



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

ELABORADO POR
ADRIANA ALBA

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGON

“APLICACION DE LA TECNOLOGIA “ATM” EN LAS
REDES DE DATOS COMO ALTERNATIVA PARA
INCREMENTO DE LA EFICIENCIA EN LA VELOCIDAD”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

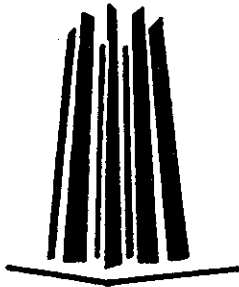
INGENIERO EN COMPUTACION

P R E S E N T A N :

JORGE FRANCISCO DAVILA CLEMENTE

DANIEL ROCHA PEREZ

ASESOR: ING. DONACIANO JIMENEZ VAZQUEZ



EDO. DE MEXICO

2000



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCIÓN

JORGE FRANCISCO DÁVILA CLEMENTE
PRESENTE.

En contestación a la solicitud de fecha 12 de marzo del año en curso, presentada por Daniel Rocha Pérez y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que el señor profesor, Ing. DONACIANO JIMÉNEZ VÁZQUEZ pueda dirigirles el trabajo de tesis denominado, "APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA "ATM" EN LAS REDES DE DATOS COMO ALTERNATIVA PARA INCREMENTO DE LA EFICIENCIA EN LA VELOCIDAD", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

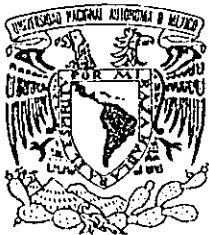
Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 13 de abril de 1999
EL DIRECTOR

Lic. CARLOS EDUARDO LEVY VÁZQUEZ



- c c p Secretaría Académica.
- c c p Jefatura de la Carrera de Ingeniería en Computación.
- c c p Asesor de Tesis.

CELV/AIR/MCA/IIa.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCION

DANIEL ROCHA PÉREZ
PRESENTE.

En contestación a la solicitud de fecha 12 de marzo del año en curso, presentada por Jorge Francisco Dávila Clemente y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que el señor profesor, Ing. DONACIANO JIMÉNEZ VÁZQUEZ pueda dirigirles el trabajo de tesis denominado, "APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA "ATM" EN LAS REDES DE DATOS COMO ALTERNATIVA PARA INCREMENTO DE LA EFICIENCIA EN LA VELOCIDAD", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 13 de abril de 1999
EL DIRECTOR

Lic. CARLOS EDUARDO LEVY VAZQUEZ



- c c p Secretaría Académica.
- c c p Jefatura de la Carrera de Ingeniería en Computación.
- c c p Asesor de Tesis.

CELV/AIR/MCA/lla.

AGRADECIMIENTOS:

A la *Universidad Nacional Autónoma de México* por brindarnos la oportunidad de pertenecer a ella y por su ejemplo de perseverancia a través del tiempo.

A la *Escuela Nacional de Estudios Profesionales Campus Aragón* por habernos dado una formación profesional.

A todos los *Profesores* por haber compartido su conocimiento y tiempo, dándonos bases firmes para una formación integral, personal y profesional. En especial a:

Ing. Donaciano Jiménez Vázquez

Gracias por su apoyo, asesoría y amistad para la realización del presente trabajo.

Ing. Fernando Chávez Márquez

Gracias por su participación y ayuda.

Ing. David Moisés Terán Pérez

Gracias por su participación y ayuda.

Ing. Víctor Velasco Vega

Gracias por su participación y ayuda.

Ing. Manuel Quintero Cervantes

Gracias por su participación y ayuda.

Gracias por que han sido parte de nuestra formación profesional

JORGE FRANCISCO DÁVILA CLEMENTE

DANIEL ROCHA PÉREZ

Este trabajo lo dedico:

Primero agradezco a Dios por estar siempre conmigo y ayudarme a salir adelante en todo momento.

Un agradecimiento a la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme formar parte de ella y por ayudarme a descubrir millones de ideas que lleva uno dentro para ser mejores moral e intelectualmente. A los profesores mi respeto y admiración por el esfuerzo con nosotros para ser mejores día con día y brindarnos su experiencia.

A mi Padre, Francisco Dávila Piña, porque no hay palabras para agradecer sacrificios y apoyos otorgados por tu parte, el cariño y confianza fue lo más importante que me has brindado a lo largo de estos años. Gracias por siempre apoyarme en momentos difíciles. Le doy gracias a Dios por haberme tocado un padre como tu. A mis hermanos, Karla, Iris, Francisco y Nubia, LOS QUIERO.

A Mamá Quetita en donde quiera que este.

A mi abuelita, Dolores Piña, por todo el amor, cariño y protección, a mi abuelito Francisco Dávila H., por el apoyo.

A mis tíos, Javier, Enriqueta, Cata, Armando, Marcela, Beatriz, Martín, Alicia, Jesús, Agustín, Martín R., Javier S., María G., Ricarda H., un especial agradecimiento a todos y a cada uno de ustedes porque de todos aprendí algo, se que sin su ayuda no hubiera sido posible este final. Gracias por su cariño, consejos y comprensión, y sobre todo por sus regaños porque ahora los entiendo, esto sirvió para forjar un criterio propio y llegar al lugar donde estoy ahora. No tengo con que pagar todo esto, pero reciban este pequeño logro como suyo también.

A mis primos, Arturo, Joel, Abdiel, Hiddekkel, Angel, Humberto, Noé, Yessica, Maricela, Adriana, Eduardo, Elizabeth, Tania, Karina, Leslie, Diana, Claudia, Luis, Carlos, Mauricio, Gerardo, Juana, Martín, Silvia, Armando, Juan, Alejandra, Cristina, "Martín Gordo", José Alberto, Mónica, porque desde pequeños nos conocemos, ya que hemos pasado muchas etapas de nuestra vida juntos, porque la vida nos puso en el mismo camino y aunque nos hicieron falta muchas cosas, siempre supimos que podíamos contar uno con otro, no importa quién realizó esta meta sabemos que en una familia los logros son sin excepción de todos, porque todos sus sueños se cumplan y esto los motive a perseguir sus metas gracias.

A mis amigos porque con ustedes compartí juegos, preocupaciones, fracasos y triunfos, pero siempre supe que podía contar con ustedes sin objeción alguna y con la confianza para conmigo, no terminaría de nombrar a cada uno de ustedes y si llegó a omitir a alguien espero me disculpen; Enrique Moreno, Ricardo Ponce, Daniel Rocha, José Martínez, Lucero Escamilla, Edgar Gómez, Raúl Lezama, Alberto Baños, Adriana Balderas, Karina, Edith Vázquez, Norma Domínguez, Catalina García, Javier Ahuatzin, Lucía Rodríguez, Martín Franco, Clemente, Ignacio, Alejandro, Horacio Rodríguez, Jorge, Edgar, Ricardo Rojas,

*"Cuando veas a un hombre bueno, trata de imitarlo;
cuando veas a uno malo, examínate a ti mismo".*

Jorge Fco. Dávila

La presente Tesis está dedicada:

A ese Ser Supremo, gracias por darme la oportunidad de existir y sobre todo por la capacidad para soñar con este momento tan especial.

A la Vida por haberme dado la oportunidad de demostrar que con un poco de decisión se puede realizar lo que se proponga.

A mis Padres por haberme dado la vida, por el simple hecho de ser mis padres, por sembrar y cuidar en mí la semilla del camino correcto, esta tesis es el fruto de su amor, apoyo y comprensión.

A mi Madre, quien me ha apoyado incondicionalmente y me ha enseñado que con coraje, perseverancia, paciencia y amor es posible lograr objetivo que uno se proponga. Gracias por haber estado conmigo en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi Padre, gracias por sonrisas, regaños, consejos, sabiduría y apoyo, que me han servido y me servirán en mi vida profesional y personal.

A mis Hermanos, gracias por el apoyo, la confianza y la paciencia que tuvieron para conmigo durante mi formación profesional.

A mis Abuelitos les doy las gracias por haber creído en mí para hacer de este momento algo muy especial.

A todos mis Familiares, porque de ellos he aprendido cosas que me han ayudado para cumplir este objetivo.

A mis Amigos y Compañeros sin excepciones por su amistad y apoyo.

A mis Mejores Amigos: Lucero, José, Raúl y Jorge, gracias por su amistad, apoyo incondicional y siempre extenderme la mano cuando la he necesitado.

A Jorge, porque juntos aprendimos y nos apoyamos en los momentos más difíciles de la carrera, además de sus consejos y regaños que me han servido mucho. Gracias Amigo.

El hombre que cree en sus sueños corre
el riesgo de que estos se conviertan en
realidad . . .

Walter Elías Disney

Proponte hacer cada día algo que no
deseas hacer. Tal es la regla de oro para
adquirir con tu deber sin que te pese.

Mark Twain

Ten cuidado de las cosas de la tierra; haz algo,
corta leña, labra la tierra, planta nopales, planta
magueyes; tendrás qué beber, qué comer, qué
vestir, con eso estarás de pie, serás verdadero,
con eso andarás. Con eso se hablará de ti, Se te
alabará, con eso te darás a conocer.

Huchuctuatolli

Daniel Rocha

**“APLICACIÓN DE LA
TECNOLOGÍA “ATM” EN
LAS REDES DE DATOS
COMO ALTERNATIVA
PARA INCREMENTO DE
LA EFICIENCIA EN LA
VELOCIDAD”**

INDÍCE

OBJETIVOS	V
PRÓLOGO	VI
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	2
1.1.1. Redes de Datos	4
1.1.2. Historia de las Redes de Datos	8
1.2. Clasificación de las Redes	10
1.2.1. Redes de Área Local (LAN - Local Area Network)	12
1.2.2. Redes de Área Metropolitana (MAN - Metropolitan Area Network)	13
1.2.3. Redes de Área Amplia (WAN - Wide Area Network)	14
1.3. Topologías	16
1.3.1. Topología en Bus	17
1.3.2. Topología en Anillo	18
1.3.3. Topología en Estrella	19
1.4. Protocolos de Red	20
1.4.1. TCP/IP	21
1.5. Modelo OSI	25
1.6. Medios de Comunicación en Redes de Datos	29
1.6.1. Par Trenzado	29
1.6.2. Cable Coaxial	30
1.6.3. Fibra Óptica	31

CAPÍTULO II. FUNDAMENTOS DE ATM	34
2.1. Evolución de la Tecnología Digital	36
2.1.1. IDN	36
2.1.2. ISDN	37
2.1.3. SS7	38
2.1.4. B-ISDN	39
2.1.5. ATM	41
2.2. Estructura ATM	44
2.2.1. Conexiones Lógicas ATM	49
2.2.1.1. Uso de Canales Virtuales	53
2.2.1.2. Características de Camino Virtual/Canal Virtual	54
2.2.1.3. Señalización de Control	56
2.2.2. Los Estándares de ATM	57
2.2.3. Celdas ATM	61
2.2.3.1. Estructura de la Celda ATM	61
2.3. Modelo de Referencia de ATM	64
2.3.1. Capa Física	65
2.3.2. Capa ATM	69
2.3.3. Capa de Adaptación de ATM (AAL)	71
2.3.3.1. Subcapa de Convergencia (CS)	86
2.3.3.2. Subcapa de Segmentación y Reensamblado (SAR)	87
2.4. Parámetros de Tráfico y de Calidad de Servicios de ATM	87

CAPÍTULO III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	93
3.1. Beneficios y Ventajas de ATM	94
3.2. X.25	97
3.2.1. Características de X.25	99
3.2.2. Operación de X.25	101
3.3. Frame Relay	109
3.3.1. Características de Frame Relay	110
3.3.2. Operación de Frame Relay	112
3.4. Comparación, Uso y Aplicación de X.25, Frame Relay y ATM	113
3.4.1. Frame Relay	113
3.4.2. ATM	116
CAPÍTULO IV. REQUERIMIENTOS	118
4.1. Modelos de Conmutadores	119
4.1.1. Funcionamiento del Conmutador ATM Blocking	119
4.1.2. Arquitecturas de los Conmutadores	121
4.1.3. Métodos de Buffereo del Conmutador	123
4.1.4. Otros Aspectos de Conmutadores ATM	124
4.2. Categorías del Hardware	125
4.2.1. Conmutadores ATM de CO	127
4.2.2. Conmutadores Campus ATM	127
4.3. Comparación de Conmutadores ATM	127
4.4. ATM Local - Routers, Conmutadores, Hubs, y Sistemas de Término	130

4.4.1. Conmutadores Locales ATM	130
4.4.2. Ruteadores ATM	130
4.4.3. Hubs ATM	131
4.4.4. Interfaces de Fin de Sistema	133
4.4.5. Otros Dispositivos Locales ATM	134
4.4.5.1. Multiplexores/Concentradores ATM	135
4.4.5.2. Dispositivos de Puenteo ATM	135
4.4.5.3. CSU/DSUs ATM	135
4.5. El Conmutador LightStream 1010	135
4.6. El Conmutador Catalyst 5000	143
CONCLUSIONES	157
GLOSARIO	159
BIBLIOGRAFÍA	171

OBJETIVOS.

Se tiene como objetivo primordial dar a conocer las características generales de la Tecnología ATM con los Sistemas de Telecomunicaciones existentes para comprender el proceso de Transmisión, Transporte y Recepción de la información para lograr la comunicación entre dos o más lugares diferentes. Así también, lo que han provocado las telecomunicaciones, es desde la necesidad de tener una red que maneje grandes cantidades de información, hasta tener un ancho de banda que pueda ser manejable.

Por consiguiente se describe la Estructura de Telecomunicaciones ATM, la Adaptación, Convivencia y sobre todo los Beneficios y Ventajas entre las demás Tecnologías de Redes existentes.

PRÓLOGO.

La Tecnología de la Información está introduciendo rápidamente a la sociedad en una nueva era, el área de las Telecomunicaciones y la Informática van ligados constantemente, en el mundo se han producido nuevas tecnologías que van mejorando los servicios existentes y han planteado un gran número de servicios que permiten manejar de manera más adecuada la información.

También hay que observar los flujos de información que hoy en día se manejan, pero siendo realistas en las telecomunicaciones está presente la necesidad de disponer de redes cada vez más rápidas y baratas, pero la migración a éstas, dependerá del interés que las empresas públicas o privadas presenten, pero que al final se deberá realizar.

Con el desarrollo de Técnicas de Conmutación, de Compartición del Ancho de Banda y Transmisión mediante Fibra óptica se está haciendo realidad, redes que además de sus altas prestaciones permiten la integración de servicios bajo una misma interface de usuario. Este es el caso de ATM, ya que permite manejar diversos tipos de tráfico (voz, datos y video) transportándolos a través de la red en celdas de tamaño constante a velocidades realmente altas, necesarias para las aplicaciones actuales.

ATM tiene la facilidad de adaptarse a las tecnologías de redes ya existentes, con esto no se obliga a un cambio total en la infraestructura de la red y en consecuencia trae beneficios a ésta. Actualmente ATM se perfila a ser uno de los estándares más utilizados en el mundo de las telecomunicaciones ya que logra optimizar el desempeño de una red.

Tomando en cuenta que la información relacionada con este tema es bastante amplia, se tratará de manejarla con la mayor claridad posible; pero esto no impide el obtener mayor información acerca de este tema por múltiples vías de comunicación, como lo es Internet y

demás libros existentes, puesto como se ha venido mencionado la tecnología avanza rápidamente.

Pasando a lo existente dentro de este trabajo se encontraran cuatro capítulos, en estos se tratará de abarcar lo que desde nuestro punto de vista es de mayor importancia dentro de esta tecnología; con esto se tiene lo siguiente:

El Capítulo I, da una breve explicación de todo aquello que interviene en la transmisión de la información (imágenes, voz y datos) para lograr una comunicación entre dos o más lugares, así como las diferentes configuraciones y topologías de redes que existen en la actualidad, se puede decir que es la base sobre lo que se trata de mejorar.

En el Capítulo II se explican las características de la Tecnología ATM desde su Evolución, Estructura, Modelo de Referencia y su Funcionamiento.

En el Capítulo III se plantea el problema de las telecomunicaciones que ha provocado la necesidad de tener una red que pueda manejar grandes volúmenes de información, también los beneficios y ventajas que brinda ATM, así como la comparación entre las tecnologías existentes.

Y por último en el Capítulo IV se muestran algunas configuraciones, arquitecturas de algunos equipos que se encuentran en el mercado con los que trabaja ATM en su entorno.

También se muestran algunos ejemplos de redes ya instaladas, para tener un mayor criterio aplicativo de esta tecnología. Sin llegar a ser redundantes en este aspecto se tratará de ser claros y concisos.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES.

Se tienen diversos conceptos de la comunicación, pero todos saben en realidad que lo más importante en torno a este tema es, que desde la antigüedad la necesidad de ésta, siempre ha sido un aspecto muy conocido por cualquier sociedad independientemente de su desarrollo.

Se ha evolucionado con el paso del tiempo, recordando desde los simples mensajeros a pie, las palomas mensajeras de los tiempos romanos, sonidos de tambor, antorchas, el sistema de televisión en la Segunda Guerra Mundial, desarrollándose los rayos catódicos para la televisión a color, hasta el progreso de cada una de ellas sustituyéndose por sistemas y modos de comunicación.

