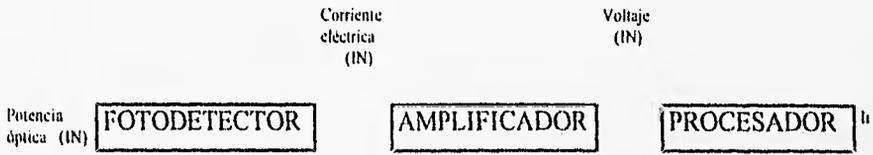
- Produce un rayo de luz (con oscilación monomodal o multimodal) por la formación de una onda estacionaria que se amplifica dentro de una cavidad formada por los semiconductores
- El láser tiene un nivel de umbral a partir del cual su potencia aumenta rápidamente con la variación en la corriente. El corrimiento de este nivel con la temperatura es de 0.5 mA/*C

1.3.2 Receptores ópticos.

Un receptor es el transductor que convierte la señal portadora óptica en eléctrica; entonces el receptor produce una secuencia de pulsos eléctricos (unos y ceros)que son una reproducción fiel de la información digital que excita la fuente de luz del transmisor.

En este sistema el receptor es el bloque más crítico ya que determina en él la siguiente serie de parámetros:

- Sensibilidad
- Intervalo dinámico
- Ancho de banda
- Velocidad de transmisión
- Estabilidad
- Confiabilidad
- Tasa de error (BER)



FOTODETECTOR. Convierte la potencia óptica a potencia eléctrica. La potencia óptica es una cantidad en banda de base (las variaciones son de acuerdo a la amplitud y no con respecto a la fase). La corriente eléctrica que proporciona el fotodetector es muy pequeña (nanoamperes).

AMPLIFICADOR. Es de bajo nivel de ruido. Se diseña especialmente para fotodetectores ópticos.

PROCESADOR. La salida del amplificador se procesa para extraer la información.

2. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

Un sistema de comunicación es el conjunto de recursos , tanto físicos como lógicos destinados a compartir información y aplicaciones, así como hacer eficaz el funcionamiento del propio sistema, cumpliendo apropiadamente cada uno, su función dentro del mismo, conformando todos estos una red de comunicaciones que trataremos como de Área Local (LAN). Esta red es un sistema completo y autónomo que se encarga de comunicar y administrar eficientemente los recursos de que se disponen entre cada nodo de la red. Estos nodos están dispuestos en un área no muy lejana entre sí mismos, un campus de una universidad, un edificio, etc.

Un nodo de estación de trabajo conectada a la red física y lógicamente (PC's, Macintosh, servidores, hosts, u otros periféricos).

Podemos decir que las redes según su tamaño se clasifican en:

- LAN (Local Area Network)
- MAN (Metropolitan Area Network)
- WAN (Wide Area Network)

Una red MAN se caracteriza porque el enlace entre sus puntos terminales son los extremos de una ciudad; requieren de equipos de comunicación más sofisticados (ruteadores, repetidores, gateways, por no mencionar otros) que hacen uso de enlaces por microondas o satelitales.

Las Redes WAN llegan a abarcar areas como países, un continente o el mundo; son usados por empresas transnacionales; sus velocidades de transmisión están en el rango de 9.6 Kbps a 1.54 Mbps, generalmente utilizan enlaces aéreos y utilizan necesariamente equipos de ruteo.

2.1 TOPOLOGÍA.

Se refiere a la forma o disposición en que están conectados los nodos o estaciones de una red.

Tipos:

- a) Anillo
- b) Bus
- c) Estrella

2.1.1 Anillo.

Los nodos están unidos a un soporte que forman un bucle. La información circunda a lo largo del tendido en una única dirección. Los mensajes circulan sobre el anillo y pasan de nodo a nodo, en donde se regeneran. También podemos decir que en la topología en anillo hay prioridades en los nodos.

Una señal llamada TOKEN, va circulando por la RED y pasando nodo tras nodo, si una de ellas resulta ser la solicitante, previa identificación entrega la información de lo contrario la deposita en "sobre cerrado", para que ésta a su vez así la envíe a la siguiente, llevando consigna de entregarla hasta identificar al nodo solicitante.

Cuando se pierde un TOKEN, surge un maestro y rehace un nuevo TOKEN a este proceso se le llama beacoming.

El flujo de información se verá limitado por el ancho de banda del medio de comunicación.

Esta estructura presenta una cierta fragilidad, puesto que la ruptura del anillo bloquea totalmente la transmisión de los datos. Una manera de evitar estos riesgos consiste en el uso de los concentradores. El concentrador es un dispositivo fabricado con una alta confiabilidad, al que se conectan los nodos de la red.

El anillo lógico ocurre dentro del concentrador y cuando un nodo deja de funcionar, se hace corto circuito con la entrada hacia el nodo en el propio concentrador, reestableciéndose el anillo.

El concentrador acepta un número limitado de nodos, por lo que en caso de necesitar añadir algún otro nodo una vez agotado el espacio disponible para la conexión, se puede recurrir a conectar en cascada varios concentradores para ampliar la red. Comercialmente hablando a estos concentradores se les llama MAU (Múltiple Access Unit).

2.1.2 Bus.

En la arquitectura en bus, todos los nodos están acoplados a un solo medio de transmisión. Los paquetes transmitidos son enviados como "broadcast", esto quiere decir que todos los nodos pueden ver la información ya que en el medio hay una señal portadora; sin embargo, sólo el nodo destino se le permite examinar el contenido de un paquete dado.

En las redes con esta configuración, cada nodo no necesita actuar como repetidor de los mensajes, sino que solamente deben reconocer su propia dirección para poder tomar aquellos mensajes que viajan por el bus y se dirigen a él.

Las redes en esta configuración son sencillas de instalar y pueden tener dificultades para adaptarse a las características del terreno o lugar.

Esta configuración presenta gran capacidad para incrementar o decrementar el número de nodos, por lo que la falla en uno de los nodos, sólo repercutirá en ese nodo específico, pero una falla en el bus dejara a la red dividida en dos o incapacitada totalmente según este implementado el control.

2.1.3 Estrella.

En una topología en estrella, todos los nodos se comunican entre sí a través de un dispositivo central, por lo que la administración de la red está centralizado.

El dispositivo central asume un papel muy importante ya que todas las comunicaciones que se llevan a cabo en la red se realizan por medio de este. Lo habitual es que el dispositivo central ejerza todas las tareas de control y posea los recursos comunes de la red; para poder reducir su influencia se puede optar por localizar el control en alguno(s) de los nodos periféricos, de modo que el nodo central actúe como una unidad de conmutación de mensajes entre todos los nodos periféricos.

La topología en estrella presenta buena flexibilidad para incrementar o decrementar el número de nodos, ya que las modificaciones necesarias no representan ninguna alteración de la estructura y están localizadas en el nodo central.

La repercusión en el comportamiento global de la red al presentarse una falla en uno de los nodos periféricos es muy baja y solo afectaría al tráfico relacionado con ese nodo. En caso contrario si la falla se presentara en el dispositivo central, el resultado podría ser catastrófico y afectaría a todos los nodos de la red.

El flujo de información puede ser elevado y los retardos introducidos por la red son pequeños si la mayor parte de ese flujo ocurre entre el dispositivo central y los nodos periféricos.

En caso de existir una falla en el medio de comunicación, sólo quedaría fuera de servicio el nodo afectado. La disposición física de los elementos ocasiona que sea una topología "costosa", porque no se puede aprovechar la cercanía de las máquinas para interconectarlas, sino que se deben conectar al centro.

2.2 MODELO OSI

La ISO (International Standard Organization) formulo éste modelo para interconexión de sistemas abiertos de diversos fabricantes.

El modelo de referencia OSI (Open Systems Interconexión), no es una implementación de red, se basa en una arquitectura estratificada en capas que definen diversas tareas o funciones de cada capa. Se podrá escoger entre varias compañías de redes que podrán realizar la implementación de un

protocolo a partir de su especificación, ya que el modelo no es extremadamente detallado.

El modelo OSI especifica 7 capas, ordenadas, con funciones que deberán ejecutarse para que la comunicación se lleve a cabo:



Capa de Aplicación:

La capa de aplicación es la capa OSI más cercana al usuario. Difiere de las otras capas en que no proporcionan servicios a ninguna otra capa OSI, sino más bien a los procesos de aplicación que se encuentran fuera del alcance del modelo OSI. Ejemplos de tales modelos de aplicación incluyen a los programas de hoja electrónica, de procesamiento de texto, de manejo de terminales bancarias y otros por el estilo.

La capa de aplicación identifica y establece la disponibilidad de las contrapartes en la comunicación, sincroniza la cooperación de las aplicaciones, y establece los acuerdos sobre los procesos para recuperarse de los errores y para controlar la integridad de los datos. Además, la capa de aplicación determina si es que existen los recursos suficientes para la comunicación pretendida.

Capa de Presentación

La capa de presentación garantiza que la información enviada por la capa de aplicación de un sistema será legible por la capa de aplicación de otro sistema. En caso de ser necesario la capa de presentación traducirá de diferentes formatos de representación de datos a un formato de representación de datos en común.

La capa de presentación se ocupa no solo del formato y representación de los datos del usuario, sino también de las estructuras de datos utilizadas por los programas, por lo tanto, además de la transformación de la forma en que viene los datos (en caso de ser necesario), la capa de presentación negocia la sintaxis de transferencia de datos para la capa de aplicación.

Capa de Sesión

Como su nombre lo indica, la capa de sesión establece, administra y termina sesiones entre aplicaciones. Las sesiones constan de diálogos entre dos o más entidades de presentación (hay que recordar que la capa de sesión proporciona sus servicios a la capa de presentación). La capa de sesión sincroniza el diálogo entre entidades de la capa de presentación y maneja su intercambio de datos. Además de las regulaciones básicas de las conversaciones (sesiones), la capa de sesiones toma providencias para la expedición de datos, para el manejo de diferentes clases de servicios y para reportar sobre los problemas que se presentan en las capas de sesión, presentación y aplicación.

Capa de Transporte

La frontera entre la capa de sesiones y la capa de transporte puede pensarse como el límite entre los protocolos de la capa de aplicación y los protocolos de capas inferiores. Mientras que las capas de aplicación, presentación y sesión se preocupan por cuestiones del programa de aplicación, las cuatro capas inferiores se ocupan de cuestiones de transporte de datos.

La capa de transporte intenta proveer de un servicio de transporte de datos que aisle a las capas superiores de los detalles de la implementación del servicio. Específicamente cuestiones como qué tan confiable es el transporte a través de la red, son la preocupación de la capa de transporte. Proporcionando un servicio confiable, la capa de transporte ofrece mecanismos para el establecimiento, mantenimiento y terminación ordenada de circuitos virtuales, para la detección y recuperación de fallas en el transporte, y para el control del flujo de información (para prevenir que un sistema vaya a inundar a otro con datos).

Capa de Red

La capa de red es una capa complicada que proporciona la conectividad y la selección de rutas entre dos sistemas finales que pueden estar ubicados en subredes geográficamente distintas.

Debido a que distancias geográficas substanciales y diferentes subredes pueden separar a dos sistemas finales que desean comunicarse, la capa de red es el dominio del ruteo. Los protocolos de ruteo seleccionan rutas óptimas a través de varias subredes interconectadas. Por lo tanto, los protocolos de la capa de red tradicionales mueven información a través de esas rutas.

Capa de Enlace o de Liga

La capa de liga (formalmente conocida como la capa de liga de datos) proporciona un tránsito confiable de los datos a través de las ligas físicas. Para hacer esto, la capa de liga se ocupa del direccionamiento físico (en contraposición del direccionamiento lógico o de red), de la topología de la red (como los sistemas finales utilizarán las ligas de la red), notificación de errores, del envío ordenado de paquetes de información y del control del flujo.

Capa Física

La capa física define las especificaciones eléctricas, mecánicas procedurales y funcionales para activar, mantener y desactivar las ligas físicas entre sistemas finales. Características tales como niveles de voltaje, sincronía en los cambios de voltaje, velocidades de transferencia de datos, distancias de transmisión máximas, conectores físicos y otros atributos similares son definidos por la especificación de la capa física.

La siguiente figura hace una referencia de los estándares y topologías en las tres primeras capas de los estándares de la IEEE 802.X:

LLC	IEEE 802.2			
MAC	CONTROL DE ACCESO CSMA/CD	CONTROL DE ACCESO TOKEN BUS	CONTROL DE ACCESO TOKEN RING	CONTROL DE ACCESO TOKEN RING
PHYSICAL MEDIA	COAXIAL BANDA BASE 10Mbps PAR COBRE 1 A 10Mbps COAXIAL BANDA BASE 10Mbps	COAXIAL 15 Y 10Mbps	PAR BLINDADO 1.4Mbps	FIBRA OPTICA 100Mbps
	IEEE 802.3	IEEE 802.4	IEEE 802.5	FDDI
	TOPOLOGIA BUS		TOPOLOGIA ANILLO	

2.3 ESTÁNDARES:

Es una serie de reglas dictadas por organismos especiales que nos aseguran un mínimo de requerimientos internacionales para un producto, sistema o servicio.

2.3.1 Token Ring:

Este estándar surgió en 1985 aproximadamente, su creador fué IBM y se apega al estándar 802.5 de IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers).

Tiene una topología en anillo, cada nodo es conectado a su vecino más cercano por medio de una unidad de conexión (MAU Multistation Acces Unit) hasta que todos los nodos son conectados en un camino cerrado o anillo. Los datos son transmitidos solo en una dirección y son leídos por cada nodo en el anillo hasta que llega a su destino. El nodo destino es el que borra este mensaje del anillo.

Todos los nodos son directamente conectados con un solo medio de transmisión. Es posible conectar hasta 260 nodos sobre el mismo anillo y además se pueden enlazar varios anillos entre sí, lo que permite llegar a un considerable número de nodos.

Características:

Topología:	Anillo
Medio físico:	Cable de par trenzado (UTP o STP)
Modo de transmisión:	BandaBase
Protocolo de acceso:	Token passing
Número máximo de nodos:	260
Velocidad máxima de transmisión:	4 Mbps Tamaño máximo del frame 4500 bytes 16 Mbps Tamaño máximo del frame 18000 bytes

Parte Física:

Cada nodo de red usa un solo cable doble para conectarse a un dispositivo llamado concentrador (MAU). Uno es para recibir y otro para enviar datos. Esta topología tiene 2 ventajas primero, se necesita un solo cable para conectar cada estación en la red. Por lo que esta ventaja requiere más cable que si se fuera a conectar simplemente nodos sucesivos, pero la ventaja de hacer esto es poder añadir nuevos nodos y remover algunos viejos. La segunda ventaja es que en este sistema es más fácil saltar un nodo inactivo o en mal funcionamiento en el MAU, solo conectando sus nodos vecinos directamente o sea puentearlo y saltándose el nodo inactivo.

Funcionamiento:

La transmisión de datos es unidireccional, pero en la TOKEN RING, cada nodo solo necesita enviar una señal tan lejos como este el siguiente nodo. Una TOKEN RING puede ser muy larga, un nodo de ella puede estar a 300 metros de su MAU y expandirse aún más con repetidores.

El formato general para transmitir información en un anillo es llamado "frame" o "TOKEN". Un token es un mensaje corto (24 bits) que dice al nodo que lo recibe: "es tu turno de enviar datos, si quieres".

En un token el campo de la información es de longitud variable, esto depende que velocidad de transmisión se seleccione, el cual es precedido por una cabeza, el cual incluye un campo de control de acceso para controlar el acceso al medio de transmisión. Los frames también incluyen campos para el estado del frame y el manejo de información del anillo, así como también la dirección del nodo destino y el nodo fuente; consiste también de una secuencia de delimitadores de inicio y fin.

Cuando un nodo quiere transmitir recibe un TOKEN, este cambia la señal dentro del frame, añadiendo su dirección, la dirección del receptor y los datos.

El nodo que está transmitiendo está citado para estar en posesión de la señal (del TOKEN), ningún otro nodo puede tomarlo, cada uno debe obedientemente retransmitir el dato conforme lo recibe. Cuando el marco llega a su nodo destino es cedido cambiando dentro de él su status de bits para indicar que fue recibido. Después de esto el TOKEN continúa moviéndose a lo largo del anillo hasta llegar al próximo transmisor.

Prioridad y la SubCapa MAC:

En la subcapa MAC observamos las señales que lleva el medio físico de la Token Ring y las técnicas usadas para acceso arbitrario a el anillo.

Los datos son transmitidos en el anillo usando una codificación llamada manchester diferencial, típicamente a 4 Mbps.

Cuando un nodo desea transmitir información recibe el token, este examina los bits de prioridad para asegurar que el mensaje tiene una prioridad al menos tan grande como la del token. Si es así, pasa la señal. El Token Passing permite la clasificación de los mensajes de acuerdo a su importancia.

Si una estación desea enviar y el token no está disponible para estación, ésta puede hacer una reservación para la prioridad del TOKEN colocando una reservación en los bits de reservación en el paso del frame al valor del nivel de prioridad que quiere.

Para mantener la armonía dentro de cada nivel de prioridad, la estación que suspende el frame debe ser la estación que reinicie.

Direccionamiento:

La IEEE 802.5 especifica a cerca del tamaño de las direcciones en la Token Ring, cerca de 6 bytes de direccionamiento.

Los campos en un marco de la dirección de origen y la dirección del destino pueden hacer más que identificar un simple emisor y receptor para el frame. El bit más significativo de una dirección o más anillos son interconectados por dos nodos llamados "puentes" o "bridges". Cuando este bit es un 1, esto indica que el frame especificará no solo la dirección del nodo destino, sino también una ruta para él (posiblemente atravesando varios anillos), esta técnica es llamada Ruta de Origen.

Las direcciones del destino también tiene bits y un bit patrón con un significado especial. Este es utilizado para identificar frames para un servidor, un grupo de nodos o todos los nodos (en una dirección transmitida).

El direccionamiento funcional es una característica poderosa construida dentro de todos los adaptadores Token Ring, ya que, enviando un paquete por medio de un direccionamiento funcional, un nodo puede usar servicios de la red, sin conocer la dirección de los nodos que proveen este servicio.

Sincronización:

Es una llave técnica para problemas en el diseño de un sistema de anillos. Normalmente, una estación es asignada para activar el monitoreo. El monitoreo tiene un papel importante en la supervisión del anillo. En suma este da al anillo el reloj maestro. Todas las otras estaciones son frecuentemente

monitoreadas. Ellos obtienen el tiempo desde que reciben los datos mediante ciclos de fase.

Formato del bloque

Las redes Token Ring definen dos tipos de formatos: bloques de testigo y bloques de datos/comandos. Ambos formatos se muestran en la figura siguiente:

Longitud
del campo
en bytes :

Bloque de datos/comandos

1	1	1	6	6	20	4	1
delimitador de inicio	control de acceso	control de bloque	dirección de destino	dirección del remitente	datos	FCS	delimitador final

Testigo

delimitador de inicio	control de acceso	delimitador final
--------------------------	----------------------	----------------------

Figura formatos de bloques Token Ring/802.5 IEEE

2.3.2 Ethernet:

Fue introducido por XEROX Co. a mediados de los 70's (coordinado por Robert Metcalfe) como un medio de conectar productos XEROX. El sistema Ethernet fue desarrollado en parte basándose en los conceptos de ALOHANet (comunicación por radiofrecuencias) y actualmente trabaja una arquitectura bus, con un protocolo de acceso CSMA/CD, que ofrece un control de la red local con estructura de bus, por medio de acceso múltiple por escucha de portadora con detección de colisiones, que además puede clasificarse como un sistema sin prioridad.

Ethernet es una LAN de alta velocidad que provee rápido acceso entre equipos remotos.

Características:

Topología:	Bus o árbol
Medio físico:	Cable coaxial de 50 ohms
Medio de transmisión:	Banda Base o Banda Ancha
Método de acceso:	CSMA/CD
Número máximo de nodos:	1024
Velocidad máxima de transmisión:	10 Mbps
Separación máxima entre nodos:	2.5 km

Características Físicas:

En banda base un sólo cable reemplaza el voluminoso y costoso cableado que utiliza las redes convencionales. Para redes que comuniquen equipos entre pisos del mismo edificio o entre edificios, se recomienda utilizar cable ethernet coaxial. Para redes entre equipos del mismo piso o área de trabajo se recomienda el uso de cable delgado (thinwire). Sin embargo, Ethernet permite el uso de pares trenzados en instalaciones donde ya existe cableado telefónico.

En banda ancha, ofrece la posibilidad de mezclarse con video, voz y otros canales de comunicación de datos, en el mismo cable.

Hay diferentes tipos de cableado dependiendo la necesidad que se tenga, a continuación se nombran algunos donde en la topología IEEE 802.3 se utiliza el siguiente formato:

XXBBBBYYY

donde:

XX	Es la velocidad de la señalización
BBBB	Es el método de señalización: BASE Banda base BROAND Banda ancha
YY	Longitud del segmento en centenares de metros.

Métodos de CSMA/CD:

• Thick Ethernet (cable grueso)	10 Mbps	10BASE5
• Thin Ethernet (cable delgado)	10 Mbps	10BASE2
• Broadband	10 Mbps	10BROAD3
• Starlan	1 Mbps	1BASE5
• Starlan10	10 Mbps	10BASE5
• Twisted Pair (par trenzado)	10 Mbps	10BASET

Cada conexión en la Ethernet tiene dos importantes componentes electrónicos: el transceiver y la interface host. El transceiver conecta el centro de cable al ether que previene de las inducciones de las señales eléctricas, sensando y enviando señales a través del cable. Una interface host se conecta al transceiver y hace la comunicación con la computadora.

Funcionamiento:

Ethernet es una tecnología broadcast bus con una velocidad de transmisión de 10 Mbps con acceso de control distribuido. Es bus porque todas las estaciones comparten un sólo canal de comunicación; es broadcast porque todos los transceiver reciben todas las transmisiones. Los transceiver no filtran la información, pasan todos los paquetes que el host deberá recibir.

El protocolo de acceso al medio es llamado CSMA/CD (Acceso múltiple por Sensado de Portadora con Detección de Colisiones).

- CS Detección de portadora
 - * Detección del nivel promedio del voltaje.
- MA Acceso múltiple
 - * Los accesos pueden ocurrir desde cualquier puerto en la red.
 - * Cualquier estación puede transmitir.

- * No dispone de un controlador central.
 - * Todos los nodos son iguales "peers".
 - * Idéntico acceso.
- CD Detección de colisión
 - * Detección del nivel de voltaje promedio.
 - * Si dos estaciones transmiten simultáneamente ocurre una colisión.
 - * Continúa por un tiempo establecido, todas las estaciones lo detectan.
 - * Se denomina interferencia "jamming".
 - * Espera un tiempo "aleatorio" antes de intentar retransmitir.

Direccionamiento:

Una interface host Ethernet también proporciona un mecanismo de direccionamiento que guarda tramas. Destacamos que cada interface recibe una copia de todos los paquetes, hasta que éstos son direccionados a otras máquinas. El hardware filtra paquetes, ignorando sólo los que son direccionados a él.

A cada computador conectado a una Ethernet es asignado un entero de 48 bits conocido como su dirección ethernet. Esta dirección es asignada por los vendedores del hardware Ethernet y son usualmente fijos. La dirección de 48 bits hace más que identificar una sola interface de hardware. Esta puede ser de uno de los siguientes tipos:

- La dirección física de una interface de red
- La dirección broadcast de la red
- Una dirección multicast

Los frame de ethernet son de longitud variable, sin pasar de 1526 bytes.

Adicionalmente, para identificar la dirección fuente y la dirección destino, cada frame transmitido a través de la ethernet contiene un: preámbulo, destino, fuente, tipo de campo, campos de datos y CRC.

El preámbulo consiste de 64 bits de alternación de 0's y 1's para ayudar en la sincronización de los nodos.

El destino me indica la dirección física o multicast a quien va dirigido el frame.

La fuente, la dirección física del que envía el mensaje.

El campo me indica el tipo de protocolo de nivel superior que viene en el campo de datos.

El CRC tiene 32 bits y ayuda a la interface a detectar errores de transmisión; el que envía calcula el CRC como una función del dato en el frame y el receptor recalcula el CRC para verificar que el paquete se ha recibido intacto.

El frame más corto permitido es de 64 bytes (sin considerar el preámbulo); generalmente son productos de colisiones.

Formato de los bloques de Información

Los formatos de los bloques de información de Ethernet y 802.3 se muestran en la figura siguiente:

Longitud
del campo
en bytes

Ethernet

7	1	6	6	2	46-1500	4
Preambulo	S O F	Dirección de Destino	Dirección remitente	Tipo	Datos	FCS

Longitud
del campo
en bytes

802.3 de IEEE

7	1	6	6	2	46-1500	4
Preambulo	S O F	Dirección de Destino	Dirección remitente	Longitud	encabezado 802.2 y datos	FCS

SOF = delimitador de inicio de bloque

FCS = Secuencia de verificación de bloque

Formatos de bloque de información de Ethernet y 802.3 de IEEE

2.3.3 Arcnet

Utiliza un protocolo de acceso Token Passing y la topología de anillo, con cableado en forma de estrella.

El paquete de información viaja a través de la red de un nodo a otro, en forma ascendente. Este paquete de información o token parte de uno de los nodos pasando por cada uno de los demás regresando al nodo del que partió en su recorrido entregará o recogerá un paquete de información el cual lleva una "etiqueta" o dirección de quién o que nodo lo envía y para que nodo es. El token viaja hacia el primer nodo y después al siguiente que tendrá un número superior ascendente al cual ya visitó. Después de recorrer todos los nodos regresará al primero; si se agrega un nuevo nodo a la red el sistema operativo revisa en que número de importancia está ese destino para atenderlo conforme a su nueva ruta. La velocidad de Arcnet en su cableado es de 2.5 Mbps.

En el recorrido de Token se completa un ciclo de atención a cada terminal, como en un anillo, pero esto se hace no conforme a la disposición física de los nodos sino en el orden lógico que se le dé a cada uno; para esto cada tarjeta en cada máquina lleva un número asignado de nodo distinto a los demás en la red (nodo address) (dirección de nodo).

Este número se direcciona físicamente a cada tarjeta.

Como se menciona cada paquete o mensaje tiene una identificación del nodo fuente y del destino y solo este puede leer el mensaje o información completo. No se necesita que cada estación regenere el mensaje antes de transmitirlo al siguiente, todas las estaciones tiene la capacidad de indicar inmediatamente si pueden o no aceptar el mensaje y además reconocen cuando este ya se recibió.

Este tipo de red puede implementarse con cableado coaxial o con cable telefónico, pero el coaxial es el más común.

Estas redes son usadas en centros de trabajo no muy cargadas de información y el tráfico de la red no es muy importante como es con el uso de procesadores de texto, hojas de cálculo, bases de datos pequeños y además se usan donde se sabe que es poco probable la implementación de un nuevo nodo o la baja de uno ya que en este sistema es muy complicado llevar a cabo estas operaciones porque se tendría que cerrar para esto el anillo. Actualmente este tipo de red se implementa con centros de alambrado o repetidores (Hubs), que son como concentradores de las conexiones de cada nodo, y que se encargan internamente de hacer el anillo. Hay dos tipos de repetidores: activos y pasivos.

Los activos llevan una circuitería que direcciona la información y la amplifica. Los pasivos constituyen bifurcadores de la señal hacia cada nodo y solo se pueden conectar a partir de un solo repetidor activo y de nodos.

Los repetidores activos pueden conectarse entre sí o directamente a un nodo o a un repetidor pasivo.

La distancia máxima de cableado entre dos repetidores activos o entre un activo y un nodo es de 600 metros.

La distancia máxima de un repetidor pasivo a un nodo o a un activo es de 15 metros. La máxima distancia o alcance de la red con el uso de repetidores es de 6000 metros.

2.3.4 Frame Relay (Relevador de Trama)

Es un protocolo de señalización y transferencia de datos con alta eficiencia en enlaces de baja relación de errores en el medio. Es una comunicación básicamente orientada a aplicación de datos y conmutación de paquetes.

Los protocolos y procedimientos de Frame Relay simplifican y superan los servicios de red en transmisión y retraso. Sus características son:

- Se concentra a nivel de la capa de enlace (capa 2 del modelo OSI) y segmenta las funciones de capa 2 en las funciones centrales que puede ofrecer la red.. Estas funciones centrales delimitan, alinean y transportan los frames, permiten el multiplexaje y desmultiplexaje de frame usando el campo de dirección, aseguran un número entero de bytes antes y después de la inserción del bit, regulan el tamaño de los frames y la detección de errores (sin corrección vía retransmisión). Las demás funciones para una buena transmisión se implantan en el "plano U", que es la información del usuario (la anterior es en el "plano C" o información de control separada lógicamente del plano U), y son:
- Transporte de frames en forma transparente a través de la red, para casi cualquier protocolo, siguiendo el orden en que se recibieron
- Reconocimiento del transporte de frames
- Detección y recuperación del transporte, formato y errores operativos
- Detección y recuperación de frames perdidos o duplicados
- Control del flujo de frames

En general sus características son:

A nivel de capa 2 del modelo OSI

- * No retransmisiones
- * Menor procesamiento

- En detección y corrección de errores
- * No detecta errores en nodos intermedios
 - * Corrige errores en nodo terminal
 - * Crea menor "overhead"

En congestión y control de flujo:

- * Control de flujo dependiente del fabricante
- * Uso de FECN y BECN para control
- * Toma de decisión para control no definida
- * Rechazo de tráfico según el fabricante
- * Protocolo simple
- * Conmutación de frames
- * Servicios limitados de QDS
- * Líneas dedicadas
- * Pueden hacerse conexiones con redes No-frame relay (LAN's) por medio de dispositivos de acceso (que son terminales de una red de área amplia) que soportan un número limitado de conexiones sin capacidad de conmutación de paquetes) (llamadas "FRAP" "Frame Relay Acces Device" "Dispositivos de Acceso a Frame Relay" como "Ruteadores, Bridge")
- * Pueden hacerse conexiones mediante Dispositivos de Conmutación, conectados a la "Backbone" de una red de área amplia que soportan muchos circuitos físicos, pueden conmutar paquetes entre circuitos y aceptan solo datos con formato Frame Relay.

FORMATO DE PAQUETE FRAME RELAY

Byte 1	DLCI (MSB)	C/R	EA(0)
Byte 2	FECN	BECN	DE
	○		
	○		
	DATOS DEL USUARIO		
	○		
	○		
Byte n-2	○		
Byte n-1	CRC (MSB)		
Byte n	CRC (LSB)		

TAMAÑO MAXIMO DE TRAMA=4096 BYTES

2.3.5 X.25

A nivel 2 de la capa 2 del modelo OSI para protocolo LAPB y/o LAPD incluye:

- Framing o entramado y sincronización de frames por medio de banderas de inserción del bit "0"
- Multiplexaje de frames y demultiplexaje sobre una base de nodo por nodo
- Enrutamiento y conmutación de frames sobre una base de nodo por nodo
 - Detección y corrección de errores de frame por retransmisión
- Detecta errores a nivel packet o frame
- No realiza corrección de error
- Retransmite información con error
- Retransmite información fuera de secuencia
- Secuencia de frames
 - Congestión y control de flujo:
 - Control de flujo de tráfico a través del uso del tamaño de paquetes y ventanas

- Control de flujo a nivel paquete a través de paquetes RR/RNR
- Es de un protocolo robusto
- De conexiones dinámicas y/o permanentes
- Conmutación de paquetes o frames
- Diferentes servicios de QoS
- Líneas conmutadas o dedicadas.

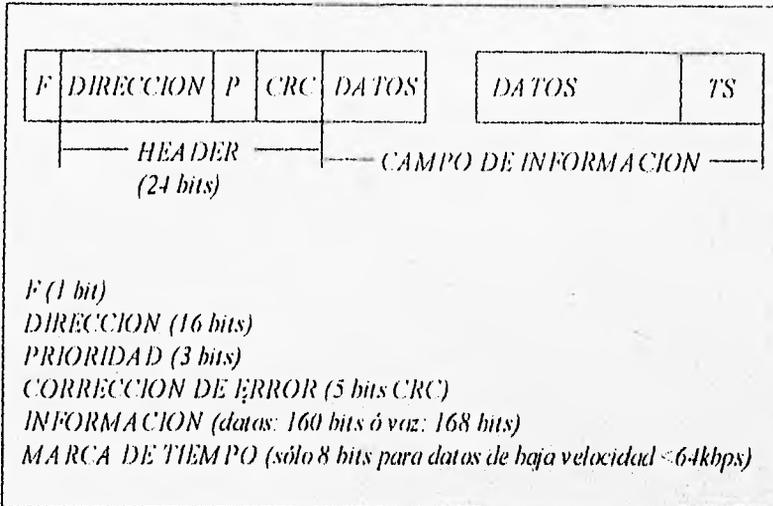
2.3.6 Switching. Conmutación de Paquetes Rápidos o de Banda Ancha (Fast Packet)

Es una tecnología digital de alta capacidad que ofrece las funciones de conmutación, multiplexaje y transmisión. Difiere de la conmutación tradicional de circuitos en los tres aspectos siguientes:

- **Establecimiento de llamada.-** En la conmutación de paquetes rápidos, las trayectorias de llamada se establecen de forma dinámica en base a la dirección individual del paquete y no en forma permanente a través de un tiempo matriz fijo o una trayectoria de división de espacios.
- **Manejo de tráfico.-** En la conmutación de circuitos a cada llamada se le asigna un ancho de banda fijo sin tomar en cuenta su uso. En paquetes rápidos, el ancho de banda se asigna dinámicamente de acuerdo a la necesidad de dicha llamada.
- **Conmutación.-** En conmutación de circuitos intenta, la conmutación se realiza en base a una trayectoria previamente asignada a través de paquetes, cada paquete individual es conmutado por el hardware según el campo de dirección que tenga y a velocidades más altas que si se hiciera por medio de software (velocidad más baja).

La estructura de un paquete rápido se muestra en la fig. Cada paquete se estructura en dos partes: el "header" y el bloque de información. El header consta de 24 bits de longitud; consta de un campo de dirección de 16 bits, un campo de prioridad de 3 bits y un CRC de 5 bits para proteger la información de algún error (corrección de error).

ESTRUCTURA DE UN PAQUETE RAPIDO



El campo de información consta de 168 bits. La señal tiene como inicio, además, una bandera de 1 bit con lo que el largo total del frame o trama es de 193 bits que es el mismo que el del formato estandar de frame D4 o transmisión T1.

Se usa una marca de tiempo para los datos de baja velocidad para poder controlar su retraso de tránsito a través de los nodos.

2.3.7 ATM (Modo de Transferencia Asíncrona).

Es un concepto de transmisión y conmutación de paquetes rápidos para las nuevas necesidades o exigencias como son la naturaleza de los servicios: voz, datos y video ; que definen el volumen de tráfico y el ancho de banda necesario; la naturaleza de la información como es el grado de ráfaga, un mejor desempeño respecto a errores en los datos y la sensibilidad de tiempo real para la transmisión como es el caso de la voz.

Los actuales modos tradicionales de transferencia de información se conocen como de transferencia síncrona (STM). En estos la información se

divide en pequeños frames o tramas de una longitud fija (circuito), identificable por referencia a un reloj y una vez detectada esta referencia (sincronización) la información puede interpretarse por la compensación dictada por la organización o estructura de la trama. Esta técnica está difundida en el equipo de conmutación y en el de transmisión. En ATM la información está organizada en celdas de longitud fija de 53 bytes (424 bits). Mediante estas celdas se pueden ya considerar sistemas de comunicación con anchos de banda de Giga y Terabits. Las celdas y los recursos se asignan en forma dinámica a un servicio específico según sus requerimientos, estos servicios se integran en forma automática. De los 53 bytes, 5 conforman el "header" y los otros 48 son de información, carga útil o "payload". La organización de header varía un poco según si se trata de la interfase de red a usuario o de la interfase red a red. En la fig se muestra la división del header y el paquete en la interfase usuario-red:

ESTRUCTURA DE LA CELDA ATM

<i>GFC (4 bits)</i>	<i>VPI (8-12 bits)</i>	HEADER
<i>VPI (8-12 bits)</i>	<i>VPI/VCI</i>	
<i>VCI (12-16 bits)</i>		
<i>PT (4 bits)</i>	<i>RES (4 bits)</i>	
<i>HEC (8 bits)</i>		
		PAYLOAD (48 bytes)

El header consta de las siguientes partes:

- Control general de flujo (GFC: General flow control).- Campo de 4 bits disponible en la interfase usuario red. Controla el flujo de información en la celda para diferentes calidades del servicio.

- Identificador de trayectoria virtual (VPI: Virtual path identifier).- Campo de 8 a 12 bits de largo que proporciona una identificación explícita de trayectoria en la interfase.
- Identificador de canal virtual (VCI: Virtual channel identifier).- Campo que proporciona la identificación explícita del canal de la interfase.
- Tipo de carga útil o payload (PT: Payload type).- Campo de 2 bits que indica si la celda contiene información de usuario o red.
- Revisión de error de título (HEC: Header error check).- Campo de 8 bits que revisa si hay errores en el título o encabezado (primeros 5 bytes) y proporciona una capacidad limitada de corrección de errores en este, ya que lleva la dirección y corrige un bit en el encabezado o detecta, más no corrige, 2 bits erróneos, en el receptor. La verificación del HEC se usa para identificar la delimitación de la celda o en cual byte/bit comienza una celda y en cual termina. Así cuando el HEC es correcto, se revisa celda por celda los HEC's siguientes, luego de una secuencia de HEC's correctos se asume una correcta sincronización de celdas.
- Hay además un etiquetado de bit CLP que la red coloca en la(s) celdas que excedan el perfil de tráfico especificado en casos de congestión. Estas celdas se descartan y la capa de ATM no dispone de protocolos de retransmisión, esta labor se deja a las capas superiores de protocolo

La asignación de información de enrutamiento en la interfase de usuario no excede de 24 bits de los cuales solo 20 están activos en un momento; estos bits se definen a un tiempo de suscripción basado en el servicio asignado al usuario

La arquitectura de ATM y la conmutación de paquetes rápidos son de naturaleza similar, difieren en el tamaño de la celda, el header y su estructura y en como se ajustan a la RDSI (Red digital de servicios integrados) en "narrowband" y "broadband" banda angosta y banda ancha. La conmutación de paquetes rápidos es solo un vehículo para la información ATM.

En ATM se simplifican las funciones del nivel 2 (Enlace) ya que no hay detección de error, reconocimiento ni retransmisión de errores en este nivel, por lo que la transferencia de información es más rápida con implantaciones de hardware apropiado. Las funciones de procesamiento relacionadas con el protocolo están en la periferia y fuera de la red.

ATM se ha definido de forma muy completa y se ha aceptado como el elemento esencial de la RDSI-B (RDSI de banda ancha).

Comparación de las tecnologías de conmutación

FUNCION	PAQUETE	PAQUETE RAPIDO Y ATM	FRAME RELAY
RETRASO EN LA RED	LARGO	BAJO	BAJO
TOLERANCIA A ERROR	MUY BUENO	POBRE	POBRE
PROCESAMIENTO DE ERROR	ENLACE A ENLACE	PTO FINAL	PTO FINAL
TIPO DE TRAFICO	SOLO DATOS	VOZ, DATOS, VIDEO	VOZ Y DATOS
SENSIBILIDAD A PROTOCOLOS	MUY BUENO	POBRE	POBRE
COSTO DE BENEFICIO	BUENO	BUENO	BUENO
BENEFICIO DE CONTROL	BUENO	BUENO	BUENO
BENEFICIO DE CAPACIDAD	MALO	BUENO	BUENO

- Operaciones básicas de la tecnología.- En cada tecnología, el equipo y el paquete de procesadores nodales conforman la información en paquetes, bien definidos en su celda en X.25 y ATM, y por lo tanto en frame relay, ya que este se conforma de frames nivel 2 de la conmutación de paquetes, siendo una extensión de este tipo de conmutación.
- Inteligencia y retrasos en la red.- La inteligencia reside en el nodo de la red pero se le ha empujado hacia la periferia y tal vez fuera de los nodos de la red y muy dentro en el CPE unido a la red. La conmutación de paquetes tiene retrasos inherentes por el procesamiento de cada paquete en cada nodo conforme atraviesa la red. Generalmente este procesamiento tiene lugar en el software (proceso lento). En frame relay, Conmutación de paquetes rápidos y ATM; el frame, paquete o la celda se procesan y conmutan sobre el hardware por lo que tienen menos retrasos en la red ya que los buses y trayectorias circuitales pueden hacerse más anchos. Cada celda al contener dirección e información de control, hace que las funciones de conmutación se hagan sobre un hardware eficiente y con esto se facilita el multiplexaje de inserción/extracción (ADP/DROP). Este multiplexaje usa solo el encabezado y dirección de la celda extrayendo solo la información que se requiere y permite pasar el resto.
- Tipos de tráfico.- El tipo de tráfico que puede manejar ATM, Frame relay y las tecnologías de paquetes rápidos son de voz, datos y video. Los sistemas de comunicación actuales por conmutación de paquetes dan lugar a los protocolos y a su procesamiento para que interoperen diferentes sistemas de computación; en Paquetes rápidos, ATM y Frame relay diferentes sistemas de comunicación pueden comunicarse pero dejando fuera de la red la conversión de protocolos.

- Procesamiento de error.- La conmutación de paquetes procesa los mismos sobre una base de unión por unión, causando retrasos en la red. Las redes ATM y Frame relay no realizan revisiones o correcciones de error sobre una base enlace a enlace, esto se realiza sobre una base extremo a extremo y por lo general se maneja por protocolos de mayor nivel en los sistemas externos adjuntos.

Estas redes de banda ancha basadas en celdas siguen los lineamientos de la RDSI-B (B-ISDN, por sus siglas en inglés) y ATM; representan el camino evolutivo para proveer de servicios de un gran ancho de banda, debido al aumento en el poder de procesamiento, el tamaño de las memorias y medios de almacenamiento, así como para integrar muchas de las redes e instalaciones existentes en una arquitectura común, lógica y coherente, ya que cada una de estas dispone de sus propios protocolos, equipos, infraestructura de transmisión y cableado, así como el tipo de información que distribuyen (voz, datos y video).

Lo ideal es integrarlas para hacerlas más eficientes, pero cada una tiene una gran variedad de atributos; así por ejemplo la red telefónica consiste de caudales punto a punto de bajo ancho de banda de 64 kbps constantes, con un retraso controlado y una varianza en el retardo y multiplexados en enlaces T1, T3 ó E1 de mayor orden para su transmisión entre los centros de distribución. En las redes de datos cada vez hay más interconexiones de LAN's y la mayoría de protocolos asumen conectividad en forma de malla; su ancho de banda varía enormemente, son más tolerantes a variaciones de retardo pero más sensibles al retraso.

Con el modo de celdas se pueden ofrecer una gran variedad de servicios sobre una plataforma única. Segmentando el tráfico en estas unidades, este se puede multiplexar aún siendo de diferentes servicios. Controlando la ubicación y la ruta de las celdas en la red, se puede agregar tráfico con diferentes retardos y requerimientos de anchos de banda en el mismo sistema que puede ser considerablemente mayor debido a que las celdas son más fácilmente controlables y conmutables que solo caudales de bits o paquetes de longitud variables, pudiéndose transmitir por sistemas cableados y multiplexados por UTP, coaxial o fibra óptica con anchos de banda de Giga y Terabits que, además es bien distribuido por ser otorgado en

incrementos pequeños (de una celda) y así hacer más eficiente al sistema según como se demande el tipo de información a transmitir.

La RDSI-B/ATM explicados en base a un modelo de protocolo por capas es:

Servicios
AAL o Adaptación
ATM
Convergencia
Física

- Servicios.- SMDS/CLNAP/CBDS, son servicios de área amplia de transmisión de datos sin conexiones destinado a interconexiones LAN basadas en celdas de longitud variable. Frame relay es una evolución de X.25 de servicio de paquetes conmutados de poco lastre. Cell relay (relevo de celdas) es un servicio de "ductos de bits" basados en celdas. Servicio de transmisión de video para videoconferencias, TV y otros. Servicios de señalización que no son autónomos pero permiten al usuario instalar y desconectar sus conexiones dinámicamente para los demás servicios. ILMI es una interfaz provisional de manejo local y para manejo de la red. Otro servicio es la jerarquía digital pliesiócrona (PDH) para transmisión de datos.
- Adaptación (AAL).- Esta capa proyecta los servicios desde su formato nativo como tramas de longitud variable o de tasa variable, para SMDS/CLNAP/CBDS a celdas de longitud fija (segmentación). En el receptor el AAL reconvierte la señal a su forma original (reensamblaje). Adapta las tasas de transmisión y elimina el jitter de las celdas, realiza la comprobación de errores y remoción de información dañada. En la variante SAAL, para señalización, se provee un reenvío de información cuando esta se daña. Se necesitan diversas capas de AAL para diferentes servicios.
- ATM.- Es la capa de control a nivel de celda: enruta, maneja el tráfico y su multiplexaje. Las rutas y el multiplexaje se controlan usando el encabezado de 5 bytes de la celda. Los 48 bytes de carga útil contienen información de las capas superiores. Solo le incumbe la información del encabezado a excepción de las celdas OAM (de información administrativa). Para el multiplexaje se añaden caudales de celdas provenientes de varias fuentes en enlaces de mayor jerarquía. Se usan celdas "osciosas" para llenar la capacidad sin uso. La conmutación ATM examina los encabezados del caudal de celdas y establece su ruta según una trayectoria preestablecida.

Hay una gran variedad de arquitecturas de hardware en las que hay activas varias trayectorias en la estructura de conmutación de la red que la hace muy eficiente. Hay 2 niveles de jerarquía de direcciones en ATM: la conexión de ruta virtual y la de canales virtuales. La ruta virtual consta de varios canales virtuales, todos identificables por un número. Hay 2 niveles de direccionamiento e identificación de conexiones: rutas y circuitos; las rutas son conjuntos de circuitos. Hay 2 campos de control adicionales en los encabezados de las celdas: La prioridad de pérdida de celda cuando se identifica el bit CLP y el indicador del tipo de carga útil (no asignada u osciosa, OAM y datos) e indicador de congestión. De los flujos de información de control (celdas OAM) estos existen para conexiones a nivel de ruta y a nivel de circuito. Las conexiones de rutas y circuitos pueden ser punto a punto, punto a multipunto y multipunto a multipunto.

- **Convergencia.-** Esta capa proyecta las celdas en el medio de transmisión real a usarse. Es responsable de identificar el comienzo de las celdas (delineación de celda). Desacopla la tasa de transmisión de celdas desde el medio físico, insertando y removiendo celdas osciosas para ajustar la tasa de transmisión a la tasa de bits que se esté usando.
- **Física.-** Esta capa es el sistema de transmisión punto a punto para establecer el enlace entre los multiplexores, ruteadores y/o centrales. Estos varían en inteligencia, desde enlaces seriales a complicados sistemas como Sonet-SDH. El trabajo de esta capa es transportar los bits que forman las celdas. Su función asociada es codificar y decodificar los bits en un sistema eléctrico/óptico, a veces usando esquemas de codificación y aleatorización de manera que sean menos susceptibles a la interferencia. Existen 3 categorías de capas físicas para redes basadas en celdas:
 - ◆ La jerarquía digital plesiócrona existente (PDH)
 - ◆ La jerarquía digital síncrona reciente (SDH o Sonet)
 - ◆ El medio físico utilizado en las instalaciones de LAN's

2.3.8 SONET/SDH "Jerarquía Digital Síncrona" (Synchronous Optical Network en E. U.) / (Synchronous Digital Hierarchy en Europa).

Es un estándar internacional para redes de telecomunicación óptica síncrona de alta velocidad bajo estándares del grupo VIII de estudio de CCITT. Los estándares aprobados de SDH definen las velocidades de transmisión, el formato de señal, estructuras de multiplexaje, administración

de red y mapas de tributarias para la interfaz de nodo de redes (NNI) que es la interfaz internacional para esta jerarquía.

SDH se basa en principios de multiplexaje sincrónico directo, lo que la hace económica y flexible, esto es que las señales tributarias individuales pueden multiplexarse directamente en un rango más alto de señal SDH sin etapas intermedias de multiplexaje lo que la hace compatible con las redes ya existentes.

La administración de red avanzada y mantenimiento son necesarias para el manejo efectivo de la flexibilidad de SDH. Aproximadamente un 5% de la estructura de la señal es distribuida para los procedimientos y prácticas avanzadas de administración de red.

Además de las redes existentes, SDH ofrece la flexibilidad para acomodar nuevos tipos de señales de servicio al cliente en el futuro, permitiendo una evolución de infraestructuras de red unificadas bajo un estandar común de señal que permite la interconexión directa de equipo de diversos fabricantes.

SDH es aplicable en las redes tradicionales de telecomunicaciones de larga distancia, red local y red intraplanta.

La Red Actual

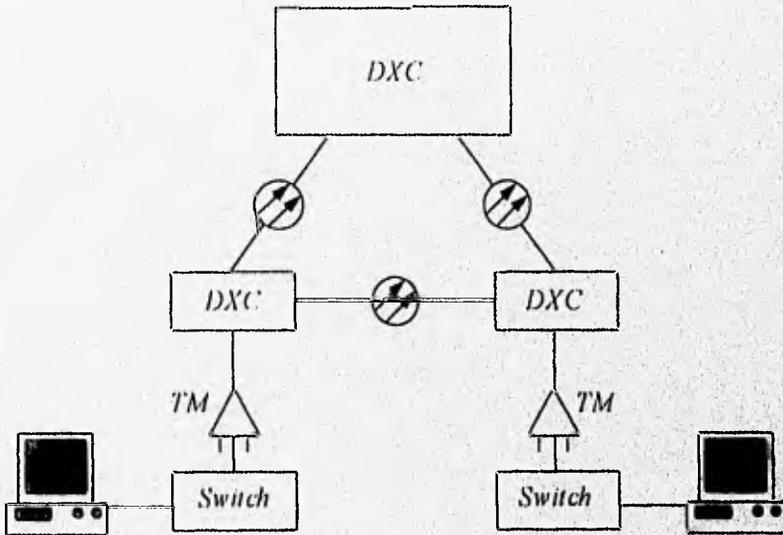
En las redes existentes se usa una tecnología sencilla de transmisión punto a punto para el enlace de los conmutadores de red o clientes. En la jerarquía digital plesiócrona (PDH) actual, el principal medio de transmisión es el cobre; una señal de 64 Kbps de una señal de voz puede multiplexarse hasta 2 Mbps y luego a 140 Mbps utilizando un multiplexor terminal, pero la señal de 140 Mbps debe demultiplexarse primero por lo que se requiere un juego completo de multiplexores, demultiplexores en cada extremo del enlace de transmisión lo cual es muy costoso cuando solo algunas señales de orden inferior necesitan conmutarse. Esto también ocurre en los sistemas de transmisión por fibra óptica a velocidades más altas (FOTS).

Algunos circuitos pueden usar "paneles de reparación" antes que sistemas de interconexión digital (digital cross-connect systems)(DXC) para

enrutar el ancho de banda a través de la red. El reaprovisionamiento de un servicio consume mucho tiempo y es caro si necesita repararse, reubicarse o recuperarse. En los sistemas DXC existentes, los circuitos de enrutamiento pueden tomar minutos u horas según los métodos de control. Aunque estos sistemas serán usados para el transporte de celdas estos se reemplazarán por los nuevos equipos SDH.

Los sistemas DXC-SDH pueden enrutar un ancho de banda alrededor de una red sin necesidad de multiplexar primero la señal de línea de alta velocidad con lo que se eliminan multiplexores terminales de respaldo en el lugar de interconexión. Estos DXC se controlan mediante mensajes estandarizados y toda la distribución del ancho de banda y enrutamiento de la transmisión puede controlarse centralmente con lo que se pueden enrutar o reaprovisionar circuitos mediante un multiplexaje sincrónico más eficiente que en PDH, en mseg., desde los sitios de control de la red.

LA RED BASADA EN SDH



Con esta capacidad, SDH se encargará de fallas de equipo con un efecto insignificante en los servicios de cliente. Las ventajas para el uso de esta red son:

- Contar con un estándar común de comunicación y de interfaz óptica que lo hará compatible con los sistemas ya existentes y futuros: TV de alta definición, los sistemas CAD/CAM, interconexión de redes de área amplia (WAN), RDSI-B (BISDN) y nuevos servicios relacionados con la demanda de mayor ancho de banda. El operador de SDH tendrá un control total de la distribución del ancho de banda y cualquier nuevo servicio será sencillo de aprovisionar. Todo lo anterior hará disponible elementos de red entre distintos fabricantes y a menor costo.
- Mejor administración de los recursos de la red para un mejor servicio debido a la mayor capacidad de procesamiento (overhead) de las comunicaciones.
- Rápido aprovisionamiento de los nuevos circuitos definidos por software para el uso del ancho de banda disponible. La única conexión nueva será, según el cliente, al nodo de acceso de red más cercano.
- Mejor uso de red con el control total de enrutamiento y flexibilidad de acceso a la carga útil o "payload". Típicamente todos los circuitos de transporte de voz pueden separarse de los datos y enrutarse para un retraso mínimo. Los circuitos de datos según su tipo se direccionan a un DXC de red en particular con el nivel de interconexión necesario.
- Con el enrutamiento en "tiempo real" el sistema de soporte de operación (OSS) se encargará de fallas reprogramando las rutas de circuitos. Los sistemas integrados de protección y reporte se encargarán automáticamente de las fallas sencillas,
- Transmisión sencilla ya que si todas las redes utilizan equipo conforme al mismo estándar, la transferencia de circuitos en la interfaz de nodo de red debe ser sin errores.
- Ya que todos los elementos de la red cuentan con informe de alarmas, una falla puede aislarse rápidamente de la sección de transmisión individual que tiene problemas.

Los elementos básicos de la red SDH son:

- Multiplexor Terminal de Línea (LTM).- Acepta un número de señales tributarias y las multiplexa a la portadora óptica apropiada a la velocidad

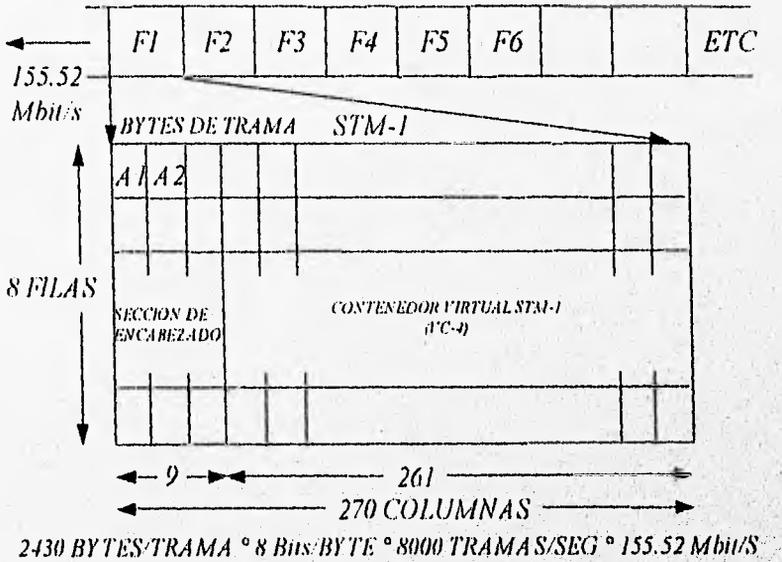
SDH (STM-1 a STM-16). Las tributarias de entrada pueden ser señales PDH o DS-0, DS-1 o SDH de menor rango. Los LTM's forman la entrada principal desde la red PDH a SDH.

- Multiplexores de Inserción Extracción (ADM).- Es un tipo de multiplexor terminal que opera en modo adaptado, que puede añadir canales o extraerlos de la señal y puede añadir/extraer diferentes señales tributarias.
- Sistema Síncrono de Interconexión Digital (SDXC).- Pueden funcionar como conmutadores semipermanentes para canales de transmisión y pueden conmutar a cualquier nivel desde 64 Kbps hasta STM-1. Se puede reconfigurar con software para proporcionar líneas digitales rentadas u otros servicios de ancho de banda variable.
- Regenerador.- Se ocupan para la transmisión de más de 50 Km de espaciamiento según la tecnología y parámetros de transmisión (longitud de onda, recepción, etc.); además cuentan con informes de alarmas y monitoreo de desempeño.

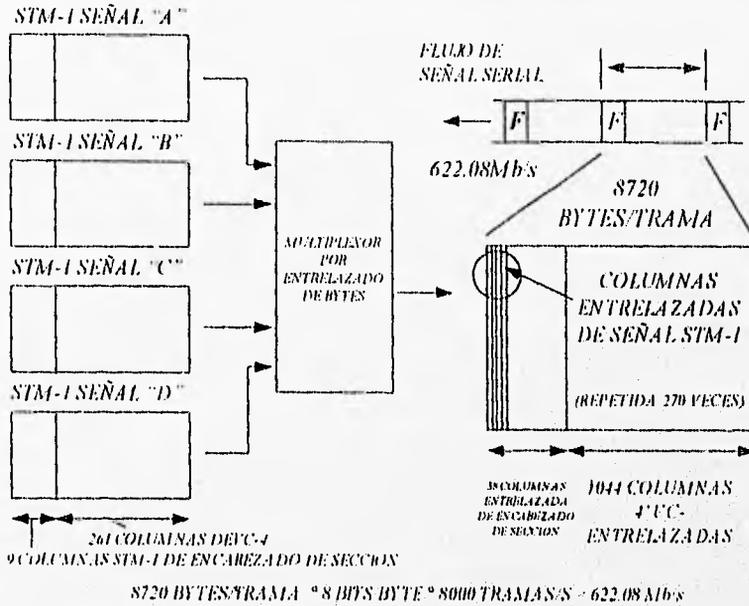
Las arquitecturas típicas de una red SDH pueden ser punto a punto, en anillo, en malla y en malla y anillos.

La estructura de celda típica para SDH para transporte de datos y que aparece en la interfaz de nodo de red se conoce como STM-n (Synchronous transport module "n"), Módulo de transporte síncrono. Se compone de tramas de datos. Las siguientes figuras muestran la trama de transporte síncrono para STM-1 y STM-4:

TRAMA DE TRANSPORTE SINCRONO PARA STM-1



ESTRUCTURA DE TRAMA STM-4



Comprende 9 filas y 270 columnas que forman celdas de 8 bits (1 byte). 6 bytes de trama (A1 y A2) actúan como marcador, permitiendo a cualquier byte en la trama ser localizado. Los bits de señal se transmiten en secuencia comenzando en la primera fila de izquierda a derecha.

La capacidad de la señal se separa dentro de una trama de transporte síncrono para respaldo de la capacidad de transporte de la red. Una trama de transporte síncrono abarca 2 partes distintas y accesibles dentro de la estructura y son:

- Contenedor Virtual (VC).- Es un área definida dentro del STM-n que porta los datos desde los servicios del cliente a partir de la señal tributaria y para su transmisión de extremo a extremo de la red. El VC se arma y desarma una sola vez aunque puede transferirse desde un sistema de transporte a otro muchas veces en su recorrido por la red.
- Señal de Unidad Tributaria (TUS).- Un VC puede dividirse en unidades de tributarias independientes para llevar diferentes servicios de velocidad

inferior. El rango de tamaño de TU se define en valores de 1.544, 2.048, 6.34 y 45 Mbps.

- Encabezado de sección (SOH).- Proporciona los servicios de monitoreo de alarma, el de error de bit y canales de comunicación de datos necesarios para soportar y mantener la transmisión de un VC entre los nodos de la red. Este encabezado pertenece solo a un sistema de transporte individual y no se transfiere con el VC.

La interfaz física más importante para los ATM será la Sonet-SDH STM-1/STS-3c (STS Synchronous Transport Signal. Señal de Transporte Sincrono) de 155 Mbps en redes LAN y WAN. En este aproximadamente 150 Mbps están disponibles para transferencia de carga útil en forma de celdas, el resto es el encabezado de administración y otros protocolos que reenrutan la información para evitar los lugares de fallas. Una parte importante de esta característica la forman 2 canales de comunicación de datos (DCC) que permiten el intercambio de información entre los elementos de la red.

La sincronía en este standard significa enviar información en tramas a intervalos regulares. Debido a que esta puede acomodar la entrada desde fuentes que no están sincronizadas con el mismo reloj, la porción de carga útil de la trama "flota" para dar acomodo a los deslizamientos que pudieran existir en los bytes.

El cambio de transmisión por celdas hace que muchos de los multiplexajes a enlaces de mayor orden sean redundantes. A nivel de celdas se puede descartar el multiplexaje a nivel de tramas SDH-Sonet y solo llenar la carga útil con celdas; a esto se llama concatenación ya que se encadena la capacidad total de la carga útil. Se denota con una "c" después de la tasa: STM-4c.

SDH-Sonet define parámetros físicos y de hardware asociados a las capas física y de enlace. Debido a su capacidad y flexibilidad para la administración permite crear redes inteligentes que asignen dinámicamente el ancho de banda según la aplicación y jerarquía, es decir, aplicaciones multimedia.

El equipo óptico asociado a Sonet se conforma de la combinación: Laser-fibra óptica monomodo-APD con longitud de onda = 1300 nmts.

2.3.9 FDDI (Fiber Distributed Data Interface) "Interfase de Datos Distribuidos por Fibra"

El uso de estaciones de trabajo más poderosas así como de computadoras personales con mayor número de paquetes gráficos y periféricos de alta velocidad demanda la necesidad de almacenamiento compartido con gran rapidez de enlace. La fibra óptica viene a cubrir ese espacio con el soporte de grandes tasas de transmisión y si se realiza una planeación adecuada de las topologías de red actuales y futuras, esta tecnología puede establecer sin problemas la conectividad entre redes tipo Ethernet, Token Ring y Token Bus, además del estandard FDDI.

Para el aprovechamiento óptimo de las ventajas de las fibras ópticas se aplica una forma jerárquica de la red de datos. Así dichas redes se desarrollarán acordes a las necesidades de capacidad y velocidad de transmisión con lo que se obtiene un crecimiento modular y una planeación futura del sistema. Existen 4 niveles jerárquicos principales:

- **Redes Distribuidas de Baja Velocidad (de Kbps hasta algunos Mbps).**- Estas redes ofrecen a los usuarios soluciones de conectividad de bajo costo en los estándares tipo Arcnet a 2.5 Mbps del que actualmente existen topologías de estrella pasiva con fibra óptica y la versión de 20 Mbps se conoce como Arcnet Plus que es totalmente compatible con la de 2.5 Mbps.
- **Redes Intermedias (de 10 Mbps hasta algunas decenas de Mbps).**- Estas son empleadas para la comunicación entre computadoras y Mainframes y utilizan estándares como Arcnet, Ethernet y Token Ring de los que el más comúnmente usado con fibras es el Ethernet con protocolo CSMA/CD.
- **Redes Columna Vertebral de Datos (FDDI).**- Son para aplicaciones de alta velocidad que se han apoyado en la FDDI mediante una red doble anillo a 100 Mbps con protocolo Token Passing; en este estandard han participado muchas empresas, permitiendo el abatimiento de costos y la competitividad con los medios tradicionales de comunicación.
- **Redes Columna Vertebral de Alta Velocidad.**- Estas están constituidas por varias del tipo FDDI en paralelo, manejando alternativas de transmisión de

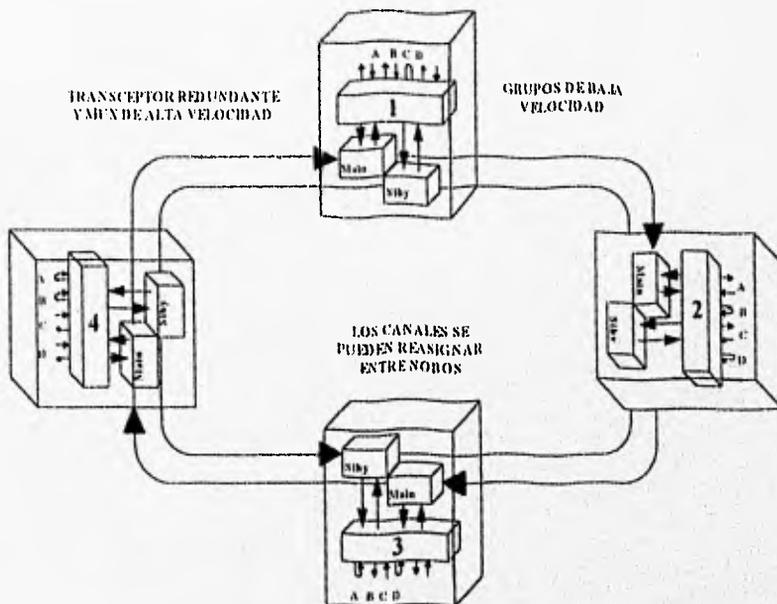
voz, datos y vídeo que demandan un gran ancho de banda (RDSI-B) y velocidades de transmisión del orden de Gbps.

Estos deben basarse en una topología de estrella, así cualquiera de las configuraciones típicas existentes (anillo, estrella o bus) podrán derivarse de esta estructura básica de jerarquías. Esto permite la interconectividad de varias redes tipo IEEE 802.X a una "Columna Vertebral" o "Backbone" de alta velocidad como la FDDI o incluso la RDSI, mediante el uso de puentes remotos con salidas T1 (1,544 Mbps), E1 (2 Mbps) o fracciones de 64 Kbps.

Estructura de la FDDI.

Las especificaciones han sido desarrolladas por el comité X3T9.5 de la ANSI y están relacionadas con los niveles 1 y 2 del modelo OSI. La FDDI emplea un protocolo de acceso tipo Token Passing a una velocidad de transmisión de 100 Mbps (125 Mhz con 80% de eficiencia en el ancho de banda) y una codificación 4B/5B, con la posibilidad de soportar hasta 1000 conexiones físicas (500 nodos) y una distancia máxima de enlace de 200 Km de extremo a extremo; la máxima distancia entre nodos adyacentes es de 2 Km utilizando una fibra óptica multimodo de 65.5/125 micras en una ventana de operación de 1300 nm.

Es una red anillo doble o con redundancia que provee comunicaciones por conmutación de paquetes y transmisión de datos en tiempo real.



RED ANILLO DE BANDA CON FIBRA OPTICA

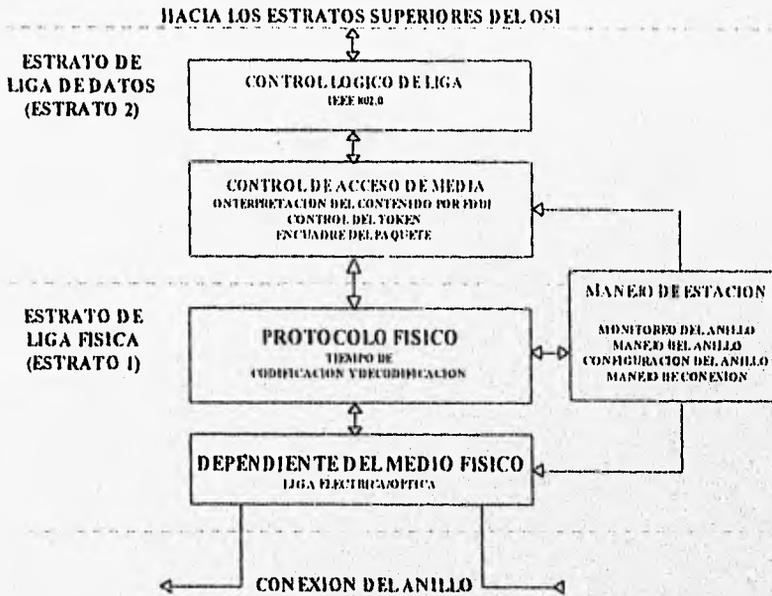
A diferencia de del estándar Token ring de 16 Mbps, la FDDI utiliza un reloj distribuido y recuperación de errores contra un monitor activo; consta de un doble anillo; da una rotación del Token en lugar del sistema de reseración por prioridad y usa fibra óptica a mayor velocidad.

Estas especificaciones se organizan en 4 partes:

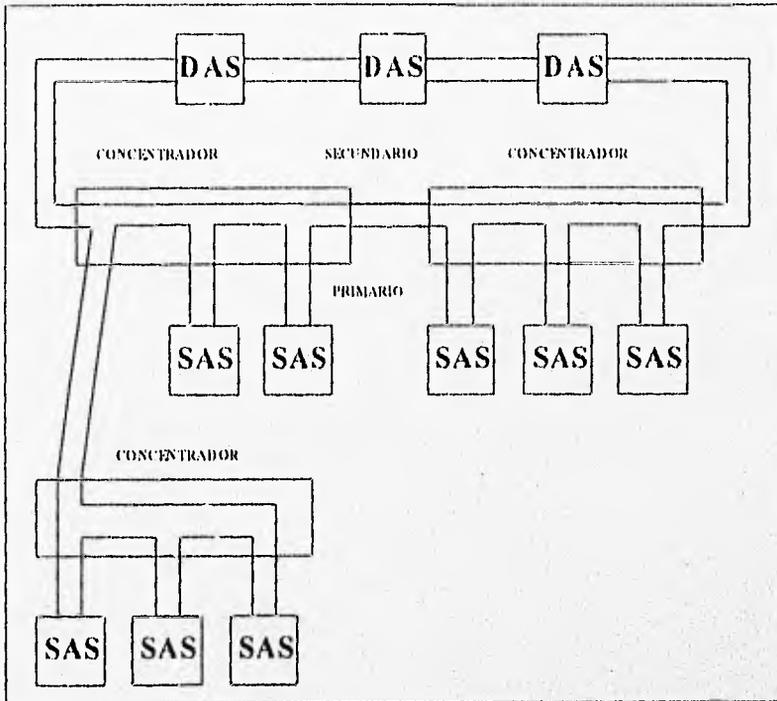
- La Administración de Estaciones (SMT).- Define el control requerido para la operación e intercomunicación de las estaciones dentro del anillo FDDI. Establece el enlace entre nodos y el monitoreo de cada uno de ellos para que en caso de fallas los anillos se reconfiguren automáticamente. Esta etapa también ofrece el control estadístico para analizar el desempeño de la red, la detección de errores y localización de fallas, así como la información de la topología de la red. Todo lo anterior da al administrador un esquema completo de administración proactiva de la red.
- Control de Acceso al Medio (MAC).- Define el formato de la trama de datos, la interpretación de su contenido y el mecanismo de "token passing".
- Capa Física (PHY).- Especifica la codificación/decodificación y el reloj.

- La Dependencia del Medio Físico (PMD) que se refiere a los transceptores ópticos, conectores y tipo de cable óptico utilizado.

LOS ESTRATOS DE FDDI



Existen además 3 tipos de dispositivos utilizados por la red FDDI; son los concentradores (CONS), las estaciones de acceso único (SAS o estaciones tipo clase B) y las estaciones de acceso doble (DAS o estaciones tipo clase A). Los concentradores pueden ser conectados en cascada a nivel jerárquico y ser accedidos en forma única o doble, también puede ser usado como un dispositivo individual que conecte varios SAS a manera de red local o como un "HUB" en una red mayor donde se conecten CONS, DAS y SAS. Los DAS pueden enlazarse con otras DAS o CONS.

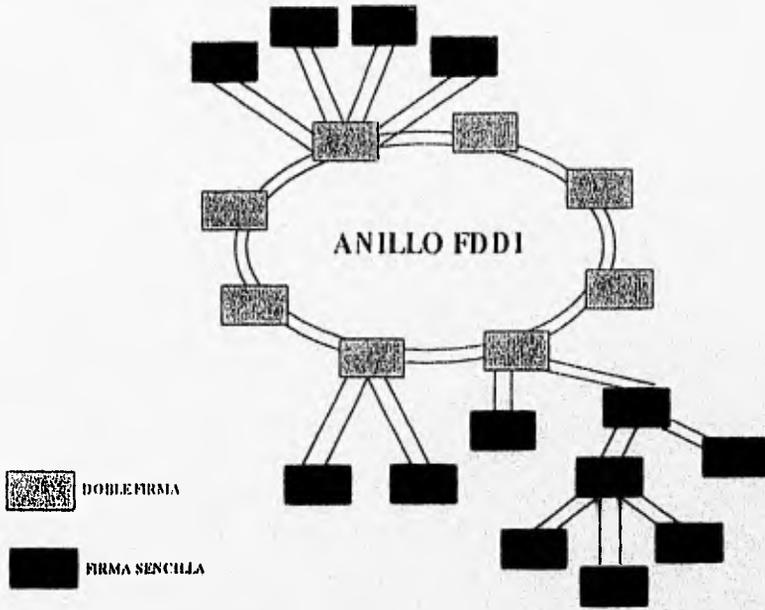


TOPOLOGIA FDDI

De este modo, la topología de la red FDDI se definirá como un "anillo doble de árboles". Hay 3 variaciones de dicha topología basadas en los dispositivos anteriores:

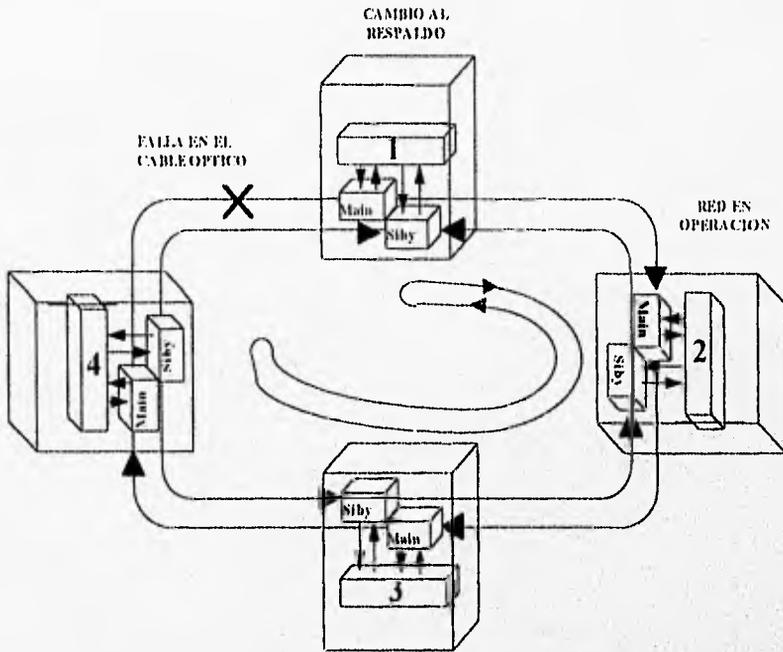
- Anillo Doble.- Las DAS son conectadas entre ellas formando un lazo físico. Todas las estaciones son de tipo DAS (tipo A) y no se usan CONS ni SAS.
- Arbol.- Las SAS son enlazadas a un CONS en forma de estrella y no se emplean las DAS. Si se llegara a conectar una DAS en la red esta se comportará como una SAS.
- Anillo Doble de Árboles.- Se conectan CONS junto con las DAS en un anillo doble de fibras, donde a cada CONS se conectan SAS formando árboles alrededor del anillo.