Como lo son en los años 70's, los primeros años de Internet, desarrollado por científicos del Departamento de Defensa de los Estados Unidos creando una pequeña Red de Computadoras para intercambiar información, lográndose en las telecomunicaciones el desarrollo de la Fibra óptica.

En la mayor parte del mundo se tendrán sistemas y modos de comunicación adecuados a la conveniencia y necesidad de cada sociedad dependiendo de sus distancias e intereses particulares.

El tercer milenio llevará consigo grandes retos dado que en la mayor parte del mundo, estos medios de comunicación antiguos han sido desplazados por los sistemas de comunicación existentes hoy en día, permitiendo la transmisión de señales a través de distancias mucho mayores (estados, ciudades, países y se puede decir que hasta planetas y galaxias distantes), a velocidades vertiginosas como la de la luz.

Una condición necesaria para aprovechar este universo de oportunidades del futuro será la infraestructura y los servicios de telecomunicación. Como puede observarse, el ámbito de las telecomunicaciones avanza día con día a pasos agigantados. En la actualidad la mayoría de las personas dependen directamente de una u otra forma de ellos para el desempeño eficaz de nuestro trabajo, en casa o en nuestros ratos de ocio.

En estos últimos años, México ha tenido avances en este sector, junto con su desarrollo tecnológico hacen del campo de trabajo en computación y telecomunicaciones una fuente creciente de empleos. Dentro de dicho campo pertenecen los Sistemas Telefónicos, Redes Digitales de Servicios Integrados, Radio y Microondas, Redes de Área Local, Sistemas en Fibra óptica, Sistemas de Transmisión Analógica y Digital.

En segundo término, esta evolución en las comunicaciones tiene que ver con la posibilidad de transmitir a altísimas velocidades volúmenes muy grandes de información. Se ve como la sociedad está evolucionando, por ejemplo los datos eran enviados como una serie de señales eléctricas a lo largo de conductores o en forma de ondas de radio a través del aire, pero a medida que el cúmulo de información fue creciendo, esas "rutas" comenzaron a saturarse, provocando atascos insalvables. Aparecieron como solución: unas finísimas hebras de vidrio de alta resistencia, mejor conocidas como Fibra óptica, las cuales son capaces de transportar millones de datos por segundo. También puede mencionarse el desarrollo de los chips, estos dos desarrollos se dan gracias a la digitalización.

Hoy en día la electrónica y la informática representan el manejo de grandes cantidades de información, el gran reto del mañana es aprender a despreciar el ancho de banda, acabándose así la era de los algoritmos y técnicas de compresión.

El mundo de las telecomunicaciones e informática avanza a pasos muy grandes, ofreciendo múltiples alternativas para distintos problemas que se presentan, y en muchas ocasiones la última tecnología no los resolverá ella, ya que cada una ofrece sus ventajas y desventajas.

1.1.1. Redes De Datos.

Como se ha venido mencionando, se ha logrado la instalación de redes telefónicas mundiales, con otras tantas e innumerables invenciones, con esto mismo el nacimiento y crecimiento sin precedente de la computación y el nacimiento de satélites para la comunicación.

Con ello se observa que día con día la demanda por sistemas de información más sofisticados crece con el hecho de tener más capacidad para la obtención, procesamiento y distribución de la información. La unión de las computadoras y las telecomunicaciones han hecho una gran pareja en el aspecto de la información, ya que han tenido una gran influencia en la forma en que los sistemas de cómputo están organizados. El concepto "Centro de Cómputo" en el cuál un gran número de computadoras independientes pero interconectadas hacen el trabajo para manejar la información, es a lo que se le llama "Redes de Computadoras", con esto se quiere dar a resaltar que la tecnología avanza y seguirá avanzando desesperadamente hacia el futuro. Se hablará en esta tesis de una de las nuevas y mejores tecnologías que han surgido al término de este siglo.

Hay que definir el término de "Redes de Computadoras". Con lo antes mencionado se puede decir que es una colección de computadoras interconectadas entre sí. Los datos son elementos que representan información, y éstos pueden residir en computadoras de diferentes tamaños, y/o dispositivos de almacenamiento.

Las unidades de datos que se utilizan son bits y bytes, que fluyen en diversas formas. La conducción de estos flujos de datos sobre un medio es llamada transporte de datos. El medio que se utiliza es la "Red" que se extiende del puerto de salida de un dispositivo de usuario al puerto de entrada de un dispositivo de usuario remoto.

Las necesidades de comunicación que se prevén para el futuro no contemplan tecnologías aisladas para ciertos tipos de información.

Hoy ya es una necesidad el intercambiar información generada por distintas fuentes. En la actualidad las redes que fueron diseñadas para algún tipo de servicio se han visto modificadas en cuanto a su función. Por ejemplo, el tráfico de las redes de telefonía diseñadas para servicios de voz es ocupado casi en un 50% para servicios de datos. Se requieren nuevas estrategias.

Las personas desean cualquier tipo de información en cualquier formato, disponible en un determinado momento y lugar.

Al diseñar una Red de Comunicación de Datos, ésta se define como un Sistema Completo de Comunicaciones, se definen Accesos de Usuarios (ingresos/egresos), Medios de Transportación, Elementos del Transporte de Datos y todos los Factores Internos y Externos los cuales Afectan, Administran o Interactúan con los Medios de Comunicación. Algunos aspectos que se observan en una red de datos son por ejemplo:

- 1.- Hardware de una red.
- 2.- Software.
- 3.- Administración de la red.
- 4.- Facturación.
- 5.- Seguridad.
- 6.- Procesamiento y entradas de órdenes.
- 7.- Escritorios de ayuda (Help Desk) y Grupos de Soporte Técnico.

Existen muchos criterios para estar a la vanguardia en el campo de los negocios, la correcta aplicación de la tecnología a la información es la clave para hacer un mejor uso de los recursos de todo tipo. El uso de las herramientas de computación personal, como hojas de cálculo y procesadores de texto, es común, pero también es usual la idea de que la tecnología puede hacer más por la empresa y por el empresario, que elevar la productividad en el ámbito personal, sino que debe aplicarse para incrementar la productividad de toda la empresa.

Las redes de computadoras hacen posible enlazar los recursos informáticos, para compartir la información que se encuentra aislada y hacerla accesible en forma inmediata a todo aquel que la requiera. Con ésto, los beneficios que se obtienen en el ámbito personal se pueden reflejar al nivel de todos los individuos, puesto que la red les permite interconectarse y compartir todos los recursos que se encuentran disponibles.

Las redes de computadoras son una tecnología que se basa en la fusión de la computación y las telecomunicaciones, ambas son cada día más cercanas y es difícil decir donde termina una y donde comienza otra. Los criterios para usar una Red de Datos así como la justificación de cada uno se muestran en la Tabla 1.1.

CRITERIOS DEL USO DE UNA RED DE DATOS	
CRITERIO	JUSTIFICACIÓN
Reducción de Costos de Operación.	Automatizan procesos (nómina, contabilidad general, cuentas por cobrar, cuentas por pagar, conciliaciones bancarias, etc.). Se utiliza menos personal y se reduce el tiempo de entrenamiento y costo del personal que opera estos sistemas.
Aumento en la Rentabilidad de las Operaciones.	Al momento de elaborar una factura se realiza el registro automáticamente, se dan de baja artículos del inventario facturados, reducimos costo y tiempo. Nos permite llevar una serie de estadísticas e indicadores para conocer el funcionamiento de la empresa.
Control de las Operaciones.	El empresario tiene una vista panorámica del negocio y no vistas parciales de cada proceso. Se logran elaborar listas de materiales, para tener en cuenta lo que se debe comprar de material. Realizando una comparación entre lo que se requiere con el plan elaborado, lo existente en inventario o en pedidos.
Aumentar la Capacidad de Comunicación.	Enviar y recibir faxes, mensajes de correo electrónico, archivos de información, recibir y hacer pedidos de mercancías, solicitudes de información, consultar bases de datos.
Reducir el tiempo de llevar un producto al mercado.	Se hacen mejores análisis de la información generada por nuestros sistemas administrativos, podemos detectar tendencias, graficarlas y mejorar los pronósticos. Se pueden diseñar nuevos detalles en la computadora, tener nuevos diseños, nuevas listas de precios, nuevos documentos técnicos, publicaciones para clientes y empleados.
Crear nuevas oportunidades de negocios.	El simple hecho del mercado que se abarca para promocionar su producto o servicio.
Acercar al Cliente a la Empresa.	Con la tecnología la empresa otorga acceso a sus clientes con la seguridad apropiada y costos accesibles. Se trata de conocer mejor al cliente, observar sus patrones de compra, la demanda y así estar satisfechas ambas partes.
Conocer mejor al Cliente.	Reconocimiento de clientes, compradores frecuentes, así exponer los nuevos productos y con esto premiarlos.
Contar con el poder de la Información.	El administrador puede encontrar otras aplicaciones conforme a sus necesidades, creatividad y usos diversos.

Tabla 1.1. Criterios del Uso de una Red de Datos.¹

1.1.2. Historia De Las Redes De Datos.

Desde tiempo atrás, algo imprescindible en el avance de las telecomunicaciones y el inicio de las redes de datos comienza desde el telégrafo. Observando esto, se puede decir que aquí se dio el primer protocolo de comunicación (código Morse), siendo este un código binario, ya que utilizan dos símbolos para la comunicación el punto y la línea, con ello se utiliza la primera interface siendo esta el dispositivo utilizado por el operador del telégrafo, con lo anterior nace el primer servicio de comunicaciones de datos.

A través de la historia se observa que durante las guerras fue donde más se utilizaron las redes de datos, con esto se puede deducir que la milicia fue el primer usuario. Muchos sistemas de procesamiento de datos y los primeros sistemas de computadoras fueron desarrollados durante la Segunda Guerra Mundial. La necesidad de integrar centros de control y mando, sistemas de armamento y sensores, redes de voz y computadoras después la guerra provocó la creación de sistemas de comunicación interconectados que permitieran controlarlos en forma centralizada. De aquí el inicio de la arquitectura de Telecomunicaciones del Departamento de Defensa (DOD).

DOD estableció la Agencia para Investigaciones de Proyectos Avanzados (Advance Research Projects Agency Network, ARPANET). Esta agencia fue establecida en 1971 como la primera red de conmutación de paquetes.

Esta red conectaba tanto localidades militares y civiles, como las universidades. En 1983 una mayoría de los usuarios de ARPANET, incluyendo europeos y contingentes de la orilla del pacífico, fueron divididos para formar la Red de Datos de la Defensa (Defense Data Network, DDN), también conocida como MILNET. Algunas localidades de los Estados Unidos y Europa restantes del ARPANET inicial están integrados en el DARPA (Defense's Advance Research Project Agency) Internet, el cual provee conectividad a muchas universidades y redes de telecomunicaciones nacionales.

Las redes basadas en Host o anfitriones accesadas por terminales locales y remotas se desarrollaron a través del uso de redes privadas y servicios de conmutación de paquetes. El primer ejemplo es la arquitectura de sistemas de red de IBM (SNA). Esta arquitectura provee la plataforma para que muchas terminales tontas se comuniquen con un Host inteligente o mainframe en forma jerárquica. Esta jerarquía se desarrolló porque la inteligencia estaba en el Host, mientras las terminales tenían muy poca inteligencia residente (debido al costo) y dependían totalmente de las aplicaciones residentes en el Host.

En 1974 con el arribo de Ethernet, creación de Xerox, las redes de área local fueron el siguiente gran avance en las redes de comunicación de computadoras. La llegada de las Arquitecturas Cliente/Servidor y los procesos distribuidos han conducido a las comunicaciones modernas que hoy se conocen.

La década de los 90's ha permitido la revolución de las tecnologías de datos de área amplia "Broadband Technologies". O en forma más precisa Tecnologías de "Ancho de Banda sobre demanda". Algunas de las tecnologías de conmutación que representan el mercado de datos emergente incluyen:

- 1.- Frame Relay.
- 2.- SMDS (DQDB).
- 3.- FDDI/CDDI.
- 4.- B-ISDN.
- 5.- ATM.
- 6.- SONET/SDH.

La industria de las comunicaciones de datos está siendo revolucionada por la aparición de nuevas tecnologías y servicios, ofreciendo mayor control al usuario en puntos importantes, como el requerimiento de ancho de banda por demanda, permitiendo obtener grandes tubos de ancho de banda y la integración de aplicaciones multimedia.

Líneas privadas internacionales están siendo instaladas rápidamente usando cables de fibra óptica transoceánicos para ligar los diversos continentes. En esta década cada día se obtienen noticias de alianzas entre empresas ya sean entre "carries", proveedores de hardware, agencias gubernamentales y pequeñas compañías.

1.2. CLASIFICACIÓN DE LAS REDES.

No se tiene una clasificación clara hasta donde son unas redes u otras, las redes de computadoras puedan ser representadas de diferentes formas, pero dentro de lo que se encuentra con mayor importancia y sobresalen de otras son: por su Tecnología y su Magnitud.

Las redes clasificadas por su Tecnología utilizada son:

1. Redes "Broadcast".
2. Redes Punto a Punto.

Las Redes "Broadcast" tienen un solo canal de comunicación el cual es compartido por todas las máquinas dentro de la red. Pequeños mensajes llamados paquetes, son enviados por una máquina y son recibidos por todas las demás. Un campo de dirección dentro del paquete especifica para quién es. Al recibir el paquete, una máquina checa el campo de dirección, si el paquete es dirigido a ella lo procesa, y si no, sólo lo ignora.

Los sistemas Broadcast generalmente tienen la posibilidad de dirigir estos paquetes a todos los destinos utilizando un código especial en el campo de direcciones. Cuando un paquete con este código es transmitido, es recibido y procesado por todas las máquinas dentro de la red, a este modo de operación se le conoce como "Broadcasting". Los sistemas que soportan la transmisión sólo a un grupo de máquinas que se conoce como "Multicasting".

Todo lo contrario sucede en las redes Punto a Punto, ya que contienen muchas conexiones entre pares individuales de máquinas. Para ir de fuente a destino en un sistema de este tipo un paquete quizá tenga que cruzar por una o más máquinas intermedias. Con frecuencia se encuentran múltiples rutas de longitud diversa, por lo cual, los algoritmos de enrutamiento representan un papel importante en las redes Punto a Punto. En general (existen excepciones), las redes pequeñas tienden a utilizar sistemas Broadcast, mientras que redes grandes normalmente son punto a punto.

El otro criterio alternativo para clasificar las redes es por su longitud. Con la Tabla 1.2, se dará una mayor idea de la clasificación sobre este género:

Clasificación de las Redes por su Longitud		
Distancia entre Procesadores	Categoría	Ejemplos
cm	Multiprocesador	Minicomputadoras
1 m	Sistema	Multicomputadora
10 m	Cuarto	Red Local (LAN)
100 m	Edificio	Red Local (LAN)
1 Km	Campus	Red Local (LAN)
10 Km	Ciudad	Red Metropolitana (MAN)
100 Km	País	Red de Área Amplia (WAN)
1,000 Km	Continente	Red de Área Amplia (WAN)

Tabla 1.2. Clasificación de las Redes por su Longitud.

Las multicomputadoras son sistemas que se comunican por medio de mensajes sobre pequeños pero veloces "buses". Después de las multicomputadoras vienen las redes reales, siendo computadoras que intercambian mensajes sobre cables más largos. Muchos son los nombres y las abreviaturas que giran alrededor de los diferentes tipos de redes de computadoras, por ejemplo, LAN, MAN, WAN y otras más. Una Red de Área Local (Local Area Network, LAN), es el concepto más antiguo de las redes, pero su antigüedad no implica su obsolescencia, por el contrario, las redes de área local se han convertido en la base de las Redes de Área Amplia (Wide Area Network, WAN), de las Redes de Área

Metropolitana (Metropolitan Area Network, MAN) y de la supercarretera de la información que pretende comunicar al mundo a través de una red global.

Finalmente la conexión de dos o más redes es llamada "Internetwork". La distancia es importante en la clasificación métrica debido a las diferentes técnicas que se utilizan a diferentes escalas. En el siguiente tema se hablará con un poco de mayor profundidad de cada una de éstas, puesto que lo tratado en esta tesis es una de las tecnologías con las que se trabajan bajo ellas. Puesto que existen varios conceptos se hablará lo más claro posible sobre estas redes, dado que son las de mayor importancia en el ámbito internacional.

1.2.1. Redes De Área Local (LAN - Local Area Network).

Se comenzará a explorar las redes ampliando un poco más el concepto de la red de área local generalmente llamada LAN, esta red está compuesta por un conjunto de computadoras que se comunican entre sí, en un área geográficamente limitada de algunos pocos kilómetros como puede ser un edificio. Son ampliamente utilizadas para conectar computadoras personales y estaciones de trabajo en oficinas y fábricas, con la posibilidad de compartir recursos (como archivos, impresoras, módems, etc.) e intercambiar información. Las LANs se distinguen de otras clases de redes por tres características: (1) Tamaño, (2) Tecnología de transmisión, (3) Topología.

Las redes LAN están compuestas de estaciones de trabajo, servidores, sistemas operativos de red, protocolos de comunicación, topologías y enlaces físicos como el cableado. Las LAN son restringidas en tamaño, lo cual significa que se puede conocer el peor de los casos de tiempos de transmisión por adelantado. Con esta información se hace posible utilizar ciertas clases de diseños que en otro caso no sería posible contemplar, con ello simplificando la administración de la red. Las LAN utilizan frecuentemente una tecnología de transmisión consistente en un simple cable al cual se conectan todas las máquinas.