ESTACION / CONCENTRADOR



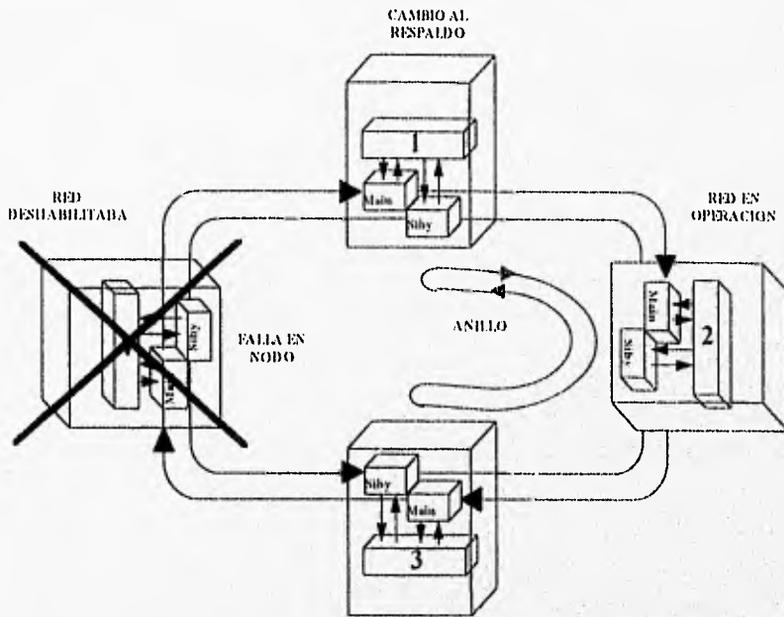
En la FDDI existen 2 tipos de dispositivos utilizados: uno para usuario final, que son las estaciones de trabajo y los servidores de archivos (File server) y otro para la "columna vertebral", que son los concentradores, puentes y ruteadores. En ambos casos estos pueden implementarse como SAS o DAS. La implementación de las SAS en el doble anillo de árboles provee un mejor respaldo a la operación de la red.

En el concepto de la red anillo cada estación se considera un repetidor y puede representar un punto de falla; en un enlace físico esto puede significar la ruptura del anillo y esta posibilidad aumenta conforme se incrementa el número de estaciones, por lo que el soporte del doble anillo es muy importante. En el caso de que alguna estación se desactive, reubique o alguno de los cables del anillo sufra un daño, el sistema de red se reconfigurará para establecer un nuevo enlace por la otra fibra.



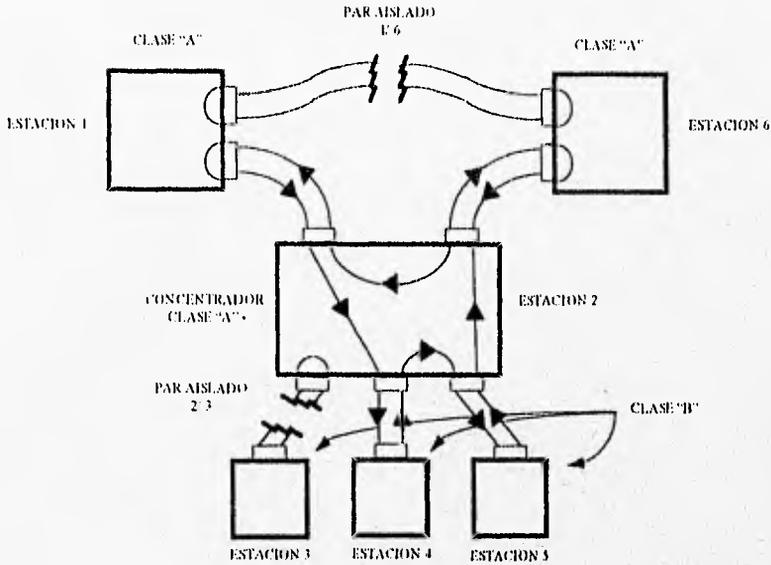
FALLA DE CABLE OPTICO EN LA RED ANILLO

En la topología de árbol se ofrece mayor tolerancia a fallas a través de 2 caminos: Si la falla ocurre en la porción del árbol, ya sea en la estación o en el cable que conecta a la SAS con el CONS, se establecerá en forma automática el reenrutamiento a través del concentrador, de tantas estaciones como sea necesario; esto mismo ocurrirá en el caso de fallas múltiples. La combinación de anillo doble y árboles, por lo tanto, refuerza la operatividad de la red y la tolerancia a fallas de la misma.



FALLA DE NODO EN LA RED ANILLO

La conexión de las SAS en general resulta más cómoda y económica para el administrador de red comparadas con las del tipo DAS ya que si hay un gran número de usuarios el reencrutamiento resulta más accesible a través de los CONS que la reordenación de la ruta ante la presencia de una falla en una DAS. Esto también se refleja en los costos de cableado y conexión.



ANILLO FDDI RECONFIGURADO

En algunas aplicaciones de bajo número de usuarios se emplean técnicas alternativas como el uso de relevadores (alrededor de 10 estaciones), pero que limitan el alcance entre nodos a solo 200 mts comparados con los 2 Km del estándar.

Control de Acceso al Medio (MAC)

El acceso al anillo es gobernado por la posesión de un Token (ficha). Como las estaciones conectan nuevos token al final de su transmisión, y las estaciones (siguientes al flujo de información) son bajadas para insertar sus propias tramas entre el token y las tramas anteriores. Así en un momento dado, ahí pueden circular diversas tramas al mismo tiempo.

FDDI soporta distribuciones en tiempo real del ancho de banda de la red, haciendo esto ideal para una variedad de tipos de aplicaciones. FDDI provee éste soporte definiendo dos tipos de tráfico: sincrónico y asíncrónico.

El tráfico síncrono puede consumir una porción de los 100 Mbps del total del ancho de banda de una red FDDI, mientras que el tráfico síncrono puede consumir el resto. El ancho de banda síncrono está distribuido entre las estaciones que requieren una capacidad de transmisión continua. Tal capacidad es aprovechable para la transmisión de voz y video. Otras estaciones usan el resto del ancho de banda de forma asíncrona. La especificación SMT de FDDI define un esquema ordenado de clasificación de la distribución del ancho de banda de FDDI.

El ancho de banda asíncrono es distribuido utilizando un esquema de prioridad de 8 niveles. Cada estación es asignada a un nivel de prioridad asíncrono. FDDI también permite diálogos extendidos donde las estaciones pueden temporalmente usar todo el ancho de banda asíncrono. El mecanismo de prioridad de FDDI puede esencialmente dejar fuera a las estaciones que no usen el ancho de banda asíncrono y tengan una muy baja prioridad asíncrona.

Formato de Trama FDDI

FDDI Encabezado					Carga útil	Remolque		
PA	SD	FC	DA	SA	Datos	FCS	DE	FS

Los campos de la capa MAC incluyen lo siguiente:

- **PA (Preámbulo):** Una secuencia de símbolos ocupados para sincronizar las tramas con los relojes de las estaciones.
- **SD (Delimitador de Inicio):** Un patrón de 8 bits usado para indicar el inicio de la trama.
- **FC (Control de Trama):** Especifica la trama MAC o LLC, longitud de direcciones y otras informaciones de control.
- **DA (Dirección Destino):** Es la dirección MAC de la estación receptora. El anillo puede soportar una mezcla de 16 direcciones, cada una de 48 bits.
- **SA (Dirección Fuente):** La dirección MAC de la estación que envía o transmite.
- **Datos:** Contiene los datos de información transmitida y un encabezado opcional de LLC, o información relativa a la operación de control.
- **FCS (Secuencia de Chequeo de Trama):** Es un CRC de 32 bits basado en los campos FC, DA, SA y campos de datos.

- **ED (Delimitador de Fin):** Un único patrón de 4 bits usado para indicar el fin de la trama.
- **FS (Estado de Trama):** Indicador de Errores Detectados, Direcciones Reconocidas y Tramas Copiadas

Implantación de la Red

Existen 3 niveles de interconectividad física de red a considerar:

El cableado horizontal.- Cubre de la microcomputadora al registro de piso y puede utilizar par torcido, cable coaxial delgado o fibras ópticas.

Cableado vertical.- Va de los registros de cada piso al distribuidor principal del edificio y puede emplear par torcido, cable coaxial grueso o fibras.

Cableado de alta velocidad.- Enlaza los distribuidores en los edificios y utiliza fibra óptica.

Con el concepto básico de estrella o árboles se permite al integrador de la red administrar y crecer la misma en forma modular y de acuerdo a las necesidades de cada área de trabajo.

Así en el caso en el caso de la RDSI el usuario requerirá de voz, datos y video, por lo que se deberá cablear según el caso fibras y/o par torcido sobre todo en el cableado horizontal. El cableado híbrido ofrece una buena relación costo beneficio sobre todo si hay cambios constantes.

Los tipos de fibra óptica a nivel de red local y FDDI se recomienda que opere a 2 longitudes de onda: 850 nm y 1300 nm para permitir una transparencia en un crecimiento futuro y cuyas dimensiones sean: 62.5/125 micras (núcleo/revestimiento) ya que presenta la mejor relación de acoplamiento óptico para estas aplicaciones, con una apertura numérica nominal de: 0.275, un ancho de banda modal de 500 Mhz/Km, una atenuación máxima de 2.5 dB/Km. y distancia de 20-30 Km. Otros tipos de fibras para telecomunicaciones son:

	Núcleo	Núcleo/revestimiento (micras)
Unimodo	Estandard (vidrio)	9/125
Multimodo	Estandard (vidrio)	50/125
		62.5/125
		85/125
		100/140
	Grueso (plástico)	200/250
		1000/1040

Aplicaciones

El uso de la FDDI se concentra en 3 ambientes principales:

- Instalaciones en campus o parques industriales, mediante cableado entre edificios, empleando el concepto de "Columna vertebral" o "Backbone" de alta velocidad (de varios Kms de distancia).
- Instalación en edificios con cableado entre oficinas del mismo piso o diferentes niveles, el cual resulta generalmente definitivo e involucra un gran número de usuarios finales así como dispositivos para la columna vertebral con distancias relativamente cortas (cientos de mts).
- Instalación en centros de cómputo, donde hay pocos usuarios y las distancias son cortas lo cual requiere de una gran flexibilidad en la red.

Actualmente se está trabajando en paralelo con una versión del subnivel PMD para fibra óptica unimodo (con una atenuación menor a 0.2 dB) que permitirá un espaciamiento entre nodos de hasta 60 Km lo cual posicionará a la FDDI en el mercado de las MAN y en consecuencia en competencia con las compañías telefónicas que ofrezcan multiservicios a los usuarios. También se trabaja en implementaciones de cable STP hacia las terminales y solo utilizar la columna vertebral de fibra óptica, aprovechando el cableado STP actual en muchas redes y trabajando a 100 Mbps con él.

Otra aplicación será la conectividad con los servicios de la red sinerona óptica (Sonet/SDH) para poder extender sus comunicaciones metropolitanas y globales por medio de la RDSI de banda angosta y de banda ancha que utilizará como soporte a ATM.

Sus aplicaciones se orientan a la transmisión de imágenes y bases de datos a grandes velocidades y con enlaces a redes más lentas de propósitos específicos (Ethernet y Token ring) que permitirán la conectividad de diferentes ambientes y el uso de medios de comunicación sumamente variados.

El anillo principal establece conexiones punto a punto entre nodos para la transmisión de datos e imágenes. El anillo secundario también puede transmitir datos así como servir de respaldo a la red por lo que el esquema FDDI puede operar de manera efectiva a velocidades de 200 Mbps.

2.3.10 FDDI-II

El estándar FDDI ofrece un protocolo de control de acceso al medio (MAC) diseñado para operar bajo Token passing a 100 Mbps. Se está trabajando en 2 extensiones de este estándar: la FDDI-II. Una de ellas considera la integración a la capa física dependiente del medio (PMD) de fibras ópticas monomodales que permiten una distancia entre nodos activos de 2 hasta 40 Km. La otra establece facilidades para la transmisión isócrona dentro de la red para poder operar con voz y datos simultáneamente. Esto último convierte a la FDDI-II en una red local híbrida de alta velocidad (HSLAN) que supera los estándares de velocidad de la FDDI, ya que ofrece circuitos conmutados (CS) y paquetes conmutados (PS) a través de la misma fibra óptica. Esto demanda la introducción de tramas de pulsos sincrónicos divididos en 16 canales de banda ancha, los cuales pueden operar con tráfico en forma isócrona (CS) y no isócrona (PS).

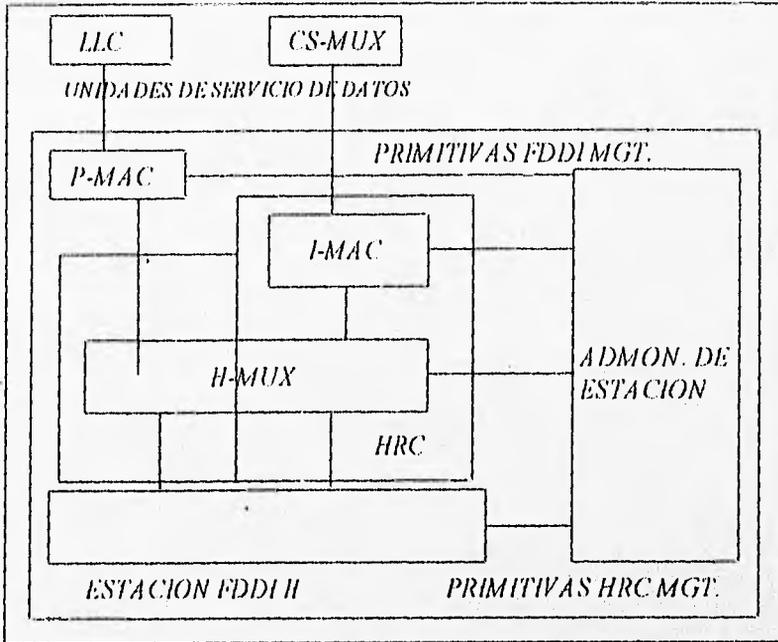
Así los canales isócronos transmiten circuitos conmutados de voz multiplexados por división de tiempo (TDM) en múltiplos de 64 Kbps. Los canales no isócronos se unen para formar un solo canal PS. El protocolo de Token passing soporta ambos tipos de tráfico.

La FDDI soporta aplicaciones de servicios integrados en diversos ambientes de trabajo, porque permite el manejo de voz y datos para comunicación de edificios y campos en forma local sin depender de PBX sofisticados o del servicio de la central telefónica. Además estos servicios de

la FDDI permitirán el reemplazo de gran cantidad de pares telefónicos dentro de la Backbone de las redes.

La FDDI originalmente se diseñó para la transmisión de datos con formato PS, por lo que añadir los servicios de voz no es sencillo; esto se debe a que los retrasos asociados con los PAD's (Packet assembly-disassembly. Paquetes de ensamble y desensamble) y el movimiento del Token lo vuelven más complicado, ya que una vez que se establece la conversación entre las estaciones de trabajo, esta no se interrumpe hasta el retorno del Token mismo. Por esto se ha decidido incorporar la transmisión sincrónica dentro de los servicios PS asíncronos de la FDDI.

Uno de los objetivos de la FDDI-II es mantener la completa interoperabilidad con la FDDI para que los servicios de voz no afecten la transmisión de datos. El comité de la ANSI ha decidido incorporar en cada nodo FDDI, dos controladores o modos de operación (fig), el primero para el control de acceso al medio de paquetes asíncronos (P-MAC) que maneja las transferencias de FDDI estándar; y el segundo para el control isócrono de acceso al medio (I-MAC) que realiza la transferencia de voz. El ruteo de datos y voz a los controladores respectivos se realiza por medio de un multiplexor que se encuentra entre la capa física (PHY) y la de control de acceso al medio (MAC), esto se conoce como control del anillo Híbrido (HRC) y es la pieza clave para el desarrollo de la FDDI-II



La FDDI-II opera bajo 2 modos: el básico y el híbrido. En el modo básico el anillo solo soporta la transmisión PS, el HRC rutea los datos directamente desde la capa física a la P-MAC; en el modo híbrido se mezclan los servicios de voz y datos bajo la misma trama, lo cual se conoce como un ciclo. La estructura de este ciclo permite que el mux híbrido (HMUX) del HRC haga el ruteo hacia P-MAC o I-MAC, multiplexando y demultiplexando los datos isócronos del I-MAC y los paquetes de datos del P-MAC dentro o fuera de la capa física.

La operación normal de la FDDI-II es en el modo básico. Así cuando un usuario requiere los servicios de voz, se hace la solicitud a la capa de administración de estación (SMT), la cual convierte al anillo a la forma híbrida e informa al resto de las estaciones para que operen de la misma forma. El enlace se inicia cuando una estación que actúa como monitor transmite el ciclo al anillo, con lo que las demás estaciones repiten el ciclo de manera "esclava".

La estación del ciclo maestro realiza periódicamente los ajustes de tiempo y de acceso al anillo para mantener un periodo de 125 microseg. El supervisor de la red declara normamente dicha estación.

La duración del ciclo en la trama de HRC permite soportar un ancho de banda de 8KHz para la transmisión del canal de voz y su sincronización con los circuitos externos de la red pública (troncales TI o E1). El ancho de banda del ciclo está dividido en un canal dedicado a paquetes de datos más 16 canales de 6.144 Mbps de banda ancha; el canal de paquetes utiliza un mínimo de 768 Kbps.

Para el soporte de la RDSI, por ejemplo, cada canal está dividido en incrementos de 64 Kbps con lo que cualquier número de estaciones de FDDI-II pueden compartir los 16 canales o los que estén disponibles; en caso de estar ocupados, la estación con el ciclo maestro avisará que el anillo se encuentra ocupado.

En un inicio se estimó que el equilibrio tecnológico para el costo beneficio estaba alrededor de la tasa de transmisión de 100 Mbps. Este valor ha sido superado debido a la integración de los servicios de voz y la incorporación de facilidades para un acceso transparente hacia Sonet/SDH con una velocidad de 155 Mbps. Por esto se han establecido incrementos en este estandar en múltiplos de 6.144 Mbps a partir de los 100 Mbps.

2.4 PLANES DE NUMERACIÓN:

2.4.1 X.121

La recomendación X.121, ha establecido un plan a nivel internacional de numeración de redes de datos públicos con el fin de ofrecer un mecanismo de direccionamiento universal, que permitirá a los usuarios comunicarse entre sí a través de distintas redes.

Cada ETD integrado dentro de una red de datos pública, queda identificado mediante una dirección internacional de redes de datos, formada por un código de identificación de datos, formada por un código de

identificación de la red de datos (CIRD), seguido de un número de terminal dentro de la red (NTR).

Otra opción consiste en establecer un número internacional constituido por el Código de Datos del País (CDN) seguido de un número nacional.

Los 4 códigos incluyen los siguientes identificadores:

El CIRD consta de 4 dígitos, los 3 primeros identifican al país y pueden considerarse como un código de datos del país. El cuarto dígito identifica una red concreta dentro de un país.

El bit P consta de un sólo dígito y puede tomar valores de 0 a 9; es un bit auxiliar en la identificación de un país.

El número de terminal dentro de una red puede estar formado por diez dígitos, o bien, si en lugar de una NTR se utiliza un número nacional, por 11 dígitos. Esto es:

Código de identificación de red de datos (CIRD):

Código de cuatro dígitos: XXXY

XXX = Zonas del mundo (Europa, Norteamérica, etc)

Y = Red específica

El código XXX también se conoce como Código Nacional de Datos (CDN).

Primer método:	P	+	CIRD	+	No de Terminal dentro de la red
	(1)		(4)		(10)
Segundo método	P	+	CDN	+	Número Nacional
	(1)		(3)		(11)

Para redes de datos privadas se recomienda un sistema de numeración basado en una dirección internacional de redes compuesto por el Código de Identificación de las Redes de Datos y un Número de Terminal

identificación de la red de datos (CIRD), seguido de un número de terminal dentro de la red (NTR).

Otra opción consiste en establecer un número internacional constituido por el Código de Datos del País (CDN)seguido de un número nacional.

Los 4 códigos incluyen los siguientes identificadores:

El CIRD consta de 4 dígitos, los 3 primeros identifican al país y pueden considerarse como un código de datos del país. El cuarto dígito identifica una red concreta dentro de un país.

El bit P consta de un sólo dígito y puede tomar valores de 0 a 9; es un bit auxiliar en la identificación de un país.

El número de terminal dentro de una red puede estar formado por diez dígitos, o bien, si en lugar de una NTR se utiliza un número nacional, por 11 dígitos. Esto es:

Código de identificación de red de datos (CIRD):

Código de cuatro dígitos: XXXY

XXX = Zonas del mundo (Europa, Norteamérica,etc)
Y = Red específica

El código XXX también se conoce como Código Nacional de Datos (CDN).

Primer método:	P	+	CIRD	+	No de Terminal dentro de la red
	(1)		(4)		(10)
Segundo método:	P	+	CDN	+	Número Nacional
	(1)		(3)		(11)

Para redes de datos privadas se recomienda un sistema de numeración basado en una dirección internacional de redes compuesto por el Código de Identificación de las Redes de Datos y un Número de Terminal

dentro de la red. Este último está compuesto de un código de Identificación de la Red Privada (CIRP) y un número de Terminal Final (NTF) que consta de 6 dígitos el primero y 4 el segundo.

$$\begin{array}{cccccc}
 P & + & CIRP & + & CIRP & + & NTF \\
 (1) & & (4) & & (6) & & (4)
 \end{array}$$

2.4.2 IP

Localizar un sistema de cómputo en una red es un componente esencial en cualquier sistema de red.

La dirección IP (Internet Protocol) es el identificador universal con el que se conoce y diferencia de forma única y confiable todo host conectado a una red que trabaje bajo TCP/IP.

Una dirección IP está formada por 32 bits expresados en cuatro grupos de ocho, separados entre si por medio de puntos:

|||||||.|||||||.|||||||.|||||||

Toda dirección IP consta de un Netid (identificador de red) y un Hostid (identificador de host).



Las direcciones IP se clasifican en :

- Clase A. Utiliza los primeros 8 bits para identificar la red y los restantes 24 para identificar hosts. En otras palabras, puede tomar cualquier valor contenido en el rango 0.0.0.0 hasta 127.0.0.0 y tiene capacidad para albergar hasta 16777214 hosts.



- Clase B. Emplea los primeros 16 bits para identificar la red y los restantes 16 para los hosts. Los posibles valores que puede tomar son 128.0.0.0 a la 191.255.255.255. Tiene capacidad para albergar hasta 65534 hosts.

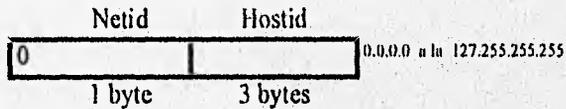


- Clase C. Utiliza los primeros 24 bits para el netid y los restantes 8 bits para el hostid. Los posibles valores que puede tomar son 192.0.0.0 a la 223.255.255.255. Puede direccionar hasta 254 hosts.

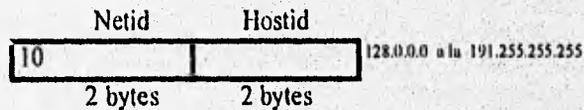


- Clase D. Reservada para multicast.
- Clase E. Reservada para uso futuro.

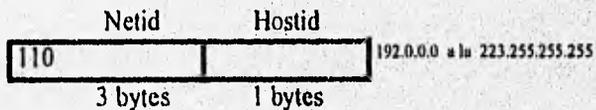
Clase A:



Clase B:



Clase C:



* Casos especiales de direcciones IP:

Existen 7 casos especiales de direcciones que sólo pueden ser utilizadas bajo ciertas condiciones:

Dirección IP			Aparece en:		Descrip:
Netid	Subnetid	Hostid	Origen	Destino	
0		0	Si	Nunca	Este host en esta red
0		hostid	Si	Nunca	Este host en esta red
127		lo que sea	Si	Si	Dirección de loopback
1		1	Nunca	Si	Broadcast limitado
netid		1	Nunca	Si	Broadcast de red hacia netid
netid	subnetid	1	Nunca	Si	Broadcast de subred hacia netid y subnetid
netid	1	1	Nunca	Si	Broadcast de todas las subredes a netid

1 significa que el campo está lleno de unos, 0 significa que el campo está lleno de ceros. Si el campo está vacío significa que la dirección no está subneteada. Netid, subnetid y hostid indican que el campo respectivo tiene algún valor distinto de ceros o unos.

Estas direcciones parten básicamente de dos convenciones: todo campo que consista de solo unos puede ser interpretado como "todos" y todo campo que consista de solo ceros puede ser interpretado como "este". Una

característica muy útil que el esquema de direccionamiento de IP presenta es la facilidad con lo que permite hacer referencia tanto a hosts como a redes gracias al uso del hostid cero. Como se vera posteriormente, este identificador de red es empleado extensamente en los procesos de enrutamiento y administración de redes.

2.5 PROTOCOLOS

Conjunto de reglas que permite iniciar, mantener y finalizar en forma correcta y ordenada la transferencia de información a través del canal de comunicación entre dos puntos.

2.5.1 TCP/IP

Es una familia de protocolos para interconectar computadoras de diversas naturalezas. Lo que se ha venido observando al paso de los años es que TCP/IP es un protocolo fuerte que no se ha visto desplazado por otros protocolos como se pensaba. Fue desarrollado por el departamento de Defensa, por la administración de Investigación de proyectos Avanzados de Redes de Defensa (ARPANET por sus siglas en inglés Defense Advanced Research Project Administration Network).

Es interesante hacer notar que ARPANET después derivó a ser INTERNET, la red más grande del mundo, que cuenta con millones de nodos.

ARPANET dejo de operar en 1989, con cerca de 80 000 miembros. Hoy INTERNET está formado por miles de sistemas conectados en todo el mundo.

ARPANET fue primeramente una red de investigación y TCP/IP un proyecto de investigación. ARPANET fue usado como un programa controlador de red. TCP/IP y sus utilerías fueron creados por varias personas y organizaciones.

TCP/IP ha sido muy bien aceptado tanto por redes públicas como privadas. Es por esto que muchas empresas has desarrollado hardware específico para conectar sistemas de cómputo.

Haciendo una comparación tanto del modelo OSI como TCP/IP, se tiene:

TCP/IP	OSI
Aplicación	7. Aplicación
Transporte	6. Presentación
Internet	5. Sesión
Interfaz Física de Red	4. Transporte
	3. Red
	2. Enlace de datos
	1. Física

Como se vió anteriormente TCP/IP está organizado en cuatro niveles, que son:

- **Aplicación.** Es el nivel más alto. Este nivel proporciona servicios a usuarios finales, como transferencia de archivos, correo electrónico y acceso a terminales remotas.
- **Transporte.** La primera obligación del nivel de transporte es dar comunicación entre aplicaciones.
- **Internet.** Da servicio de entrega de paquetes de una máquina a otra.
- **Interface de red.** El nivel de interface de red acepta datagramas (paquetes) del nivel de Internet y los envía físicamente.

Referente al modelo OSI ya fue descrito anteriormente.

La arquitectura con que se desglosa los protocolos es en base al nivel que se este manejando:

- **Protocolos a nivel de red:**

IP. Internet Protocol

IPX. Internet Packet Exchange

ICMP. Internet Control Message Protocol

ARP. Address Resolution Protocol

RARP. Reverse Address Resolution Protocol

RIP. Routing Information Protocol
EGP. External Gateway Protocol
OSPF. Open Shortest Path First

◆ Internet Protocol IP

Brinda dos servicios básicos:

- ⇒ Enrutamiento
- ⇒ Fragmentación /Re-ensamblaje

Utiliza direcciones IP para decidir el ruteo. Aisla los protocolos superiores de las características específicas de la red.

Básicamente IP hace el trabajo de llevar y traer paquetes entre todas las redes que estén unidas, pero no nos garantiza que éstos lleguen a su destino, ya que no está orientado a conexión.

◆ Internet Packet Exchange IPX

Utiliza UDP para un protocolo sin conexión, aunque puede emplear TCP en combinación con LLC tipo 1.

El apilamiento de capas (con IPX encima de UDP) asegura que no se afecten los encabezados UDP e IP, con la información IPX encapsulada como parte del proceso de mensaje. Requiere de un mapeo entre la dirección IP y las direcciones IPX. IPX emplea números de red y de anfitrión de 4 y 6 bytes respectivamente. Esto se convierte conforme pasan a UDP.

◆ Internet Control Message Protocol ICMP

Es el protocolo encargado de comunicar errores. Los mensajes ICMP son generados ya sea por la misma capa Internet o por los protocolos superiores.

Los mensajes de ICMP viajan a través de la red en la parte de datos de los datagramas. El módulo de ICMP se encarga de manejar los

mensajes que llegan y los que son necesario generar; si ICMP considera que el problema fue causado por un protocolo superior; él lo hará saber.

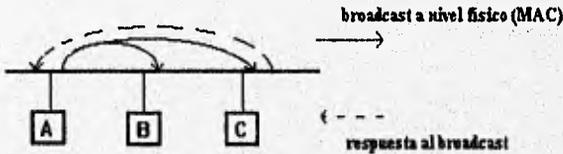
Hay que recalcar que ICMP no corrige errores, sólo los reporta.

13 diferentes tipos de mensajes:

Tipo	Mensaje
0	echo reply
3	destination unreachable
4	source quench
5	redirect (cambiar una ruta)
8	echo request
11	time exceeded for a datagram
12	parameter problem on a datagram
13	times tamp request
14	times tamp reply
17	address mask request
18	address mask reply

◆ Address Resolution Protocol ARP

Es el encargado de obtener la dirección física (MAC) del equipo cuya dirección lógica está señalada como destino de una transmisión. ARP sólo puede ser empleado sobre aquellas redes físicas que permitan broadcast.



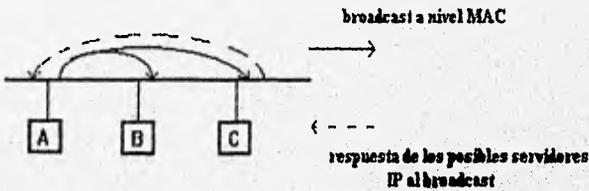
Cuando el host A quiere comunicarse con C, de quien sólo conoce su dirección IP, hace un broadcast a toda la red solicitando que éste le proporcione su dirección MAC. Todos los hosts aceptan el broadcast pero sólo C contesta enviando entonces la respuesta con su dirección MAC. Para hacer más eficiente el uso de ARP se tiene:

- Todos los hosts mantienen un cache en el que guardan las direcciones MAC adquiridas.
- Los hosts que recibieron el broadcast guardan las direcciones IP y física del host que lo originó.
- El host que responde al ARP guarda las direcciones IP y física del host que lo originó pues es muy seguro que establezcan comunicación temporal con él.

Los mensajes que ARP utiliza viajan directamente en la parte destinada a los datos de la trama física que los transporta

◆ Reverse Address Resolution Protocol RARP

Este protocolo está encargado de obtener una dirección lógica dada una física (MAC). Es usado principalmente por máquinas que no tienen disco duro y que requieren una dirección IP para terminar su proceso de boot o comunicarse con su servidor. Funciona de la misma manera que ARP y utiliza el mismo formato de mensaje que él.



Se presenta el caso de que dos posibles servidores atiendan la misma petición. Para evitar que esto suceda toda máquina que haga petición RARP tiene asignado un servidor primario y uno secundario en su configuración inicial de forma que sólo uno de ellos podrá definir la dirección con la que trabajará, o sea que se requiere de un proceso de servidor RARP por cada red.

◆ Routing Information Protocol RIP

Es un protocolo de ruteo. Cada entrada en la tabla de ruteo de RIP incluye el último destino, el siguiente brinco (hop) hacia ese destino y una métrica. La métrica indica la distancia en número de brincos al destino en cuestión. Se puede encontrar además información, tal como timers asociados con la ruta, toda red directamente conectada al ruteador tiene métrica de uno.

RIP mantiene en su tabla sólo la mejor ruta para cada destino. Esta puede ser remplazada por nueva información si ofrece una mejor alternativa. Cuando ocurren cambios en la topología de la red, los ruteadores recalculan sus rutas y envían mensajes de actualización de ruteo. Todo ruteador que recibe esos mensajes de actualización cambia sus tablas y propaga los cambios.

RIP utiliza a UDP como protocolo de transporte y en sistemas UNIX tiene asignado el puerto 520 para todo lo referente a mensajes de petición.

◆ External Gateway Protocol EGP

Este protocolo se utiliza para intercambiar información de enrutamiento entre dispositivos.

Para este protocolo la compuerta necesita saber que está ocurriendo en el resto de la red, a fin de enrutar los datagramas correcta y eficientemente. Esto no sólo incluye información de ruta, sino también características de las subredes.

Las interredes mayores como INTERNET no son tan estáticas como los sistemas corporativos. Las compuertas se pueden modificar constantemente, conforme las redes subsidiarias hacen cambios y las rutas de comunicación entre compuertas también están más sujetas a cambios. Para empresas muy diversas, puede haber compuertas distribuidas por todo el país (o el mundo) que sean parte de la misma red corporativa, pero utilicen INTERNET para comunicarse. Las comunicaciones entre estas compuertas son ligeramente distintas de cuando todas están físicamente conectadas unas

con otras. Estas compuertas se comunican mediante un protocolo de compuerta exterior (EGP, external gateway protocol).

◆ Open Shortest Path First OSPF

Es un protocolo de la familia link-state que como tal, opera gracias al intercambio de mensajes de anuncios de link-state (link-state advertisement o LSA) entre ruteadores del mismo grupo jerárquico (o área). Con esta información OSPF puede construir una imagen fiel de la topología de la red y en base a ella determinar cuáles son las rutas más cortas para todos los destinos.

Es un protocolo de tipo jerárquico y de intradominio (aunque puede operar entre dominios distintos).

El backbone de OSPF (que es en sí otra área) se encarga de interconectar todas las áreas entre sí. OSPF brinda la posibilidad de crear enlaces virtuales por lo que el backbone puede no ser contiguo.

Cuando se enciende un ruteador, OSPF dispara su protocolo Hello para conseguir vecinos de ruteo (aquellos ruteadores con los que comparte redes físicas).

OSPF presenta las siguientes características:

- ◇ Puede calcular un juego separado de rutas para cada red IP de acuerdo al tipo de servicio.
- ◇ Cada interfaz tiene asignado un costo adimensional. Este puede ser definido en base a la velocidad del enlace, ancho de banda, delay, etc.
- ◇ Puede manejar balanceo de cargas (distribución de tráfico sobre varias rutas paralelas del mismo costo).
- ◇ OSPF soporta subredes, todo anuncio de red está anunciado a una máscara de red.
- ◇ Los enlaces punto a punto entre ruteadores no necesitan direcciones IP en cada extremo.
- ◇ Gracias al manejo de áreas, OSPF emplea multicasting en lugar de broadcasting, lo que reduce substancialmente en tráfico en la red.

- Protocolos a nivel de Transporte

- TCP Transport Control Protocol
 - UDP User Datagram Protocol
 - NVP Network Voice Protocol

- ◆ Transport Control Protocol TCP

Es el protocolo de la capa de transporte que ofrece la confiabilidad de la que los protocolos IP y UDP carecen. El servicio que TCP ofrece es definido como confiable y orientado a conexión y se distingue por las siguientes características:

- I. Orientado a cadena de datos.

La cantidad de datos que TCP pasa a la capa de Internet para su transmisión difícilmente está relacionada con la capacidad del datagrama IP, más sin embargo TCP cuidara que los datos sean entregados a la aplicación destino en el mismo orden en que fueron generados por la aplicación origen, aun cuando se halla fragmentado el datagrama IP en que fueron enviados.

- II. Conexión de circuito virtual.

TCP requiere que los hosts a intercambiar información negocien entre ellos ciertos parámetros referentes al enlace que están apunto de tender entre sí y que además definan los términos bajo los cuáles de dará el flujo de mensajes de control y de reporte de eventos que controlara la comunicación.

- III. Transferencia buffereada y forzada.

Con el objeto de hacer eficiente la transferencia de información, TCP sólo pasara la cadena de datos provenientes de las aplicaciones superiores hacia la capa de internet hasta que haya llenado un buffer de tamaño arbitrario. De esta forma TCP procura enviar la mayor información bajo un mismo paquete, pues como mayor información bajo un mismo paquete, pues como veremos, el encabezado de TCP es bastante grande. Si algún dato no puede esperar a ser enviado hasta que se llene el buffer es posible forzar su transmisión (PUSH).

IV. Conexión Full Dúplex

Entendida no como la dirección bidireccional simultánea de datos sobre un mismo medio físico pero como la transferencia de información lógicamente bidireccional.

La unidad básica de transferencia de TCP es conocida como paquete o segmento.

◆ User Datagram Protocol UDP

Este protocolo brinda servicio de datagramas a los programas del usuario.

No garantiza una transferencia confiable de los datos y es no orientado a conexión.

Envía/Recibe datos sin capacidad de retransmisión.

Supone que la aplicación de más alto nivel realiza la validación.

◆ Network Voice Protocol NVP

Servicio para transporte de voz digitalizada.

Protocolo de transmisión de tiempo real.

Utiliza IP para transmitir información.

Emplea algoritmos de compresión.

● Protocolos a nivel de Aplicación:

SMTP Simple Mail Transfer Protocol

FTP File Transfer Protocol

TELNET Comunicación de terminal

DNS Domain Name Service

NSP Name Service Protocol

◆ Simple Mail Transfer Protocol SMTP

El correo electrónico es de los más populares y ampliamente usados servicios de la red. Son 2 tipos de servicios de correo electrónico en TCP/IP Internet:

- Formato mensaje de correo, especificado por RFC 822
- Intercambio de correo, especificado por el SMTP, RFC 821

El SMTP consiste de un encabezado y un cuerpo. Estas dos partes están separadas por una línea en blanco. El encabezado consiste de una palabra clave y un par de valores, en el cual la palabra clave es separada del valor por dos puntos. Algunos ejemplos de palabras claves son: TO, FROM y SUBJECT, RFC 822 especifica el formato exacto del encabezado y como interpreta la palabra clave y el par de valores. El formato del cuerpo lo determina el transmisor, dando el correo electrónico gran flexibilidad.

◆ File Transfer Protocol FTP

Es un protocolo estándar de TCP/IP para realizar transferencias de archivos entre hosts de diferentes redes. FTP provee servicios importantes, como:

- * Interface interactiva del usuario.
- * Especificación de formato. Los usuarios pueden seleccionar transferencia modo binario o modo texto, y la transferencia de texto puede ser ASCII o EBCDIC.
- * Identificación. Los usuarios deben de registrarse con una clave y un password para permitir el acceso a los archivos en el sistema remoto.
- * FTP es independiente del sistema operativo y puede ser usado para transferir archivos a sistemas heterogéneos.

◆ Comunicación de terminal TELNET

Es un protocolo de terminal remota que es una parte del modelo TCP/IP. TELNET permite a un usuario de máquina trabajar en una máquina remota por medio de una conexión TCP. De hecho el usuario entra por medio

de comandos a la red transparente al sistema operativo del host remoto y no con una conexión directa.

TELNET es una aplicación cliente-servidor. El cliente es el usuario del programa solicitando los servicios de un login remoto (el usuario entra con el comando telnet).

La operación básica de TELNET es establecer una línea directa. Un usuario inicia por invocar el TELNET del programa cliente. Esta acción establece una conexión al servidor de TELNET en un host remoto. El cliente acepta la clave del usuario accesada al servidor de la red. Al mismo tiempo, el cliente acepta los caracteres del servidor, y los despliega en la terminal del usuario. El servidor acepta la entrada del cliente y pasa al sistema operativo del host remoto. El servidor también transmite la salida del sistema operativo al cliente.

◆ Domain Name Service DNS

Es una base de datos de información de hosts en la Internet, o sea es un sistema jerárquico distribuido que permite obtener una dirección IP dado un nombre de host.

Cada unidad de datos en la base de datos del DNS es indexada por un nombre. Estos nombres son caminos completos a través de un gran árbol invertido llamado "espacio de nombres de dominios". El árbol tiene una sola raíz en el tope, llamado directorio raíz (root) en UNIX y en DNS solo se le llama "la raíz" o "dominio raíz"; el árbol del DNS puede seccionar algún número de caminos en puntos de intersección llamados "nodos".

Un dominio es simplemente subárbol del espacio de nombres de dominio. Un nombre dominio del dominio es el mismo del nombre del nodo raíz del subárbol.

Algún nombre de dominio en el subárbol es considerado parte del dominio.

De esta manera podemos decir que debajo del dominio raíz (root) se encuentran los Top Level Domains. Estos pueden ser de dos tipos: geográficos y organizacionales. Los primeros identifican a cada país:

.MX = México

.JP = Japón, etc.

En el caso concreto de EUA es poco frecuente encontrar en dominio .US, en su lugar se usan los dominios organizacionales:

.COM

.EDU

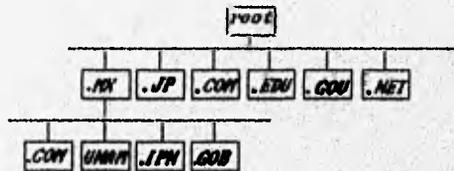
.GOV

.MIL

.NET

.ORG

Debajo del dominio raíz de México pueden existir los dominios GOB, COM, ORG y los propios de las instituciones académicas y de investigación. Solo NIC de Internet tiene la autoridad para que se creen nuevos dominios Top Level.



2.5.2 Apple Talk

Un sistema de redes Apple Talk es una colección de computadoras y dispositivos periféricos inteligentes que se comunican usando protocolos appletalk sobre un medio al cual están conectados.

El uso inicial de los sistemas de redes de appletalk es para usuarios de Macintosh, con un sistema versátil que soporta la conexión de diferentes tipos de computadoras y otros dispositivos.

En un principio Apple Talk tenía que estar compuesta de una computadora macintosh, una impresora láser y una conectividad local tipo "talk", pero actualmente puede llevar cualquier conexión de computadoras y periféricos. Estas ventajas permiten escoger por ejemplo, transmisión media para un fin específico, costo de acuerdo a las posibilidades de adquisición y con tráfico bajo. También a su vez permite la interconexión de dispositivos que no sean de la misma marca.

Los dispositivos en el sistema de red interactúan de acuerdo a un diseño cuidadoso de interconexión de equipos y protocolos. Las descripciones internas de un sistema de red consisten principalmente en la discusión y especificación de los protocolos, sus objetivos y su interacción.

Los dispositivos de red y métodos de cableado comprenden los componentes de hardware en un sistema apple talk . La topología que presenta Apple Talk permite a los usuarios incluir una gran variedad de transmisión media . Dentro de las más comunes se encuentra Talk-Local, Ether-talk y Appletalk-LANstar.

2.6 SISTEMAS OPERATIVOS DE RED

Un sistema operativo es un programa de control de un computador. Asigna los recursos del computador y programa las tareas . Los recursos del computador incluyen todo el hardware: la unidad central de procesamiento, la memoria del sistema, el almacenamiento en discos y cintas, impresoras, terminales, modems y cualquier otro aditamento interno del computador conectado a este.

El sistema operativo de la red es el corazón y alma.

El sistema operativo de la red se engloba en dos componentes básicos. El sistema operativo de red del servidor mismo y el sistema de la

El uso inicial de los sistemas de redes de appletalk es para usuarios de Macintosh, con un sistema versátil que soporta la conexión de diferentes tipos de computadoras y otros dispositivos.

En un principio Apple Talk tenía que estar compuesta de una computadora macintosh, una impresora láser y una conectividad local tipo "talk", pero actualmente puede llevar cualquier conexión de computadoras y periféricos. Estas ventajas permiten escoger por ejemplo, transmisión media para un fin específico, costo de acuerdo a las posibilidades de adquisición y con tráfico bajo. También a su vez permite la interconexión de dispositivos que no sean de la misma marca.

Los dispositivos en el sistema de red interactúan de acuerdo a un diseño cuidadoso de interconexión de equipos y protocolos. Las descripciones internas de un sistema de red consisten principalmente en la discusión y especificación de los protocolos, sus objetivos y su interacción.

Los dispositivos de red y métodos de cableado comprenden los componentes de hardware en un sistema apple talk . La topología que presenta Apple Talk permite a los usuarios incluir una gran variedad de transmisión media . Dentro de las más comunes se encuentra Talk-Local, Ether-talk y Appletalk-LANstar.

2.6 SISTEMAS OPERATIVOS DE RED

Un sistema operativo es un programa de control de un computador. Asigna los recursos del computador y programa las tareas . Los recursos del computador incluyen todo el hardware: la unidad central de procesamiento, la memoria del sistema, el almacenamiento en discos y cintas, impresoras, terminales, modems y cualquier otro aditamento interno del computador conectado a este.

El sistema operativo de la red es el corazón y alma.

El sistema operativo de la red se engloba en dos componentes básicos. El sistema operativo de red del servidor mismo y el sistema de la

estación de trabajo. El sistema operativo del servidor de red se ejecuta dentro de la máquina del servidor y procesa todos los servicios. Es proporcionado normalmente por el fabricante. Los componentes de la estación de trabajo se ejecutan en ésta, y establecen la conexión con la red y el servidor, y controlan el flujo de las comunicaciones.

El sistema operativo del servidor de red se puede dividir en cinco subsistemas: el núcleo de control (control kernel), las interfaces de la red, los sistemas de archivo, las extensiones del sistema y los servicios del sistema.

El control kernel o el núcleo de control es el corazón del sistema operativo, el cual coordina los diferentes procesos de los otros subsistemas. De una manera central, en el diseño del kernel están los procesos que optimizan el acceso a los servicios para la actividad del usuario. El kernel puede distribuir la actividad del usuario tan uniformemente como sea posible a través de los servicios de disco y de cualquier dispositivo de entrada/salida, de tal manera que no se favorece a un usuario o grupo de usuarios obteniendo un mejor funcionamiento, con esto, el rendimiento percibido en general es consistente. El kernel también es responsable de mantener la información de estado de muchos procesos, es un componente de las facilidades de administración de la red.

Las interfases de red apoyan las tecnologías que son la implantación real del medio de la red. Los componentes de la interfase de red también manejan los protocolos de bajo nivel de la red y proporcionan el traslado básico entre estos protocolos cuando se requieren servicios de puenteo.

Los sistemas de archivo son los mecanismos mediante los cuales, se organizan, almacenan y recuperan los datos, a partir de los subsistemas de almacenamiento disponibles para el Sistema Operativo de Red.

Las extensiones del sistema operativo de red definen lo abierto del sistema. Las extensiones que comúnmente se ofrecen en los sistemas operativos de red, por lo general son manejadores de productos de alto nivel que efectúan operaciones, tales como el traslado entre protocolos de acceso de archivos que requieren los diferentes sistemas operativos de usuarios o estaciones.

Las características de seguridad y confiabilidad con frecuencia se implantan en los servicios del sistema de red para asegurar que proporcionan un nivel de sistema verdadero. Por consiguiente, las condiciones de error y las violaciones de acceso, pueden ubicarse antes de que puedan comprometer la integridad de subsistema.

En la estación de trabajo, los servicios de sistema operativo de red atrapan o capturan las llamadas desde la estación de trabajo y luego las dirigen hacia un recurso de la red. Estas llamadas pueden ser dirigidas por el sistema operativo si el sistema esta conciente de los servicios de archivos remotos.

Un aspecto importante de la relación entre el sistema operativo de red y la aplicación que se ejecuta en un estación de trabajo, es el nivel en el cual se presentan los requerimientos. Los sistemas de servidor de disco ahora obsoletos, aceptan las solicitudes de entrada/salida que eran accesos de nivel bajo al subsistema de disco, por ejemplo: lee este sector. El acceso desde múltiples estaciones de trabajo podrían causar competencia de recursos, esta competencia tenia que resolverse en el nivel de la estación de trabajo. Este problema podría ser serio si una estación de trabajo eligiera no obedecer las reglas de la solución.

El servidor de archivos es el punto de desarrollo para los protocolos de cliente-servidor. En esencia, estos protocolos llevan un nivel de información más alto, y muchas operaciones de nivel bajo pueden iniciarse por una solicitud para efectuar una operación de nivel alto. Los asuntos tales como acceso y resolución de conflictos, en muchos casos ya no representan un problema, debido a que la solicitud de alto nivel es con frecuencia una transacción por su propio derecho. Las aplicaciones pueden solicitar una acción con poco o ningún conocimiento del estado del resto de la red, y todavía llevar a cabo las operaciones requeridas por una confiabilidad total.

Para seleccionar tanto el software como el hardware para la instalación de una RED, dependen en primera instancia de las necesidades particulares de cada caso.

Un NOS (Network Operation System) es un programa que trabaja en ambientes cliente-servidor, donde el cliente solicita servicios o

recursos al servidor el cual debera responder a la peticion con la informacion solicitada.

El NOS se encarga de administrar los recursos que se van a compartir en la red.

Los sistemas operativos de red se clasifican de acuerdo con la forma en que operan, existen dos tipos de NOS:

- Sistemas Operativos basados en servidor. Netware y LAN Manager.
- Sistemas Operativos para redes punto punto. Personal Netware, UNIX, Windows NT.

Novell es una compañía dedicada a sistemas operativos y desarrollos de servicios de red. La organización de la red se lleva a cabo en base a jerarquías. La jerarquía de la red la establece el supervisor, el cual tiene el más alto rango y los usuarios el rango más bajo con derechos limitados. También pueden tener operadores, que son responsables de diversos dispositivos periféricos, como son impresoras. Existen dos niveles entre el supervisor y los usuarios que son los responsables de grupo y responsables de cuentas de usuario, que pueden controlar a los usuarios y su acceso a los directorios. Los responsables de grupos poseen la capacidad adicional de poder incorporar nuevos usuarios y definir colas de impresión.

Como las empresas tiene necesidades distintas, no se puede esperar que exista un tipo de computadora que se adapte a todas ellas, como resultado Novell ofrece sus sistemas operativos en sus diversas versiones: Netware 4.1, Netware portable.

2.6.1 Netware 4.1

Características:

- Compresión de archivos
- Impresión remota y local
- NDS (Network Directory Services)
- Seguridad
- Correo electrónico
- Ruteo multiprotocolo (IPX, TCP/IP, Apple Talk)

- Administración centralizada que soporta SNMP
- Soporta diferentes arquitecturas y protocolos

Requerimientos:

- Arquitectura ISA, EISA o microcanal
- Procesador 80386, 80486 y pentium
- Software de actualización en clientes DOS, Windows 3.x, OS/2, Macintosh

2.6.2 Windows NT 3.5

Características:

- Manejo de protocolos TCP/IP, IPX y NetBui
- WINS (Windows Internet Name Service)
- RAS (Remote Acces Server) y SLIP para conexiones punto a punto por líneas asíncronas (módems)
- BOOT remoto, necesario para clientes sin disco (DOS y Windows 3.x)
- Clientes que soportan DOS, Windows 3.x, WFW, NT's, OS/2, Macintosh y UNIX)
- Correo electrónico (E-mail)
- Versiones para Workstation
- Puede trabajar con redes Apple Talk, IBM LAN Server, MS LAN Manager, WFW, Netware

Requerimientos:

- Procesador 386/25 Mhz o mayor. Sistema RISC
- 16 Mbytes en RAM
- CD-Rom
- 90 Mbytes de espacio en disco duro (110 en RISC)
- Monitor VGA o Super VGA o de mayor resolución
- Tarjeta de red
- Unidad de disco de alta densidad (3.5" o 5.25")

2.6.3 Windows para trabajo en grupo 3.11

Características:

- Se instala sobre DOS
- Está diseñado para el trabajo en grupos de máquinas
- Es muy fácil de compartir documentos, impresoras y enviar mensajes
- Enfocado a enlaces punto a punto
- Conectividad hacia sistemas basados en servidor
- Componentes de acceso de 32 bits

Requerimientos:

- MS-DOS 3.3 o posterior (se recomienda 6.0 o posterior)
- Procesador 386SX o posterior
- 4 Mbytes en RAM
- Drive 3.5" de alta densidad
- 12 Mbytes de disco duro si se tiene windows 3.x, si no 15.5 Mbytes de espacio
- Monitor VGA o SVGA o alguno soportado por windows 3.1
- Tarjeta de red soportada por windows

2.6.4 UNIX

Características:

- Sistema de tiempo compartido (Multiusuario)
- Sistema abierto, o sea, que es un sistema que se ajusta a estándares internacionales
- Facilita la combinación de unos programas con otros
- Ofrece interfaces amables
- Seguridad en archivos privados y compartidos
- Comunicación entre procesos

2.7 ELEMENTOS DE INTERCONEXIÓN

Los elementos de interconexión son los dispositivos que permiten que las redes abarquen todo el globo.

Los elementos de interconexión evitan el paso de todos los errores en los paquetes, por lo que son un excelente medio para aislar las fallas y detectar los problemas. Al saber que los errores no se extenderán más allá del elemento de interconexión, el administrador de la red puede reducir la búsqueda de la ubicación de una falla.

En esta sección trataremos los elementos de interconexión y sus parámetros de operación.

Las redes grandes se hacen manejables mediante la introducción de elementos de interconexión en posiciones estratégicas.

Los elementos de interconexión proveen funciones básicas:

- Filtran los paquetes basándose en la dirección
- No permiten el paso de paquetes dañados
- Filtran basándose en el tipo de protocolo
- Realizan conversión de protocolos entre las redes
- Aislan el tráfico basándose en los puntos anteriores
- Permiten redundancia para mayor confiabilidad
- Pueden proveer datos administrativos para los sistemas de administración de redes

Los elementos de interconexión son:

- a) Bridges (puentes). Interconectan redes similares.
- b) Routers (ruteadores). Interconectan redes con protocolos similares.
- c) Gateways. Interconectan redes disímiles con protocolos diferentes.
- d) Repetidores. Repiten la señal amplificándola.

Podemos mencionar la terminología reciente:

- a) Brouters. Combinación de un bridge y un router.
- b) RUB. Combinación de un "hub" y un router.

2.7.1 Bridge

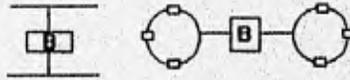
El bridge es el primero de los elementos de interconexión.

Las funciones básicas de un bridge son:

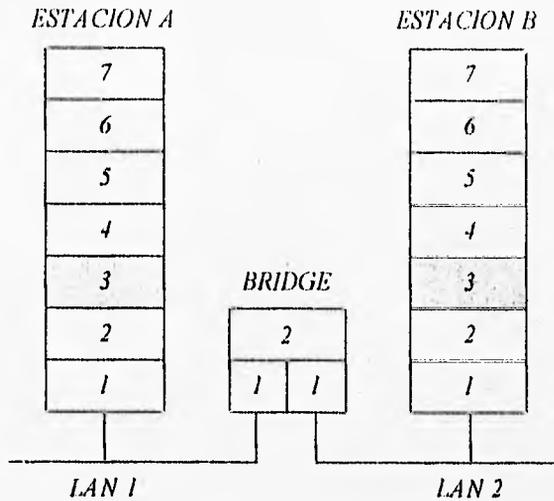
- Aislamiento de las fallas
- Filtrado de direcciones
- El conocimiento de cuáles nodos se encuentran a cada lado del "bridge"
- Cada lado del "bridge" contiene una tarjeta de interfaz de red, o dos direcciones separadas de IP

Los beneficios propios del bridge son:

- Interconecta dos redes similares en cuanto a su topología
- Independiente del protocolo
- Nivel de capa de enlace de datos (direcciones MAC), deja pasar las tramas
- Conecta medios de diferentes velocidades entre sí
- El filtraje de direcciones minimiza el tráfico, y mejora el desempeño
- La mejor manera de segmentar una red cuando se hace muy grande para ser manejable
- Se utiliza para mantener el tráfico del grupo de trabajo y de la localidad fuera de otras redes o segmentos
- Puede separar efectivamente las partes de una red como si fuera un muro aislante



La siguiente figura muestra en que capas actúa el BRIDGE:



BRIGES GENERALMENTE CONECTAN LANs CON PROTOCOLOS IDENTICOS

2.7.2 Routers

Los routers están sufriendo una evolución rápida. Se está añadiendo capacidad de enrutamiento en muchos dispositivos diferentes, incluyendo software de redes desde computadores centrales hasta PC's.

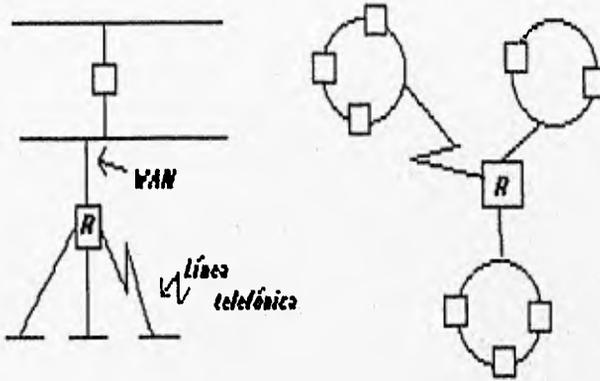
El router es un cuello de botella para el tráfico, debido a que los paquetes se almacenan y se envían por enlaces más lentos que aquellos por los cuáles se reciben.

Un router puede tener una multiplicidad de caminos hacia una red diferente, por lo que algunos routers toman la capacidad de seleccionar una ruta de menor costo.

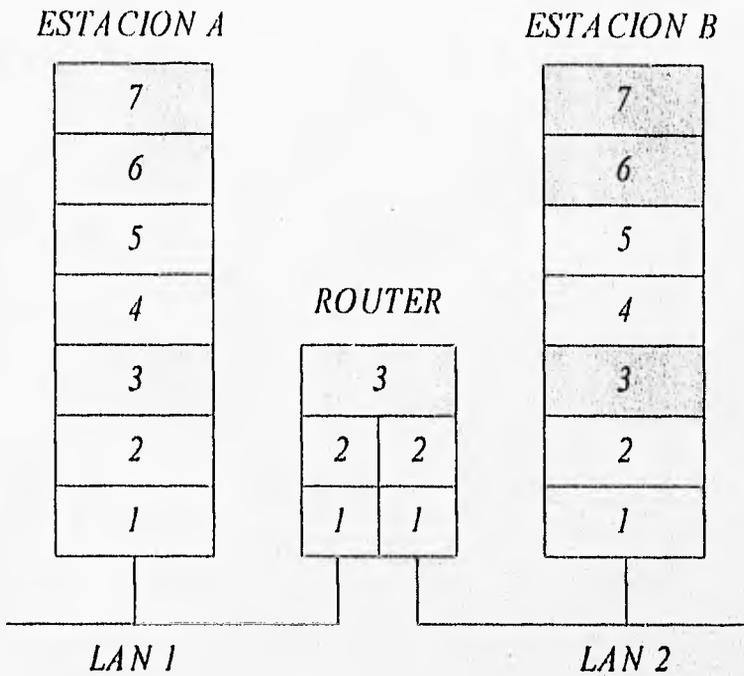
Los beneficios de un router son:

- Se les conoce como enrutadores de protocolo
- La conexión se realiza en la capa de red
- No es transparente al tráfico
- Deja pasar los mensajes según el protocolo

- Puede seleccionar la ruta de menor tráfico según el puerto
- Capacidad de balanceo de cargas
- Los modelos más recientes pueden manejar múltiples protocolos
- Se utilizan para conectar redes distintas mediante una WAN



La siguiente figura muestra en que capas actúa el ROUTER:



ROUTERS CONECTAN LANs SIMILARES CON EL MISMO PROTOCOLO DE INTERCONEXION

2.7.3 Gateways

El gateway es el más lento de los elementos de interconexión. No solo cumple funciones similares a los routers, sino que adicionalmente debe decodificar un nivel adicional de protocolo y volver a empaquetarlo en el protocolo adecuado para el lado contrario del gateway.

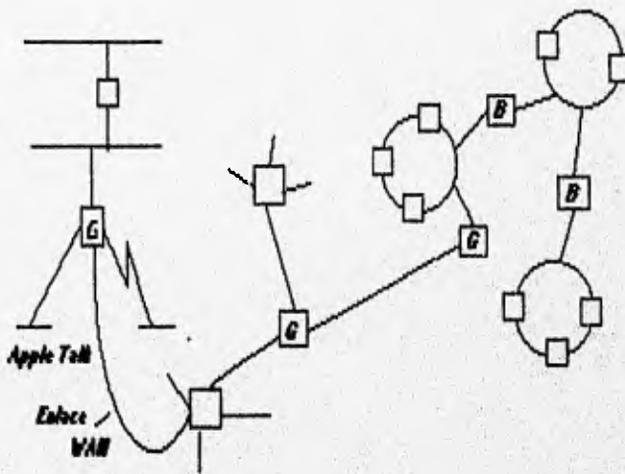
Típicamente, este es un dispositivo caro, y cada protocolo que se añade a su capacidad de conversión incrementa dramáticamente el precio.

Los gateways son similares a los routers, pero tienen la capacidad adicional de convertir entre protocolos de los paquetes. Esta capacidad, al igual que en los routers, puede causar un cuello de botella al tráfico en la red.

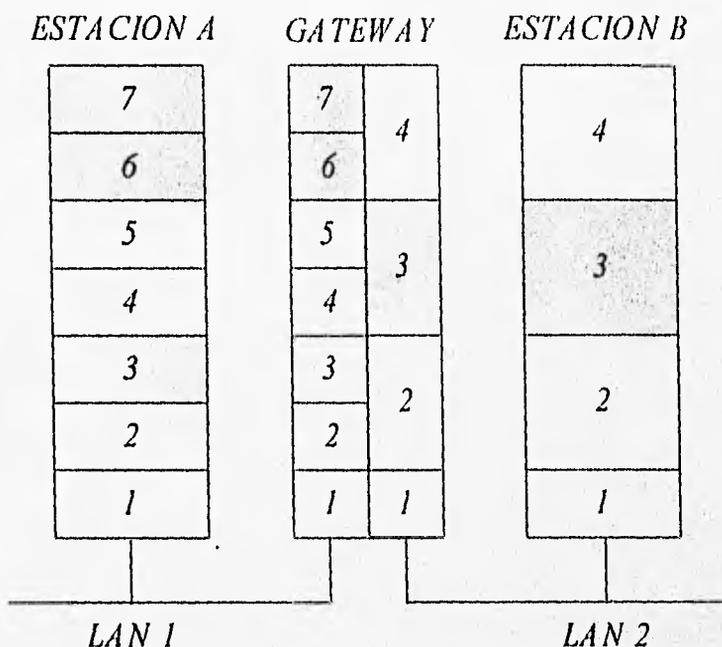
Deben considerarse tanto un diseño adecuado como las capacidades necesarias cuando se colocan gateways en el diseño de una red.

Los beneficios son:

- La conexión se realiza en la capa de aplicación
- No es transparente al paso de paquetes
- Conecta redes disímiles
- Realiza la traducción de los mensajes.



La siguiente figura muestra las capas en que interactúa el GATEWAY:



GATEWAYS CONECTAN LANs DIFERENTES QUE EMPLEAN PROTOCOLOS DIFERENTES

2.7.4 Repetidores

Se utiliza un repetidor cuando un segmento es muy largo, debido a que ésta extiende la longitud útil del segmento, o para conectar nodos adicionales en un área específica que no pueda ser manejada por el cable principal.

Algunos repetidores recientes disponen de una tarjeta interna de Ethernet y capacidad de mantenimiento.

Sus funciones básicas son:

- Extienden un segmento
- Aumentan el tamaño de la red

- Operan a nivel físico
- Transparentes ante el paso de paquetes
- No hacen seguimiento de las direcciones ni interactúan
- Retransmiten los bits
- La señal de transmisión original va más allá de los límites de atenuación del medio de transmisión.

Comparación entre elementos de Interconexión

<i>Características</i>	<i>Repetidor</i>	<i>Bridge</i>	<i>Router</i>	<i>Gateway</i>
<i>Aislamiento del tráfico</i>	NO	BAJO	ALTO ^o	ALTO
<i>Admon. de redes</i>	NO/SI	SI	SI	SI
<i>Desempeño</i>	ALTO	ALTO	BAJO	BAJO
<i>Fácil de configurar</i>	FÁCIL	MEDIA	DIFÍCIL	DIFÍCIL
<i>Costo</i>	BAJO	MEDIO	MEDIO	ALTO
<i>Transparencia</i>	SI	SI	NO	NO
<i>Conversión de protocolo</i>	NO	NO	NO	SI

3. PARÁMETROS DE OPERACIÓN DE UNA RED DIGITAL

3.1 PLANES DE MODULACIÓN

Los distintos planes de modulación tienen la función de agrupar los bits de información de diferentes canales multiplexados en una estructura ordenada y normalizada, llamada trama. Esta trama transporta una muestra de cada canal.

Estos planes son el sistema americano (T1) y el sistema europeo (E1) que se describen a continuación (recomendaciones G.733 y G.732) :

3.1.1 Sistema T1

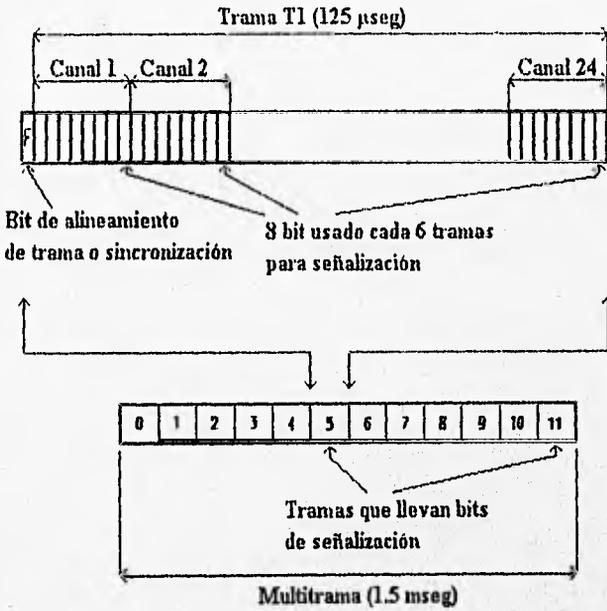
Este sistema multicanaliza 24 canales de información (generalmente de voz), llevando en cada trama 8 bits (que representa una muestra de voz a 4 KHz muestreada a 8 KHz) por cada canal, resultando en 192 bits más un bit de bandera (F o flag) que indica el inicio de trama, para su alineamiento o sincronización, resultando en 193 bits cada 125 μ seg. Este sistema tiene entonces una velocidad total de 1.544 Mbps.

Las especificaciones de la estructura de trama T1 se definen en la recomendación G.704 del CCITT.

Las palabras de información son de 8 bits por canal, el primer bit define la polaridad de la muestra de la señal y el resto su magnitud.

Para no manejar un canal aparte para la sincronización del sistema receptor (o señalización de estados) se implementó un sistema por multitramas. Una multitrama se forma de 12 tramas (pares e impares que se cuentan desde T0 a T11), para las tramas impares la palabra de sincronización es: F (flag)= 101010 y cada uno de estos bits corresponde en orden a la bandera de cada trama impar. Las tramas pares tienen los siguientes bits de bandera: F= 001110.

En las multitramas, cada 6 tramas, el octavo bit de cada palabra de cada uno de los 24 canales, se sacrifica para ser usado en la señalización o comunicación entre redes o centrales de conmutación. Esto es en las tramas T5 y T11 de la multitrama.



3.1.2 Sistema E1.

Este sistema multicanaliza 30 canales de transmisión. Cada trama E1 tiene muestras o palabras de 8 bits de cada canal además de 2 palabras más de 8 bits para sincronización y señalización del sistema con lo que la velocidad de transmisión es de 2.048 Mbps.

Las especificaciones de E1 también se definen en la recomendación G.704 del CCITT. Este sistema es el utilizado en la totalidad de los enlaces en México.

Este sistema tiene ventajas sobre el sistema T1, ya que en T1 se sacrifica 1 bit para señalización cada 6 tramas y en E1 se aprovechan al máximo los canales de transmisión dejando la señalización y sincronización en los 2 canales extras.

Los 32 canales en la trama se numeran del 0 al 31 y se les conoce como intervalos de tiempo (IT). El intervalo de tiempo IT-0, lleva la información de sincronización en cada trama, mediante una palabra de código fija de 8 bits o "palabra de sincronización de trama" que indica el comienzo de la trama.

Para transmitir la información de señalización se usa el IT-16 que lleva 8 bits que por sí mismos no abarcan toda la trama para este fin, por lo que se requiere un intervalo de tiempo más largo, para esto, estos bits se distribuyen en la multitrama.

La multitrama se conforma de 16 tramas y tiene una duración de 2 mseg.; en esta las tramas se numeran del 0 al 15.

La disposición de la información de señalización y sincronía en la multitrama es:

Las palabras en el IT-0 en tramas pares, se llaman "palabras de sincronización de trama 1" y las de las impares "palabras de sincronización de trama 2". La "palabra de sincronización de trama 1" es:

```
b1 b2 b3 b4 b5 b6 b7 b8
_ 0 0 1 1 0 1 1
b1 está reservado para un futuro uso internacional.
```

La "palabra de sincronización de trama 2" es:

```
b1 b2 b3 b4 b5 b6 b7 b8
_ 1 _ 1 1 1 1 1
```

b1 está reservado para un futuro uso internacional.

b3 es para transmisión de información de condiciones de alarma: 1=alarma, 0= no alarma.

Para que la trama esté debidamente sincronizada se siguen los siguientes pasos en el receptor: Se selecciona una palabra de 8 bits arbitrariamente de la señal, si esta no es la "palabra de sincronización de trama 1" (0011011) se intenta de nuevo un bit más adelante; si se considera la palabra correcta se sigue un control para verificar que esta no es una imitación de bits. Este control lo que hace es estudiar la "palabra de sincronización de trama 2" en la trama siguiente, si el bit b2 en esta segunda palabra es "0", la palabra anterior de sincronía era una imitación y se comienza a buscar esta palabra desde el inicio. Si se encuentra la palabra inicial (0011011) y después en la siguiente trama el bit b2 es igual a un "1", se hace otro control para asegurarse que ambos casos no son imitaciones; para esto en la tercera trama se verifica si la "palabra de sincronización de trama 1" está donde debe, si no es así, se determinan los bits anteriores como imitaciones y se vuelve a iniciar el proceso. Si se encuentra en la tercera trama (trama 2) la palabra de sincronización correcta, se considera entonces establecida la alineación o sincronización de trama y el receptor se encarga de que la "palabra de sincronización de trama 1" continúe apareciendo a intervalos regulares.

Para confirmar la sincronía hay un periodo de espera de 6 tramas, esto es porque algún bit en la palabra de sincronización de trama puede distorsionarse durante la transmisión y así no es necesario resincronizar el sistema cada vez que haya una distorsión. Esto da un sistema estable a la sincronización que en operación normal no requiere resincronizarse.

En lo que se refiere a la multitrama, la palabra de sincronización o inicio aparece solo una vez en la multitrama por lo que es más difícil de encontrar. Esta palabra se encuentra en el IT-16 de la trama "0". La lógica de sincronización de multitrama recibe información sobre el punto de inicio de la trama, proveniente de la lógica de sincronización de trama; aunque primero se realiza la sincronización de multitrama y luego la de trama.

La palabra de sincronización de multitrama tiene la siguiente estructura:

b1 b2 b3 b4 b5 b6 b7 b8
0 0 0 0 X X X X

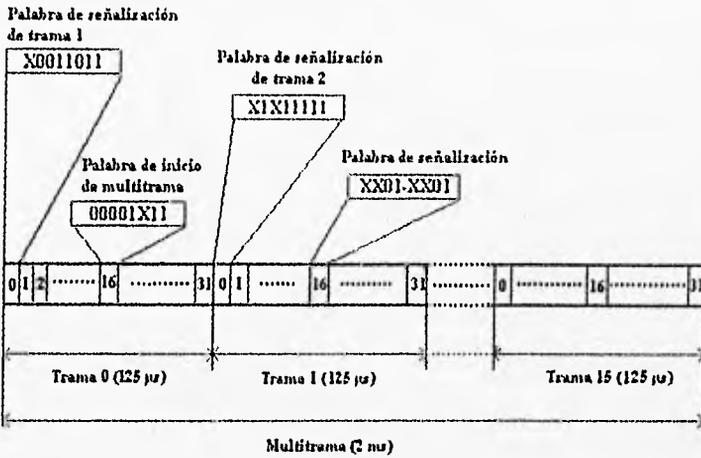
b6 transmite información de alarma: 1 = alarma, 0 = no alarma.
b5, b7 y b8 son de uso nacional, si no se usan son iguales a "1".