Las LANs tradicionales operan a velocidades de 4 a 100 Mbps, teniendo un mínimo retardo (décimas de microsegundos) y tiene pocos errores de transmisión. También se encuentran LANs que pueden operar a mayor velocidad, hasta cientos de Mbps (FDDI, Fast Ethernet, Switching LAN).

1.2.2. Redes De Área Metropolitana (MAN - Metropolitan Area Network).

Las redes de área metropolitana, conocidas como MAN, se constituyen con una asociación de redes locales se comunican entre sí en una misma área geográfica, es una versión mayor de una LAN y normalmente utiliza tecnologías similares. Puede cubrir un grupo de oficinas corporativas cercanas o una ciudad. Para ser un poco más precisos se brindará un ejemplo: Una red MAN puede existir en una empresa cuya matriz se ubica en la zona sur de la Ciudad de México y, además, cuenta con sucursales en la zona norte, este y oeste de la misma Ciudad. Esta empresa utiliza redes de área local LAN en cada oficina, pero al comunicarlas a todas contará con una red metropolitana MAN y si esta situación se repite en una provincia cercana, en donde tenga sucursales como Guadalajara y Puebla, al conectar las redes MAN de cada localidad se tendrá una red WAN.

Por esto como se menciono anteriormente, los sistemas de redes no tienen un tamaño establecido, aunque sí características de uso. De una simple red local puede la organización partir a un sistema altamente avanzado que se comunique con un sin número de redes en el ámbito internacional, sin olvidár que la LAN sigue siendo la célula o factor número uno.

Una red MAN puede soportar tanto aplicaciones de voz como de datos y puede estar relacionada con la red de televisión por cable; dichas redes tienen uno o dos cables y contiene elementos de conmutación que derivan los paquetes sobre una o varias potenciales líneas de salida. El hecho de no tener que conmutar simplifica el diseño.

El hecho principal de distinguir las redes MAN como una categoría especial, es que se ha adoptado un estándar propio. Este estándar es el llamado DQDB (Distribute Queue Dual Bus) o IEEE 802.6. DQDB consiste en dos buses (cables) unidireccionales a los cuales todas las computadoras son conectadas, como se muestra en la Figura 1.1. Cada bus tiene un cabezal (Headend), que es un dispositivo que inicia la actividad de transmisión. El tráfico que es destino para una computadora a la derecha del transmisor utiliza el bus superior. El tráfico a la izquierda utiliza el bus inferior.

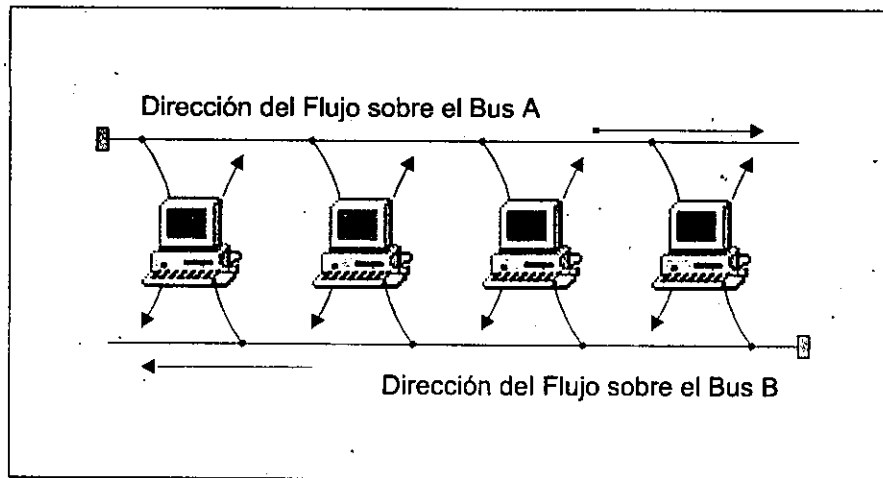


Figura 1.1. Red MAN.

Algo importante en una red MAN es que hay un medio Broadcast (para 802.6, dos cables) al cual todas las computadoras son conectadas. Esto simplifica enormemente el diseño comparado a otras clases de redes.

1.2.3. Redes De Área Amplia (WAN - Wide Area Network).

Las redes WAN, son origen de la necesidad de comunicación, cada vez mayor, de los usuarios que requieren comunicarse no sólo dentro de un edificio, sino a mayor distancia. Esta necesidad trajo un reto a los desarrolladores de tecnología, ya que ahora es necesario integrar protocolos, topologías y sistemas operativos que podrían variar en cada sucursal.

La WAN se dispersa sobre un país o un continente. Contiene una colección de máquinas que ejecutan programas de usuarios, éstas máquinas se denominan Host. Los Host están conectados por una subred de comunicaciones. El trabajo de una subred es llevar mensajes de un Host a otro, de la misma forma que un sistema telefónico lleva palabras del parlante al escuchante.

En la mayoría de las redes de área amplia, la subred consiste de dos distintos componentes: líneas de transmisión y elementos de conmutación. Las líneas de transmisión (también llamadas Circuitos, Canales o Troncales) mueven los bits entre las máquinas.

Y los elementos que integran una red WAN son, los Repetidores o Regeneradores de Señales, Puentes o Bridges, Ruteadores, Gateways o Interface de Comunicación.

Para atenuar en cierta medida la complejidad de este sistema de comunicación, surgen las redes virtuales, que son el paso inmediato a las redes de área amplia WAN. Las redes virtuales están compuestas por grupos de trabajo con necesidades comunes y no es una condición necesaria que estos grupos se encuentren en el mismo lugar físicamente.

Los elementos de conmutación son computadoras especializadas usadas para conectar dos o más líneas de transmisión. Cuando los datos arriban sobre una línea de entrada, los elementos de conmutación deben elegir una línea de salida para enviar los paquetes sobre ella. Cada Host es conectado a una LAN en la cual existe un enrutador o elemento de conmutación. La colección de las líneas de comunicación y los enrutadores (no los Host) forman una subred, Figura 1.2.

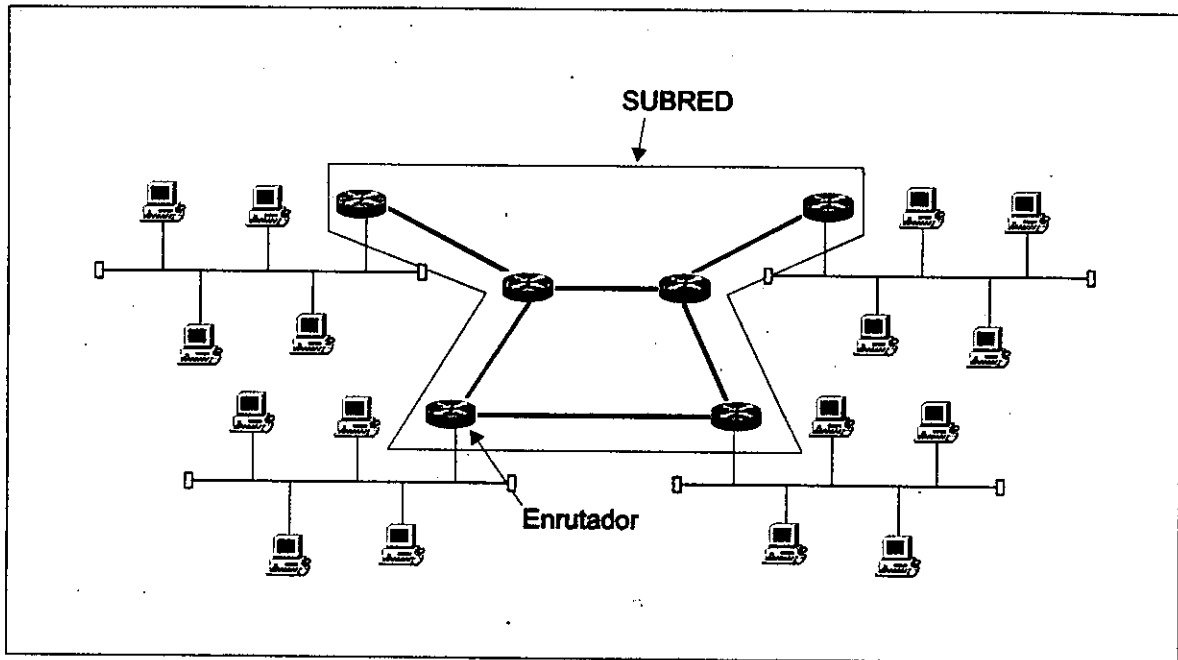


Figura 1.2. Red WAN.

1.3. TOPOLOGÍAS.

La forma de interconectar las estaciones de una red local, mediante un recurso de comunicación, es decir, la estructura topológica de la red, es un parámetro primario que condiciona fuertemente las prestaciones que de la red pueden obtenerse.

La elección de una u otra estructura dependerá de su adaptación en cada caso al tipo de tráfico que debe llevar y de una valoración de la importancia relativa de las prestaciones que de la red se pretende obtener.

Pueden relacionarse, sin embargo, unos cuantos criterios básicos que permiten efectuar comparaciones generales entre las topologías:

- a) *Costo* - Modularidad en cuanto al costo en medios de comunicación y a la sencillez de instalación y mantenimiento.

- b) *Fiabilidad* - Adaptabilidad por los efectos que un fallo en una estación o en el medio de comunicación pueden provocar en la red.
- c) *Flexibilidad* - Complejidad por la dificultad que supone incrementar o reducir el número de estaciones.
- d) *Dispersión* - Concentración por su adecuación a instalaciones con poca o mucha dispersión geográfica.
- e) *Retardo* - Capacidad por el retardo mínimo introducido por la red o su facilidad para manejar grandes flujos de información sin que se produzcan bloqueos o congestiones.

Existen actualmente una gran variedad de topologías como la Topología en Bus, la Topología en Anillo y la Topología en Estrella. En redes más complejas se presentan topologías mixtas que combinan varias de las formas básicas.

Se tienen dos tipos de conexión a una red: la Conexión Punto a Punto (conexión entre dos dispositivos únicamente) y la Conexión Multipunto (conexión entre más de dos dispositivos).

1.3.1. Topología En Bus.

Esta es una topología de red multipunto, en la cual las terminales se conectan a un mismo cable (bus), uno tras otro, como se muestra en la Figura 1.3. Este conductor es precisamente el bus a través del cual se llevan a cabo todas las comunicaciones entre todas las terminales, y dependiendo de la tecnología empleada, se pueden obtener anchos de banda realmente grandes que permiten intercambio de datos a muy alta velocidad. La conexión al bus debe efectuarse de tal forma que una terminal en conflicto no afecte el correcto funcionamiento del resto de la red.

Este tipo de red es muy económico, ya que se puede extender un sólo cable cuanto sea necesario para que su alcance a todas las terminales que se deseen conectar.

El principal problema que se presenta es que, al utilizar un mismo conductor para todas las comunicaciones, si la red crece demasiado, el tiempo de acceso a la misma aumenta en forma considerable. Esto se debe a que el bus central está ocupado procesando los requerimientos de otros usuarios; sin embargo, para redes pequeñas, este tipo de conexión suele ser uno de los más apropiados.

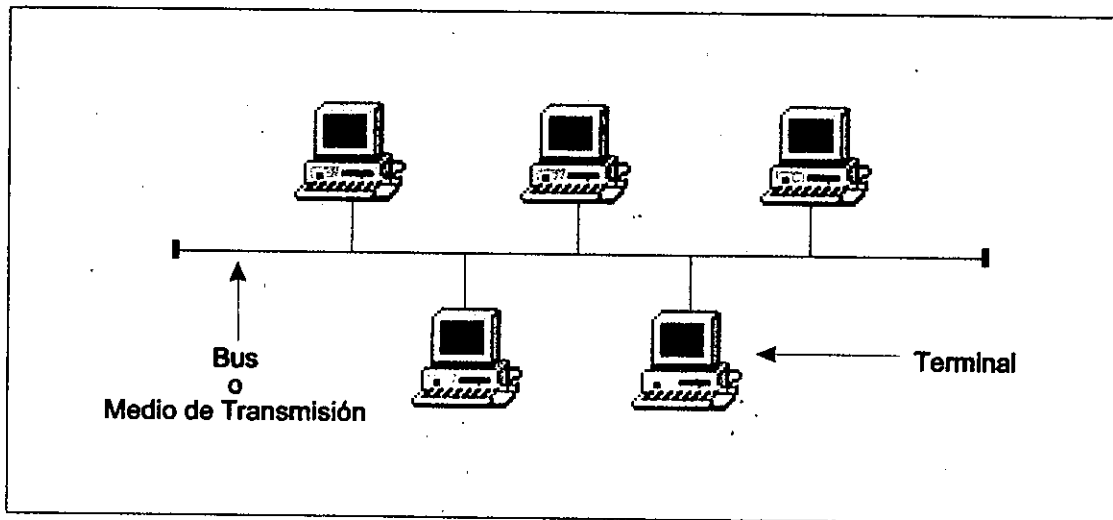


Figura 1.3. Topología Bus.

1.3.2. Topología En Anillo.

Esta es una topología de red del tipo de punto a punto donde todas las terminales se conectan en un círculo irrompible alrededor de un bus central, que es el encargado de formar eléctricamente el anillo a medida que se insertan los dispositivos (Figura 1.4). Los mensajes viajan en una sola dirección y son leídos por cada terminal en forma individual y retransmitidos al anillo en caso de no ser el destinatario de un determinado mensaje.

No existe un número máximo de terminales conectados debido a que no se comparte un medio único, tal como en la topología en bus. La principal desventaja de la red en anillo es que si alguna terminal tiene alguna falla, la información no puede ser transmitida a otra terminal.

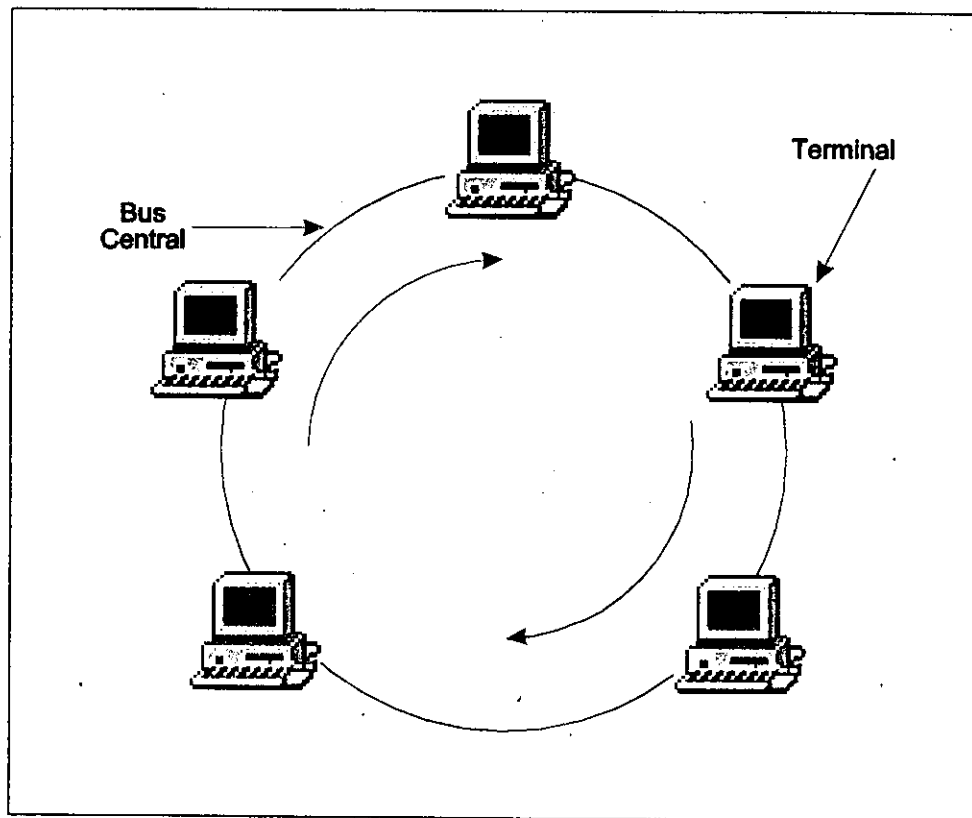


Figura 1.4. Topología Anillo.

1.4.3. Topología En Estrella.

Esta topología es también una red de punto a punto, ya que cada terminal está conectada al HUB o Concentrador. Todas las terminales se concentran en una estación centralizada que enruta el tráfico al lugar apropiado, como se muestra en la Figura 1.5.

No existe un número máximo de conexiones debido a que los concentradores son cada vez más poderosos y soportan un mayor número de dispositivos con un nivel de servicio muy alto. De esta manera se consiguen enormes velocidades de transferencia de datos, lo que resulta ideal para sistemas que manejen flujos muy grandes de información entre el Concentrador y sus terminales. Su principal inconveniente es la necesidad de colocar un cable exclusivo para cada terminal.