La sincronización de multitrama se realiza al encontrar la palabra: 0000XXXX. Este proceso no tiene ningún elemento importante de inercia ya que el riesgo de que la palabra sea una imitación es casi nulo porque se tiene información del inicio de trama "0" y por lo tanto de su intervalo de tiempo 16, además de que la combinación 0000 solo ocurre en la trama "0". Si hay 2 palabras de sincronización consecutivas incorrectas se considera perdida la sincronización de multitrama; esto evita procesos de resincronización innecesarios debidos a errores de bits aislados, hasta en tanto no haya 2 palabras incorrectas.

En el intervalo de tiempo 16 de todas las tramas, excepto en la trama "0" se llevan palabras de 8 bits de señalización de canal asociado. Los 4 bits más significativos de la palabra (bits a,b,c,d) llevan información que corresponde a los canales 1 al 15; y los 4 bits menos significativos (también a,b,c,d), información de los canales 17 al 31, distribuidos de la siguiente manera:

En la trama 1 se lleva información del canal 1 y del 17, en la trama 2 de los canales 2 y 18, en la trama 3 de los canales 3 y 19 y así progresivamente de modo que las 15 tramas abarcan la señalización de los 30 canales. Cada grupo de 4 bits a,b,c,d llevan la información del estado de un canal (los bits c y d siempre son iguales a "0" y "1"). Esta información de señalización es redundante ya que no cambia para cada canal en toda la multitrama.

La siguiente figura muestra la estructura de trama y multitrama del sistema E1:



La palabra de sincronización de trama 1 (X0011011) está en las tramas pares (0,2,4,6,8,10,12,14).

La palabra de sincronización de trama 2 (X1X11111) está en las tramas impares (1,3,5,7,9,11,13,15).

3.2 JERARQUÍAS DE TRANSMISIÓN

3.2.1 Jerarquías de T1 y TDM

En una manera análoga para la jerarquía FDM, AT&T estableció una jerarquía digital TDM que se ha convertido en la norma para el sistema americano. Empezando por una señal DS1 como un bloque fundamental ya establecido, todos los demás niveles son implementados como una combinación de algún número de señales de un nivel más bajo.

El diseño de los multiplexores digitales de un nivel más alto refleja los niveles de entrada y salida.

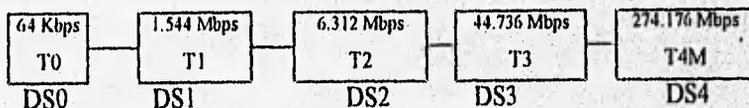
Por ejemplo, un multiplexor M12 combina 4 señales DS1 para formar una señal DS2. La tabla siguiente muestra variados niveles de multiplexaje y la transmisión media utilizada por cada uno que abarca desde el portador T0 y T1 hasta el sofisticado sistema de fibra óptica (FT-4E-432), que trabaja a 432 Mbps. Los canales de los portadores T de menor velocidad se agrupan en mazos para utilizar más eficazmente las facilidades de transmisión y los caminos de la red.

Número de señal digital	Número de circuitos o canales de voz	Designación de multiplexor	Velocidad de transmisión (Mbps)	Sistema y medio de transmisión
DS0	1		0.064	T0 - UTP
DS1	24	Banco de canal D (24 in Analog)	1.544	T1 - UTP
DS1c	48	M1C (2 DS1 input)	3.152	T1c - UTP
DS2	96	M12 (4 DS1 input)	6.312	T2 - UTP
DS3	672	M13 (28 DS1 input)	44.736	FT3 - ondas y f.op.
	1344		90.524	FT3c - f.op.
DS4	4032	M34 (6 DS3 input)	274.176	T4M - Coaxial
	2016		140.0	FT-4E-144 - f.op.
	6048		432.0	FT-4E-432 - f.op.

Nótese que la tasa de bits de un multiplexor de señal de alto nivel es más alta que las tasas combinadas de las entradas de más bajo nivel. La cifra en exceso está incluida para cierto control y funciones de sincronización.

En los sistemas TDM se pueden reducir los 1's y 0's a una duración muy corta, así se pueden concentrar en el periodo que se disponga en el canal de portadora digital.

Los ordenes de multiplexaje de la familia de portadores T se representa a continuación por medio de un diagrama a bloques:

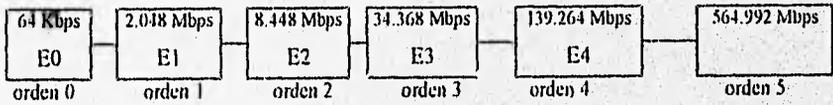


Una jerarquía digital similar ha sido establecida por CCITT como una norma internacional. Como se muestra en la tabla siguiente esta jerarquía es similar a la norma de Norteamérica pero implica distintos circuitos de voz en todos los niveles.

Número de nivel	Número de circuitos o canales de voz	Designación Multiplexor	Velocidad de Transmisión (Mbps)
CEPT1	30		2.048
CEPT2	120	M12	8.448
CEPT3	480	M23	34.368
CEPT4	1920	M34	139.264
CEPT5	7680	M45	565.148

3.2.2 Jerarquías de E1

La familia de portadores E1 que han evolucionado por las mismas razones de el sistema anterior (uso eficaz de las facilidades de transmisión y caminos de la red) y para cubrir el tráfico de manera suficiente en una troncal, resultan en una jerarquía completa de tasas de bits. Se parte igualmente de una señal simple de 64 Kbps, de orden cero, (DS0) y posteriormente a múltiplos de ella en los siguientes ordenes de multiplexaje:



3.2.3 Jerarquías de SONET y SDH

Los parámetros de datos y las designaciones de señal de la jerarquía SONET-SDH se muestran a continuación:

Señal eléctrica SONET	Designación de CCITT SDH	Señal óptica	Velocidad de transmisión (Mbps)
STS-1		OC-1	51.84
STS-3	STM-1	OC-3	155.52
STS-9*	STM-3	OC-9	466.56
STS-12*	STM-4	OC-12	622.08
STS-18*	STM-6	OC-18	933.12
STS-24*	STM-8	OC-24	1244.16
STS-36*	STM-12	OC-36	1866.24
STS-48*	STM-16	OC-48	2488.32

*No definidos en estándares eléctricos

Nota: se planean nuevas jerarquías extendibles a velocidades de hasta 13 Gbps

Al nivel más bajo esta la señal básica de SONET que es referida como la señal de transporte de sincronía de nivel uno (STS-1). Las señales de un nivel más alto son las STS-n; una señal STS-n se compone de "n" bytes entrelazados con señales STS-1.

La parte óptica de cada señal STS-n es una señal óptica "OC-n". La tabla también incluye una nomenclatura de señal CCITT para la jerarquía SDH, la cual se refiere a señales de módulos de transporte sincrónico-n.

Debido al uso común de la jerarquía de señal CCITT, no puede ser utilizada efectivamente como una señal de 51.84 Mbps, la señal de nivel más baja de STM es de 155.52 Mbps.

A pesar de que la especificación de SONET primeramente concuerda con las normas de OC-n, las señales eléctricas sin la jerarquía SONET son útiles sin una función de conmutación para la interconexión de elementos de la red.

El primer paso en el proceso de multiplexaje de Sonet envuelve una generación de 51.84 Mbps, la cual es una señal para cada tributaria. Esta señal contiene la carga de tráfico más el encabezado de transporte. Una variedad de tipos tributarios son acomodados como se representa en el siguiente diagrama:

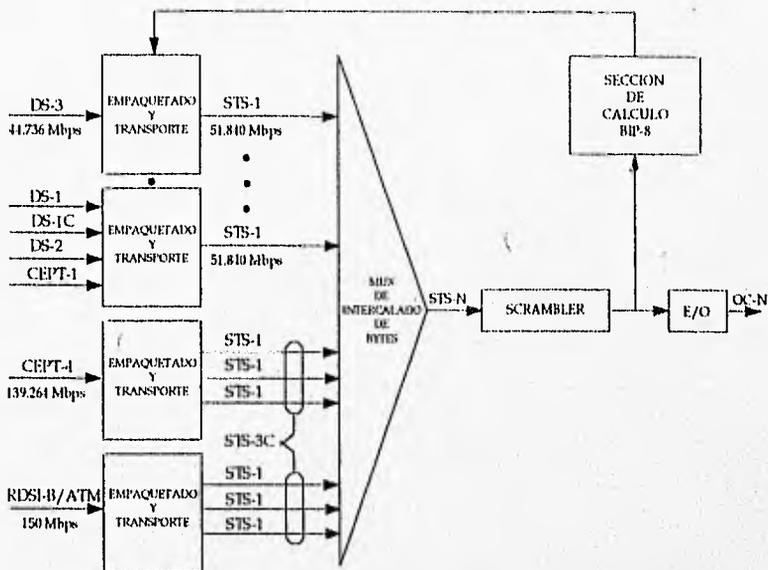


DIAGRAMA FUNCIONAL DE MULTIPLEXAJE DE SONET

Una señal STS-n es creada al entrelazar bytes de señales de n STS-1, éstas señales están mutuamente sincronizadas. Ya que no hay un ajuste de tiempo, se requiere que sea cuando vaya a niveles de formatos múltiples. Todo el ajuste del tiempo se hace para generar las señales de SRS-1. No importa la naturaleza del tráfico tributario, se sincroniza a 51.84 Mhz.

El nivel de señales ópticas es generado por una señal STS-n y después convertidas de una señal eléctrica a una óptica. Los formatos de STS-n y OC-n son idénticos, un sistema de SONET es definido como una jerarquía de 3 niveles: secciones, líneas y caminos. Cada uno de éstos niveles se dedica a administrar y mantener un respectivo nivel. Tal como indica el diagrama anterior, una de las funciones de la señal STS-n es envolver el cálculo y transmisión de un byte de toda la señal.

3.2.4 Jerarquías de ATM y RDSI-B

Debido a la demanda de una banda amplia con fibra óptica, transmisión de facilidades y conexión digital a cifras superiores a 2.048 Mbps se hacen viables económicamente para aplicaciones de usuario.

Las recomendaciones de CCITT en este campo son ofrecidas a velocidades de hasta 155 Mbps o posiblemente 620 Mbps (OC-12).

Debido a muchas de las potentes aplicaciones para RDSI-B y ATM, un transporte de arquitectura flexible es necesario para soportar una variedad de canales y parámetros enlistados en la siguiente tabla de tasas de transmisión:

Designación:	Velocidad de transmisión:
D	16 kbps
B	64 kbps
H0	384 kbps
H11	1.536 Mbps
H12	1.920 Mbps
H21	32.768 Mbps
H22	44.160 Mbps
H4	135 Mbps

Respecto a ATM utiliza múltiples posiciones en sistemas TDM. Esta banda se adapta de acuerdo al tamaño de datos asociados con cada derivación.

Esto se debe a que ATM es básicamente como una red y reúne las necesidades de comunicaciones de más alta velocidad. La introducción de ATM en el presente se complica con los retardos anticipados. Los canales de voces pueden tolerar relativamente mayores magnitudes de error. ATM asegura la información ya que ninguna es perdida porque en TDM el multiplexaje es más robusto que en ATM.

Cualquier capa particular de esta arquitectura puede convertirse en una aplicación independiente, pero las capas de arriba y abajo necesitan proveer una especialización para soportar los diversos requerimientos

3.3 SEÑALIZACIÓN

La señalización es información utilizada en sistemas de comunicación para poder informar sobre el estado en que se encuentra un canal de transmisión.

La señalización digital por frecuencia de voz se clasifica en los sistemas R1 y R2.

3.3.1 Señalización R1

Este sistema se utiliza en el plan de modulación T1, para sistemas americanos. Como en T1 cada 6 tramas se sacrifica el último bit de la palabra de información para señalización en las tramas T5 y T11, se tienen dos bits (a,b) cuyo valor representa los estados en que se encuentra la comunicación durante cada multiframea.

Los estados de señalización y sus valores para los bits a y b son:

- ◆ Idle o estado libre (00)
- ◆ Seize o estado de descolgado o toma (11)
- ◆ Seize acknowledge o estado de reconocimiento de toma (11) (se recibe una señal de invitación a marcar)
- ◆ Answer o estado de conversación (11)
- ◆ Liberation o liberación (00)

3.3.2 Señalización R2

Este sistema es utilizado donde se usa el plan europeo de modulación E1, donde vimos que en el intervalo de tiempo 16 se lleva la señalización en palabras de 8 bits que se divide en 2 para los estados de dos canales. El sistema R2 se divide en la señalización de línea (PCM-R2) y en la señalización de registro (MFC).

La señalización de línea (PCM-R2) utiliza como ya vimos solo los bits a y b para señalización de cada canal. Estos bits pueden ser los de la señalización hacia adelante o de ida (forward) o los de regreso o hacia atrás (backward) y los estados que representan según su valor son:

- ♦ Bit "af" representa el estado de operación del equipo de conmutación en el transmisor: 1= Estado de desconexión; 0= Estado de toma.
- ♦ Bit "bf" representa el estado de operación del enlace:
1= Enlace no disponible; 0= Enlace disponible.
- ♦ Bit "ab" representa el estado de operación de la línea de usuario:
1= Estado de reposición de llamada; 0= Estado de contestación.
- ♦ Bit "bb" representa el estado de operación del equipo de conmutación en el receptor: 1= Estado de conversación; 0= Estado libre.

Nota: Las letras f y b después de los bits representan la señalización hacia adelante y hacia atrás respectivamente. Los bits cambiarán su valor según transcurra la comunicación entre el transmisor y receptor.

La señalización de registro (MFC) o señales multifrecuencia transmiten información entre el emisor de código de salida y el receptor de código en la llegada, basada en un código resultante de la combinación de dos frecuencias elegidas de entre seis. Esto se realiza bajo una secuencia obligada en la que el extremo de salida tiene que recibir la señal de acuse de recibo de la señal que este enviando para poder transmitir la siguiente. Este ciclo o secuencia tiene una duración entre 200 y 300 ms (3 a 5 ciclos de señalización por segundo).

El sistema MFC permite establecer 15 señales hacia adelante y 15 hacia atrás con el uso de dos grupos de frecuencias, cada uno con la combinación de dos grupos de frecuencias entre seis.

Las señales MFC se dividen en señales de avance (grupo de frecuencias de señales hacia adelante: 1380, 1500, 1620, 1740, 1860 y 1980 Hz) y en señales de mando (grupo de frecuencias de señales hacia atrás: 1140, 1020, 900, 780, 660 y 540 Hz).

3.4 CÓDIGOS DE LÍNEA

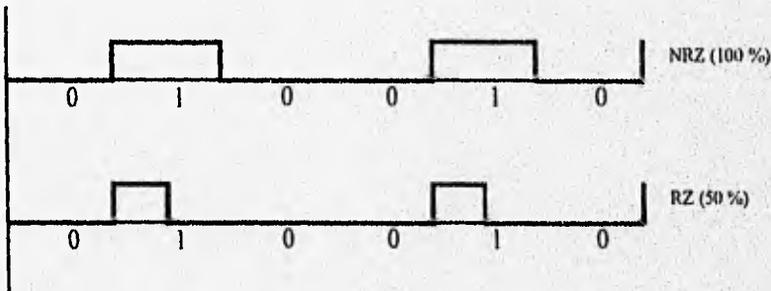
Son procesos por el cual la señal formada por una serie de pulsos binarios y unipolares (cabe decir que binario es porque puede tomar valores de 1's y 0's y unipolar porque sólo tiene una polaridad) que viajan en un medio de transmisión, debe ser modificada de tal manera que la información que lleva no se pierda.

Las ventajas que presentan los códigos de línea es de que puedan adaptar la señal eléctrica u óptica a las características del medio físico (vistos en el capítulo 1) y el mejor aprovechamiento en cuanto a efectividad del medio de transmisión, así como la posibilidad de corrección de errores en la transmisión al detectar bits que violan la regla de código.

Estos pulsos se presentan de dos tipos:

3.4.1 NRZ (no retorno a cero). En este caso el bit o pulso ocupa todo el espacio, por lo que si hay dos 1's seguidos se juntan.

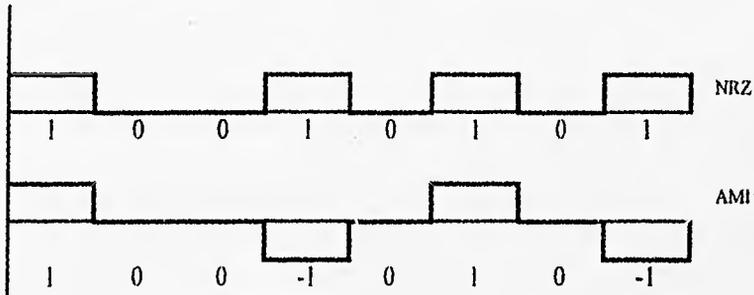
3.4.2 RZ (retorno a cero). Aquí el bit solo ocupa la mitad de tiempo, descendiendo a cero lo que da mayor protección contra interferencia entre símbolos.



3.4.3 AMI

La señal RZ o NRZ debido a su unipolaridad, posee un alto contenido de C_d , para remediar esto, la señal es convertida a un código; el más sencillo es el AMI o inversión de marcas alternadas.

Consiste únicamente en invertir la polaridad de los pulsos uno respecto al anterior. Al combinar esto la señal se convierte en bipolar y por lo consiguiente se elimina la corriente directa de la señal.

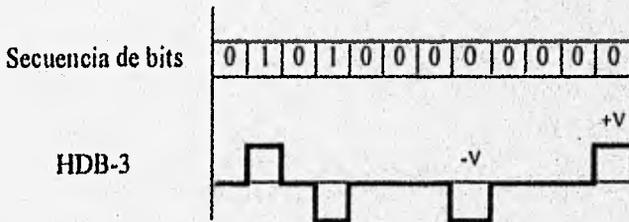


3.4.4 HDB-3

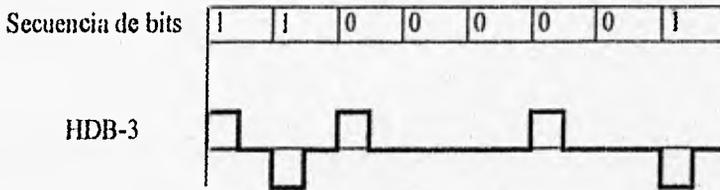
El código HDB-3 (High Density Bipolar - Three) es utilizado comúnmente en los sistemas de codificación europeos, para los sistemas americanos se utiliza otro código denominado B8Zs.

En HDB-3 se deben seguir las siguientes reglas:

- 1.- Cuando existen más de 3 ceros consecutivos, en la posición del 4º cero se insertará un bit de violación bipolar, con la misma polaridad del bit anterior con el fin de romper la alternancia, según la siguiente gráfica.



- 2.- El bit de violación bipolar (v) como su nombre lo indica se inserta de forma alternada como en el segundo bit de violación de la gráfica anterior.
- 3.- Si el bit de violación no rompe alternancia se inserta un bit de relleno en la posición del primer cero con la misma polaridad que el bit de violación.



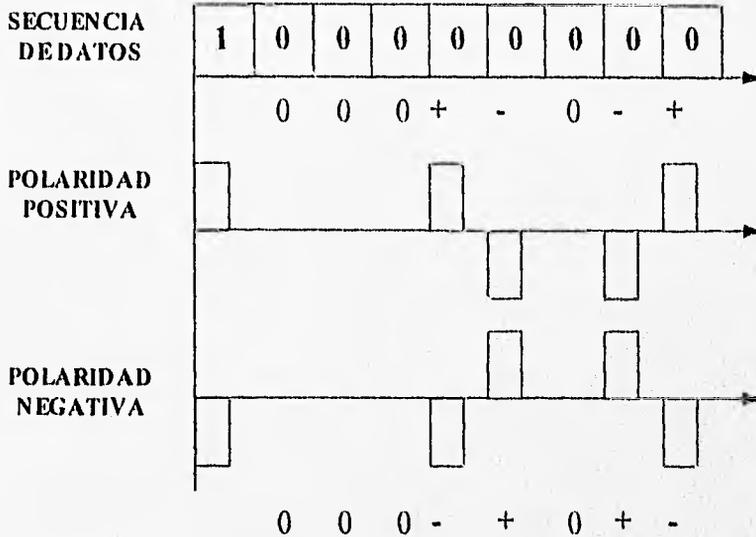
- 4.- Si al aplicar la regla anterior, el siguiente bit de información tiene la misma polaridad que el bit de violación y el bit de relleno, se invierte la información para evitar tres "1's" de la misma polaridad como puede verse en en el último "1" de la gráfica anterior.

3.4.5 B8ZS

Este se utiliza en los sistemas de codificación americanos. Su objetivo es sustituir una secuencia de 8 bits consecutivos iguales a "0" con pulsos de violación bajo las siguientes reglas:

- 1.- Si el pulso anterior a la secuencia de 8 ceros tiene una polaridad positiva, se introduce en lugar de ellos la siguiente secuencia: 000+-0+- (donde + y - son pulsos positivos y negativos).
- 2.- Si el pulso anterior a los ceros es de polaridad negativa se introduce en su lugar la siguiente secuencia: 000-+0+-.

En la gráfica siguiente se muestra este código:



3.4.6 4B3T

Este es un código ternario, llamado así porque en su numeración utiliza tres posibilidades de representación de una magnitud (0, + y -) y el código binario solo 2 posibilidades (1 y 0).

La función de este código es agrupar 4 bits de la señal para solo representarlos en 3 dígitos ternarios. Para esto se requieren solo 16 de las 27 posibles palabras de 3 dígitos, sin embargo se utilizan 26 de las posibilidades, de acuerdo a la siguiente tabla:

Palabra binaria, 4 bits	Palabra 4B3T
0000	--- ó +++
0001	--0 ++0
0010	-0- +0-
0011	0-- 0++
0100	--+ +-+
0101	-+- +-+
0110	+-- -++
0111	-00 +00
1000	0-0 0+0
1001	00- 00+
1010	0+-
1011	0-+
1100	+0-
1101	-0+
1110	+0-
1111	-+0

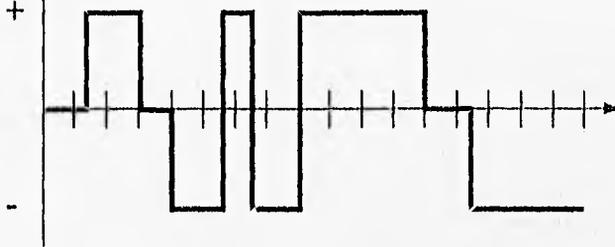
Cómo puede verse en las palabras del código existen palabras con 2 posibilidades o que son equivalentes y se utiliza una u otra de manera alternativa para mantener un balance de corriente directa en la señal. Si se transmiten en promedio más pulsos positivos que negativos se usan las palabras de la izquierda y si es al contrario se usan las palabras de la derecha. Las restantes palabras del código 4B3T no tienen equivalencia porque están equilibradas en su contenido de corriente directa.

Un ejemplo de transición de una secuencia de bits a 4B3T es:

SECUENCIA DE DATOS

1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1

CODIGO DE LINEA



3.4.7 2B1Q

Este es un código cuaternario (porque tiene 4 posibles representaciones de magnitud) que transmite palabras de 2 bits de la señal a palabras de un dígito de acuerdo a la siguiente equivalencia:

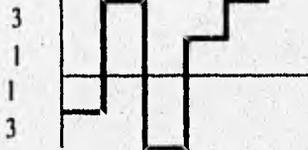
Palabra binaria, 2 bits	Palabra 2B1Q
00	-3
01	-1
10	+3
11	+1

En la gráfica siguiente se muestra este código:

Secuencia de bits

1 10 0 11 10

2B1Q



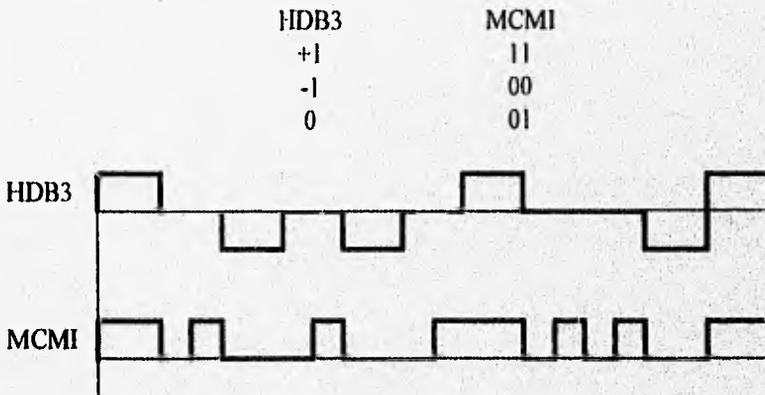
3.4.8 Código de Línea Óptico "MCMI"

Debido al cambio de medio de transmisión (cable coaxial-fibra óptica) es necesario convertir el código de interfase especificado por el CCITT.

Para sistemas de 34 Mbps, el código CMI modificado MCMI (Modified Coded Mark Inversion) 1B2B, es el utilizado y tiene las siguientes ventajas:

- Conversión muy simple de la señal de interfase modificada HDB3 a la señal de línea de 2 niveles.
- Conversión igualmente simple para regresar al código HDB3 al final de la recepción.
- Circuito de poca complejidad, bajo consumo de energía y gran confiabilidad.

La señal de la interfase codificada en HDB3 es convertida a la señal codificada MCMI para línea óptica de acuerdo al principio de conversión mostrado:



3.5 RUIDO

3.5.1 JITTER

- El jitter o jitter de demora se define como las pequeñas variaciones de los instantes significativos de una señal digital de su posición ideal en el tiempo.

Actualmente el jitter es una de las limitaciones más importantes de la tecnología que utiliza el sistema PCM como un vehículo de transmisión.

Otra definición del jitter es el desplazamiento de los cruces por cero de una señal (digital o analógica) de su tiempo esperado de ocurrencia. Se podría considerar como una modulación de fase no deseada. Tal jitter afecta los procesos de decisión en el tiempo apropiado.

Los regeneradores son la fuente primaria de jitter. En la línea el jitter puede ser sistemático o no sistemático. El sistemático puede ser causado por el desplazamiento de los pulsos, es decir, donde la cresta del pulso no coincide con las crestas de temporización del regenerador o las transiciones están desplazadas, la interferencia intersimbólica (dependiente de los patrones de pulsos específicos) o el desplazamiento del umbral del reloj local. El jitter no sistemático puede ser originado por las variaciones en el tiempo que ocurren de un repetidor a otro y por la diafonía.

Cuando hay largas cadenas de repetidores, el jitter sistemático es predominante y acumulativo, aumentando los valores rms como N a la $1/2$, donde N es el número de repetidores de la cadena. El jitter es también proporcional al ancho de banda del filtro de los repetidores. El aumento de Q o factor de calidad de estos filtros tiende a reducir el jitter regenerado en la señal pero también, aumenta la tasa de error debido al muestreo de la señal en tiempos no óptimos.

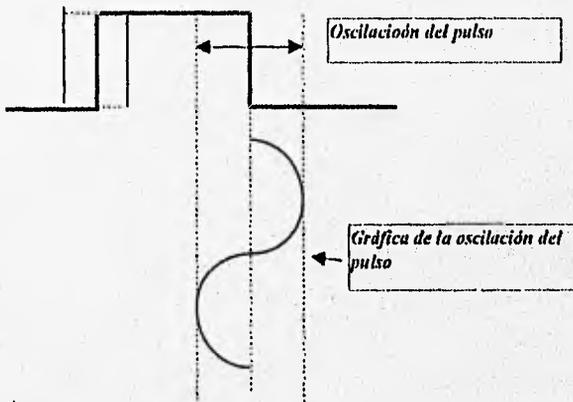
El principal efecto del jitter en la señal analógica resultante después de ser decodificada es la distorsión de la señal. La señal analógica derivada a partir de un tren de pulsos PAM el cual es entonces llevado hacia un filtro pasabajos. El jitter desplaza a los pulsos PAM de su posición adecuada,

manifestándose esto como una modulación por posición de pulsos PPM no deseada.

Debido a que el jitter varía con el número de regeneradores que se coloquen en serie, este es uno de los principales inconvenientes de líneas largas para los sistemas de transmisión de PCM a altas velocidades. El jitter también afecta a los sistemas de alto orden.

Unidades de medición del Jitter

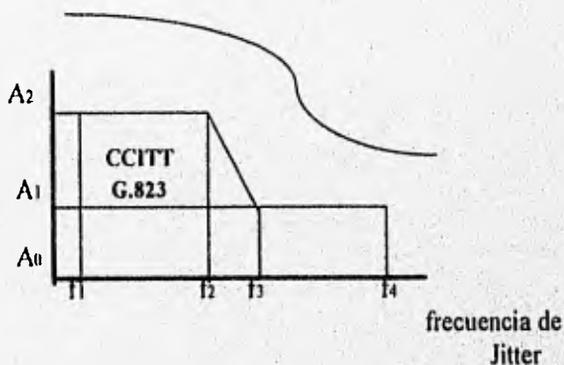
El jitter se mide en unidades internacionales (UI). Un UI es igual a 180° . Así mismo, se puede expresar esta desviación en partes por millón. Para el caso de primer orden de 2048 Kbps se tiene una tolerancia de ± 50 partes por millón.



- **Jitter propio.** Es causado principalmente por ruido (ruido de fase de cuarzos y circuitos lógicos). Es una medida de la modulación en fase interferente ocurrida dentro de una determinada unidad de sistema. Por ser aleatorio no es correlativo y no se acumula por muy pequeña que sea su influencia sobre la calidad de transmisión. Siempre se mide en transmisión.
- **Tolerancia de Jitter.** Este no se puede quitar, debe ser tolerado, por lo que a la capacidad que tiene un sistema de soportar la fluctuación de fase sin que el sistema alarme, se llama tolerancia de jitter. Se mide en la recepción.

Considerando que hay dos parámetros del jitter, amplitud en UI y la frecuencia del jitter (Fj) en Hz, existe una tabla recomendada por CCITT, que muestra los parámetros anteriores que deben ser tolerados por el sistema sin alamar:

	Ampl (UI's) /			Fecuencia					PRBS
	A0	A1	A2	f0	f1	f2	f3	f4	de prueba
64	1.5 18 μseg	0.25	0.05	1.2 x 10 exp -5 Hz	20 Hz	600Hz	3 KHz	20 KHz	11 2 - 1
2048	36.9 18 μseg	1.5	0.2		20 Hz	24KHz	18 KHz	100KHz	15 2 - 1
8448	152 18 μseg	1.5	0.2	1.2 x 10 exp -5 Hz	20 Hz	400 Hz	3 KHz	400KHz	15 2 - 1
31368	*	1.5	0.15	*	100 Hz	1 KHz	10 KHz	800KHz	23 2 - 1
139264	*	1.5	0.075	*	200 Hz	500 Hz	10 KHz	3.5MHz	23 2 - 1



Estando presente la fluctuación de fase en la entrada de un sistema de transmisión, en muchos casos habrá una fluctuación residual a su salida. Comúnmente, los componentes del jitter de alta frecuencia son fuertemente atenuadas y las de baja frecuencia pasan casi inalteradas. Puede ocurrir que el jitter sea un poco amplificado y causar problemas con el encadenamiento de las unidades del sistema.

3.5.2 BER (Tasa de error de bit)

En un primer caso cuando la probabilidad promedio de error de símbolo (P_e) es aceptablemente pequeño, (Siendo un símbolo un byte o palabra de longitud $m = \log_2 M$ (bits)), encontramos que la probabilidad de equivocarse un símbolo por cualquiera de los dos "más cercanos" símbolos (en fase) es mucho más grande que cualquier otro tipo de error de símbolo. Más aún, dando un error de símbolo, el más probable número de errores de bits es "1". Puesto que hay $\log_2 M$ bits por símbolo, se obtiene que la tasa de error de bit está relacionada a la probabilidad de error de símbolo por:

$$\text{BER} = P_e / \log_2 M \quad \text{Para } M \text{ mayor o igual que } 2$$

M es el número de símbolos distintos resultado de combinaciones de bits de longitud m .

En un segundo caso se asume que todos los errores de símbolo son igualmente probables y ocurren con probabilidad:

$$P_e / (M-1) = P_e / (2^{\exp K} - 1)$$

Donde P_e es la probabilidad de error de símbolo, $K = \log_2 M$. Puesto que hay: $K! / (K-k)! k!$, formas en las cuales k bits pueden estar en error, el número promedio de errores de bit por símbolo es:

$$2^{\exp(K-1)} K P_e / (2^{\exp K} - 1).$$

La tasa de error de bit se obtiene dividiendo la ecuación anterior por K :

$$\text{BER} = P_e 2^{\exp(K-1)} / (2^{\exp K} - 1) = P_e (M/2) / (M-1)$$

Notar que para una M grande, la tasa de error de bit se aproxima al valor límite de $P_e/2$.

3.5.3 Pérdida de Inserción o Atenuación.

Toda señal eléctrica al propagarse por una línea, sufre inevitablemente una pérdida de potencia que se evalúa por una relación logarítmica y se mide en decibeles (dB):

$$N(\text{dB}) = 10 \log (\text{Potencia enviada/Potencia recibida})$$

Esta pérdida de inserción de una línea se mide a una frecuencia de referencia que normalmente se toma a 800 Hz. En líneas formadas solo por conductores físicos, esta atenuación será la misma en ambos sentidos si los amplificadores o multiplexores en general que pudieran intervenir tienen también los ajustes adecuados.

3.5.4 Distorsión de Atenuación.

Ya que toda señal compleja está formada por la superposición de una serie, en teoría infinita, de frecuencias puras y las líneas de transmisión presentan una atenuación distinta a cada frecuencia, entonces la señal reproducida en la recepción puede no corresponder exactamente a la original, al haberse alterado los valores no solo absolutos sino también los relativos de sus frecuencias componentes.

El grado con que la señal recibida deja de identificarse con la original por estas causas, se denomina distorsión de atenuación y se caracteriza mediante la "respuesta atenuación/frecuencia", es decir, representando en un plano los valores de atenuación de la línea para varias frecuencias dentro de la gama a transmitir, o sea, las diferencias de estos valores respecto al obtenido a 800 Hz (frecuencia de referencia).

3.5.5 Distorsión de Retardo de Grupo.

Por las mismas razones que las líneas de transmisión presentan una atenuación dependiente de la frecuencia, tienen un tiempo de propagación variable con la frecuencia, es decir, las distintas frecuencias puras componentes de una señal compleja se propagan a velocidades distintas, lo que trae como consecuencia una distorsión en la señal recibida que se conoce como "distorsión de retardo de grupo" o "distorsión de fase", cuantificándose,

igual que en el caso anterior, por la "respuesta retardo de grupo/frecuencia" para la que se toma como referencia (retardo cero) la frecuencia que se propaga a mayor velocidad, y cuyo valor depende de la propia constitución de la línea.

Este fenómeno carece de importancia y no se toma en consideración para la transmisión de una conversación telefónica. Sin embargo, tiene un efecto importante sobre las señales de transmisión de datos y es de vital importancia en el caso de altas velocidades.

3.5.6 Ruido Sofométrico.

El "ruido aleatorio" o "ruido blanco" que existe inevitablemente en toda línea de transmisión, puesto que es consustancial con su propia naturaleza, es un factor determinante, de la velocidad máxima que puede alcanzarse en un determinado circuito destinado a transmisión de datos, siendo en todo caso insoslayable al fijar la calidad de un circuito.

En esta clase de ruido puede estar presente cualquier frecuencia. No obstante, al medirlo se realiza una ponderación, dando a cada frecuencia una significación con el resultado de la medida, según el efecto real que produce sobre el oído humano. Para ello se emplea un elemento llamado sofómetro.

La cuantificación de un nivel de ruido se realiza expresándolo en dBmOp, que representa la relación (expresada en dB) entre la potencia del ruido y la de una señal de prueba, en un punto particular del circuito conocido como de nivel relativo cero (1 mW normalmente). De aquí puede deducirse el valor absoluto de la potencia de ruido.

No obstante, es más frecuente utilizar el concepto de relación señal/ruido, indicando el número de dB que separa las potencias respectivas en un punto dado.

3.5.7. Ruido Impulsivo.

Podríamos definirlo como picos de ruido de muy corta duración y elevado nivel. Lógicamente tiene un incidencia fundamental en la transmisión

de datos, ya que contribuye de forma sustancial a configurar la frecuencia y distribución de errores en línea, dato básico para el diseño de un sistema completo de transmisión de datos.

El origen de este tipo de ruido hay que buscarlo básicamente en las fuertes inducciones que se producen sobre un circuito telefónico, consecuencia de conmutaciones electromecánicas de cualquier tipo (motores, conmutadores, interruptores, etc.) que se realice en sus inmediaciones.

La medida se realiza contando el número de veces, en un determinado espacio de tiempo, que los picos sobrepasan un nivel prefijado conocido como umbral.

3.5.8 Interferencia Intersimbólica.

Cuando un pulso pasa por un filtro pasa baja, su salida es una onda: $\text{sen } x/x$, a una escala apropiada del sistema y retrasada en amplitud y fase. Con pulsos espaciados $T = 1/2B$ (B ancho de banda del filtro) segundos, la onda recibida, en los instantes de muestreo adecuados, produce interferencia cero entre pulsos adyacentes.