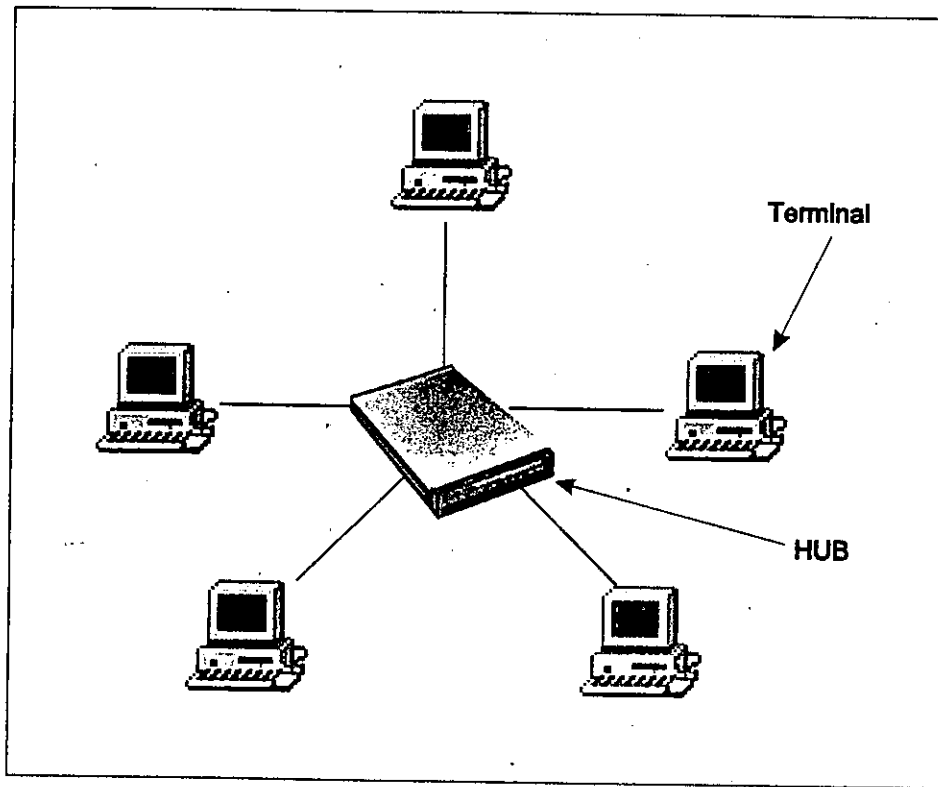


Figura 1.5. Topología Estrella.

1.4. PROTOCOLOS DE RED.

Un protocolo no es más que un conjunto de reglas que gobiernan el flujo de datos, y su objetivo es lograr la correcta comunicación para asegurar que los datos sean transferidos rápida y correctamente de un punto a otro. Esto implica una detección automática de errores y su conexión, así como el de la recuperación de datos perdidos, de una manera ordenada.

Los protocolos son utilizados para el control de enlaces de datos, entre los equipos de cómputo, mediante un circuito de comunicaciones; se pueden mencionar algunos ejemplos de equipos de cómputo como las terminales, los concentradores de datos y a los procesadores de datos.

1.4.1. TCP/IP.

TCP/IP no es sólo un protocolo, sino que comprende todo un conjunto muy completo de diversos protocolos que prestan diversos servicios. Las siglas TCP/IP son por el nombre de 2 protocolos que realizan todas las funciones de inicio del protocolo TCP/IP (Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo de Internet, *Transmission Control Protocol / Internet Protocol*).

TCP/IP es, probablemente, uno de los protocolos de comunicaciones más viejos en los estándares de redes internas. TCP/IP fue desarrollado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos (DARPA, *Defense's Advance Research Project Agency*). Dicho protocolo se emplea en Internet y algunas veces en redes más pequeñas, especialmente en las que conectan sistemas de computación que corren el sistema operativo UNIX.

Parte del poder del protocolo TCP/IP se determina por la habilidad para permitir que diferentes tipos de dispositivos y de proveedores interoperen con cualquier otro, soportando una gran variedad de dispositivos; pero siempre se pueden presentar problemas substanciales por compatibilidad.

En redes de computadoras modernas las funciones de transmisión de datos se realizan por un complejo *hardware* y *software* en varios dispositivos conectados a la red. Las funciones del *software* empleadas en los dispositivos en red son divididas dentro del nivel independiente de funciones. La comitiva del protocolo TCP/IP realiza una arquitectura por niveles teniendo los 4 niveles de *software* ilustrados en la Figura 1.6.

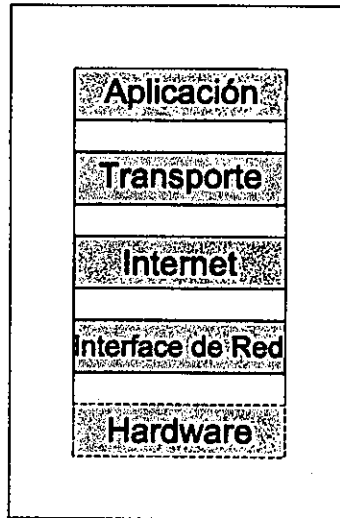


Figura 1.6. Niveles de Arquitectura de TCP/IP.

El protocolo de comunicaciones es flexible y permite la transmisión de tramas sin errores entre diferentes sistemas. Debido a que es un protocolo de transferencia de información, puede enviar grandes volúmenes de información a través de redes no confiables, garantizando que ésta será recibida sin errores al momento de alcanzar su destino final.

Cuando se emplea TCP/IP, la información viaja en segmentos creados por TCP entre emisor y receptor para acceder a alguna aplicación. Los segmentos creados por TCP son encapsulados por IP, y esta encapsulación es llamada *datagramas* IP. EL *datagrama* IP permite que los segmentos TCP que fueron hechos por una aplicación, sean transmitidos o ruteados en la Red LAN o en la Red WAN.

Las redes TCP/IP permiten que la información sea enviada de un sistema a otro, sin que estos tengan que ser de la misma marca o fabricante. Por ejemplo, una estación con Windows NT de Microsoft puede intercambiar información con una computadora con Pathworks de Digital, siempre y cuando utilicen el mismo protocolo de comunicaciones, en este caso es TCP/IP.

TCP maneja el flujo de datagramas provenientes de las capas superiores, así como los datagramas de llegada provenientes de la capa IP. Tiene que asegurarse de que las prioridades y la seguridad son respetadas. TCP debe ser capaz de manejar la terminación de una aplicación en una capa superior, que estaba esperando la llegada de datagramas, así como fallas en capas inferiores. TCP reside en la capa de transporte, colocado encima de IP, pero abajo de capas superiores y sus aplicaciones, como se muestra en la siguiente Figura 1.7.

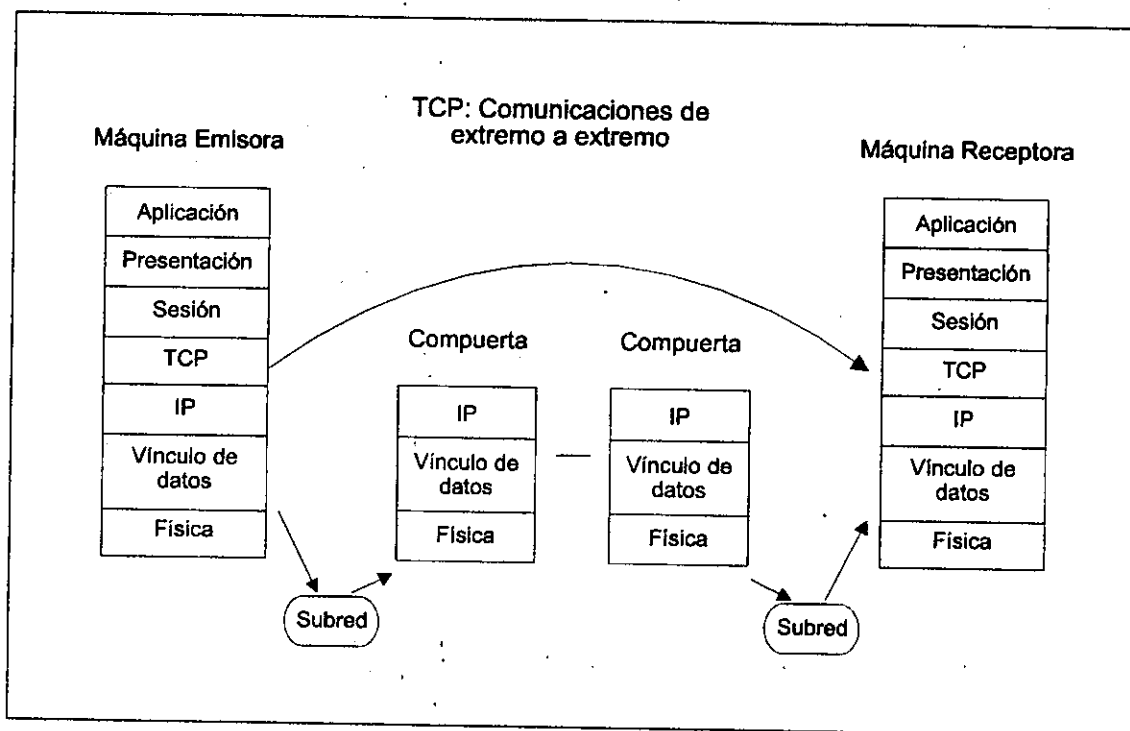


Figura 1.7. Modelo TCP.

Debido a que TCP es un protocolo orientado a conexión, responsable de asegurar la transferencia de un datagrama desde la máquina fuente a la máquina destino (comunicaciones de extremo a extremo), TCP debe recibir mensajes de comunicación de la máquina destino para acusar el recibido del datagrama. Por lo general se utiliza el término *circuito virtual* para referirse al saludo existente entre dos máquinas terminales, la mayor parte de los cuales son simples mensajes de acuse de recibo (ya sea confirmación de recibo o un código de fallo) y números de secuencia del datagrama.

Si se requiere comunicación de dos vías (como en el caso de Telnet o de FTP), se establece una conexión (circuito virtual) entre las máquinas emisora y receptora, antes de pasar el segmento a IP para su enrutamiento. Este proceso se inicia en el software TCP enviando una solicitud de conexión TCP a la máquina receptora. En el mensaje aparece un número único (conocido como número socket) que identifica la conexión de la máquina emisora.

El software TCP de la receptora asigna su propio número de socket y lo devuelve a la máquina original. Estos dos números únicos definen entonces la conexión entre las dos máquinas hasta que se dé por terminado el circuito virtual. Después de establecer el circuito virtual, TCP envía el segmento al software IP, el que a su vez envía el mensaje a la red como datagrama. Una vez que haya sorteado el camino a través de la red, el IP de la máquina receptora pasa el segmento recibido a la capa TCP de la misma máquina, donde se procesa y pasa a las aplicaciones superiores, mediante el uso de un protocolo de capa superior.

Todas las aplicaciones de capa superior utilizan TCP (o UDP) tienen un número de puerto que las identifica. Se han adoptado algunas reglas convencionales para permitir una mejor comunicación entre varias implementaciones de TCP. Típicamente, los números de puerto mayores a 255 se reservan para el uso privado de la máquina local, pero los números inferiores a 255 se utilizan para procesos de uso frecuente. Internet Assigned Numbers Authority publica una lista de los números de puerto de uso frecuente.

Cada circuito de conmutación dentro y fuera de la capa TCP se identifica en forma única mediante la combinación de dos números, los cuales en conjunto se conocen como socket. El socket se compone de la dirección IP de la máquina y del número de puerto utilizado por el software TCP. Hay un socket tanto en la máquina emisora como en la receptora. Debido a que la dirección IP es única a través de toda la inter-red y los números de puerto serán únicos para la máquina individual, los números de socket también resultarán únicos en toda la inter-red. Esto permite que un proceso se comunique con otro a través de la red, basándose enteramente en el número de socket.

1.5. MODELO OSI

La Organización Internacional de Normas (ISO), desarrolló una propuesta con el fin de realizar una normalización internacional de protocolos. El modelo de dicha propuesta se le conoce como Modelo de Referencia OSI (Open Systems Interconnection), porque trata de la interconexión de sistemas heterogéneos, es decir, a sistemas dispuestos a establecer comunicaciones con otros distintos.

El Modelo OSI consta de 7 Capas, como se muestra en la Figura 1.8, y los principios aplicados para el establecimiento de éstas, fueron los siguientes:

1. Una capa se creará en situaciones donde se necesita un nivel diferente de abstracción.
2. Cada capa deberá efectuar una función bien definida.
3. La función que realizará cada capa deberá seleccionarse con la intención de definir protocolos normalizados internacionalmente.
4. Los límites de las capas deberán seleccionarse tomando en cuenta la minimización del flujo de información a través de las interfaces.
5. El número de capas deberá ser lo suficientemente grande para que funciones diferentes no tengan que ponerse juntas en la misma capa y, por otra parte, también deberá ser lo suficientemente pequeño para que su arquitectura no llegue a ser difícil de manejar.

Es importante notar que el Modelo OSI no es una arquitectura de red, porque no especifica en forma exacta, los servicios y protocolos que son utilizados en cada capa. Sólo indica la función que debe realizar cada capa. Sin embargo, la ISO ha producido estándares para cada una de las capas, aunque éstos no forman parte del modelo, y cada uno de ellos ha sido publicado como estándares internacionales independientes.

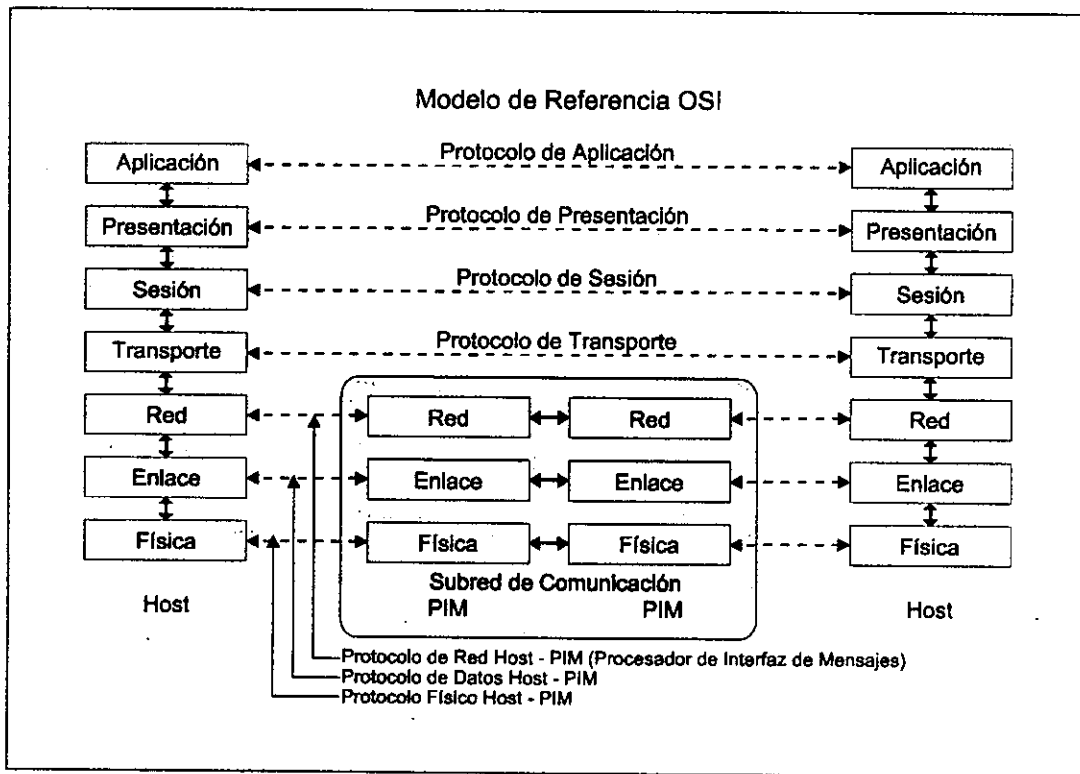


Figura 1.8. Modelo de Referencia OSI.²

Capa Física.

La Capa Física está encargada de la transmisión de bits a través del canal de comunicación. Los aspectos de diseño considerados en esta capa son los eléctricos, mecánicos, de procedimiento de interfaces y los medios de transmisión física.

Capa de Enlace.

La Capa de Enlace es la responsable de la transmisión de datos a través de una línea de comunicación libre de errores. Esta tarea es realizada permitiendo que el transmisor divida los datos en tramas, éstas las transmite secuencialmente y procesa las tramas de reconocimiento enviadas por el receptor. A estas tramas de datos se les añade un patrón de bits al principio y final para que la Capa de Enlace pueda crear o reconocer los límites de cada trama.

² SISTEMAS OPERATIVOS Conceptos y Diseño, Milan Milenkovic, Pág. 622

Otras responsabilidades de la Capa de Enlace son resolver los problemas causados por daño, pérdida o duplicación de tramas, así como el control de tráfico, es decir, evitar que un transmisor muy rápido sature a un receptor muy lento, y para esto se debe emplear un mecanismo de regulación de tráfico que permita que el transmisor conozca el espacio de memoria que en ese momento tenga el receptor.

Capa de Red.

La Capa de red controla la operación de la subred de comunicación. Sus funciones principales son el encaminamiento de paquetes, el mantenimiento y el control de congestión. Las consideraciones y problemas de interconexión de redes heterogéneas están también confiados a la Capa de Red. Estas pueden incluir conversiones entre diferentes esquemas de direccionamiento y diferentes tamaños de paquetes. En muchas redes de difusión y en las LAN, la Capa de Red es delgada o inclusive puede faltar, ya que tiene poco que hacer.