Alcanzar esto entre pulsos requiere una sincronización precisa entre Tx y Rx y que el medio de transmisión se comporte como un filtro paso bajos ideal.

El resultado es que cada pulso recibido es afectado un poco por los pulsos adyacentes. En el caso de la modulación de pulsos multicanal, el traslape entre pulsos da origen a confusión entre canales ó ISI, la cual puede reducirse ensanchando la banda de Tx lo cual puede ser innecesario si no es controlada. Por tanto se trata de diseñar las ondas de la señal recibida (y en consecuencia los filtros de Tx) para minimizar la ISI dentro de un ancho de banda de Tx tan pequeño como sea posible.

3.5.9 Desviación de Frecuencia.

En los circuitos donde intervienen canales de sistemas múltiplex tipo MDF, se producen modulaciones y demodulaciones en las cuales, si los osciladores que generan las portadoras no son rigurosamente idénticas, se

producen pequeñas diferencias de frecuencia entre la señal recibida y la transmitida. El CCITT recomienda que esta desviación no supere los 2 Hz.

3.5.10 Fluctuación de Fase.

Se define como desplazamiento del paso por cero de una señal, con respecto a los instantes previstos.

Puede interpretarse como variaciones lentas y casi permanentes de la fase de la señal, que se aprecian si se lleva a un osciloscopio, por un temblor de la imagen que, por la persistencia de la misma, se convierte en "un trazo muy grueso".

Las causas de este fenómeno distorsionante son variadas. Las más frecuentes son:

- Rizado de alimentación: Por efectos de filtraje o inducciones en general, la corriente de red (60 Hz) y sus primeros armónicos modifican la fase de los osciladores y por ello producen fluctuaciones.
- Inestabilidad de la frecuencia de la red
- Interferencias de corrientes de llamada
- Variaciones de carga de los osciladores, etc.

3.5.11 Eco.

Es una señal de las mismas características que la original; pero atenuada y retardada respecto a la misma. El efecto nocivo del eco, que afecta tanto a la conversación telefónica como a la transmisión de datos, es mayor cuanto menos atenuada y más retardada llega la señal perturbadora.

Se produce por desequilibrio en los transformadores híbridos de conversión de 2 a 4 hilos, así como en cualquier punto en que existe una reflexión de energía por desadaptación de impedancias.

Para que las señales reflejadas se reciban con un retraso apreciable, deben recorrer grandes distancias, por lo que este fenómeno del eco sólo se produce en comunicaciones intercontinentales, vía satélite, etc. En estos casos, los circuitos telefónicos van dotados de elementos supresores de

eco que impiden la transmisión simultánea en ambos sentidos, elementos que se inhiben cuando el circuito se usa para transmisión de datos.

3.5.12 Saltos Bruscos de Fase, de Ganancia, y Microcortes.

. A lo largo de una comunicación pueden aparecer una serie de fenómenos transitorios de muy corta duración en forma de saltos bruscos de fase, variaciones de nivel, microcortes, etc., la mayor parte de las veces debidos a conmutaciones de equipos normales por reserva y viceversa en algún punto de la ruta seguida por el circuito.

Estos fenómenos, que no son apreciables en la conversación telefónica, producen una ráfaga de errores en transmisión de datos. De todas formas su aparición no es, afortunadamente, muy frecuente (suelen pasar horas entre saltos sucesivos).

4. CONFIGURACIÓN DE LA RedUNAM

INTRODUCCIÓN

Una vez revisados los conceptos procederemos a aplicarlos al presente texto.

RedUNAM o Red Integral de Telecomunicaciones de la UNAM se considera una red de área amplia (WAN) cuyo proyecto es el más ambicioso que la UNAM ha desarrollado para la transmisión de voz y datos entre sus Facultades, Institutos, Escuelas, Centros de Investigación, además de dependencias externas como instituciones educativas, de investigación y comerciales, tales como:

Advanced Network & Systems Inc. (Houston Texas)
Universidad de RICE (Houston)
Banco de México
Televisa
Centro Nacional para Prevención de Desastres (CENAPRED)
CICESE (Ensenada Baja California)
CIMMYT
CINVESTAV
Colegio de México
Comisión Federal de Electricidad
CONACYT
Instituto Mexicano del Petróleo
Instituto Mexicano del Transporte
ITAM
Multivisión
Secretaría de Comunicaciones y Transporte
Universidad Autónoma Metropolitana
Universidad de Guanajuato
Universidad Iberoamericana
Universidad La Salle
Universidad Panamericana

Los objetivos planteados para la UNAM son:

- Promover el intercambio de ideas, proyectos y opiniones que enriquezcan a los pueblos, institutos e individuos.
- Apoyar el avance tecnológico y enriquecimiento del acervo cultural de la UNAM y con ello el de México proporcionando una infraestructura que

satisfaga el libre tránsito de información que generan las diversas instituciones para así proveer conocimientos al país y al mundo.

- Dar acceso a bancos de información y otras fuentes de conocimiento a todo aquel que este interesado como: estudiantes, personal académico, administrativo, investigadores, instituciones, etc.

Además del beneficio de poder acceder información en dependencias de la Universidad, RedUNAM se encuentra conectada a la red de computadoras más grande del mundo: INTERNET, que es una red que está presente en más de 135 países y se compone de alrededor de 35,000 redes con aproximadamente 2,200,000 computadoras; sus usuarios, más de 25,000,000 forman parte del gran ramo de la investigación, docencia, gubernamentales o comerciales.

RedUNAM tiene dos enlaces hacia INTERNET: el principal es con la Universidad de RICE y un enlace secundario con ANS (Advanced Network Services) también localizado en Houston EU. Ambos enlaces están realizados a través de la RDI que proporciona la infraestructura de TELMEX.

4.1 ESTADO ACTUAL DE LA RedUNAM

En el presente Red UNAM cuenta con "47" nodos de cómputo y telecomunicaciones enlazados entre sí a través de fibra óptica, satélite y microondas principalmente. Para la transmisión de voz, la red telefónica digital tiene una capacidad instalada de 13,000 servicios, alimentados por 2,400 troncales conectadas vía fibra óptica con las centrales telefónicas públicas. En cuanto a transmisión de datos e imágenes, la red de cómputo cuenta con la infraestructura para la conexión de más de 200 redes distribuidas en todo el país.

Esta infraestructura permite que el 90% de las instalaciones de la Universidad dispongan de uno o más nodos de la red, misma que tiene un crecimiento en términos de tráfico, equipos, enlaces, sistemas y usuarios del 10% mensual.

4.2 ARQUITECTURA DE LA RedUNAM

Clasificaremos la Red Integral de telecomunicaciones (RedUNAM) en dos partes:

- Red telefónica (voz)
- Red de Cómputo (datos)

4.2.1 Red Telefónica.

Esta red nace a raíz de que la población universitaria fue en crecimiento y por lo tanto no contaba con el servicio suficiente, además este servicio era analógico, por lo que se inicia el proyecto por ampliar el número de líneas telefónicas en un sistema 100% digitalizado y distribuido y organizado mediante la unión de varios conmutadores (PBX) enlazados por fibra óptica.

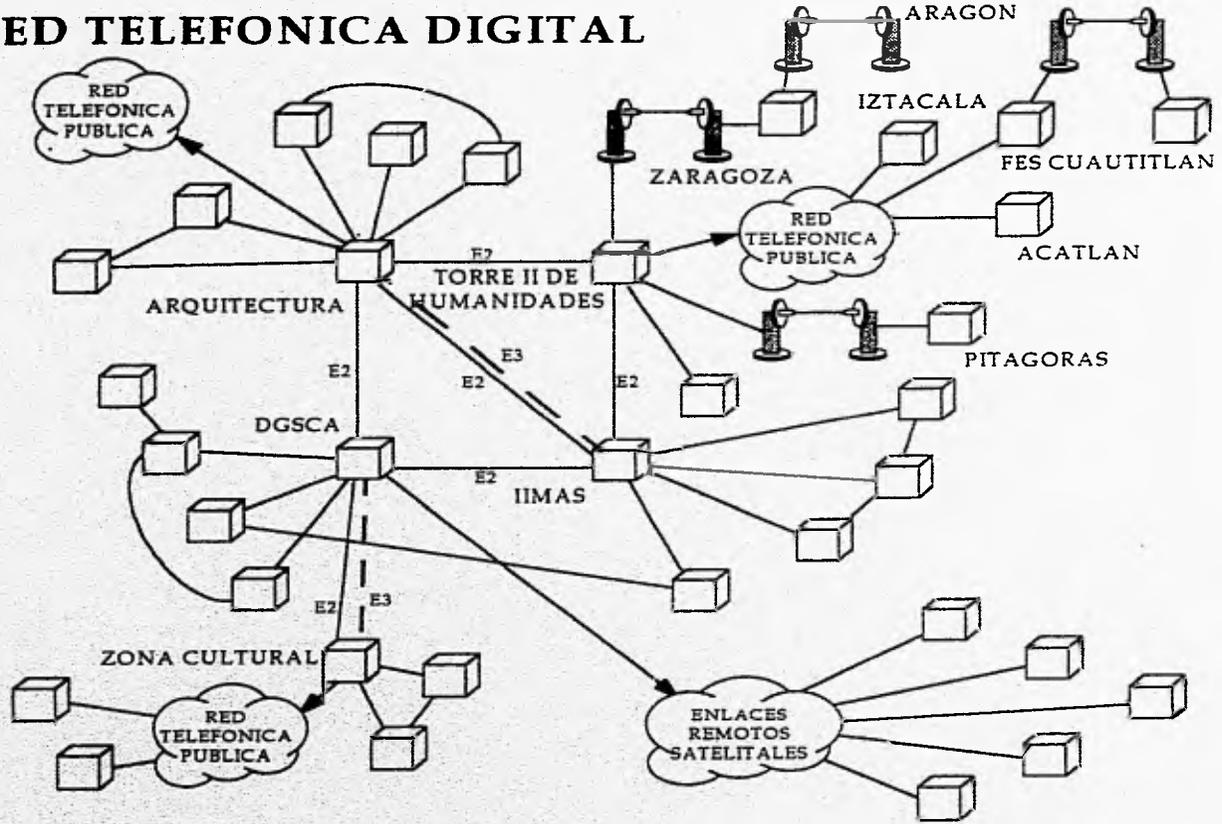
Topología

Su distribución es en forma de malla, enlazando 5 nodos principales (Arquitectura, Torre II de Humanidades, IIMAS (Instituto de Investigaciones Matemáticas Aplicadas y Sistemas), DGSCA (Dirección General De Servicios de Cómputo Académico) y ZonaCultural) a una velocidad de 8.448 Mbps (Jerarquía E2).

Actualmente tiene 25 nodos secundarios comunicados por enlaces a 2.048 Mbps (E1) partiendo de alguno de los nodos principales. Los nodos principales se enlazan a través de un multiplexor digital y fibra óptica multimodo de 62.5/125 μm . La distribución de la red y su conexión con la red telefónica pública es la siguiente:

Los enlaces E1 entre conmutadores se efectúan vía módem óptico "FOT", empleando cable coaxial para voz de 75 ohms de PBX a FOT y fibra óptica de FOT a FOT.

RED TELEFONICA DIGITAL



Protocolo de Comunicación:

Se utiliza el sistema de señalización por canal común No. 7 de CCITT.

La estructura de este sistema se divide en dos partes:

- Una que sirve como método de transporte para la señalización entre funciones de escritorio
- Otra que se refiere a la capacidad de transporte de la información

Con este sistema se utilizan uno o varios enlaces dedicados exclusivamente para transmisión de señalización por lo que los equipos y la información de señalización están separados del tráfico de usuarios. Bajo este esquema hay una mayor seguridad en la transferencia de información y mayor velocidad para establecer una llamada.

Servicios:

Provee múltiples servicios como son:

- Retrollamada
- Conferencia Múltiple
- Enrutamiento
- Transferencia de llamadas
- Líneas programadas para servicios de auxilio (HOT LINES)
- Marcación directa de 5 dígitos para llamadas internas

4.2.2 Red de Cómputo.

Plan de Numeración:

La RedUNAM maneja direcciones IP, esto es que cada máquina o nodo terminal tiene asignada una dirección IP única en todo el mundo, las características de este direccionamiento se vieron con anterioridad en el capítulo 3.

RedUNAM tiene asignadas 2 numeraciones de red clase "B", de acuerdo a IP (Internet Protocol), que son las siguientes:

Identificador de red:

- 132.248.0.0
- 132.247.0.0

Donde los 2 últimos grupos (0.0) se asignan dentro de la administración de RedUNAM.

El primer "0" o grupo a asignar es que define el número de subred (segmento) dentro de RedUNAM que son 254 subredes posibles, esto es:

$$2^{\text{exp}8} - 2 = 254 \text{ (subredes)}$$

El último "0" o grupo a asignar es el que define el número de hosts que se conecta a una subred (segmento), son 254 posibles hosts. Estos 2 procedimientos anteriores de asignación de direcciones se le conoce como subneteo

Cabe recalcar que dependiendo del tamaño, una dependencia que se conecta a RedUNAM puede tener asignados varios segmentos de red, o por el contrario, compartir su segmento con otras instituciones.

Asimismo, RedUNAM tiene asignados otras 17 redes clase "C" que son:

Identificador de red:

- 200.15.1.0 a la 200.15.15.0
- 192.100.199.0
- 192.100.200.0

De estas redes solo el administrador de RedUNAM asigna direcciones para hosts exclusivamente.

La mayor parte de las dependencias tienen asignados 254 nodos, es decir, una red clase "C" o una clase "B" subneteada con máscara: 255.255.255.0.

4.3 CLASIFICACIÓN DE PROYECTOS RedUNAM.

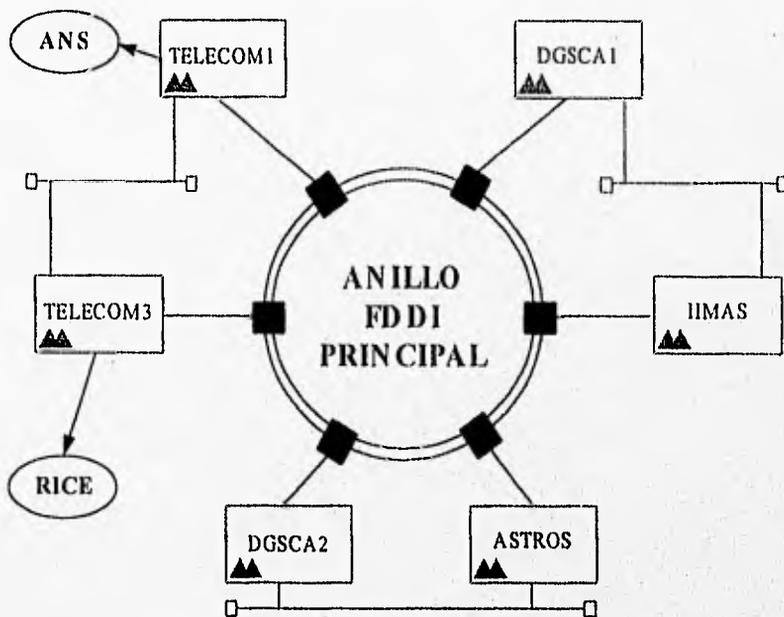
Clasificaremos a la Red de Cómputo o datos RedUNAM en tres grandes proyectos de acuerdo al área geográfica que abarca:

- a) **Campus CU**
- b) **Proyecto Metropolitano**
- c) **Proyecto Nacional**

4.3.1 Campus CU.

Topología y Estándares

El backbone de RedUNAM es un anillo de FDDI cuyas características principales explicamos en el capítulo dos; que se cablea por una fibra óptica activa y una de respaldo que pueden transportar información hasta 100 Mbps cada una y se enlazan a ella con 6 ruteadores principales. A estos ruteadores se encuentran conectadas las redes locales de cada dependenciadentro de la Universidad vía fibra óptica:



RUTEADORES PRINCIPALES EN RedU.N.A.M.

Estas redes ocupan las topologías más empleadas que son variantes de Ethernet: en primer lugar están las tipo estrella enlazadas por medio de par trenzado hacia un concentrador. Se pueden encontrar éstas redes complementadas con enlaces verticales de coaxial grueso en edificios altos o de varios pisos. También se pueden encontrar redes de este tipo cableadas con coaxial delgado pero su uso empieza a decaer debido a las ventajas del par trenzado.

Actualmente la topología Token Ring es muy poco usada y la tendencia es actualizarlas a redes Ethernet; debido a las facilidades de expansión que presenta éste estándar.

Protocolos y Sistemas Operativos

La familia de protocolos TCP/IP que ya se han descrito, es el principal protocolo utilizado en RedUNAM ya que satisface los requisitos que exige la red en sus funciones de red de área metropolitana y de área amplia de

manera expresa, ofreciendo también la posibilidad de atender apropiadamente las redes de área local a su alrededor.

Además de esto los protocolos TCP/IP permiten la conexión transparente entre distintas computadoras como PC's, Mainframes, Macintosh, UNIX, etc., así como la convivencia con los sistemas operativos de red que se utilicen en las redes locales. Son fáciles de configurar y requieren de pocos ajustes conforme la red va creciendo. Son confiables bajo cualquier condición operativa y en caso de ser necesario cuentan con herramientas para la corrección de errores o fallas en el sistema. Conjuntamente a esto brinda al administrador las facilidades para el monitoreo y mantenimiento preventivo del funcionamiento de la red.

Es por estas características que TCP/IP es el protocolo de facto para la conexión a RedUNAM y por consiguiente a INTERNET.

Sobre este protocolo pueden instalarse sistemas operativos de red como Windows NT y sus distintas versiones, LAN Manager, Lantastic, UNIX, Netware y Novell; cuyo uso se diversifica en las diferentes redes locales de la Universidad y que satisfacen necesidades diferentes para cada dependencia.

Medios de Transmisión

Fibra óptica multimodo:

Es uno de los medios más utilizados por todas las ventajas que ya se explicaron anteriormente. Es el utilizado en las redes de área local (LAN), para el cableado de distribución en edificios para enlaces de voz y datos y para el cableado de distribución local de red sin el uso de repetidores.

Sus características son:

- Diámetro: 2.5/125 μm
- Atenuación: 0.85 a 2.7 dB/km para $\lambda=1300\text{nm}$
4 dB/km para $\lambda=850\text{nm}$
- Ancho de banda: 300 a 700 Mhz para $\lambda=1300\text{nm}$
160 a 300 Mhz para $\lambda=850\text{nm}$
- Atenuación por empalme: 0.1 a 0.2 dB
- Diámetro del forro: 245 μm

Fibra óptica monomodo:

Esta se utiliza para incorporar 24 enlaces E1 provenientes de la red telefónica pública (TELMEX) hacia DGSCA e IIMAS; formando un sistema totalmente distribuido que permite enrutar cualquier llamada externa hacia su nodo destino, formándose 2 enlaces: DGSCA con zona cultural e IIMAS con Arquitectura, cada enlace tiene una capacidad de 16 supertramas E1 (34 Mbps).

Sus características son:

- Diámetro: 10/125 μm
- Atenuación: 0.4 a 0.75 dB/km para $\lambda = 1310 \text{ nm}$
0.3 a 0.5 dB/km para $\lambda = 850 \text{ nm}$
- Pérdidas por empalme: 0.05 a 0.5 dB
- Diámetro del forro: 245 μm .

Además de la fibra óptica, los medios de transmisión utilizados son el cable coaxial y el par trenzado en sus distintas modalidades. Estos se utilizan para los cableados tanto verticales como horizontales dentro de cada edificio ya que son más apropiados para cubrir las distancias cortas dentro de los mismos. Estos medios se utilizan dependiendo del requerimiento del estándar utilizado para interconectar cada nodo a un concentrador y este a su vez a su ruteador respectivo por medio de par trenzado o cable coaxial.

Dependencias Campus CU

Las dependencias internas de la UNAM conectadas a la red son:

Dependencia	Segmento de Red	Dominio
• Biblioteca Nacional	77	bibliog.
• Centro de Cálculo de la Fac. Ing.	54	cecafi.
• Centro de Ciencias de la Atmósfera	8 y 108	atmosfcu.
• Centro de Coordinador y Difusor de estudios latinoamericanos		filosofia.
• Centro de Ecología	49	ecologia.

• Centro de Estudios de Lenguas extranjeras	74	cele.
• Centro de Fijación del Nitrógeno	34	cefini.
• Centro de Innovación Tecnológica	127	
• Centro de Instrumentos	36	cinstrum.
• Centro de Investigación Científica y Humanística	9	cicicu.
• Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades		ciih.
• Coordinación administrativa deCCH's		ecladm.
• Coordinación de Estudios de posgrado	73	posgrado.
• Coordinación de Humanidades	2	coord.
• Coordinación de la Investigación Científica	31	cic.
• Coordinación de Normatividad y sistemas administrativos	58	dgscadm.
• Coordinación General de Asuntos Laborales	72	laborales.
• Dirección de Cómputo para la Administración Académica	57 y 67	dcaa.
• División deEstudios de Posgrado de la Fac. de Ingeniería	52	depfi.
• Dirección de obras	22	obras.
• Dirección de proveeduría	21	proveed.
• Dirección General de Asuntos del Personal Académico	37	dgapa.
• Dirección General de Bibliotecas	67	dgbiblio.
• Dirección general de Incorporación y Revalidación de Estudios	38	dgire.
• Dirección General de Información	85	dgi.
• Dirección General de Personal	23	personal.
• Dirección General de Planeación	39	dgplan.
• Dirección General deServicios de Cómputo Académico	10,190 y 240	dgsc.
• Dirección General de Servicios de Cómputo para la Admon.	58	dgscadm.
• Dirección General para la Admon. Académica	27	dcaa

• Facultad de Arquitectura	43	arq.
• Facultad de Ciencias	28 y 128	ciencias.
• Facultad de Ciencias Políticas		
• Facultad de Contaduría y Admon.	18	contad.
• Facultad de Derecho	84	derecho.
• Facultad de Economía	45	economía.
• Facultad de Filosofía y Letras	26	filos.
• Facultad de Ingeniería	59	fidieec.
• Facultad de Medicina	55	fmedic.
• Facultad de Psicología	25	psicol.
• Facultad de Química	131	iquim.
• Facultad de Veterinaria	62	veterin.
• Instituto de Astronomía	1 y 101	astroscu.
• Instituto de Biología	13 y 113	ibiología.
• Instituto de Ciencias del Mar y limnología	15	icmy.
• Instituto de Ciencias Nucleares	29 y 129	nuclecu.
• Instituto de Física	7	ifisicacu.
• Instituto de Fisiología Celular	16 y 116	ifisiol.
• Instituto de Geofísica	106 y 6	igeofcu.
• Instituto de Geografía	14 y 114	igeograf.
• Instituto de Geología	20	igeol_cu
• Instituto de Ingeniería	53, 153 y 156	iingen.
• Instituto de Investigación en Matemáticas aplicadas y sistemas	51 y 151	iiinas
• Instituto de Investigaciones Antropológicas	50	antropol.
• Instituto de Investigaciones Biomédicas		
• Instituto de Matemáticas	17 y 117	matemat.
• Instituto de Materiales	12 y 112	imatercu.
• Instituto de Química	11	iquimica.
• Investigaciones Jurídicas	65	juridicas.
• Museo de la Ciencia	66	museo.
• Patronato Universitario	40	patuniv.
• Posgrado de Química	56	pquim.
• Programa Universitario del Medio Amb.	46	puma.
• Protección a la Comunidad	68	pcomuni.

• Rectoría	19	rectoria.
• SubDirección de Registro y Aplicación de Exámenes de Selección		
• TVUNAM	83	tvunam.

NOTA: Referente al dominio de las anteriores instituciones, sólo se menciona el dominio de su segmento, este va seguido del nombre lógico ".unam.mx". Ejemplo: dgscu.unam.mx. Este sólo representa el dominio de la institución en cuestión, pero falta el nombre específico de cada máquina conectada. ejemplo: cotz.dgscu.unam.mx.

4.3.2 Proyecto Metropolitano.

Dependencias UNAM

Dentro de este proyecto se cubren las dependencias pertenecientes a la UNAM y otras externas a ella localizadas dentro del D.F. y área metropolitana. Estas dependencias son: ENP's, CCH's, ENEP's y FES's:

Dependencia	Segmento de Red	Dominio
• CCH Azcapotzalco	89	cch-atz.
• CCH Naucalpan	90	cch-nauc.
• CCH Oriente	87	cch-oriente.
• CCH Sur	86	cch-sur.
• CCH Vallejo	88	cch-vallejo.
• ENEP Acatlán	80	acatlan.
• ENEP Aragón	44	aragon.
• ENEP Iztacala	79	iztacala.
• FES Cuautitlán 1 y 2	100 y 102	cuautitlan1,2.
• FES Zaragoza	60	zaragoza.
• Mascarones	75	
• Dirección de Preparatorias	75	dir-prepas.
• Preparatoria 1	91	prepa1.
• Preparatoria 2	92	prepa2.
• Preparatoria 3	93	prepa3.
• Preparatoria 4	94	prepa4.
• Preparatoria 5	95	prepa5.

• Preparatoria 6	96	prepa6.
• Preparatoria 7	97	prepa7.
• Preparatoria 8	98	prepa8.
• Preparatoria 9	99	prepa9.

Dependencias Externas

- Banco Nacional de México S.A.
- Banco de México
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
- Centro Nacional de Información y Documentación en la Salud
- Centro Nacional para la Prevención de Desastres
- Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada
- Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados IPN
- Centro de Tecnología Electrónica e Informática
- Colegio de México
- C.F.E.
- Comisión Nacional para la Biodiversidad
- Consorcio RedUNO
- D.I.F.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
- Instituto Mexicano del Petróleo
- Instituto Mexicano del Transporte
- Instituto Tecnológico de Monterrey
- Instituto de Investigaciones Eléctricas
- Internet de México S. A. de C. V.
- MPS Mayorista
- S.C.T.
- Tecnología Uno-Cero (Spin)
- Televisa S.A. de C.V.
- Tornad S.C.
- Universidad Anahuac del Sur
- UAM Iztapalapa
- Universidad Iberoamericana
- Universidad La Salle
- Universidad Norteamericana
- Universidad Panamericana

- Universidad Simón Bolívar
- Universidad Tecnológica de Nezahualcoyotl

Tipos de Enlaces

Los enlaces para comunicar estas dependencias son enlaces punto a punto o seriales de la dependencia en cuestión al nodo más cercano de RedUNAM. Estos enlaces utilizan los medios de transmisión como son:

Microondas

Sus velocidades de manejo de información se encuentran en las jerarquías de E0 y/o E1. Opera dentro del rango de frecuencias de 2 a 40 Ghz. Requiere de un enlace por línea de vista entre transmisor y receptor, opera con un método de transmisión que realiza un broadcast dirigido, presenta baja atenuación respecto al cable coaxial y par trenzado, pero tiene degradación en su desempeño debido a interferencia de otros sistemas de radio y señales electromagnéticas y a la lluvia.

RDI (Red Digital Integrada)

Este medio lo proporciona la red telefónica pública (TELMEX), en la cual la transmisión de los datos es digital y utiliza como medios la fibra óptica, microondas o enlace satelital, en enlaces E0 y E1.

Satelital

Opera a velocidades de 64 o 128 Kbps en las bandas de frecuencia C (4/6 Ghz) y KU (12/14 Ghz). Es un sistema de comunicación vía microondas con un repetidor en el espacio; su costo es el mismo no importando la distancia del enlace y por emitir la señal como broadcast, ya que cualquiera con una estación terrena lo puede recibir, es excelente para enlaces a nivel nacional, sin embargo puede ser afectado por otras señales de microondas y la lluvia.

Radio Modem

Opera a velocidades de 19.2, 64 y 128 Kbps, en una frecuencia de 30 Mhz a 1 Ghz (FM, VHF, UHF), no requiere línea de vista para el enlace, realiza un broadcast omnidireccional, no es sensible a la lluvia pero sí a otras

señales y al reflejo en edificios y grandes objetos sólidos, por estas características solo se utiliza en enlaces metropolitanos.

Línea Conmutada

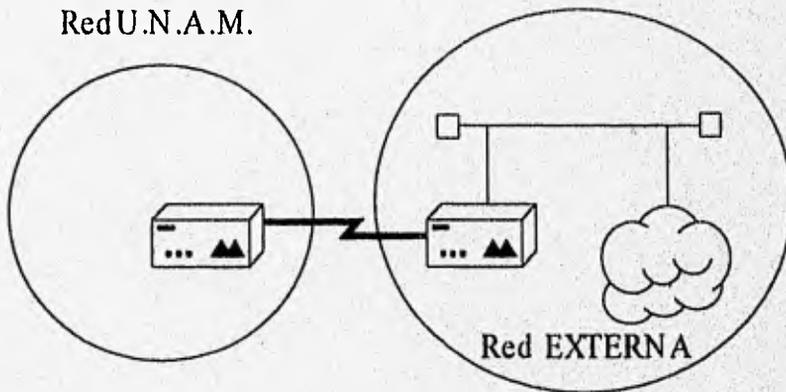
Opera a velocidades desde 1200 bps hasta 28800 bps, con un ancho de banda de 4 Ghz. Esta es la línea analógica que Telmex proporciona a un usuario de voz normalmente.

Línea Privada

Opera a velocidades de 2400 bps hasta 64000 bps. Es una línea telefónica dedicada para satisfacer enlaces exclusivos de una compañía con una sucursal de la misma o de otra compañía.

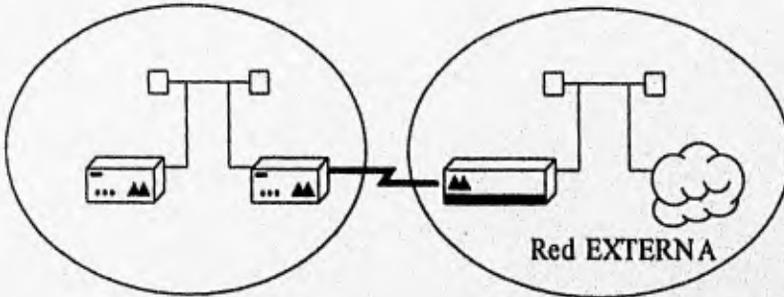
En los enlaces metropolitanos así como a nivel nacional e internacional, la configuración de los ruteadores puede ser de 2 maneras:

- Compartir un puerto serial con otro ruteador localizado en la dependencia que se va a conectar:



- Compartir un puerto ethernet con un ruteador localizado en RedUNAM y de ahí se tiene un enlace serial hacia la dependencia a conectar:

RedU.N.A.M.



A continuación mostramos un diagrama que representa este tipo de enlaces en RedUNAM (dependencias internas), tomando en cuenta las direcciones IP que se les asignan y donde:

Los enlaces "E0" indican el segmento de red que le corresponde a cada institución. Los enlaces "S0, S1,...,Sn" representan la dirección del puerto serial del ruteador al que se conecta:

151



ENLACES METROPOLITANOS DE RedU.N.A.M.

4.3.3 Proyecto Nacional/Internacional

Dentro de este proyecto los medios de transmisión utilizados para enlazar a las dependencias distribuidas en toda la República Mexicana e incluso el extranjero son enlaces satelitales y RDI.

Las dependencias pertenecientes a la UNAM dentro de este proyecto nacional son:

- Centro Regional de Investigación
Multidisciplinaria, Morelos
- Instituto de Astronomía, San Pedro
Martir
- Instituto de Astronomía, Ensenada
- Instituto de Física, Ensenada
- Instituto de Física, Morelos
- Instituto de Geofísica, Tetitlan
- Instituto de Geología, Hermosillo
- Instituto de Mar y Limnología, Pto.Mor
- Instituto de Investigaciones en Materiales
Temixco
- Instituto de Investigaciones Eléctricas,
Morelos

Las dependencias externas son:

- Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
- Internet de Cancún
- U.A. de Chiapas
- U.A. de Cd. Juarez
- U.A. de Guerrero
- U.A. de Queretaro
- U.A. Edo. Mex
- U. de Guanajuato. Campus Irapuato
- U. de Mexicali
- U. de Quintana Roo

Los enlaces internacionales por los cuales RedUNAM tiene acceso a Internet son:

- Advanced Network Services (ANS)
- Universidad de RICE, Texas
- EPE-UNAM
- NCAR Boulder, Colorado

4.4 ACCESOS PARTICULARES PARA USUARIOS VÍA MÓDEM

Actualmente alrededor de 5000 usuarios accesan a los servicios y volúmenes de información que proporciona RedUNAM e Internet vía modem (línea telefónica conmutada) utilizando un protocolo de comunicación llamado SLIP (Serial Line Internet Protocol). La conexión puede realizarse con el uso de una computadora PC o Macintosh con distintos sistemas operativos como: DOS, Windows, Mac system 6x ó 7x.

4.5 SERVICIOS DISPONIBLES EN RedUNAM

- Correo electrónico (E-mail)
- Transferencia de archivos en modo Ascii o binario
- Sesiones remotas para diferentes hosts
- Conexión a la supercomputadora Cray YMP 4/464 en la que se desarrollan interesantes proyectos de Astronomía, Química e Investigación en materiales entre otros.
- World Wide Web (WWW)
- Video conferencias
- Foros de discusión
- Acceso a servidores de noticias
- Consulta a periódicos de circulación nacional e internacional
- Herramientas de información tanto generales y especializados por medio de Gopher
- Comunicación con el Observatorio Nacional de San Pedro Martir, B.C.
- Comunicación con la Red Sismológica Nacional
- Servicios de multimedia
- Acceso inmediato a cualquier punto de Internet
- Consulta en línea a catálogos de bibliotecas universitarias

4.6 PERSPECTIVAS DE RedUNAM EN ATM

Actualmente se disponen de muchas redes, cada una con sus propios protocolos, equipos e infraestructura de transmisión. Pero el objetivo de todas estas redes es transferir información o datos.

Se tienen redes para la distribución de información de voz (red telefónica), red de datos (FDDI-LAN's), red de conmutación de paquetes de longitud variable y red de videoconferencia. Cada red es independiente con diferentes equipos, personal de mantenimiento y sistemas de cableado. Algunas usan par trenzado mientras otras utilizan fibra. Pero todas cuestan dinero y tienen un gasto de mantenimiento asociado a ellas.

Considerando que sólo estamos enviando información en cada una de ellas, podemos concluir que el uso de tal diversidad de redes y tal cantidad de gente para mantenerlas es ineficiente, o sea, que los medios de transmisión son subutilizados. Sería ideal integrarlas y hacerlas más eficientes, pero cada una de ellas presenta una variedad de atributos que requieren ser reconciliados.

Los servicios telefónicos utilizan sistemas orientados a conexión, los cuales transfieren un caudal de datos con una tasa de bits constantes en un bajo ancho de banda (64 Kbps) con un retraso controlado y una varianza del retardo.

Las redes de datos de computadoras y de paquetes varían en sus características, algunas están orientadas a conexiones y otras son sin conexiones. El ancho de banda requerido varía enormemente. Típicamente los servicios de datos son mucho más tolerantes a variaciones de retardo que cualquiera de los otros sistemas de comunicaciones, pero son más insensibles al retraso.

La videoconferencia es una transmisión orientada a conexiones que requiere de un alto ancho de banda al igual que la televisión pero debido a que es interactiva, es también sensible al retraso. Dado los requerimientos menos rigurosos de calidad, comúnmente se emplean caudales de video comprimido, lo que hace que la videoconferencia sea, en algunos casos, una

aplicación con una tasa de bits variables, de forma similar que los datos de una computadora en sus requerimientos sobre la red.

La integración de estas redes significará un rediseño masivo de la totalidad de los sistemas de comunicación y ésta es una proposición muy costosa, la cual no se podría justificar. De todos modos se requiere que rediseñemos las redes de comunicaciones debido a una razón diferente, que es la necesidad creciente de incrementar radicalmente el ancho de banda de los enlaces.

Las aplicaciones utilizadas para dar soporte a las redes locales de la UNAM han demostrado su gran apetito por mayores anchos de banda por lo que el cuello de botella más común es la red.

La instalación de redes con mayores anchos de banda nos da la oportunidad económica de repotenciar algunas de las redes para responder a los nuevos requerimientos. El principio que nos guía es que los pasos que tomemos para resolver estos requerimientos de ancho de banda, eventualmente nos deben llevar en la ruta de la integración de las redes y hacer que la totalidad de los sistemas de comunicación sean más eficientes, lógicos y coherentes, lo que se traduciría en un ahorro económico.

La tecnología que permite este aumento del ancho de banda, la integración de los sistemas y el aprovechamiento del cableado masivo ya instalado es ATM. Por lo que se definirá a continuación la implementación para este caso, definiendo también más detalladamente las capas de adaptación ATM para las redes ya existentes sobre esta plataforma común.

Capa ATM:

De acuerdo al enrutamiento por encabezados que establecen los conmutadores ATM, existen 2 tipos o niveles de jerarquía en las direcciones; una conexión de ruta virtual (Identificador de ruta virtual VPI) y una conexión de canales virtuales (Identificador de canal virtual VCI). La ruta virtual es una dirección que se identifica mediante un número. Dentro de esta ruta hay múltiples canales virtuales que también se identifican mediante un número.

Hay dos niveles de direccionamiento y de identificación de conexiones: rutas y circuitos. Las rutas son conjuntos de muchos circuitos. Una Conexión de Canal Virtual (VCC) o conexión lógica en ATM es dispuesta entre dos usuarios finales a través de la red, y durante la conexión se intercambia un flujo (Full-Duplex) de celdas a una tasa variable. Los VCC's también son usados para intercambio usuario-red (control de señalización) y para intercambio red-red (enrutamiento y dirección de la red). Una conexión de ruta virtual (VPC) es un conjunto de VCC's que tienen los mismos puntos terminales, de esta manera las celdas que fluyen por canales virtuales en un mismo VPC son multiplexadas juntas y así las acciones de manejo de red son aplicadas a un pequeño número de grupos de conexiones. Con esta jerarquía de dos niveles se duplica la funcionalidad disponible en los conmutadores e interconexiones digitales actuales. Es posible tener una red con conexiones de ruta virtual permanente y conexiones de circuito virtual conmutado.

Capa de Adaptación (AAL):

Existen por lo menos 5 tipos diferentes de capas de adaptación para dar cabida a los servicios que se desean integrar a la red.

El tipo AAL-1 se usa para ofrecer transporte a los caudales sincrónicos de bit. Su aplicación principal es conectar los equipos existentes basados en PDH, así como a la red telefónica y videoconferencia con transmisión a tasa de bits constante.

El tipo AAL-3/4 se usa para los servicios orientados a conexión de tasa variable (AAL-3) y para los servicios sin conexión (AAL-4). Está diseñado para tomar tramas o paquetes de longitud variable y segmentarlos en celda. La segmentación se realiza de forma que proteja los datos transmitidos contra corrupción en caso de pérdidas de celdas o de su secuencia.

Los paquetes de longitud variable (hasta 64 Kbytes) desde servicios o tramas Frame-Relay o X.25 se rellenan hasta una longitud de palabra completa y son encapsulados utilizando un encabezado y una cola para formar lo que se le denomina la subcapa de convergencia PDU (CS-PDU) y luego segmentada en celdas. El relleno se realiza para que todos los campos importantes se alineen con fronteras de 32 bits, permitiendo una implementación eficiente de las operaciones en hardware en capas inferiores.

El encabezado y la cola contiene una etiqueta que va de acuerdo al final y a la longitud del paquete de forma tal que el extremo receptor pueda asignar el tamaño de la memoria temporal de este paquete tan pronto reciba el primer segmento. En la práctica, este tamaño de asignación de memoria (BAsize) es usado como una comprobación de longitud para verificar la integridad de los datos, debido a que el algoritmo más eficiente en el receptor consiste en asignar memoria en bloques de longitud máxima y de tamaño fijo.

Las porciones segmentadas son de 44 bytes de largo (excepto posiblemente el último segmento). Estas porciones son luego encapsuladas con otro encabezado de 2 bytes y cola de 2 bytes para realizar un PDU de segmentación y reensamblaje (SAR-PDU) el cual se inserta en la carga útil de la celda. El encabezado identifica el tipo de celda (comienzo, continuación o final del mensaje) de manera que pueden ser delineados los PDU individuales, también incluye un número de secuencia para protección contra envíos desordenados y una identificación de mensaje (MID) para el multiplexaje. La cola de PDU contiene un identificador de longitud para ver la cantidad de carga útil rellena con una revisión de error (CRC-10) para protección contra corrupción de celdas. Existe un tipo de celda de mensaje de segmento único (SSM) para el caso donde el PDU es menor a 44 bytes y cabe en una sola celda. Cuando varios sistemas están segmentando mensajes e insertándolos dentro de un caudal de celdas, se necesita un sistema multiplexor para determinar a cual de los múltiples PDU's que están transmitiendo simultáneamente, pertenece a la celda, este es el propósito del MID. Los algoritmos distribuidos de asignación de MID aseguran que no haya colisión de estos entre múltiples estaciones, si solamente es usado un MID no hay multiplexaje. El estándar ETSI añade una opción para 128 MID's simultáneos, el estándar CCITT no especifica límite de MID's.

La capa AAL-3/4 se usará para conectar servicios de conexiones a la red ATM.

El tipo AAL-5 para enlaces punto a punto (En lugar de medios compartidos) y para realizar implementaciones de software, tiene procedimientos bastante directos. No existe multiplexaje de celdas a nivel AAL (todas las celdas que pertenezcan a un PDU son enviadas secuencialmente). El PDU tiene también una carga útil y una cola. La cola contiene bits de relleno, un campo de longitud y uno de CRC-32 para detectar

errores. El PDU se rellena para hacerlo de múltiplos enteros de 48 bytes, asegurando que no se envíen celdas parcialmente llenas después de la segmentación. Se utiliza un bit en el campo PTI del encabezado de la celda para indicar cuando se transmite la última celda del PDU, de forma que un PDU se distinga del que le sigue. AAL-5 se usará para conectar a la red ATM los estándares FDDI, Ethernet, Frame Relay, entre otras.

La capa de adaptación para señalización (SAAL) realiza las mismas funciones que los AAL's de datos pero además ofrece un envío seguro de datos para los protocolos de señalización que transmite, esto en un protocolo orientado a la conexión específica del servicio usando procedimientos tanto para AAL-3/4 como AAL-5.

Capa de Servicios:

Los servicios soportados por esta red ATM son de los que actualmente se tienen en RedUNAM, telefonía, red de datos, red de paquetes y videoconferencia, además del que provee para administración de la red y así configurar las rutas de la misma. El SNMP será utilizado para modificar las bases de datos MIB en los conmutadores, para configurar las redes y obtener información de su estado.

4.6.1 Switch ATM

Es un dispositivo que maneja fácil y eficientemente la información de la red, que convierte la información en celdas y proporciona rápidamente una conexión punto a punto entre un puerto fuente y un destino y por esta razón puede hacer un mejor uso del ancho de banda. También mejora la administración al dividir la totalidad de la red en segmentos. Además es capaz de manejar diferentes protocolos, direccionar la información y enrutarla, pudiendo dar el ancho de banda completo de un segmento a una sola estación terminal. Es escalable y su capacidad de ancho de banda es igual a la suma del ancho de banda de las tarjetas que tenga presentes.

El objetivo de un switch es el de proveer interoperabilidad con la base instalada y ofrecer una integración total de la funcionalidad de otros equipos de WAN incluyendo ruteadores, multiplexores y otros conmutadores.

Un conmutador de LAN divide una LAN en muchos segmentos, de aquí que divide el tráfico en muchos flujos pequeños. Asignar grupos de usuarios a segmentos propios, significa que el tráfico que no es dirigido a esos usuarios no compete por su ancho de banda. Estos conmutadores tienen puertos Ethernet que pueden aceptar o transmitir tramas simultáneas a la velocidad total del medio de LAN.

Basado en el tipo de servicio convenido, la conexión tendrá un nivel de prioridad usada por los switches, para decidir que paquete se introducirá primero en su caja si 2 paquetes llegan al mismo tiempo. La prioridad también determina que paquete se descarta cuando un canal comienza a saturarse.

Cada switch mantiene una tabla de traslación de direcciones, la cual se actualiza cada vez que una nueva conexión es establecida o una nueva es descartada. Además de mantener la pista de que conexión se está llevando a cabo, un switch también debe saber el grado de servicio que aceptó soportar.

Cada caja ATM incorpora 4 funciones esenciales: el transceiver, terminación de red, traslación de direcciones y la caja de conmutación. Cuando llega a un switch un paquete entrante es procesado a través de cada una de esas funciones, antes de ser reenviado a su siguiente destino.

La función transreceptora recibe una señal analógica, eléctrica u óptica en el puerto del switch, un reloj es sintetizado de aquí, y la ráfaga original de bits es recobrada y usualmente convertida a una forma paralela de 8 bits.

La función de terminación de red se encarga de reensamblar paquetes ATM y rellenar con celdas vacías, que pudieran haber sido insertadas para ajustar la tasa de transmisión requerida. Si la ráfaga de bits fue encapsulada en un protocolo de transmisión, como pudiera ser una trama Sonet, es destramada. Esta función también verifica la integridad de cada cabecera de celda empleando el CRC. Errores de un solo bit son corregidos mientras que celdas que contienen múltiples bits errados en sus cabeceras son descartados.

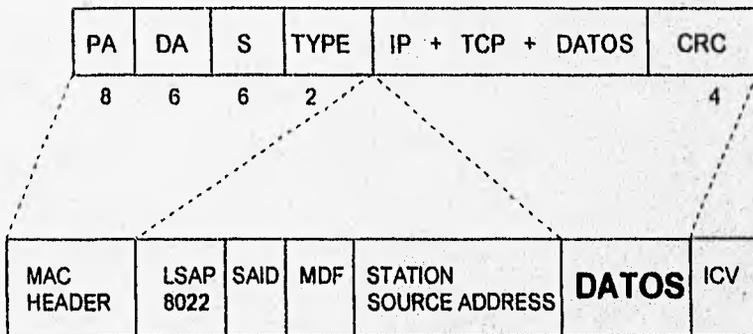
Para determinar el inicio y fin de un paquete de datos de usuario, en el campo Payload Type (3 bits) del encabezado de celdas ATM, se incluyen la información: 0X0 (BOM o COM) para el inicio e información intermedia y 0X1 (EOM) para el final.

AAL5 no incluye un Campo de Tipo lo cual restringe a los usuarios terminales a usar un solo protocolo a la vez (como IP o IPX). Para solucionar esto, incluye el estandar 802.2 en su formato y lo denomina LLC/SNAP (Control de Enlace Lógico/Punto de Unión de Subred).

En el direccionamiento están propuestos esquemas complejos como: E.164, NSAP y DSSAP.

Para la validación de numeraciones y códigos, IP ha propuesto el concepto LIS (Logical IP Subnet/ Subred Lógica IP) que permite que varias LAN's, con un LIS común, en un ambiente ATM sean consideradas como una misma red y puedan establecer VC's entre ellas para su conexión. Esto se hace con un prefijo común a las LAN's de un mismo LIS en la dirección IP.

El LAN switch recibe las trama Ethernet y la acomoda en la trama 802.10 siguiente, para enviarla a su destino:



LSAP.-Link layer Service Access Point/ Punto de Acceso de Servicio de Capa de Enlace.

SAID.-VLAN ID Security Association Identifier (para identificar la dirección destino).

MDF.-Management Defined Field (facilita el manejo del PDU).

ICV.-Integrity Check Value/ Chequeo de Valor Integrado (para proteger los datos contra informaciones no autorizadas que pudieran corromper los datos.

Otra tarea importante denominada Operaciones Administración y mantenimiento (OA&M) es realizada por el switch. Las funciones OA&M mantienen la pista del status del switch. Estadísticas tales como conteo de paquetes buenos y malos, conteo de paquetes descartados, tasa pico y tasa promedio, estatus de almacenamiento son realizadas por el switch.

Cuando los bits se colisionan en el interior del switch, se debe a bloqueos internos o externos. El bloqueo interno puede ser suprimido con un buen diseño de switch, en tanto que el bloque externo puede ser omitido solo bajo circunstancias especiales. Esto sucede cuando 2 celdas compiten por un solo puerto de salida y solo una de ellas podrá salir. El almacenamiento de celdas en el puerto de salida previene de la pérdida de información, esto sucede en ciertas arquitecturas de switches cross-bar

Cuando picos elevados de tráfico a tasas variables de información llegan al switch, tienden a ahogarlo. Esta congestión se soluciona de dos maneras: acondicionamiento del tráfico dentro de la red aligera picos de alta dispersión, mientras que la caja, por sí misma presenta un poder de almacenamiento que se encarga de los picos menores. Los búffers pueden absorber pequeñas ráfagas de paquetes que llegarán a tasas más altas que la conexión existente pudiera soportar. Los paquetes almacenados son entonces puestos en un búffer FIFO (First Input-First Output), bajo una reservación acorde a la prioridad.

La cantidad de almacenamiento requerida para un switch, depende en parte de la arquitectura del propio switch, así como de la aplicación que el switch emplee. Muchos switches emplean el almacenamiento de salida, debido a que esto permite que los paquetes fluyan hacia el switch antes de ser detenidas. Algunos switches también soportan almacenamiento a la entrada o dentro del propio switch. En muchos casos, un switch podrá soportar de 50 a 256 celdas almacenadas por puerto, así como de confiar en las técnicas de moldeamiento de tráfico para excesos de paquetes.

Muchos fabricantes de switches toman ventaja de esto y proporcionan un bloque de memoria principal que actúa como una basta cantidad de almacenamiento. Mediante el uso de una lógica de control para ajustar apuntadores, cada puerto tiene una o más pilas de memoria (stack). Si la tasa pico persiste, el switch se vuelve incapaz de manejar el archivo de celdas, entonces cuando el búffer alcance un nivel de pila alertará el control lógico del switch, el cual invoca un proceso de manipulación de tráfico. Con un protocolo, el switch exhortará una "baja de presión" mediante un mensaje vía una celda OA&M hasta el nodo anterior, solicitando que la tasa de transmisión disminuya. Cuando las condiciones lo permitan la tasa es de nuevo aumentada.

Las celdas broadcast alcanzan a cada nodo de la red y son empleadas para manejar funciones de administración como tiempo de sincronización, amplia difusión a celdas bajo prueba, alarmas, etc. Las celdas multicast funcionan bajo la misma condición pero son transmitidas sólo a nodos específicos. Este tipo de transmisión es ideal en aplicaciones de videoconferencia, correo electrónico y envío de comandos a ciertos grupos de estaciones.

En una arquitectura multiestancia hay múltiples elementos de conmutación que conforman arreglos de puertos de entrada y salida. Estos incluyen un medio compartido o puntos de cruce interno, lo cual para el sistema es transparente en la asignación del ancho de banda. Esta arquitectura permite una expansión de $n \times n$ matrices, y en ocasiones permite establecer otros arreglos.

4.6.2 Evaluación de Uso del Ancho de Banda

En LAN's Ethernet a 10 Mbps como medio compartido que puede soportar pocos usuarios, 20 por ejemplo, cada uno obtiene un promedio de 1/20 del ancho de banda, esto es, 0.5 Mbps, pero además el mecanismo de colisiones que ocurre en los protocolos de estratos superiores agota el 30% del ancho de banda útil dejando a cada usuario con solo 0.35 Mbps, además las técnicas de acceso aleatorio introducen diversos retardos variables afectando a los servicios isócronos (voz y video) que no pueden almacenarse más de unos milisegundos.

En el caso de FDDI, el ancho de banda es amplio de 100 Mbps pero es fijo por no poder escalar a una velocidad mayor y es compartido, debido a que los protocolos de comunicación interactúan con el medio físico por medio de un token.

Los administradores de las redes se enfrentan a que los mecanismos tradicionales de enfrentar el tráfico en la red ya no es efectivo. La estrategia ha sido unir segmentos individuales de red por medio de ruteadores a una red principal (Backbone) de FDDI, donde el patrón de tráfico de 80-20 de porcentaje en los segmentos y la backbone respectivamente ha llegado incluso a invertirse por el uso de servidores, mainframes y superservidores que tienen una gran cantidad de usuarios con lo que se aumenta el tráfico a través de puentes y ruteadores congestionando la backbone, de modo que la capacidad de los servidores no es explotada eficientemente.

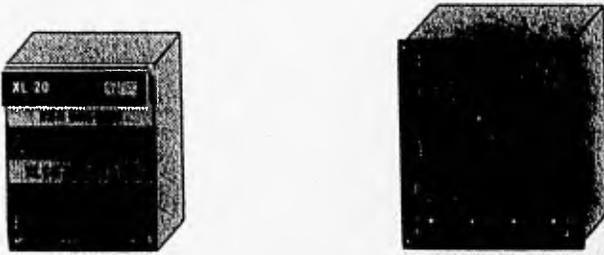
4.6.3 Implementación Propuesta.

En base a los equipos que puede proporcionar la empresa General Data Comm (GDC) que son el conmutador APEX DV2 con tecnología ATM y los switches de LAN de Crosscomm XL-20, estos últimos pueden ser utilizados para segmentar la red en lugar de los ruteadores para el acceso al switch principal (APEX) y que junto con él conformarían la "Backbone" de alta velocidad.

La propuesta incluye un switch APEX DV2 y 6 switches de LAN. Dentro de las características generales del switch APEX se encuentran el Bastidor de conmutación (Switch fabric), los controladores de ranuras (tarjetas o módulos) para tráfico ATM, controladores de ranuras para adaptación a tráfico no ATM y los módulos de interfase física o de enlace (LIM's).

Los LIM's proporcionan las características de interfaz de cada aplicación. en seguida el tráfico pasa por un módulo que verifica la presencia de celdas o que segmenta la aplicación para convertirlo en celdas, la tarjeta madre (controladores de ranura) verifica que cada grupo de 48 bytes se le asigne su encabezado de 5 bytes, se encarga de colocarle etiquetas para su ruteo a través del bastidor de conmutación y de definir prioridades para la calidad de los servicios y políticas de tráfico, el bastidor de conmutación se encarga de conmutar la información en forma de celdas.

Cada controlador de ranura en el conmutador APEX tiene su propio procesador de agente SNMP configurado con los MIB's apropiados a la aplicación (Ver RFC 1212)



El bastidor de conmutación (Switch fabric), es redundante y define una matriz de 16 x 16 puntos de conexión cruzada donde cada puerto puede proporcionar 200 ó 400 Mbps de transmisión full duplex (3.2 ó 6.4 Mbps en total), velocidad de conmutación para redundancia de 2 μ seg. y con un retardo a través de esta matriz de 1.25 μ seg. Es de arquitectura no bloqueable.

El conmutador APEX usa la tecnología de Broadcast mejorado para el bastidor de conmutación, cada bastidor cuenta con un buffer de 4 celdas de profundidad en cada salida para evitar pérdidas de información en caso de colisión. Se incluye la reescritura de identificadores de circuitos virtuales y de trayectoria virtual (VPI/VCI), administración de tráfico, políticas y otras funciones de nivel ATM.

Este conmutador en configuración redundante se puede implementar a 3.2 Gbps y conectarse a los switches de LAN por medio de tarjetas en tráfico ATM de acuerdo a la versión de interfase de red (UNI) 3.1 para administración de tráfico y señalización. Esta tarjeta (HL 032M013-003) opera en conjunto con el LIM (032P066-003) para fibra óptica multimodo de mediano alcance, que es la que actualmente se utiliza en los enlaces de datos, esta interfase proporciona 2 puertos multimodo de acuerdo a OC-3/STM-1 a una velocidad de 155.52 Mbps, cada puerto es capaz de soportar operación full duplex en ambas direcciones simultáneamente, también soporta políticas de tráfico para 7168 circuitos virtuales/trayectorias virtuales por tarjeta controladora.

Se proponen seis equipos de CrossComm para instalarse entre el equipo APEX, los ruteadores y los segmentos de red Ethernet, instalándose en los actuales nodos principales de DGSCA, Telecom, IIMAS y Astros, estos se enlazarán al conmutador principal APEX por una interfase OC-3 de tráfico ATM.

Los equipos CrossComm (XL-20) cuentan con diversos módulos, que pueden compartir el mismo chasis. Se cuenta con gabinetes para 2, 4 y 16 ranuras libres sencillas, con capacidad para el mismo número de tarjetas o 1, 2 y 8 tarjetas duales respectivamente. Las tarjetas que se utilizarán son: la XLT-F, que es un módulo de ruteo y switch, que proporcionan la interfase ATM OC-3 a 155 Mbps hacia el equipo APEX, y cuenta con cuatro puertos Ethernet y además, un módulo ESS (Switch Ethernet para segmentación) de 14 puertos Ethernet 10 base T y dos puertos 100 base T utilizables para servidores y hosts; también se cuenta con módulos ESS dobles que disponen de 30 puertos Ethernet 10 base T y 2 puertos 100 base T. Uno de los puertos Ethernet en cada conmutador de LAN se conectará a uno de los puertos Ethernet del módulo ESS, y así se realiza la conmutación de los respectivos 4 y 16/32 segmentos Ethernet identificados entre estos nodos o módulos.

El módulo XLT-F es doble y el ESS es sencillo con lo que podemos usar un gabinete de 4 ranuras sencillas y tendría disponible una ranura para otra tarjeta ESS que serviría para cubrir más segmentos de red donde actualmente se requiera o para futuras expansiones.

Los ruteadores Cisco AGS se conservarán para las salidas seriales e integrados a los equipos XL-20, mediante un puerto Ethernet.

Con el uso del módulo XLT-F, el ruteo, detrás de los equipos se efectúa mediante las direcciones IP, y en el caso de que el paquete de datos entre a la nube ATM, este módulo conmuta y puentea la información utilizando la adaptación AAL5 y encapsulando los paquetes conforme al RFC 1483 (puenteo de IP sobre ATM), para hacer la conmutación y hacerlo llegar a su destino en el circuito virtual adecuado, donde se recibe por otro módulo XLT-F, donde sufre el proceso inverso.

Otra característica de los conmutadores APEX, es que soportan adaptación de tráfico no ATM por medio de emulación de circuitos, con el

nivel de adaptación AAL-1, para bits constantes (CBR); tal como los servicios de voz y videoconferencia.

Para este fin, se incluyen tarjetas de adaptación (CE, circuit emulation) (032M016-003). Esta tarjeta cumple con la adaptación para bit constante y la definición del Forum ATM, para emulación de circuitos, para AAL.1 (Recomendaciones: ITU-TI.363 y ANSI TI.630).

La operación de esta tarjeta consiste en configurar un PVC entre un par de puertos. Una parte importante de la emulación de circuitos es la flexibilidad para manejar un reloj de sincronía del torrente de datos, habilitando a la red para operar de extremo a extremo en un modo síncrono, sin pérdida de información. Con ésto se soporta la interconexión de los cinco PBX principales y los servicios de videoconferencia con operación transparente a los usuarios.

El módulo CE trabaja con varias interfases de línea, pero se propone, para su interconexión con los PBX, LIM's de cuatro puertos E1 para los servicios de PBX y videoconferencia de un modo compartido.

Para determinar la cantidad de tarjetas LANSwitch, en cada módulo XL-20 para la red de datos tenemos el siguiente conteo de puertos Ethernet que maneja cada ruteador principal actualmente en el "backbone" (ver fig pagina 150), para así poder justificar el equipo necesario para montar el nuevo "backbone" ATM:

TELECOM 1.

- 1 Ethernet redundante o para soporte del "backbone"
- Un enlace E1 RDI
- 4 E0's
- 1 T0 (ANS)
- 10 Ethernet

TELECOM 3.

- 15 E1's RDI
- 1 T1 (Rice)
- 1 módem telefónico

DGSCA 1.

- FDDI Visualización (soporta 4 hosts y 2 ruteadores)
- 6 segmentos Ethernet
- 1 concentrador Ethernet
- 3 Ethernet redundantes o de soporte
- Enlaces satelitales: 3 de 128 kbps, 1 de 19.2 kbps, 1 de 64 kbps y otro de 32 kbps
- 3 enlaces microondas (Banamex, Televisa y Universidad Anahuac)

DGSCA 2.

- 1 Ethernet redundante o de soporte
- 1 Ethernet para la CRAY
- 1 Ethernet para módems
- 7 Ethernet con concentradores
- 1 Ethernet-Trouter (ruteador de terminales, conectado a un PBX)
- Enlaces de microondas: 2 de 64 kbps, 1 de 19.2 kbps y 1 de 2.048 Mbps
- Enlaces satelitales: 3 de 128 kbps, 1 de 64 kbps y 1 de 19.2 kbps

IIMAS.

- 3 Ethernet redundantes o de soporte
- 17 Ethernet
- Trouter conectado a un PBX

ASTROS.

- 1 Ethernet redundante o para soporte
- 7 Ethernet
- Enlaces satelitales: 2 de 128 kbps

Enlaces microondas:

- Utilizan señales analógicas
- Usan Modulación en Frecuencia (FM)
- Transmiten en la banda de 23 Ghz

- Utilizan un ancho de banda de 50 Mhz
- La transmisión de datos es de 33 Mhz
- Potencia nominal de transmisión de 18 dBm.

Enlaces satelitales:

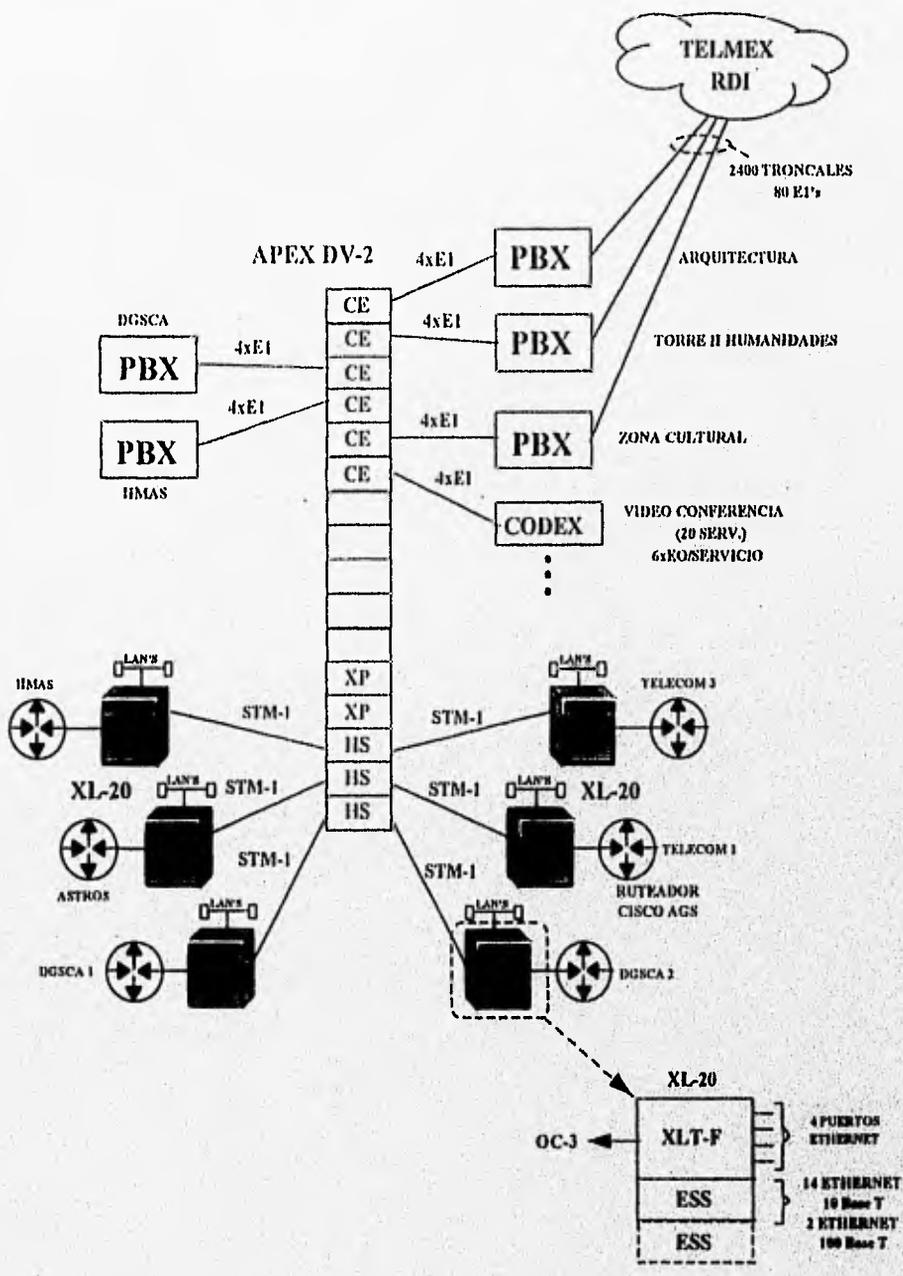
- Son enlaces puramente digitales

Antena 1 (Instituto de Astronomia, 3.5 metros de diámetro a 4 W)

Enlace	Velocidad (Kbps)	Modulación	Ancho de banda BW (KHz)	Frecuencia central Fo (KHz)
Mex-Sn Pedro	128	QPSK	200	14148200
Sn Pedro-Mex	128	QPSK	200	14148400

Antena 2 (DGSCA-CU, 4.5 metros de diámetro a 8 W):

Enlace	Velocidad (Kbps)	Modulación	Ancho de banda BW (KHz)	Frecuencia central Fo (KHz)
Cuern-Mex	128	QPSK	200	14147000
Mex-Cuern	128	QPSK	200	14147000
Ense-Mex	128	QPSK	200	14147400
Mex-Ense	128	QPSK	200	14147600
Mex-Mazatl	64	BPSK	100	14147750
Mazatl-Mex	64	BPSK	100	14147950
Mex-PluMor	64	BPSK	100	14147850
PluMor-Mex	64	BPSK	100	14148050
Mex-Temixco	128	QPSK	200	14148600
Temixco-Mex	128	QPSK	200	14148800
Mex-Tetiltlan	38.4	QPSK	50	14149000
Tetiltlan-Mex	38.4	QPSK	50	14149050
libre			50	14149100
libre			50	14149150
Mex-Hern	64	QPSK	100	14149225
Hern-Mex	64	QPSK	100	14149325
Mex-Hou	38.4	BPSK	50	14149400
Hou-Mex	38.4	BPSK	50	14149450
libre			50	14149500
libre			50	14149550



4.6.4 RFC 1483 (Request For Comments: 1483) **(Encapsulación de Multiprotocolo Sobre Capa de Adaptación** **ATM-5)**

Introducción.

Las redes basadas en ATM son de un incremento interesante para las aplicaciones de área local y área amplia. Se describen 2 diferentes métodos para transportar tráfico interconectado entre redes sin conexiones, ruteado y puentado por Unidades de Datos de Protocolo (PDU's), sobre una red ATM. El primer método es acerca del multiplexaje de múltiples protocolos sobre un solo circuito virtual ATM. El protocolo de una portadora PDU es identificado para prefijar el PDU de acuerdo a un encabezado de Control de Enlace Lógico (LLC). Este método está en el siguiente llamado de "Encapsulación LLC" y un subconjunto de este ha sido tempranamente definido por SMDS. El segundo método es implicado por los circuitos virtuales (VC) de ATM en las capas altas de protocolo de multiplexaje. Esto está en el siguiente llamado de multiplexaje basado en circuitos virtuales.

ATM es un modo de transferencia basado en celdas que requiere una longitud variable de información de usuario para ser segmentada y reensamblada en celdas de longitud fija. Se especifica que los PDU's son llevados en el campo de carga útil de la Parte Común de la Subcapa de Convergencia (CPCS) PDU de la capa de adaptación 5 (AAL-5)

Solo se describe como el ruteo y puenteo de PDU's es transportado directamente sobre el CPCS de AAL-5, cuando el Servicio Específico de la Subcapa de Convergencia (SSCS) de AAL-5 está vacío. Si el SSCS de Frame Relay (FR-SSCS) es usado sobre el CPCS de AAL-5, entonces el ruteo y puenteo de PDU's es transportado usando el método de multiplexaje NLPID descrito en el RFC 1294 que muestra el formato de FR-SSCS-PDU así como IP y CLNP PDU's son encapsulados sobre FR-SSCS.

Selección del Método de Multiplexaje.

Esto es una previsión del Multiplexaje Basado en Circuitos Virtuales que serán dominantes en los ambientes donde la creación dinámica de largos números de VC's de ATM es rápida y económica. En estas

condiciones son similares al primero dominante en las redes ATM privadas. La encapsulación LLC, en la otra dirección, puede ser deseable cuando esto no es práctico por una razón u otra al tener un VC separado por cada protocolo transportado. Este es el caso, por ejemplo, Si la red ATM solo soporta VC permanentes o semipermanetes (PVC's) o si cargando depende pesadamente en el número de VC's simultáneos.

Cuando 2 estaciones ATM desean el intercambio de tráfico a través de la red sin conexiones, la selección del método de multiplexaje no está dada por el manual de configuración (en el caso de PVC's) o por procedimientos de señalización de RDSI-B (en caso de VC's conmutados). Los detalles de señalización de RDSI-B están aún bajo estudio en CCITT. Esto puede, sin embargo, asumir que los mensajes de señalización de RDSI-B incluyen un elemento de información de "Compatibilidad de Capas Bajas", el cual podrá permitir la negociación de AAL-5 y el protocolo transportado (encapsulación).

Formato de Trama AAL-5

No importando el método de multiplexaje seleccionado, el ruteo y puenteo de PDU's, será encapsulado dentro del campo de carga útil de AAL-5 CPCS-PDU. El formato de AAL-5 CPCS-PDU es:

CPCS-PDU Carga Útil Más de 2 ¹⁶ -1 octetos	PAD (0-47 octetos)	CPCS-UU (1 octeto)	CPI (1 octeto)	Extensión (2 octetos)	CRC (4 octetos)
Remolque CPCS-PDU					

El campo de carga útil contiene información del usuario.

El campo PAD rellena el CPCS-PDU al tamaño exacto dentro de las celdas ATM (cuando se requiere), esto es a los 48 octetos de carga útil de la celda creada por la subcapa SAR que el remolque de CPCS-PDU podrá justificar en la celda.

El campo CPCS-UU (Indicador usuario a usuario) es usado para la transferencia transparente de información CPCS usuario a usuario. El

campo no funciona bajo la encapsulación de multiprotocolo ATM y puede ser cualquier valor.

El campo CPI (Indicador de Parte Común) alinea el remolque CPCS-PDU a 64 bits. Para posibles funciones adicionales se encuentra en estudio en CCITT. Cuando solo la función de alineación de 64 bits es usada, este campo llevará la codificación: 0X00 ("X" representa una condición opcional: 0 ó 1).

El campo Extensión, indica la longitud, en octetos, del campo de carga útil. El valor máximo de este campo es 65 535 octetos. Un campo de Extensión codificado como: 0X00 se usa para abortar la función.

El campo CRC (Código de Redundancia Cíclico) protege el CPCS-PDU entero, excepto el CRC mismo.

Encapsulación LLC

Esta es necesaria cuando los distintos protocolos son transportados sobre el mismo VC. En la solicitud de acceso al equipo receptor, el campo de carga útil debe contener información necesaria para identificar el protocolo de ruteo o puenteo PDU. En la encapsulación LLC esta información es codificada en un encabezado LLC colocado adelante de la portadora PDU.

Aunque solo se negocia con protocolos que operan sobre servicio de LLC tipo 1 (modo sin conexiones), el mismo principio de encapsulación aplica también a los protocolos operando sobre el servicio de LLC tipo 2 (modo a conexiones). En el último caso el formato y/o el contenido de el encabezado de LLC puede diferir de lo que se muestra aquí.

a) Encapsulación LLC para Protocolos de Ruteo.

En la encapsulación LLC el protocolo de ruteo PDU es identificado, prefijando el PDU por un encabezado LLC, IEEE 802.2, lo cual es posible siguiendo un encabezado de un Punto de Enlace de la Subred (SNAP), IEEE 802.1a. En la operación LLC tipo 1, el encabezado LLC consiste de 3 campos de un octeto:

DSAP	SSAP	Ctrl
------	------	------

En encapsulación LLC para protocolos de ruteo el campo de Ctrl tiene siempre valores: 0X03 especificando innumerable información del comando PDU.

El encabezado LLC valor: 0xFE-FE-03 identifica a un ISO PDU de ruteo (apéndice b). El campo de control de valor: 0x03 especifica innumerable información del comando PDU. Para ruteo ISO PDU, el formato del campo de carga útil de CPCS-PDU de AAL-5 es:

Formato de Carga Útil para Ruteo de PDU's ISO

LLC 0xFE-FE-03	PDU ISO (más de 2^{16} - 4 octetos)
----------------	---------------------------------------

El protocolo de ruteo ISO es identificado por un campo de un único octeto NLPID, este es parte de los datos de protocolo. Los valores de NLPID son administrados por ISO y CCITT. Ellos son definidos en ISO/IS TR 9577 y algunos de las definiciones comunes son listadas en el apéndice c

Un valor NLPID de 0x00 es definido en ISO/IEC TR 9577 como la capa de red nula o inactiva. Mientras que esta no es significativa dentro del contexto del este esquema de encapsulación, un valor NLPID de 0x00 es inválido debajo de la encapsulación ATM.

Es también posible usar la encapsulación superior para IP, mientras, aunque no un protocolo ISO, IP tuvo un valor NLPID: 0xCC definido por este. Este formato no debe ser usado. En cambio IP es encapsulado de acuerdo con todos los demás ruteos que no son protocolos ISO, para identificar estos en el encabezado SNAP que son seguidos inmediatamente por el encabezado LLC.