Capa de Transporte.

La tarea de la Capa de Transporte es proporcionar transporte de mensajes independiente de la red entre pares de extremos de la red o puertos. Esta Capa es la primera que proporciona una conexión verdadera entre fuente y destino. En las Capas inferiores, la comunicación se efectúa entre una máquina y sus vecinos inmediatos, y no necesariamente entre los Host fuente y destino comprometidos en una conversación.

La función básica de la Capa de Transporte es aceptar los datos procedentes de la capa de sesión, los divide en unidades más pequeñas tales como paquetes si es necesario, los pasa a la Capa de Red y asegura que los paquetes de datos lleguen correctamente al extremo receptor. El transporte efectivo de los paquetes lo efectúa la Capa de Red.

Capa de Sesión.

La Capa de Sesión permite que los usuarios de diferentes máquinas puedan tener comunicación entre sí. Esta Capa establece sesiones entre procesos que proporcionan transporte ordinario de datos y algunos servicios adicionales tales como aperturas de sesiones remotas y transferencia de archivos.

La Capa de Sesión también está encargada de proporcionar Sincronización (en transferencias de archivos, si ocurre un aborto se inserta un punto de revisión dentro del flujo de datos, y la retransmisión será desde el punto de revisión) y Gestión de Testigos (el extremo que tenga el testigo puede realizar la operación) para soportar interacciones entre procesos a través del canal de comunicación.

Capa de Presentación.

La Capa de Presentación se encarga del conocimiento de la sintaxis y la semántica de la información transmitida. Por ejemplo, la codificación de los datos en algún formato estándar independiente de la máquina, permite conversiones de datos, tales como ordenación de bytes y representación de coma flotante, para permitir la comunicación entre máquinas heterogéneas. Además, la Capa de Presentación proporciona opcionalmente, el cifrado y compresión de datos. La decodificación necesaria es efectuada por la Capa de Presentación del extremo receptor.

Capa de Aplicación.

La Capa de Aplicación proporciona una variedad de protocolos que son necesitados comúnmente por los procesos de aplicación que corren en computadoras separados a cuenta de las tareas de usuario. Los protocolos pueden incluir correo electrónico, admisión de trabajos remotos y transferencias de archivos que ocultan las posibles diferencias de denominación y representación entre los usuarios de los extremos.

La Capa de Aplicación también proporciona una abstracción de terminal denominada *Terminal Virtual de Red*. Esto permite a los proveedores de aplicaciones escribir código, por ejemplo un editor de pantalla, para un único tipo de terminal (terminal virtual) y confiar en la Capa de Aplicación para traducir las órdenes relevantes por secuencias de control apropiadas para el tipo o tipos de terminales locales específicos.

1.6. MEDIOS DE COMUNICACIÓN EN REDES DE DATOS.

La interconexión entre las terminales de la red se realiza a través de un medio físico de transmisión. Se tienen diferentes medios para efectuar dicha transmisión. La elección del medio de comunicación es un aspecto muy importante en el nivel físico, las consideraciones que deben tenerse en cuenta son el ancho de banda, retardo de transmisión, costo, la facilidad de instalación y el mantenimiento.

1.6.1. Par Trenzado.

El par trenzado es aquel que tiene sus alambres conductores enrollados uno sobre el otro cruzándose cada cierta distancia, Figura 1.9. Con el par trenzado se logra mayor inmunidad al ruido electromagnético gracias a la proximidad entre tierra y conductor. En el lado receptor se utiliza un amplificador para reforzar la señal.

Es posible obtener velocidades de transmisión desde 1 Mbps a distancias aproximadas de 100 metros, pero utilizando equipos de recepción y de transmisión especiales, se puede llegar hasta los 100 Mbps o más.

Una gran ventaja de este medio es que resulta barato y fácil de instalar.

La inmunidad a los ruidos varía de acuerdo a la calidad y al tipo que se trate.

Existen diferentes clases o categorías del par trenzado sin blindaje o UTP (Unshielded Twisted Pair) que se pueden adquirir en el mercado:

- a) UTP Categoría 1. Únicamente sirve para la transmisión de voz, no sirve para la transmisión de datos.
- b) UTP Categoría 2. Su uso es para transmisiones a bajas velocidades, tales como un conmutador telefónico o un sistema de alarmas. No sirve para transferencias de datos a velocidades aceptables.
- c) UTP Categoría 3. Su uso en transmisiones de datos a 16 Mbps.
- d) UTP Categoría 4. Sirve para transmisiones de datos a 20 Mbps.
- e) UTP Categoría 5. Sus transmisiones son a 100 Mbps. Esta es la versión de cable UTP que debe instalarse en una red LAN que utilice dicho cable.

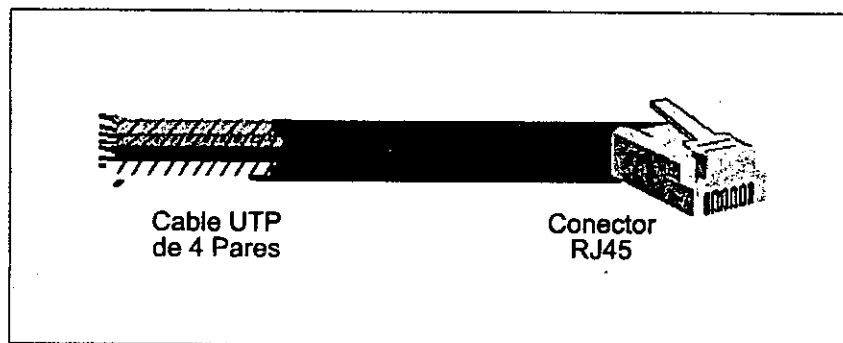


Figura 1.9. Par Trenzado.

1.6.2. Cable Coaxial.

El cable coaxial está compuesto por un conductor central de cobre sólido aislado eléctricamente de un blindaje que puede ser también sólido o en forma de malla y que rodea al núcleo para protegerlo de la interferencia electromagnética externa. El espacio entre los dos conductores lo ocupa un dieléctrico aislante, Figura 1.10.

Utilizando cable coaxial es posible transmitir información a 10 Mbps sobre distancias de casi 600 m. Con técnicas de modulación se aumenta considerablemente la distancia y la velocidad de transferencia. El cable coaxial de 50 Ohms es usado exclusivamente para la transmisión de señales digitales. Y la inmunidad al ruido es superior que la del par trenzado para altas frecuencias.

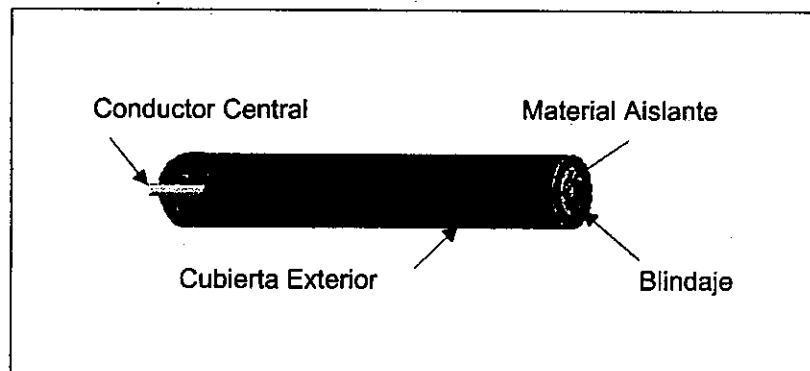


Figura 1.10. Cable Coaxial

1.6.3. Fibra Óptica.

La fibra óptica es un medio de transmisión con tecnología muy diferente a los sistemas de transmisión tradicionales. Esto debido a que en lugar de utilizar señales eléctricas para transmitir la información hace uso de señales luminosas, solucionando así todos los problemas de ruido electromagnético propios de los conductores de cobre.

La forma de transmisión de la señal a través de la fibra óptica es por medio de variación de dichas señales luminosas, algo así como si se modificara el voltaje o la corriente en un conductor de cobre. Las ondas de luz ofrecen un ancho de banda mucho mayor que el de las señales eléctricas, razón por la cual es posible transmitir a velocidades de cientos de Mbps.

La fibra óptica es completamente inmune a las interferencias electromagnéticas y a todos los disturbios eléctricos que tanto afectan las comunicaciones a través de alambres

metálicos. Un cable de fibra puede llevar internamente varios hilos de vidrio o de un plástico especial, que es el verdadero medio de transmisión, rodeados por un protector de plástico o de PVC que los aísla de la luz exterior, Figura 1.11.

La señal luminosa debe generarla un transmisor óptico que haga la conversión respectiva de las señales digitales de la computadora. De igual forma, en la recepción debe haber un elemento que realice la conversión inversa, o sea, de señal luminosa a señal eléctrica. Los componentes electrónicos encargados de realizar estas funciones son el diodo láser y el fototransmisor o el fotodiodo respectivamente.

Los elementos que forman una fibra óptica son los siguientes:

- a) *Núcleo*. Generalmente está hecho de vidrio de silicio de alta transparencia. Sin embargo, algunas fibras han sido elaboradas con materiales plásticos entregando buenos resultados. Los núcleos de vidrio pueden transportar la señal luminosa por varios kilómetros sin necesidad de repetidor, cosa que no sucede con los núcleos, los cuales no alcanzan distancias mayores a los 100 metros.
- b) *Revestimiento*. Chaqueta de vidrio que rodea al núcleo propiamente dicho. La principal característica del material que se utiliza en este caso es la reflexión, de tal modo que siempre se envíe la luminosidad de nuevo hacia el núcleo y evitar así posibles pérdidas de la señal.
- c) *Envoltura*. Tiene como finalidad proteger la fibra y su revestimiento de la manipulación del usuario durante el trabajo normal con ella.

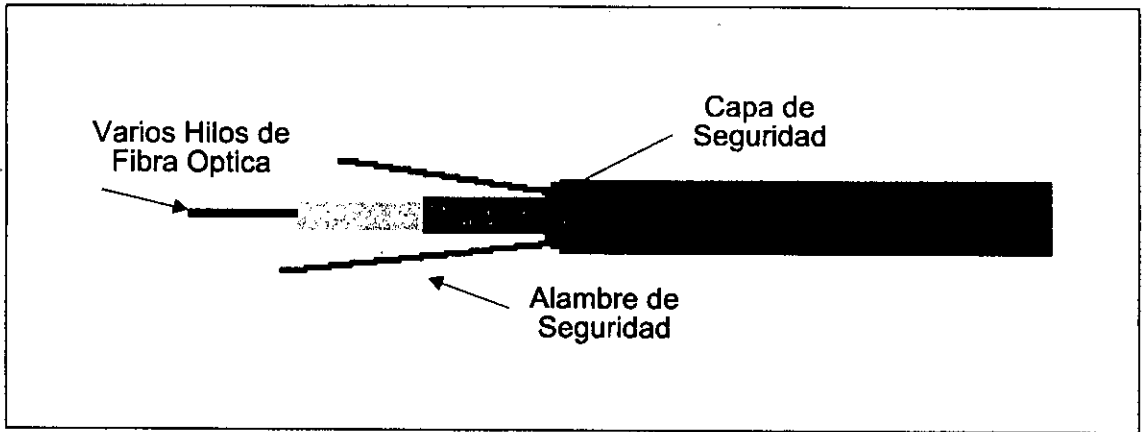


Figura 1.11. Fibra Óptica

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS DE ATM

FUNDAMENTOS DE ATM

En este capítulo se presentará un compendio de la tecnología ATM, sus características, servicios y funcionamiento.

Como ATM surge a partir del desarrollo de la tecnología digital de comunicación, se dará una breve explicación de dicho desarrollo, y posteriormente se darán las bases de dicha tecnología.

Los diferentes tipos de tráfico en comunicaciones se muestran en la siguiente Tabla 2.1:

	Velocidad Constante (CBR)	Velocidad Variable (VBR)
Ejemplos	Voz, Video	Datos, Imagen
Alta sensibilidad a los errores	No	Si
Alta sensibilidad al retardo	Si	No

Tabla 2.1. Tipos de Tráfico en Comunicaciones Digitales.

A continuación se muestra una gráfica (Figura 2.1) de Bits/s vs. Tiempo del Constant Bit Rate (CBR) y del Variable Bit Rate (VBR).

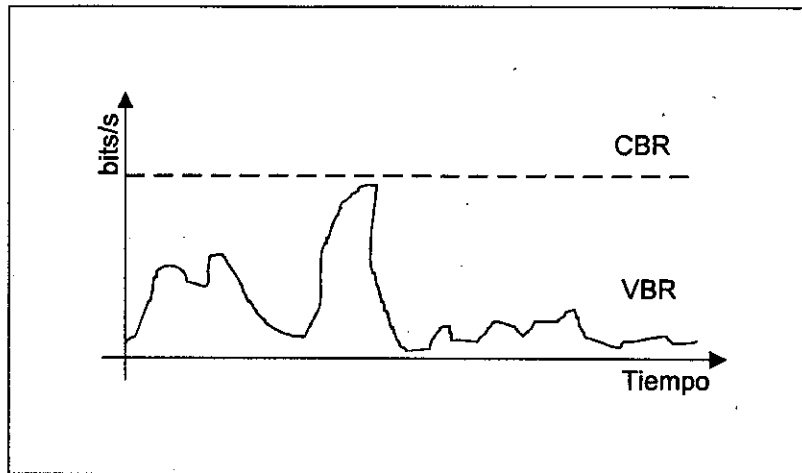


Figura 2.1. Gráfica Bits/s vs. Tiempo de CBR y VBR.

Con los distintos tipos de tráfico de información como son Voz, Video, Datos e Imágenes, se observa en forma general como las redes al transmitir tienen una alta sensibilidad de errores o retardo en Velocidad Constante o Variable, según sea el caso.

Por ello es conveniente encontrar nuevas soluciones para resolver este tipo de problemas con nuevas tecnologías. En este caso ATM, que brinda grandes ventajas al transmitir los diferentes tipos de tráfico de información sobre las redes.

2.1. EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DIGITAL.

2.1.1. IDN.

El éxito de las redes de datos ha demostrado lo siguiente:

- a) La capacidad de la tecnología digital,
- b) La viabilidad de la conmutación de paquetes, y
- c) La importancia del tráfico de datos.

Estos desarrollos han influenciado en la evolución de la actual red telefónica. La tecnología digital aumenta el desempeño y la capacidad de la red. Y esta tecnología es un producto de los progresos considerables que se han hecho en la conversión de todos los conmutadores y los medios de transmisión de análogo a digital.

La red integrada digital (Integrated Digital Network, IDN) se refiere a la "integración" de conmutadores digitales y la transmisión digital para realizar beneficios sinérgicos en costos y desempeño.

2.1.2. ISDN.

La Red Digital de Servicios Integrados (Integrated Services Digital Network, ISDN) se refiere a la "integración" de diferentes servicios a través de una interfaz común usuario-red.

La transmisión digital fue posible al final de los 50's, dado que la electrónica de estado sólido era cada vez más económica y confiable; además tiene más ventajas sobre la transmisión analógica porque es menos sensitiva al ruido, tiene la facilidad de regenerarse, incorporar la señalización, multiplexación y la de controlar el desempeño, por otro lado, la voz en forma digital puede ser procesada por la computadora y almacenada dentro de la red. El procesamiento digital de señales, como voz, es cada vez más económico y robusto.

El IDN evolucionó hacia el ISDN para maximizar el uso de la infraestructura digital para incluir servicios de datos y voz. El concepto del ISDN fue originado en 1971, pero una norma internacional para el ISDN fue adoptada más tarde por la International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector (ITU-T, conocida como CCITT hasta marzo de 1993) en 1984 y por las I-Series Recommendations en 1988.

ISDN se caracteriza por lo siguiente:

- a) Conectividad digital punto a punto.
- b) Un amplio rango de servicios, incluyendo transmisión con y sin voz.
- c) Un conjunto limitado de interfaces usuario-red.

El IDN aumenta las capacidades para el manejo de datos por medio de una subred de conmutación de paquetes que está funcionalmente separada de una red de conmutación de circuitos. Más capacidades se agregan al IDN que eventualmente ofrece un amplio rango de servicios digitales con y sin voz tal como datos, facsímil, teletexto, videotexto y teleconferencia. El objetivo del ISDN es integrar el acceso de los usuarios a estos servicios a través de un conjunto común de interfaces.

Las interfaces se basan en los siguientes canales ISDN:

- a) Canal B para información del usuario a 64 Kbps
- b) Canal D para información del usuario y señalización a 16 ó 64 Kbps
- c) Canal H0 a 384 Kbps
- d) Canal H11 a 1.536 Mbps
- e) Canal H12 a 1.920 Mbps

2.1.3. SS7.

El mayor componente del ISDN es un canal común de propósito general para el sistema de señalización, llamado Sistema de Señalización Número 7 (Signaling System Number 7, SS7) descrito en los libros rojos de la ITU-T en 1984 y en los azules en 1988.

En el SS7, la señalización de mensajes se cambia a través de las capas de conmutación de paquetes en redes independientes de la red de transportación ISDN. La red de señalización

consiste de puntos interconectados por ligas. Un punto de señalización es cualquier nodo en la red capaz de generar, finalizar, o transmitir los mensajes de control del SS7. Los puntos de señalización pueden ser Puntos de Conmutación de Servicios (Service Switching Points, SSP), Puntos de Control de Servicios (Service Control Points, SCP) o Puntos de Transferencia de Señalización (Signaling Transfer Points, STP).

Mientras ISDN se implementaba, ya se adelantaba rápidamente la tecnología de onda luminosa, que hicieron posible los atractivos proyectos de ofrecer los servicios de banda ancha para usuarios de negocios y residenciales. Teóricamente la fibra óptica es capaz de transmitir a velocidades superiores a 10^{15} bps sobre un kilómetro con tasas de error extremadamente bajas. Por lo tanto es potencialmente abundante la capacidad de transmisión para voz, datos y servicios de vídeo incluyendo videos de entretenimiento, videotelefonía y videoconferencia.

2.1.4. B-ISDN.

Desde 1985, el grupo 13 de estudio de la ITU-T ha concentrado su atención en introducir servicios de banda ancha con velocidades de 150 Mbps o mayores dentro de ISDN para crear el ISDN de banda ancha (Broadband ISDN, B-ISDN). El prefijo se incluye para distinguirlo de ISDN, que ahora es conocido como ISDN de Banda Estrecha.

Es natural extender la conmutación de circuitos ISDN definiendo nuevas velocidades, y durante un tiempo se asume la conmutación de circuitos multimodo conocido como Modo de Transferencia Síncrona (Synchronous Transfer Mode, STM) que definió las bases para B-ISDN.

Sin embargo, algunas críticas de ISDN decían que la estructura del canal de STM no proveía la flexibilidad requerida para servicios futuros, tampoco era eficiente para variar la información de la velocidad binaria (Bit-Rate). Además, se observaron las facilidades de las

capas de conmutación de circuitos y paquetes, como en ISDN, que en un principio no producían una rentabilidad para el transporte integral verdadero. Con estos argumentos para una sencilla técnica de transporte de servicio independiente, la pregunta fundamental era ¿qué técnica de conmutación podría proveer la eficiencia y flexibilidad requerida?

Como se mencionó antes, los experimentos en la conmutación de paquetes en voz demostraron la viabilidad de la idea pero tropezaron con un número de implementaciones, tal como protocolos complicados y lenta conmutación de paquetes.

Sin embargo, los avances conceptuales de conmutación de paquetes se mantenían atractivos. A principios de los 80's, las experiencias contribuyeron con una versión experimental de conmutación de paquetes modificada con los objetivos de: muy alta salida, procesamiento rápido de paquetes y una mínima cola de retardos.

La versión modificada, llamada Conmutación Rápida de Paquetes, se basa en las siguientes ideas:

- a) La moderna transmisión digital es muy rápida y muy segura; por lo tanto, la función de la subred puede simplificarse al quitar las funciones de control de error y control de flujo de las capas de protocolo bajas para ser desempeñadas en la base punto a punto como se requiera en particular.
- b) La técnica debe ser orientada a conexión para simplificar el procesamiento del paquete.
- c) Los protocolos simples pueden procesarse rápidamente en el hardware para incrementar la conmutación del paquete y reducir retardos de paquetes.

Al mismo tiempo, otros experimentos condujeron al mismo concepto bajo el nombre de Conmutación Asíncrona por División de Tiempo (Asynchronous Time-Division Switching, ATD Switching).

2.1.5. ATM.

En el año 1980 las investigaciones sobre conmutación rápida de paquetes comienzan en las universidades y en los laboratorios, ATM fue creado por CNET, AT&T y France Telecom. Ya sobre el año 1986, el ITU-T adopta este acercamiento para la estandarización de los servicios de banda ancha (B-ISDN). En 1988, la ITU-T normalizó los conceptos de conmutación ATD y la conmutación rápida de paquetes bajo el nombre de Modo de Transferencia Asíncrona (Asynchronous Transfer Mode, ATM) para distinguirla de la conmutación de paquetes convencional, y la organización designo a ATM como la conmutación objeto y la vía de multiplexaje para B-ISDN. Al año el ITU-T selecciona una longitud de celda de 53 bytes como un compromiso para manejar los distintos medios.

Como ATM se basa en el concepto de Conmutación Rápida de Paquetes en el que se supone una fiabilidad muy alta a la tecnología de transmisión digital, típicamente sobre fibra óptica, y por lo tanto no hay necesidad de recuperación de errores en cada nodo. Ya que no hay recuperación de errores, no son necesarios los contadores de número de secuencia de las redes de datos tradicionales, tampoco se utilizan direcciones de red ya que ATM es una tecnología orientada a conexión, en su lugar se utiliza el concepto de Identificador de Circuito o Conexión Virtual (VCI), que más adelante se dará una explicación de ello.

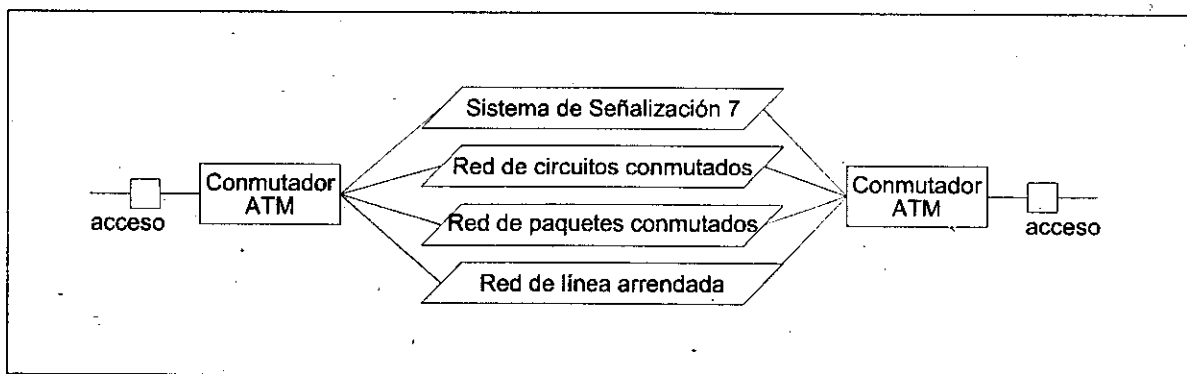


Figura 2.2. Acceso a usuarios a servicios específicos en subredes ISDN.

En ATM, la información es transportada por medio de series de paquetes cortos de longitud fija llamados Celdas, que son multiplexadas asincrónicamente por división de tiempo. Esperando que sea capaz de emular efectivamente cualquier servicio y así proveer gran salida, bajo retardo, y transporte independiente del servicio para todos los tipos de tráfico. En contraste en la red de capas de la Figura 2.2, la Figura 2.3 ilustra una subred ATM para B-ISDN con una red de señalización SS7.

La red SS7 continuará siendo una red de señalización por algún tiempo. Esto se muestra en líneas punteadas por que los conmutadores ATM son capaces de transportar los mensajes de señalización como STPs y eventualmente los STPs son redundantes. A largo plazo, la subred ATM podrá reemplazar los STPs al llevar información de señalización en la red al igual que los datos.

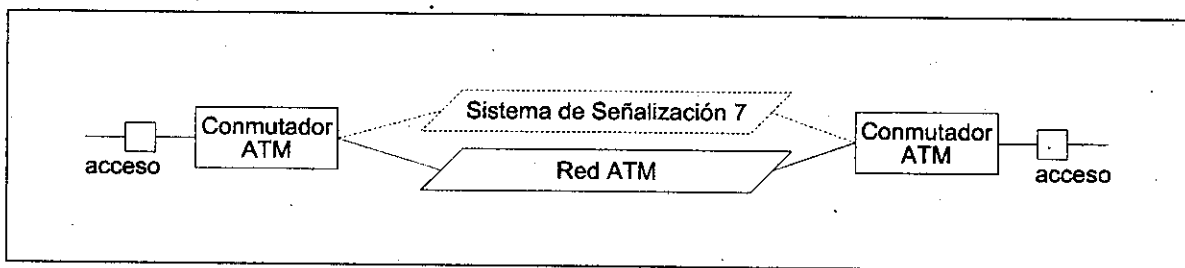


Figura 2.3. Red B-ISDN con subredes ATM y señalización SS7

Como algo adicional desde el año 1991 en octubre del mismo se estableció el Foro ATM, a la fecha se han realizado importantes beneficios como la primera especificación por parte del foro en julio de 1992, se publican algunas recomendaciones importantes por parte de la ITU-T, al año se realizan pruebas de campo, liberándose especificaciones adicionales, el foro ATM presenta la versión 3 de la especificación de la UNI.

En 1994 se realiza una prueba durante la supercomm'94 en la que se establecen enlaces PVC (*Permanent Virtual Circuit*) entre New Orleans y Las Vegas interviniendo múltiples proveedores miembros del foro ATM. En los EUA se cuenta con el servicio de manera pública en algunas partes.

ATM ha sido definido para soportar de forma flexible, la conmutación y transmisión de tráfico multimedia comprimiendo datos, voz, imágenes y vídeo.

Los conmutadores ATM aseguran que el tráfico de grandes volúmenes es flexiblemente conmutado al destino correcto. Los usuarios aprecian ambas cosas, ya que se cansan de esperar los datos y las pantallas de llegada a sus terminales. Estas necesidades cuadran de maravilla para los proveedores de servicios públicos de salud, con requerimientos de videoconferencias médicas, redes financieras interconectadas con los entes de intermediación y validación, con las exigencias que pronto serán familiares como vídeo en demanda para nuestros hogares con alta definición de imágenes y calidad de sonido de un CD, etc.

Las principales especificaciones para ATM se muestran en la Figura 2.4:

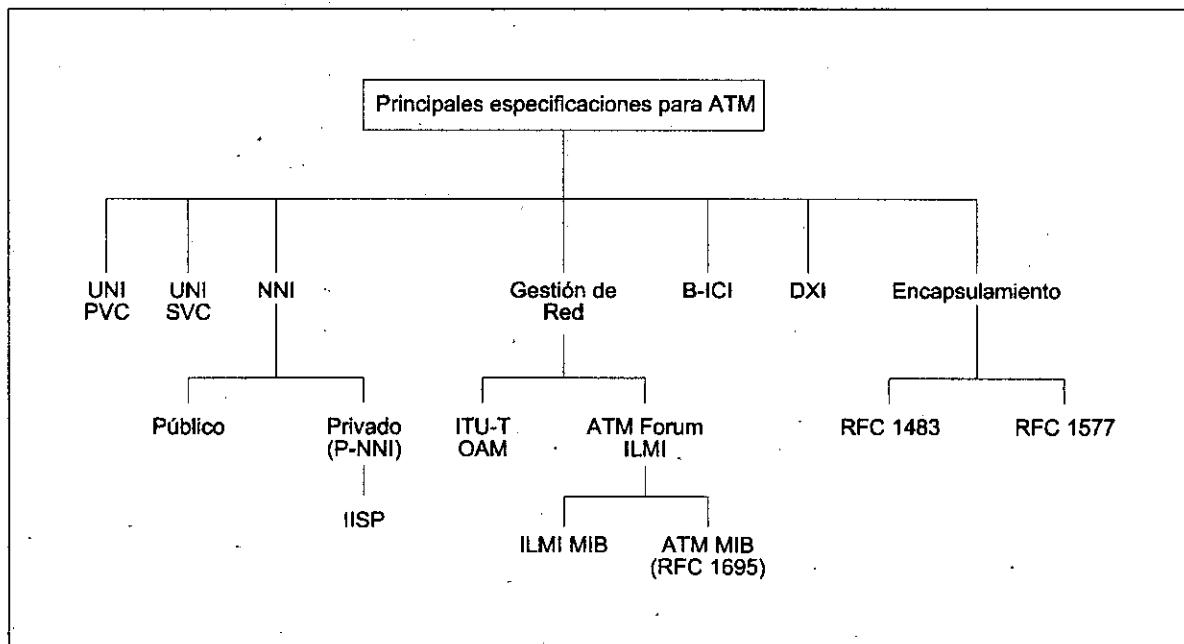


Figura 2.4. Especificaciones de ATM

- UNI: Interface Usuario-Red.
- PVC: Circuito Virtual Permanente.
- SVC: Circuito Virtual Conmutado.
- NNI: Interface Red-Red.
- B-ICI: Interface Interportadora de ISDN de Banda Ancha.
- DXI: Interface de Intercambio de Información.
- OAM: Operación, Administración y Mantenimiento.
- ILMI: Interface de Administración Interna Local
- IISP: Protocolo Interno de Interconmutador de Señalamiento.
- MIB: Base de Información de Administración.

2.2. ESTRUCTURA ATM.

En la Tecnología ATM, Asíncrono no se refiere a la transmisión física, sino a la manera en que el ancho de banda es asignado entre las conexiones y los usuarios. El ancho de banda se divide en ranuras de tiempo de longitud fija. Estas ranuras de tiempo son asignadas para la información de usuarios según como se necesiten y por lo tanto no se tienen posiciones temporales predeterminadas, por ejemplo dentro de una trama periódica. En vez de identificación de la conexión por una posición temporal, las ranuras de tiempo se identifican con etiquetas explícitas antepuestas. Modo de Transferencia es un término que quiere decir que es una Técnica de Conmutación y Múltiplexaje.

El concepto ATM se define de acuerdo a los siguientes principios:

- 1.- Toda la información es manejada en unidades de datos de longitud fija, llamadas Celdas con una longitud de 53 bytes, que consisten de un encabezado de 5 bytes y el campo de información o carga de 48 bytes.
- 2.- ATM es Orientado a Conexión y las celdas en las conexiones virtuales mantienen este orden secuencial.

- 3.- Las fuentes de tráfico pueden generar celdas como se necesiten, es decir, sin posiciones temporales predeterminadas, y por lo tanto las celdas tienen etiquetas explícitas (encabezado) para identificar la conexión.
- 4.- La función principal del encabezado de la celda es la identificación de las celdas pertenecientes a la misma conexión virtual.
- 5.- Los identificadores de etiquetas tienen un solo significado (no tienen una dirección explícita) y son trasladados en cada conmutador.
- 6.- El campo de información se maneja transparentemente, por ejemplo, no se realiza control de errores en este campo.
- 7.- La serie de celdas son multiplexadas asincrónamente por división de tiempo.

En la Figura 2.5 se muestra el formato básico y jerarquía de ATM:

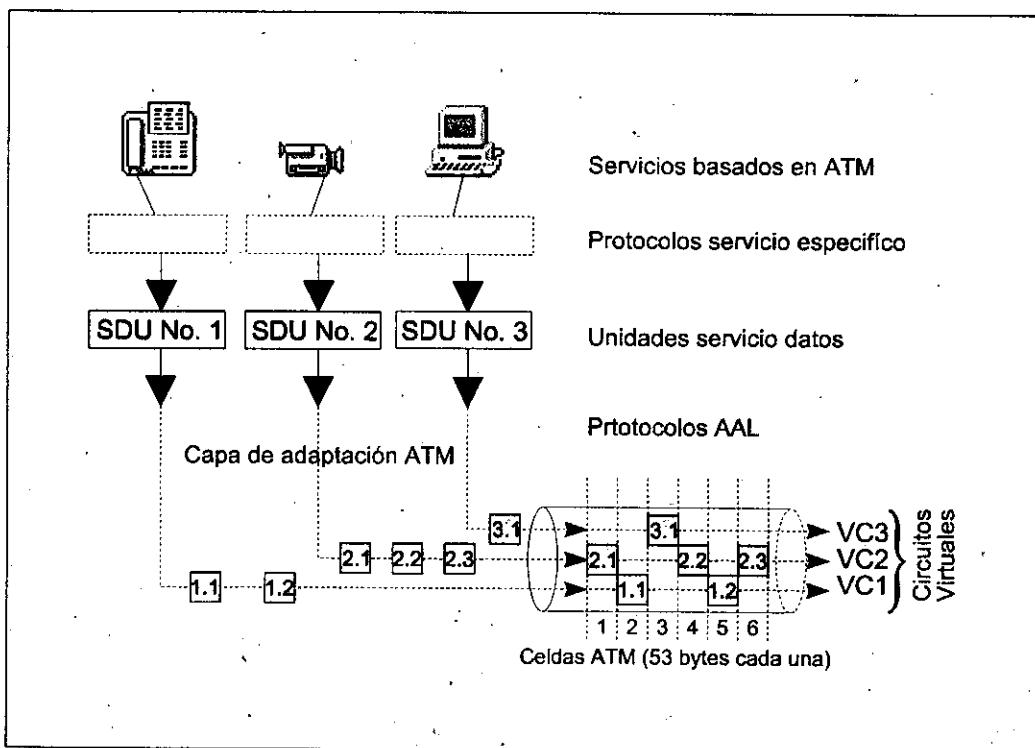


Figura 2.5. Formato Básico y Jerarquía de ATM.

Como ATM es orientado a conexión, es necesario que el usuario antes de que pueda enviar celdas a la red, se debe realizar una llamada y que ésta sea aceptada para establecer una Conexión Virtual a través de la red. Durante la fase de llamada un Identificador de Conexión Virtual (VCI) es asignado a la llamada en cada nodo de intercambio a lo largo de la ruta.