La presencia de un encabezado SNAP es indicado por el encabezado LLC, evaluado: 0x00-AA-03. Un encabezado SNAP es de la forma:

OUI	PID
-----	-----

Los 3 octetos del Identificador Único Organizacional (OUI), identifican una organización con administradores; el significado de los siguientes 2 octetos es el Identificador de Protocolo (PID). Junto ellos identifican un protocolo de ruteo o puenteo nítido. El valor OUI: 0x00-00-00 especifica que el siguiente PID es un EtherType.

El formato del campo de carga útil AAL-5 CPCS-PDU para ruteo no-ISO es:

Formato de Carga Útil para Ruteo de PDU's no-ISO

LLC 0xAA-AA-03	OUI 0x00-00-00	EtherType (2 octetos)	PDU ISO-impar (más de 2 ¹⁶ - 9 octetos)
----------------	----------------	-----------------------	--

En el caso particular de un IP PDU Internet, el EtherType es valuado en 0x08-00:

Formato de Carga Útil para Ruteo de PDU's IP

LLC 0xAA-AA-03	OUI 0x00-00-00	EtherType 0x08-00	PDU IP (más de 2 ¹⁶ - 9 octetos)
----------------	----------------	-------------------	---

Esta es compatible con el RFC 1042. Algunos cambios en el formato del encabezado especificado en el RFC 1042 es equivalente al seguimiento hecho aquí.

b) Encapsulación LLC para Protocolos de Puenteo.

En encapsulación LLC los PDU's puenteados son encapsulados por el tipo de identificación del puenteo medio en el encabezado SNAP. Tal como en el ruteo de protocolos no-ISO, la presencia del encabezado SNAP es indicada por el encabezado LLC evaluado en 0xAA-AA-03. Con el protocolo de puenteo el valor OUI en el encabezado SNAP es el código de la organización 802.1: 0x00-80-C2, y el tipo de puenteo medio es especificado por los 2 octetos PID. Adicionalmente, el PID indica la Trama de Secuencia de Chequeo (FCS) original, que es preservado dentro del puenteo PDU. El tipo medio PID que valúa puede ser usado en encapsulación ATM que es listado en el apéndice b.

El campo de carga útil AAL-5 CPCS-PDU transporta un uso del puenteo PDU, por lo tanto tiene uno de los formatos siguiente. La acción de relleno es implementada después del campo PID, si es necesario alinear el campo de información de usuario del puenteo PDU en un término de un cuarto octeto:

Formato de Carga Útil para Puenteo de PDU's Ethernet/802.3

LLC	OUI	PID	PAD	Dirección Destino MAC	Residuo de Trama Mac	LAN FCS (si PID es 0x00-01)
0xAA-AA-03	0x00-80-C2	0x00-01 0x00-07	0x00-00			

Formato de Carga Útil para Puenteo de PDU's 802.4

LLC	OUI	PID	PAD	Control de Trama (1 octeto)	Dirección Destino MAC	Residuo de Trama Mac	LAN FCS (si PID es 0x00-02)
0xAA-AA-03	0x00-80-C2	0x00-02 0x00-08	0x00-00-00				

Formato de Carga Útil para Puenteo de PDU's 802.5

LLC	OUI	PID	PAD	Control de Trama (1 octeto)	Dirección Destino MAC	Residuo de Trama Mac	LAN FCS (si PID es 0x00-03)
0xAA-AA-03	0x00-80-C2	0x00-03 0x00-09	0x00-00-xx				

Notar que el campo de control de acceso (AC) 802.5, no tuvo significancia fuera de la subred local 802.5. Esto puede ser así observando el último octeto del tercer campo de octetos PAD, como puede ser adaptado a algunos valores (XX).

Formato de Carga Útil para Puenteo de PDU's FDDI

LLC	OUI	PID	PAD	Control de Trama (1 octeto)	Dirección Destino MAC	Residuo de Trama Mac	LAN FCS (si PID es 0x00-04)
0xAA-AA-03	0x00-80-C2	0x00-04 0x00-0A	0x00-00-00				

Formato de Carga Útil para Puenteo de PDU's 802.6

LLC	OUI	PID	Reserv	BEtag	BAsize	Direcc Destino MAC	Residuo de Trama MAC	Remolque Común PDU
0xAA-AA-03	0x00-80-C2	0x00-0B						

Header Común PDU

Notar que un puenteo PDU's 802.6, es solo una selección para el valor PID, Mientras la presencia de un CRC-32 es indicada por el bit CIB en el encabezado de la trama MAC.

El encabezado de la Unidad de Datos de Protocolo Común (PDU) y el remolque convergen en la línea de transporte asignado en el puente de salida hacia una subred 802.6. Específicamente, el encabezado PDU común contiene el campo de tamaño BA que contiene la longitud del PDU. Si este campo no es capaz de salir del puente 802.6, entonces este campo no puede iniciar la transmisión del PDU segmentado hasta tener recibido el PDU entero, calculada la longitud, e insertada la longitud al campo del tamaño BA. Si el campo es capaz, la salida del puente 802.6 puede extraer la longitud del campo de tamaño BA del encabezado común PDU, insertando este al campo correspondiente del primer segmento, e inmediatamente transmitir el segmento hacia la subred 802.6. Así, el puente puede iniciar transmitiendo el PDU 802.6 antes, si ha recibido el PDU completo.

Note que el encabezado común PDU y el remolque de la trama encapsulada no puede ser copiado absolutamente a la salida de la subred 802.6 porque el valor de la etiqueta BE encapsulada puede tener conflictos con el valor de la etiqueta BE anterior, transmitida por aquel puente.

Una entrada del puente 802.6 puede abortar un AAL-5 CPCS-PDU por fijar estos campos de longitud a cero. Si el puente de salida ha iniciado transmitiendo segmentos del PDU a una subred 802.6 y entonces notifica que la AAL-5 CPCS-PDU ha sido abortada, entonces puede generar inmediatamente una celda EOM, que genera el PDU 802.6 a ser rechazada en la recepción del puente. Tal celda EOM puede, por ejemplo, contener un valor inválido en el campo de longitud del remolque común PDU.

LLC 0xAA-AA-03	OUI 0x00-80-C2	PID 0x00-0E	BPDU definido por 802.1(d) ó 802.1(g)
-------------------	-------------------	-------------	--

Multiplexaje Basado en VC.

En este multiplexaje, el protocolo de interconexión de red portadora, es identificada implícitamente por el VC, conectando las 2 estaciones ATM, por ejemplo, cada protocolo debe ser portado sobre un VC

separado. Esto es, por tanto, que no necesita incluir explícitamente información multiplexada en la carga útil del AAL-5 CPCS-PDU. Esto resulta en un ancho de banda mínimo y procesamiento por encabezados.

Como sobreindicación, el protocolo transportado puede ser cualquier de los dos, manualmente configurado o negociado dinámicamente durante llamadas establecidas usando señalización procedural. La señalización es definida después, en otros RFC's.

a) Multiplexaje Basado en VC de Protocolos de Ruteo.

Los protocolos de ruteo de PDU's deben ser portados como tales en la carga útil del AAL-5 CPCS-PDU. El formato del campo de carga útil AAL-5 CPCS-PDU es:

Formato de Carga Útil para Ruteo de PDU's

Portadora PDU (más de 2^{16} -1 octetos)

b) Multiplexaje Basado en VC de Protocolos de Puenteo.

Los protocolos de puenteo de PDU's debe ser portada en la carga útil del AAL-5 CPCS-PDU exactamente como se describe en la sección "Encapsulación LLC para Protocolos de Puenteo", excepto que solamente los campos después del campo PID son incluidos. El campo de carga útil AAL-5 CPCS-PDU transporta un PDU puenteado, por lo tanto, tiene uno de los siguientes formatos:

Formato de Carga Útil para Puenteo de PDU's Ethernet/802.3

PAD 0x00-00	Dirección Destino MAC	Residuo de Trama MAC	LAN FCS (opción dependiente del VC)
-------------	-----------------------	----------------------	-------------------------------------

Formato de Carga Útil para Puenteo de PDU's 802.4/802.5/FDDI

PAD 0x00-00-00 ó 0x00-00-xx	Control de Trama (1 octeto)	Dirección Destino MAC	Residuo de Trama MAC	LAN FCS (Opción dependiente del VC)
-----------------------------	-----------------------------	-----------------------	----------------------	-------------------------------------

Notar que el campo de control de acceso 802.5 (AC) no tiene significado fuera de la subred local 802.5. Puede ser recobrado como el último octeto de los tres octetos del campo PAD, que en caso de 802.5 puede ser fijo o algún valor (XX).

Formato de Carga Útil para Puenteo de PDU's 802.6

Reservado	BÉtag	BA size	Dirección destino MAC	Residuo de trama MAC	Remolque Común PDU
Encabezado Común PDU					

Formato de Carga Útil para BPDU's

BPDU definido por 802.1 (d) or 802.1 (g)

En el caso de Ethernet, 802.3, 802.4, 802.5, y FDDI PDU's la presencia o ausencia del seguimiento LAN FCS debe ser identificado implícitamente por el VC, desde el campo PID no es incluido. PDU's con la LAN FCS y PDU's sin la LAN FCS son así considerados pertenecientes a diferentes protocolos aún si el tipo de media puenteada pudiera ser la misma.

Puenteo en una Red ATM.

Una interfase ATM funcionando como un puente debe ser capaz de cubrir, reenviar y filtrar PDU's puenteados.

El cubrimiento es ejecutado para enviar el PDU a todos los posibles destinatarios adecuados. En el ambiente ATM esto significa mandar el PDU directamente a cada VC relevante. Esto puede ser perfecto para un copiado explícito a cada VC o el uso de un multicast VC.

Al enviar un PDU, un puente debe ser capaz de asociar una dirección de destino MAC con un VC. Esto es irrazonable y quizá imposible a la necesidad de los puentes para la configuración estática en asociación de cada posible destino de dirección MAC con un VC. Por lo tanto, los puentes ATM deben proveer bastante información al permitir una interfase ATM para aprender dinámicamente acerca de destinos externos más allá de las estaciones de ATM fijas.

Para lograr aprender dinámicamente, un puenteo PDU debe conformar la encapsulación descrita en la sección de "Encapsulación LLC". En este camino, la interfase de recepción ATM debe saber observar en el puenteo PDU y aprender la asociación entre destinos extranjeros y una estación ATM.

Para más Amplio Estudio.

Debido a la estandarización incompleta de multicasting ATM, direccionamiento y mecanismos de señalización, detalles relacionados a la negociación del método de multiplexaje así como tal resolución de direcciones se tienen en más amplios RFC's.

Apéndice A (RFC 1483). Encapsulación de Multiprotocolo sobre FR-SSCS.

I.36x.1 define una subcapa de convergencia específica Frame Relay (FR-SSCS) para ser usada sobre la cumbre de la Subcapa de Convergencia de Parte Común (CPCS) de la AAL-5 para Frame Relay sobre ATM. El servicio ofrecido para FR-SSCS corresponde a la esencia del servicio para Frame Relay siendo descrita en I.233.

Un FR-SSCS-PDU consiste de campos de direcciones Q.922 seguidas por el campo de información Q.922. Las banderas Q.922 y el FCS son omitidos, desde que las correspondientes funciones son proporcionados por el AAL. La figura muestra un FR-SSCS-PDU incluido en la carga útil de un AAL-5 CPCS-PDU:

FR-SSCS-PDU en la Carga Útil de AAL5 CPCS-PDU

Q.922 Campo de Dirección (2-4 octetos)	Q.922 Campo de Información	Remolque de AAL5 CPCS-PDU
Encabezado FR-SSCS-PDU	Carga útil FR-SSCS-PDU	

Los PDU's ruteados son encapsulados al lado del FR-SSCS-PDU como es definido en el RFC 1294. El campo de información Q.922 inicia con un campo de control Q.922 seguido por un octeto adicional de relleno que se usa para alinear el resto de la trama para un límite conveniente para el

remitente. El protocolo del PDU portado es entonces identificado para prefijar el PDU por un protocolo de capa de red ISO/CCITT ID (NLPID).

En el caso particular de un PDU IP, el NLPID es: 0xCC y el FR-SSCS-PDU tiene el siguiente formato:

Formato FR-SSCS-PDU para Ruteo de PDU's IP

Q.922 Campo de Dirección (2 ó 4 octetos)	0x03 (Control Q.922)	NLPID 0xCC	IP PDU (más de 2^{16} - 5 octetos)
--	-------------------------	------------	--------------------------------------

Note que según para el RFC 1294, el campo de dirección Q922 debe ser ninguno, 2 ó 4 octetos, por ejemplo, un campo de dirección de 3 octetos no es soportado.

En el caso particular de un PDU CLNP, el NLPID es: 0x81 y el FR-SSCS-PDU tiene el siguiente formato:

Formato FR-SSCS-PDU para Ruteo de PDU's CLNP

Q.922 Campo de Dirección (2 ó 4 octetos)	0x03 (Control Q.922)	NLPID 0x81	Reserva del PDU CLNP (más de 2^{16} - 5 octetos)
--	-------------------------	------------	--

Note que en caso de los protocolos ISO, el campo NLPID forma el primer octeto del PDU por el mismo y debe así, no ser repetido.

La sobreencapsulación aplica solo a aquellos protocolos de ruteo que tienen un único NLPID asignado. Para otros protocolos de ruteo (y para protocolos de puenteo) es necesario proveer algún mecanismo para la identificación de protocolo fácilmente. Esto puede logrado usando un valor NLPID: 0x80 para indicar que un Punto de Conexión a la Subred (SNAP) IEEE 802.1a sigue el encabezado.

Apéndice B (RFC 1483). Lista de Valores Asignados Localmente de OUI 00-80-C2

<u>Con FCS conservado</u>	<u>w/o FCS conservado</u>	<u>Medio</u>
0x00-01	0x00-07	802.3/Ethernet
0x00-02	0x00-08	802.4
0x00-03	0x00-09	802.5
0x00-04	0x00-0A	FDDI
0x00-05	0x00-0B	802.6
	0x00-0D	Fragments
	0x00-0E	BPDU's

Apéndice C (RFC 1483). Lista Parcial de NLPID's

0x00 Capa de Red Nula o Servicio Inactivo (No usado en ATM)
0x80 SNAP
0x81 ISO CLNP
0x82 ISO ESIS
0x83 ISO ISIS
0xCC Internet IP

CONCLUSIONES

Actualmente la transmisión y procesamiento de información en grandes volúmenes se ha vuelto un factor importante en el desarrollo general de universidades, empresas, institutos, etc.

El surgimiento de equipo tanto software como hardware más sofisticado y poderoso que sus antecesores requieren una plataforma más completa, procesadores más rápidos, memorias de varias decenas de Mbytes y capacidades en discos o medios de almacenamiento de hasta Gbytes y los distintos esquemas entre fabricantes para comunicar todos estos equipos han provocado una problemática para interconectar los sistemas de procesamiento de datos.

Debido a lo anterior podemos citar que la tecnología ATM ofrece la posibilidad de superar estas limitantes que se tienen con las tecnologías actuales, ya que la interconexión de redes independientemente del protocolo que este maneje se puede realizar sin problemas.

ATM es una nueva tecnología que puede ser usada para aplicaciones distintas y que demanden un gran ancho de banda y donde puedan estar implicadas la transmisión de voz, datos y video. Permite además a los proveedores de servicios de voz y datos un medio eficaz de transporte que permite un uso óptimo del ancho de banda disponible, para tener mayor capacidad y mejorar la calidad de los servicios.

ATM es la única tecnología que nos permite integrar cualquier tipo de red LAN en una única plataforma universal para transporte de información, de la aplicación o servicio que se requiera, enlaces de circuitos conmutados, comunicaciones seriales y transmisión de datos a altas velocidades por Frame Relay y Videoconferencia.

ATM aprovecha mejor el ancho de banda debido a la asignación dinámica y estadística de este, y por reducir el retardo de celdas de alta prioridad y porque pueden ser conmutadas más rápida y eficientemente por un

manejo de éstas basado en hardware (ATM es una tecnología orientada a conexiones).

Otro punto respecto a ATM es que permite contar con un sistema que puede configurarse de varias formas, con la capacidad para emigrar a nuevas tecnologías sin que el equipo llegue a ser obsoleto, conforme surjan nuevos estándares de comunicaciones. Así como la posibilidad de analizar el tráfico de datos en el canal de comunicación a una velocidad elevada (tiempo real) con el suficiente grado de exactitud para un rápido diagnóstico de problemas de red.

Actualmente existe una gran variedad de switches ATM de distintos proveedores con una variedad muy amplia de interfaces, y con un alto grado de seguridad de redes compartidas (99.999%), facilidad para la estructuración de LAN's virtuales con lo que se pueden enlazar diversos tipos de éstas y compartir sus recursos como si fuera una misma red, con conexiones transparentes a los usuarios.

ATM es aún una tecnología de costo elevado, sin embargo es una opción que brinda un mayor ancho de banda y velocidad de conmutación por menos costo en promedio, donde las aplicaciones manejen anchos de banda de cientos de Mbps y que tengan un alto porcentaje de uso en sus sistemas.

Consideraciones para implementar un diseño:

- Considerar necesidades actuales y futuras. En este caso de manejar voz dato y video en tiempo real a una gran velocidad, ATM es la solución ideal a esta necesidad.
- Contemplar otras tecnologías. Si no se requieren aplicaciones en tiempo real o sensibles al retardo se puede usar voz y video comprimido.
- Estudiar la red actual. Considerando el tráfico y uso del ancho de banda, considerando esto a futuro. Analizar si es posible reconfigurar el equipo y seguirlo usando.
- Enumerar los recursos con que se cuenta. Equipo, instalaciones, cableado, capital y tiempo.
- Proponer soluciones. De acuerdo a lo anterior proponer soluciones para resolver el problema con pequeñas modificaciones, una emigración paulatina o un cambio total.

- Analizar las opciones de mercado. Elegir las opciones que cumplan con la mejor calidad, servicios, garantías y precios.
- Análisis costo-beneficio. Escoger la mejor opción en los aspectos operativo y económico.
- Elaborar un plan de trabajo. Elaborar una relación de trabajo utilizando un método de realización de proyectos "La ruta crítica" o "Diagrama de Gant".
- Hacer un plan de estudio y medidas preventivas. La red diseñada debe ser monitoreada para observar su desempeño y tener un plan de prevención y mantenimiento para que trabaje adecuadamente.

Beneficios de la implementación con ATM

- Construir una red que haga frente a las nuevas aplicaciones, servicios y requerimientos de ancho de banda que demanda la Universidad (Internet, multimedia, servidores, etc.), así como a la incorporación de nuevos y más usuarios
- Optimizar el ancho de banda de la fibra óptica multimodo que corre entre los nodos principales, llevándola de 100 Mbps a circuitos duales de 155.52 Mbps, que además se administrarán sobre demanda.
- Integrar las diversas aplicaciones separadas en la UNAM (voz, datos y video) en una plataforma normada como es ATM, asegurando su interoperatividad con otras redes y su permanencia con el tiempo.
- Establecer una plataforma para nuevas investigaciones y desarrollo de aplicaciones.
- Mantener a RedUNAM a la vanguardia en telecomunicaciones.

En un principio hablamos de los medios de transmisión más comunes utilizados actualmente en RedUNAM y que por su volumen y funcionalidad se mantendrán operando, incluyendo las fibras ópticas que para los nuevos enlaces propuestos seguirán conformando parte del "backbone". Esto es parte de la escalabilidad de la nueva tecnología y el aprovechamiento de los recursos ya instalados.

Asimismo hablamos de los estándares de comunicación más comunes y sus características más generales, sistemas operativos, protocolos y parámetros de operación explicados en una forma sencilla y no demasiado profunda, lo cual nos da nociones de su funcionamiento y uso generalizado, razón por la que es importante conocerlos.

Con esta información se brinda una herramienta de consulta rápida y concisa que contiene de manera ordenada los datos generales, sobre estos sistemas de comunicación, que a menudo son difíciles de encontrar en una sola fuente y en el idioma español.

Por las características de RedUNAM creemos que la implementación propuesta es la más adecuada a las necesidades de la red de la cual hacemos una descripción actual y una solución. Por lo que incluimos una visión del funcionamiento de ATM y una versión de la misma, que es en realidad una tecnología muy complicada pero que tratamos de la manera más sencilla y comprensible y que servirá de base y de una completa introducción a quien desee profundizar en el tema de una tecnología en auge y con futuro. Para este último punto se proporciona al final una extensa bibliografía sobre el tema.

Por lo anterior pensamos que este trabajo de tesis cumple su objetivo de investigación y desarrollo de temas que complementan nuestra preparación profesional y sirve de base para continuar formándonos en el área de las telecomunicaciones.

GLOSARIO

Ancho de banda (bandwith). Gama de frecuencias que pasa por un circuito.

ANSI (American National Standards Institute). Instituto Nacional Estadounidense de Normas.

ATM (Asynchronous Transfer Mode-Modo de transferencia Asíncrona). Normalizada por la ITU de cell relay, una técnica de conmutación de paquetes que utiliza paquetes que utiliza celdas de longitud fija. Es asíncrono en el sentido de que la recurrencia de celdas que contienen información de un usuario determinado no es periódica.

AWG (American Wire gauge). Calibre estadounidense de alambres, es un sistema que sirve para especificar tamaños de alambre.

Backbone. Es la columna vertebral de una red de comunicaciones, actúa como conducto primario de tráfico de datos, voz o video.

Banda Base (Baseband). Se refiere a la transmisión de una señal analógica o digital en su frecuencia original sin modificarla por modulación.

Baudio (baud). Unidad de velocidad de señalización equivalente al número de estados o eventos discretos por segundo. Si cada evento de señal representa solo un estado de bit, la tasa de baudios equivale a los bps (bits por segundo).

BIP. Función de paridad de bits intercalados.

Bit. Contracción de "Binary Digit", la menor unidad de información en un sistema binario. Un bit representa o bien uno o cero.

Bps. Bits por segundo, medida de la velocidad de transmisión de datos en la transmisión serie.

Buffer. (Memoria). Dispositivo de almacenamiento. Usado comúnmente para compensar diferencias en la velocidad de transmisión de datos o temporización de eventos cuando se transmite de un dispositivo a otro. Se utiliza también para eliminar el jitter.

Bus. Canal de transmisión, es una conexión de uno o más conductores en el cual todos los dispositivos ligados reciben simultáneamente todo lo que se transmite.

Byte. Grupo de 8 bits.

Canal. Camino para una transmisión eléctrica para uno o mas puntos. También se le llama circuito, enlace, línea.

Capa de enlace de datos (Data Link Layer). Capa dos del modelo OSI. La entidad que establece, mantiene y libera las conexiones del enlace de datos entre los elementos de una red. La capa dos se ocupa de la transmisión de unidades de información, o tramas, y de la verificación de error asociada.

Capa Física (physical layer). Capa uno del modelo OSI. La capa física se ocupa de los procedimientos eléctricos, mecánicos y de establecer una comunicación sobre la interface que conecta un dispositivo al medio de transmisión.

CBDS. Servicio de datos sin conexión de banda ancha.

CBR. Tasa de bits constante.

CCITT (Comité Consultor Internacional de Telegrafía y Telefonía). Comité asesor internacional con base en Europa que recomienda normas internacionales de transmisión. Actualmente a pasado a denominarse ITU-T.

CLP. Prioridad de celda "loss".

Colisión. Condición que se da cuando dos o más estaciones de datos intentan transmitir al mismo tiempo por el mismo canal.

Conectividad. Es la conexión física de redes de computadoras, comunicaciones entre equipos y compartir recursos de tal forma que cada sitio puede enviar o recibir datos desde cualquier otro.

Conmutación de paquetes (Packet switching). Técnica de transmisión de datos que divide la información del usuario en envoltentes de datos discretas llamadas paquetes y las envía paquete por paquete.

Conmutación por División de Tiempo (TDM). Técnica que combina varias señales de baja velocidad, formando una transmisión de alta velocidad, por ejemplo, si a, b y c son tres señales digitales de 1000 bits por segundo (1 kbps) las mismas pueden ser entrelazadas formando una sola de 3000 bits por segundo (3kbps) de la siguiente forma: aabbccaabbccaabbcc. En el extremo de recepción, se separan las diferentes señales y se les recombina formando corrientes simples abc.

Control de Acceso al Medio (MAC). Se define como un subnivel de servicio, el cual es conformado por el conjunto de protocolos que definen el acceso al medio físico de transmisión.

CRC. Código de redundancia cíclica.

CSMA/CD (Detección por portadora de acceso múltiple/Detección de Colisiones-Carrier sense múltiple access/collision detection). En este protocolo las estaciones escuchan al bus y sólo transmiten cuando el bus está

desocupado. Si se produce una colisión el paquete es transmitido tras un intervalo (time-out) aleatorio. El CSMA/CD se usa en Ethernet.

DACS (Digital Access and Cross connect System-acceso digital a sistemas cross connect). Conmutador de segmentos de tiempo (slots) que permite redistribuir electrónicamente líneas E1/T1 a nivel DSO (64 kbps). Se llama también DCS o DXS.

Datagrama (Datagram). En las redes de conmutación de paquetes es una forma de encaminamiento, en la cual un paquete se dirige hacia su destino final, independientemente del resto, por los tramos de menor carga y retardo sin que previamente se haya establecido un circuito virtual o real.

Datos (Data). Información representada en forma digital, incluyendo voz, texto, facsímil y vídeo.

dB (Decibel). Unidad que mide la intensidad relativa (razón) de dos señales.

DCC. Canal de conmutación de Datos.

DCE (Data communications equipment-Equipo de comunicaciones de datos). El equipo que brinda las funciones que establecen, mantiene y finalizan una conexión de transmisión de datos.

Diafonía (Crosstalk). Transferencia indeseada de energía de un circuito a otro. Típicamente, la diafonía tiene lugar entre circuitos adyacentes.

Dirección (Address). Representación codificada del origen o destino de los datos.

Dirección Internet. También denominada IP Address. Dirección de 32 bits independiente del hardware que se asigna a computadoras centrales bajo el conjunto de protocolos TCP/IP.

DS-3 (Digital Signal Level 3-Señal digital de jerarquía 3). Término usado para denominar la señal digital de 45 Mbps transportada por una instalación T3.

DTE (Data Terminal Equipment-Equipo Terminal de datos). Dispositivo que transmite y/o recibe datos a/de un DCE (p.ej. terminal o impresora).

E1. Sistema de portadora digital a 2.048 Mbps usado en Europa. Llamado también CEPT.

E3. Norma europea de transmisión digital de alta velocidad que opera a 34 Mbps.

Enrutado (Routing). El proceso de selección de la vía circuital más eficiente para un mensaje.

Ethernet. Diseño de red de área local normalizado como IEEE 802.3. Utiliza transmisión a 10 Mbps por un bus coaxial, y el método de acceso CSMA/CD.

FCC (Federal Communications Commission-Comisión Federal de Comunicaciones). Organismo regulador de los EUA para todas las comunicaciones radiales y eléctricas.

FDDI (Fiber Distributed Data Interface-Interface de datos distribuidos por fibra). Norma ANSI para enlaces por fibra óptica con velocidades hasta 100 Mbps.

Fibra óptica. Delgados filamentos de vidrio o plástico que llevan un haz de luz transmitido (generado por un led o láser).

FIFO (First input first output). Primeras entradas primeras salidas.

Full duplex. Circuito o dispositivo que permite la transmisión en ambos sentidos simultáneamente.

Half Duplex. Circuito o dispositivo que permite la transmisión en ambos sentidos pero no simultáneamente.

Hub activo. Es una unidad poderosa que actúa como un dispositivo de distribución y amplifica señales, mientras que un hub pasivo solo distribuye señales a distancias cortas (sin amplificación).

IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers-Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica). Organización profesional internacional que publica sus propias normas. La IEEE es miembro de ANSI e ISO.

ILMI. Interfaz provisional de manejo local (servicio de manejo de red)

Interface. Límite compartido definido por características físicas de interconexión común, características de señal y significado de las señales intercambiadas.

IP (Internet Protocol-Protocolo de Internet). El protocolo de nivel de red del conjunto de protocolos TCP/IP.

IPX/SPX. Intercambio de Paquetes Internet/Intercambio de Paquetes Secuenciales. Este es un protocolo diseñado por Novell, es el más usado en redes PC's.

ISO (International Standards Organization-Organización de Normas Internacional). Esta involucrada en la formulación de normas de comunicaciones.

Jitter. Desplazamiento de una señal de transmisión en el tiempo o en la fase. Puede introducir errores y pérdidas de sincronización en las comunicaciones síncronas de alta velocidad.

LAN (Local Area Network-Red de Area Local). Instalación de transmisión de datos de alto volumen que conecta varios dispositivos intercomunicados

(computadoras, terminales e impresoras) dentro de una misma habitación, edificio o complejo u otra área geográfica limitada.

Línea dedicada. Línea telefónica reservada para uso exclusivo de un cliente, sin conmutación de central.

LLC (Logical Link Control). Control de enlace lógico.

MAC (Media Access Control-Control de Acceso al Medio). Protocolo que define las condiciones bajo las cuales las estaciones de trabajo acceden al medio de transmisión. En las LAN tipo IEEE, la capa MAC es la subcapa más baja del protocolo de la capa de enlace de datos.

Módem. Dispositivo usado para convertir señales digitales serie de una DTE transmisora a una señal adecuada para la transmisión a gran distancia. Reconvierte también la señal transmitida a información digital serie para su aceptación por una DTE receptora.

Modulación. Alteración de una onda portadora en función del valor o de una muestra de la información que se transmite.

Multiplexor/Mux. Dispositivo que permite que dos o más señales transiten y compartan una vía común de transmisión.

Nodo. Punto de interconexión a una red.

Paquete (Packet). Grupo ordenado de señales de datos y de control transmitido por una red y que es un subconjunto de un mensaje más grande.

PCM (Pulse Code Modulation-Modulación por Codificación de Pulsos). Procedimiento para adaptar una señal analógica a una corriente digital de 64 kbps para la transmisión.

PDU. Unidad de datos de protocolo.

PLCP (Physical Layer Convergence protocol). Protocolo de convergencia de la capa física.

Portadora (Carrier). Señal continua de frecuencia fija, capaz de ser modulada por otra señal que contiene la información.

Protocolo. Conjunto formal de convenciones que gobiernan el formato y temporización relativa del intercambio de mensajes entre dos sistemas que se comunican.

Puente (Bridge). Dispositivo que se emplea para conectar dos redes de igual tipo.

Puerta de Acceso (Gateway). Es un equipo electrónico que conecta dos tipos diferentes de redes de comunicaciones. Realiza la conversión de protocolos de una red a otra.

Puerto (Port). Interface física a una computadora o multiplexor para la conexión de terminales y módem.

Punto a Punto (Enlace). Conexión entre dos, y sólo dos equipos.

RDI. Red Digital Integrada. Tecnología que ofrece servicios de voz, dato y video.

RDSI (Red Digital de Servicios Integrados). Servicio provisto por una empresa de comunicaciones que permite transmitir simultáneamente diferentes tipos de datos digitales conmutados y voz.

RDSI-BA (Red Digital de Servicios Integrados en Banda Ancha). La próxima generación de RDSI, diseñada para transportar información digital, voz y video. El sistema de conmutación es ATM y SONET o SDH al medio físico de transporte.

Red. Grupo de nodos interconectados.

Red Telefónica Conmutada Pública. La red de telecomunicaciones a que acceden generalmente los teléfonos comunes, los teléfonos multilínea, troncales PBX (Central Privada) y equipos de datos.

Repetidor. Dispositivo que automáticamente amplifica, restaura o devuelve la forma a las señales para compensar la distorsión y/o atenuación antes de proceder a retransmitir.

Ruteador (Router). Dispositivo de comunicaciones que selecciona un recorrido adecuado para el transporte de datos, y encamina un mensaje de acuerdo a él.

SAR. Segmentación y reensamblaje.

SDH (Synchronous Digital Hierarchy-Jerarquía Digital Síncrona). Norma europea para el uso de medios ópticos para el transporte físico en redes de larga distancia y alta velocidad.

Sistema de Admón. de Red (Network Management System). Sistema completo de equipos que se utiliza para monitorear, controlar y administrar una red de comunicaciones de datos.

SMDS (Switched Multimegabit Data Service-Servicio Conmutado de Multimegabits de Datos). Especificación de un servicio de datos de paquetes conmutados sin conexiones.

SNAP. Protocolo de acceso a la subred.

SNMP (Simple Network Management Protocol-Protocolo de Admón. de Redes Simples). Actualmente muy difundido y es el protocolo de admón. de red de la familia de protocolos TCP/IP.

Software. Son una serie de pasos a seguir con la secuencia lógica.

SONET (Synchronous Optical Network-Red Óptica Síncrona). Norma para la utilización de medios ópticos para el transporte físico en redes de larga

distancia y alta velocidad. Las velocidades básicas de SONET comienza por 31.84 Mbps y llegan a 2.5 Gbps.

STP (Shielded Twisted Pair-Par Trenzado Blindado). Término general que designa sistemas de cableado específicamente diseñados para la transmisión de datos y en los cuales los cables están blindados.

T1 Fraccionario. Servicio brindado por empresas de comunicaciones de América del Norte. Se le da al cliente un enlace T1 completo, pero el cobro se basa en el número de segmentos de tiempo usados.

T1. Término de AT&T que designa una instalación a portadora digital usada para transmitir una señal de formato DS1 a 1.544 Mbps. La trama de T1 tiene 24 segmentos de tiempo o canales.

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol-Protocolo de control de transmisión/Protocolo Internet). Conocido también como Internet Protocol Suite. Este conjunto de protocolos se utiliza en la Internet y se ha generalizado su uso por la interconexión de redes heterogéneas.

TDM (Time Division Multiplexor-Multiplexor por División de Tiempo). Dispositivo que divide el tiempo disponible en su enlace compuesto entre sus canales, por lo general intercalando los bits o caracteres correspondientes a cada terminal.

Token Ring. Red de área local normalizada como IEEE 802.5. Una trama supervisora (token) es pasada secuencialmente entre estaciones adyacentes. Las estaciones que desean acceder a la red deben esperar a que les llegue el token antes de poder transmitir datos.

Topología. Es la forma (la conectividad física) de la red. El término "topología" es un concepto geométrico con el que se alude al aspecto de una cosa.

Transmisión Analógica. Transmisión de una señal de variación continua, a diferencia de una señal discreta (digital).

Transmisión Asíncrona (Asynchronous Transmission). Método de transmisión que envía las unidades de datos a un carácter por vez.

Transmisión serie (Serial Transmission). El modo de transmisión más corriente, en el cual los bits de los caracteres son enviados secuencialmente de a uno por vez en lugar de en paralelo.

Transmisión Síncrona. (Synchronous Transmission). Transmisión en la cual los bits de datos se envían a velocidad fija, con el transmisor y el receptor sincronizados.

Troncal (Trunk). Un único circuito entre dos puntos, cuando ambos son centros de conmutación de puntos de distribución individuales.

UTP (Unshielded Twisted Pair-Par Trenzado sin blindar). Término general aplicado a todos los sistemas locales de cableado para la transmisión de datos y que no están blindados.

VCI. Identificador de canal virtual.

VPI. Identificador de ruta virtual.

BIBLIOGRAFÍA

- Introducción a Redes LAN de Micros. Diplomado de Redes de Microcomputadoras. Enero de 1994. Módulo I. Facultad de Ingeniería UNAM División de Educación Continua.
- Redes LAN de Micros Parte II. Del 17 al 26 de marzo de 1994. Módulo II del Diplomado de Redes Locales. Facultad de Ingeniería UNAM División de Educación Continua.
- III Curso Internacional en Telecomunicaciones. Módulo I Telecomunicaciones Vía Fibra Óptica. Del 16 al 21 de mayo de 1994. Facultad de Ingeniería UNAM División de Educación Continua.
- III Curso Internacional de Telecomunicaciones. Módulo III Redes Digitales Actualidad y Perspectiva. Del 2 al 10 de junio de 1994. Facultad de Ingeniería UNAM División de Educación Continua.
- El ABC de las Redes Locales. Varios Autores. Hewlet Packard.
- ATM Hewlet Packard.
- Data and Computer Communications. William Stallings. 4a ed. Editorial Macmillan.
- FDDI Technology and Applications. Mirchandani, Khanna. De. John Wiley & Sons.
- Digital Telephony. John Bellamy. 2a ed. Wiley Series in Telecommunication. A Wiley-Interscience Publication.
- Redes de Computadoras, Protocolos, Normas e Interfaces. Uyles Black. Ed. Macro Bit 1990.
- Comunicaciones, Interfaces, Modems, Protocolos, Redes y Normas. José M. Huidobro. Ed. Paraninfo 1992.
- Transmisión de Información, Modulación y Ruido. Mischa Schwartz. Ed. Limusa.
- Comunicaciones y Redes de Procesamiento de Datos. Gonzalez Sainz Nestor. Ed. Mc Graw Hill.
- Sistemas de Comunicación. Stremler, Ferrel G. Fondo Educativo Interamericano.
- Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones, Diseño de Redes Digitales y Analógicas. Freeman, Roger L. Ed. Limusa.