El identificador asignado, sin embargo, solo tiene significado a nivel del enlace local, y cambia de un enlace al siguiente según las celdas pertenecientes a una conexión pasan a través de cada conmutador ATM. Esto quiere decir, que la información de encaminamiento transportada por cada cabecera puede ser relativamente pequeña. Al tener asociado el identificador con cada enlace o puerto entrante del conmutador ATM, pasa a una tabla de encaminamiento existente que contiene el enlace o puerto de salida y el nuevo VCI que va a ser utilizado en correspondencia a cada VCI entrante, un ejemplo de esto se muestra en la siguiente Figura 2.6.

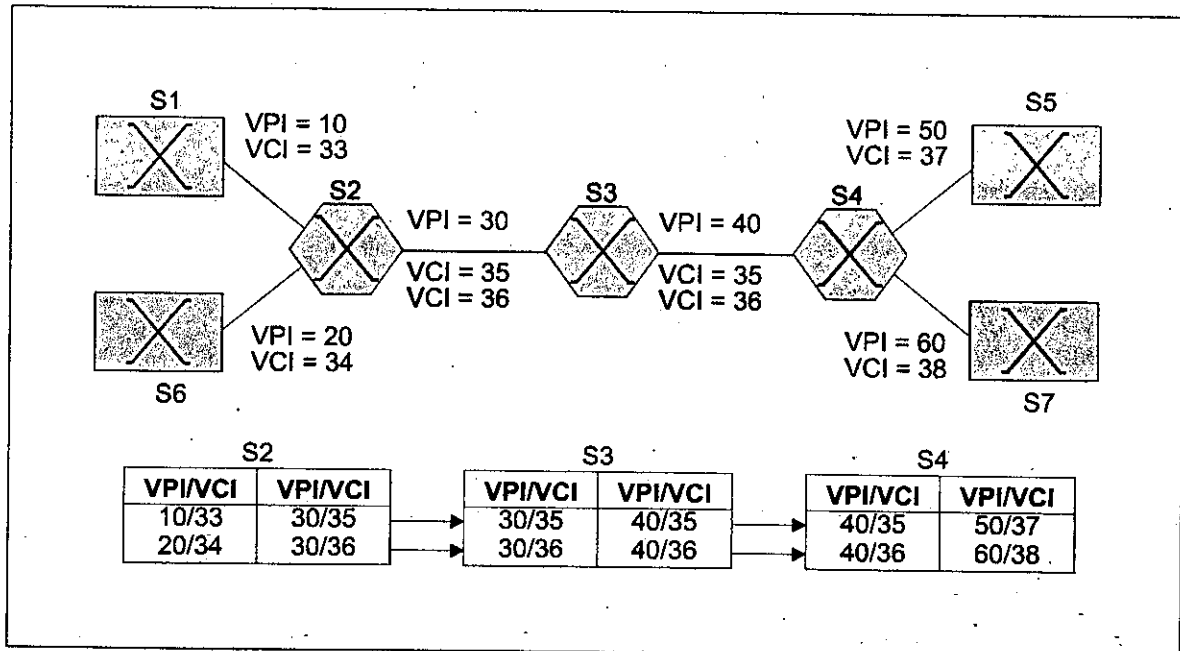


Figura 2.6. Tablas de Encaminamiento.

De este modo el encaminamiento de celdas en ambas direcciones a lo largo de la ruta es extremadamente rápido, ya que consiste en una simple operación de consulta en una tabla. Como resultado, las celdas procedentes de cada enlace pueden ser conmutadas independientemente a velocidades muy altas. Esto permite el uso de arquitecturas de conmutación paralelas y circuitos de alta velocidad hasta Gigabits, cada uno operando a su máxima capacidad. Celdas procedentes de diferentes fuentes son multiplexadas juntas de forma estadística a efectos de conmutación y transmisión.

Un conmutador ATM podría describirse como una caja que mantiene en su interior una gran cantidad de Ancho de Banda, siendo este recurso cedido o recuperado dinámicamente según el aumento o disminución de las necesidades. En este sentido, se dice que ATM proporciona Ancho de Banda bajo demanda.

ATM especifica el método para el intercambio a través de la Interfaz Usuario-Red (User-Network Interface, UNI) como el modo de conmutación y multiplexaje dentro de la red. Además, ATM es una técnica para la integración del tráfico en los niveles de transmisión, acceso a usuarios y la conmutación de paquetes.

Para el UNI, la principal ventaja de ATM es que permite la asignación dinámica del ancho de banda; esto es, el ancho de banda es fijado a las fuentes de tráfico como se necesite. ATM permite interfaces variables de Bit-Rate (VBR) sin impedir la interfaz de Bit-Rate constante (CBR). Esta motivación para ATM puede ser descrita como flexibilidad en el acceso a usuarios.

Como una técnica de multiplexaje, ATM es potencialmente capaz de una más eficiente utilización de las facilidades de transmisión comparado con el TDM (Multiplexación por División de Tiempo, *Time Division Multiplexing*) síncrono. En el TDM síncrono, una trama periódica que consiste de pequeñas ranuras de tiempo (usualmente en bytes) es definida en una liga de transmisión y comparte las conexiones de liga que son reservadas, como posiciones fijas en cada trama. Aparentemente el ancho de banda se desperdicia si el tráfico

explota y contiene periodos ociosos. Esta ineficiencia puede ser prevenida por TDM asíncrono donde las ranuras de tiempo son asignadas a las conexiones como se necesiten. Sin embargo, la etiqueta antepuesta es necesaria para cada ranura de tiempo para identificar la conexión.

Como consecuencia, las ranuras de tiempo son más largas que un byte así que las etiquetas consumen una pequeña fracción del total del ancho de banda. También, el procesamiento es requerido para cada ranura de tiempo y el buffereo se requiere para resolver la discusión. ATM es un ejemplo de esta etiquetada técnica TDM asíncrono, en los identificadores de etiqueta en el encabezado de la celda sólo son locales, y no punto a punto. Como una técnica de multiplexaje, ATM es motivado por el potencial eficiente de utilización.

Como una técnica de conmutación, la principal ventaja de ATM es que evita la necesidad de sobrecarga en la asignación. Además, ATM requiere de la red para el procesamiento de las celdas, esto es una desventaja en términos de carga de procesamiento pero permite un gran control de la red sobre ruteo, control de error, control del flujo, copiar y prioridades. Considerando las prioridades, por ejemplo, cada celda puede tener asignadas prioridades de retardo y perdidas. Mediante las prioridades, la red puede ejercer el control sobre una clase de tráfico relativo a otra clase en los niveles de conexiones virtuales o celdas individuales. Así, como una técnica de conmutación ATM es motivado por la capacidad del control granular y flexibilidad del tráfico de la red.

El funcionamiento general de ATM se ilustra con la Figura 2.7, se debe tener en cuenta que ATM fragmenta la información en paquetes de tamaño fijo llamados Celdas, y estas celdas son de una longitud de 53 Bytes, compuesta con un encabezado de 5 Bytes y 48 de información.

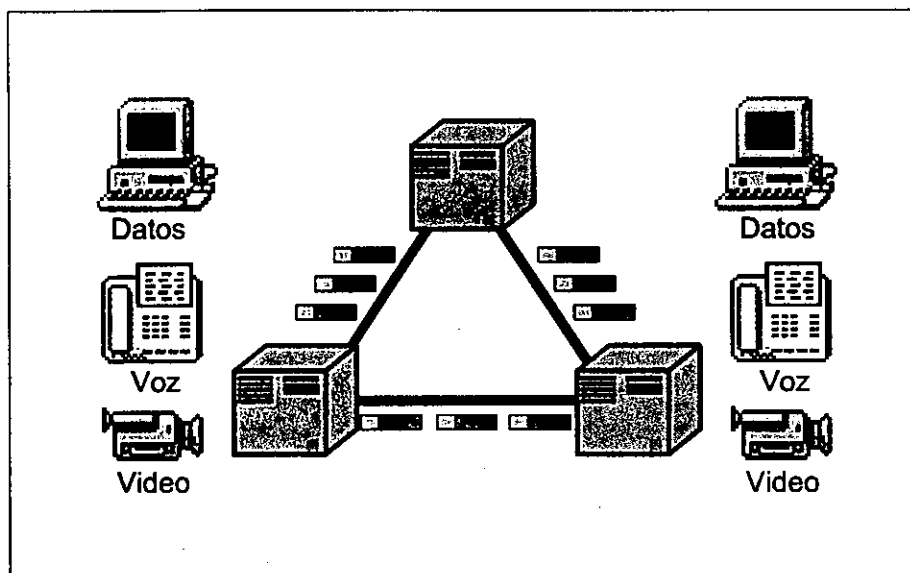


Figura 2.7. Funcionamiento General de ATM.

2.2.1. Conexiones Lógicas ATM.

Las Conexiones Lógicas en ATM están relacionadas con las Conexiones de Canales Virtuales (*Virtual Channel Connection, VCC*). Una VCC es similar a un circuito virtual en X.25 o una conexión de enlace de datos en la técnica de retransmisión de tramas; es la unidad básica de conmutación en una red ATM. Una VCC se establece entre dos usuarios finales a través de la red, intercambiándose celdas de tamaño fijo a través de la conexión en un flujo Full-Dúplex y de velocidad variable. Las VCC se utilizan también para intercambios usuario-red (señalización de control) y red-red (gestión de red y encaminamiento).

Se ha introducido una segunda capa de procesamiento en ATM para gestionar el concepto de Camino Virtual (Figura 2.8). Una Conexión de Camino Virtual (*Virtual Path Connection, VPC*) es un haz VCC con los mismos extremos, de manera que todas las celdas fluyendo a través de las VCC de una misma VPC se conmutan conjuntamente.

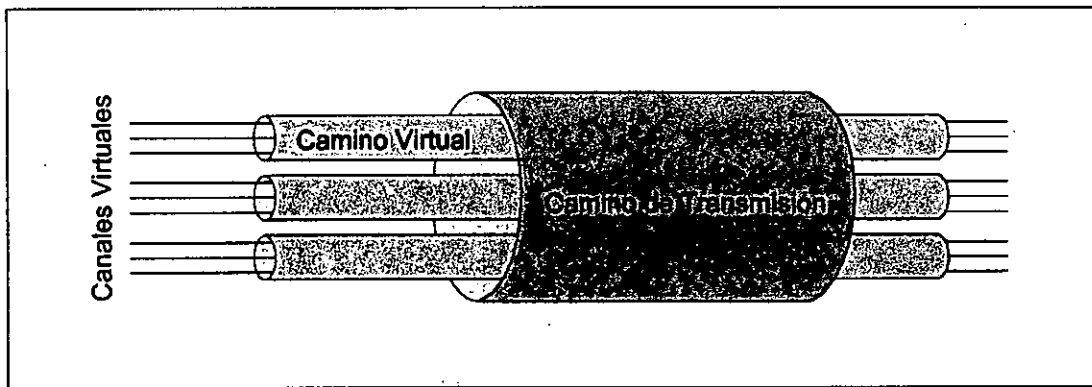


Figura 2.8. Relaciones entre conexiones ATM.

Una Conexión de Camino Virtual (VPC) es una colección de Conexiones de Canal Virtual (VCC) tributarios que son transportados a lo largo del mismo camino o ruta. Un conmutador de tránsito podría reaccionar únicamente a la información de camino (VPC), mientras que los conmutadores terminales reaccionarían a la información de fan-out (VCC), pudiéndose mapear diferentes sesiones contra VCIs sobre la misma conexión VPC.

Cada VPC o VCC puede estar establecido permanentemente, con lo que se tendrá una Conexión Virtual Permanente (PVC), o establecido dinámicamente bajo demanda disponiéndose entonces, de una Conexión Virtual Conmutada (SVC).

El concepto de Camino Virtual se desarrolló en respuesta a una tendencia en redes de alta velocidad en la que el costo de control está alcanzando una elevada proporción del costo total de la red. La técnica del camino virtual ayuda a contener el costo de control agrupando en una sola unidad conexiones que comparten caminos comunes a través de la red. Las acciones de la gestión de la red pueden ser aplicadas a un pequeño número de grupos de conexiones en lugar de aplicarse a un gran número de conexiones individuales.

El uso de caminos virtuales presenta varias ventajas:

- 1.- *Arquitectura de red simplificada.* Las funciones de transporte de red pueden ser diferenciadas en las relativas a una conexión lógica individual (canal virtual) y en aquellas relacionadas con un grupo de conexiones lógicas (camino virtual).
- 2.- *Incremento en eficiencia y fiabilidad.* La red gestiona en entidades agregadas menores.
- 3.- *Reducción en el procesamiento y tiempo de conexión pequeño.* Gran parte del trabajo se realiza cuando se establece el camino virtual. Reservando capacidad en un camino virtual con anticipación a la llegada de llamadas posteriores, se pueden establecer nuevos canales virtuales con funciones de control sencillas realizadas en los dos extremos del camino virtual. No se necesita procesamiento de llamadas en los nodos de tránsito, por lo que la creación de nuevos canales virtuales adicionales en un camino virtual conlleva un procesamiento mínimo.
- 4.- *Servicios de red mejorados.* El camino virtual se usa internamente a la red y es también visible al usuario final. Así el usuario, puede definir grupos de usuarios cerrados o redes cerradas de haces de canales virtuales.

La Figura 2.9 sugiere una forma general de realizar un proceso de establecimiento de llamada usando canales y caminos virtuales. El proceso de establecimiento de un camino virtual se encuentra desvinculado del proceso de establecimiento de un canal virtual:

- 1.- Entre los mecanismos de control de un camino virtual se encuentra la obtención de las rutas, reserva de capacidad y almacenamiento de información de estado de la conexión.
- 2.- El control involucrado en el establecimiento de un canal virtual individual incluye la comprobación de la existencia de un camino virtual al nodo destino deseado con suficiente capacidad disponible para dar soporte al canal virtual, con la calidad de servicio adecuada, y almacenando la información de estado necesaria (asociación canal virtual/camino virtual).

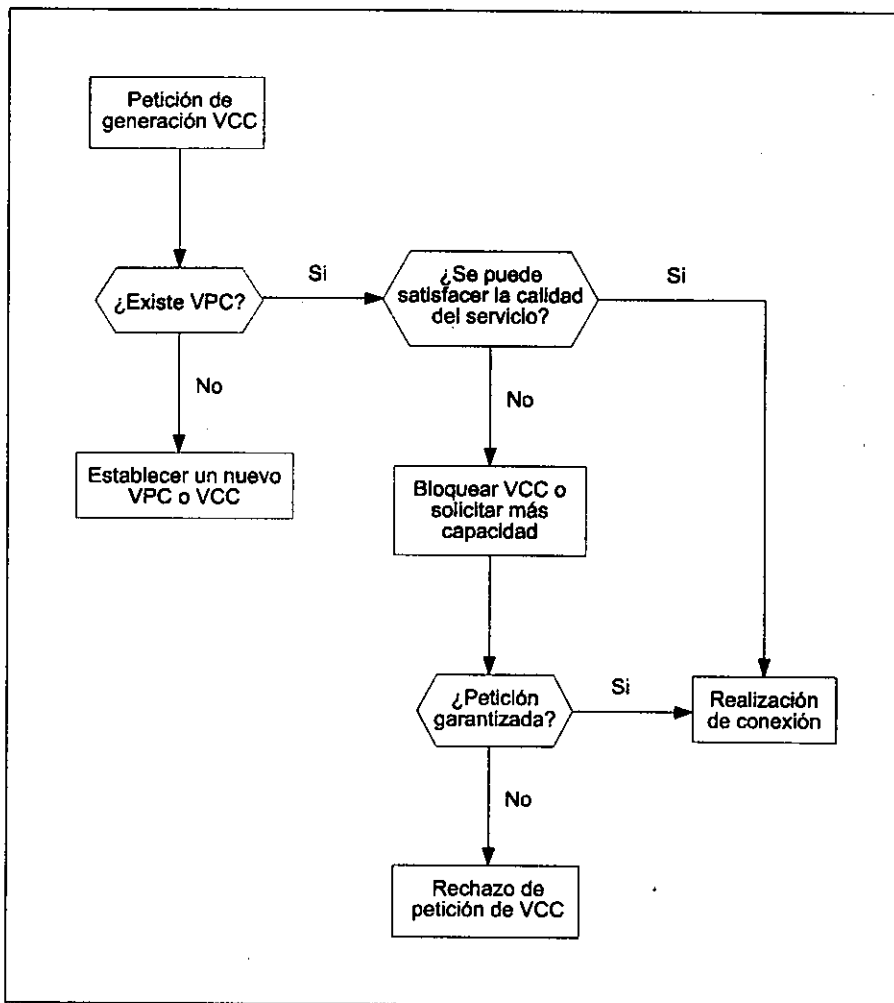


Figura 2.9. Establecimiento de llamada mediante caminos virtuales.

La terminología de Caminos y Canales Virtuales usada en la normalización es un poco confusa y se resume en la Tabla 2.2. Mientras que la mayoría de los protocolos de la capa de red se refieren a la interfaz usuario-red, el concepto de camino y canal virtual se define en las recomendaciones ITU-T en referencia a la interfaz usuario-red y al funcionamiento interno de la red.

Canal Virtual (VC)	Término genérico usado para describir el transporte unidireccional de celdas ATM asociadas a un valor de identificador único común.
Enlace de Canal Virtual	Medio de transporte unidireccional de celdas ATM entre un punto al que se asigna un valor VCI y el punto en que éste se traduce o termina.
Identificador de Camino Virtual (VCI)	Identifica una conexión VC particular para una VPC dada.
Conexión de Canal Virtual	Concatenación de conexiones VC que se extiende entre dos puntos donde se accede a la capa de adaptación. Las VCC se utilizan con propósitos de transferencia de información usuario-usuario, usuario-red o red-red. Se preserva la integridad de la secuencia de celdas para aquellas pertenecientes a la misma VCC.
Camino Virtual (VP)	Término genérico usado para describir el transporte unidireccional de celdas ATM pertenecientes a canales virtuales asociados a un valor de identificador único común.
Enlace de Camino Virtual	Grupo de enlaces VC, identificado por un valor común de VPI y el punto en que este valor se traduce o termina.
Identificador de Camino Virtual (VPI)	Identifica un enlace VP particular.
Conexión de camino virtual (VPC)	Concatenación de enlaces VP particulares que se extiende entre el punto en que se asignan los valores VCI y el punto en que estos puntos se trasladan o se eliminan; es decir, amplía la longitud de un haz de enlaces VC que comparten el mismo VPI. Los VPC se emplean con objeto de transferir información usuario-usuario, usuario-red o red-red.

Tabla 2.2. Terminología de Camino Virtual / Conexión Virtual.

2.2.1.1. Uso de canales virtuales.

Los extremos de una VCC pueden ser usuarios finales, entidades de red o un usuario final y una entidad de red. En todos los casos se preserva la integridad de la secuencia de celdas en una VCC; es decir, las celdas se entregan en el mismo orden en que se enviaron.

Considérese los siguientes ejemplos de los tres usos de una VCC:

- 1.- *Entre usuarios finales.* Pueden utilizarse para la transmisión extremo a extremo de datos de usuario o señales de control. Una VPC entre usuarios finales les concede la capacidad total: la organización VCC de la VPC se utilizan por los dos usuarios finales siempre que el conjunto de las VCC no supere la capacidad de la VPC.
- 2.- *Entre un usuario final y una entidad de red.* Utilizado para la señalización de control usuario-red. Una VPC usuario-red puede emplearse conjuntamente para tráficos desde un usuario final y para tráfico de intercambio de red o servidor de red.
- 3.- *Entre dos entidades de red.* Se emplea en las funciones de gestión del tráfico de red y de encaminamiento. Una VPC red-red puede usarse para definir una ruta común para el intercambio de información de gestión de red.

2.2.1.2. Características de camino virtual / canal virtual.

El documento I.150³ de ITU-T especifica las siguientes características para las Conexiones de Canales Virtuales:

- 1.- *Calidad de servicio.* Un usuario de una VCC es provisto con una calidad de servicio especificada por parámetros tales como la tasa de pérdida de celdas (relación entre las celdas perdidas y las transmitidas) y la variación del retardo de celdas.
- 2.- *Conexiones de canales virtuales conmutados y semipermanentes.* Pueden existir tanto conexiones conmutadas, que requieren señalización de control de llamada, como canales dedicados.

³ <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/i/1150.html>

- 3.- *Integridad de la secuencia de celdas.* Se preserva la naturaleza secuencial de las celdas en una VCC.
- 4.- *Negociación de parámetros de tráfico y supervisión de uso.* Entre un usuario y la red se pueden negociar parámetros de tráfico para cada VCC. La entrada de celdas al VCC se supervisa por la red para asegurar que se cumplen los parámetros negociados.

Entre los tipos de parámetros de tráfico que pueden ser negociados se encuentran la velocidad media, la velocidad pico, el tipo de ráfagas y la duración pico.

La red puede hacer uso de varias estrategias para gestionar las VCC ya existentes, así como las solicitadas; para evitar el problema de congestión. La red puede denegar nuevas solicitudes de VCC; adicionalmente las celdas pueden ser rechazadas si los parámetros negociados se incumplen o si la congestión llega a ser importante, pudiendo ser liberadas en una situación extrema las conexiones existentes.

El documento I.150 especifica así mismo características de las VPC. Las cuatro primeras características son idénticas a las de las VCC. Es decir, calidad de servicio, VPC conmutadas o semipermanentes, integridad en la secuencia de celdas y negociación de parámetros de tráfico y supervisión del uso también características propias de una VPC. Existen varias razones para esta duplicidad. En primer lugar se provee de cierta flexibilidad sobre cómo el servicio de red gestiona los requisitos que debe cumplir. En segundo lugar, la red debe estar familiarizada con las necesidades de una VPC, y dentro de una VPC, puede negociar el establecimiento de canales virtuales con unas características dadas. Por último una vez que se ha creado una VPC, los usuarios finales pueden negociar la creación de nuevas VPC. Las características de las VPCs controlan la elección que los usuarios finales pueden hacer.

Adicionalmente, existe una quinta característica para las VPC:

- 5.- *Restricción de identificador de canal virtual en una VPC.* Puede que no sea posible proporcionar al usuario de una VPC uno o más identificadores o números de canal virtual, pero éstos sí pueden ser reservados para uso de la red. Algunos ejemplos incluyen el uso de VCC para la gestión de red.

2.2.1.3. Señalización de control.

En ATM es necesario un mecanismo para el establecimiento y liberación de VPC y VCC. El intercambio de información involucrada en este proceso se denomina Señalización de Control y se realiza a través de conexiones distintas de las que están siendo gestionadas.

El documento I.150 especifica cuatro métodos para llevar acabo el establecimiento/liberación de VCC. En todas las redes se usa una o más combinaciones de estos métodos:

- 1.- Las VCC *semipermanentes* pueden usarse para el intercambio usuario-usuario, en cuyo caso no se necesita señalización de control.
- 2.- Si no existe canal de señalización de control de llamada preestablecido, se debe establecer uno. Con este propósito debe tener lugar un intercambio de señales de control entre el usuario y la red a través de algún canal. Así es necesario un canal permanente (probablemente se disminuye velocidad) que pueda ser usado para establecer las VCC para uso de control de llamada. Este canal se denomina canal de meta-señalización dado que se emplea para establecer canales de señalización.
- 3.- El canal de meta-señalización puede emplearse también para establecer un canal virtual de señalización usuario-usuario, que debe configurarse en una VPC preestablecida. Este canal se utilizará para posibilitar a los dos usuarios finales, sin que la red

intervenga el establecimiento y liberación de las VCC usuario-usuario para el transporte de datos.

En I.150 se definen tres métodos para VPC:

- 1.- Una VPC puede establecerse de forma semipermanente con negociación previa. En este caso no se necesitan señales de control.
- 2.- El establecimiento/liberación de las VPC puede ser controlado por el usuario. En este caso, el usuario hace uso de una VCC de señalización para solicitar una VPC a la red.
- 3.- El establecimiento/liberación de las VPC pueden ser controladas por la red. En este caso, la red establece una VPC para su propio uso, pudiendo ser el camino de tipo red-red, usuario-red o usuario-usuario.

2.2.2. Los Estándares De ATM.

La más importante norma de ATM concierne a la definición del encabezado de la celda. El formato estandarizado para la celda ATM por el UNI y la Interfaz de Nodo de Red (Network Node Interface, NNI) se muestra en la Figura 2.10. El formato de la celda de 53 bytes consiste de un encabezado de 5 bytes y 48 bytes para la información. Esta longitud de la celda es un término medio entre las propuestas desarrolladas por ANSI (Instituto Nacional Americano de Estándares, *American National Standards Institute*) de un encabezado de 5 bytes y 64 bytes para la información y por el ETSI (Instituto Europeo de Estándares en Telecomunicaciones, *European Telecommunications Standards Institute*), con un encabezado de 4 bytes y 32 bytes de información, Figura 2.11.

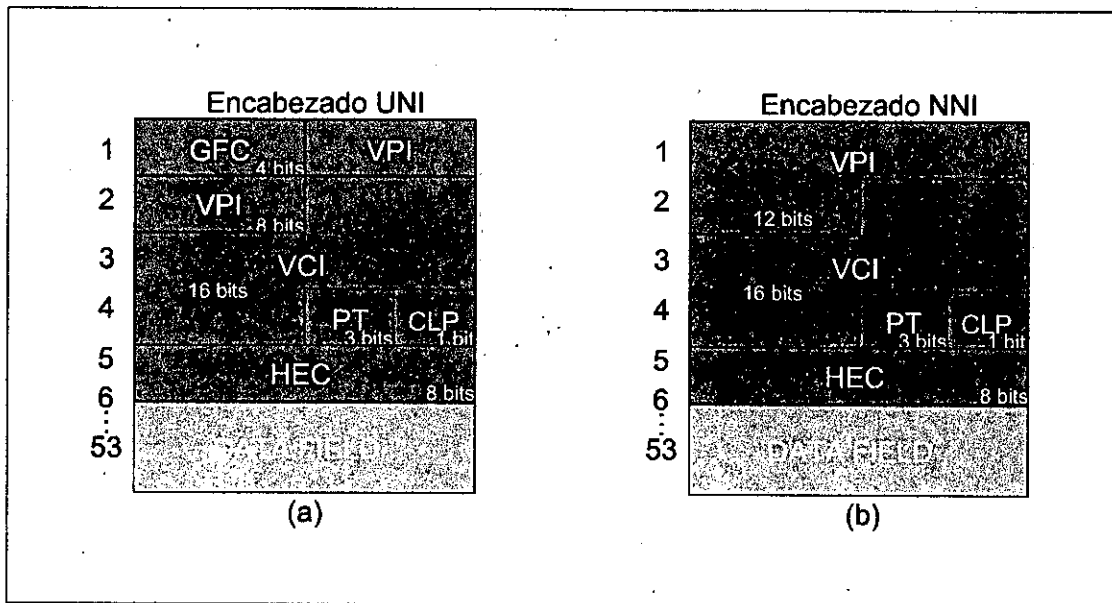


Figura 2.10. Formato de la Celda ATM, (a) en el UNI y (b) en el NNI

Con lo antes mencionado se tiene una mayor profundidad de conceptos que conducen hasta la pregunta obvia ¿qué es una celda?. Es un paquete de datos de una longitud fija, generalmente pequeña, algunos puntos que intervienen en la elección de la longitud de la celda son:

- 1.- Desperdicio en celdas grandes que viajan parcialmente llenas.
- 2.- Eficiencia del protocolo.
- 3.- Retardo de serialización.
- 4.- Retardo de paquetización para tráfico de velocidad constante.

Las celdas grandes favorecen a los tráfico de datos, mientras que las pequeñas son mejores para los tráfico de voz.

Los objetivos principales de ATM son la integración de servicios y la administración eficiente del ancho de banda. Se puede calcular la Eficiencia de Transmisión de un Protocolo (n) con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{L_i}{L_i + L_0}$$

En donde:

n : factor de eficiencia de la transmisión.

L_i : longitud del campo de información.

L_0 : longitud del encabezado de control.



El tamaño de 48 octetos fue acordado en 1989 en la junta de Ginebra del grupo XVIII del CCITT entre otros criterios porque:

- 1.- Es aceptable para redes de voz.
- 2.- Adaptable para operaciones de FEC (Corrección de Errores Avanzado, *Forward Error Correction*).
- 3.- Capaz de minimizar el número de bits que deben ser retransmitidos por el dispositivo de usuario en caso de errores.
- 4.- Capaz de trabajar con el equipo de transporte instalado.

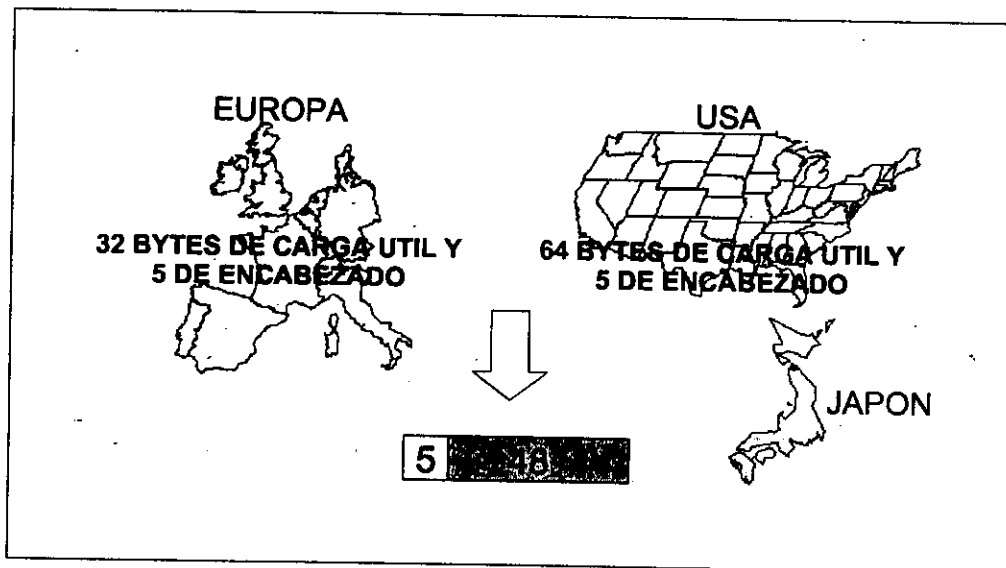


Figura 2.11. Celda de 53 bytes.

Algunas características técnicas de ATM se muestran a continuación:

- Conmutación de celdas.
 - Celdas pequeñas de tamaño fijo (53 bytes).
- Orientado a conexión.
 - Se requiere el establecimiento de una conexión.
 - Canal dedicado virtual (PVCs y SVCs).
- Independiente del medio y de la velocidad.
 - Velocidades de Mbps, Gbps.
 - Interfaces ópticas y eléctricas.

En la siguiente Figura 2.12 se ilustra el campo de aplicación de ATM en las redes.

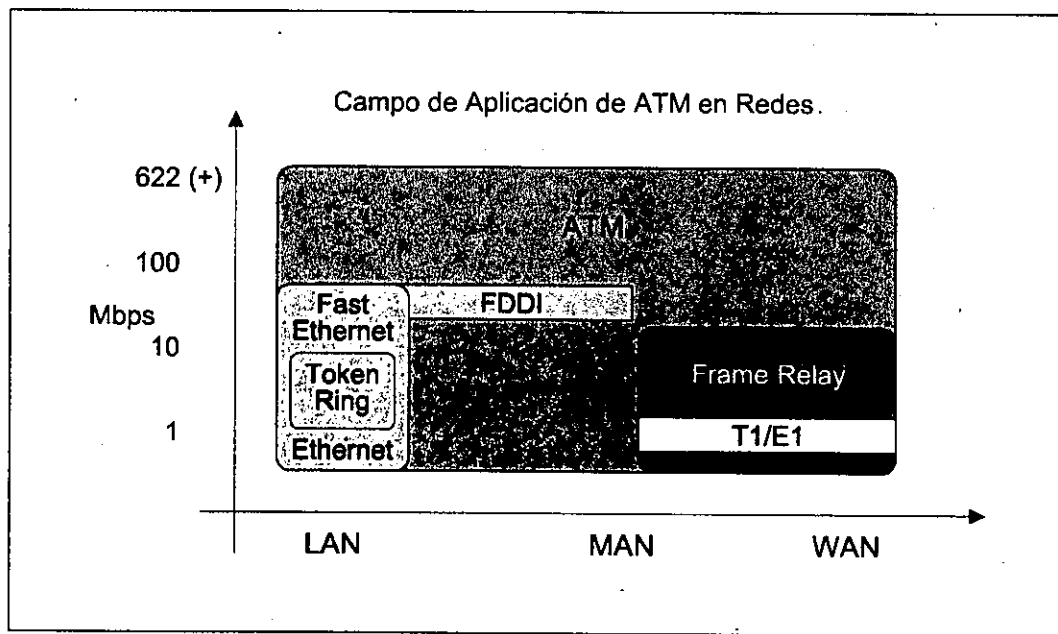


Figura 2.12. Campo de Aplicación de ATM.

2.2.3. Celdas ATM.

Mientras los sistemas de comunicación anteriores siempre manejan ráfagas de bits, ATM es un sistema basado en celdas. Tal que, el manejo de pequeños y fijos paquetes de 53 bytes permita:

- 1.- Un dramático incremento en el desempeño.
- 2.- La segmentación del tráfico dentro de las celdas permite un eficiente multiplexaje del tráfico de diferentes servicios.

Cada celda es fija, así la conmutación puede implementarse directamente en el hardware. El encabezado de cada celda contiene información de direccionamiento y control, el hardware puede conmutar y enviar los datos a grandes velocidades, esto es posible con sistemas de software.

2.2.3.1. Estructura de la celda ATM.

Dependiendo de la interconexión que se realiza, el encabezado de las celdas ATM que fluyen entre dos elementos que soportan el protocolo como se muestra en la Figura 2.13 puede variar en:

- a) Encabezado UNI (User-to-Network Interface)
- b) Encabezado NNI (Network-to-Network Interface)

La UNI es un modo nativo de interfaz ATM que define la interfaz entre el equipo del cliente, tal como Hubs o Routers ATM y la red ATM WAN. La NNI define la interface entre los nodos de las redes (Switches o Conmutadores) o entre redes. La NNI puede usarse como una interface entre una red ATM de un usuario privado y la red ATM de un proveedor público (Carrier). Específicamente, la función principal de ambos tipos de

cabeceras de UNI y la NNI, es identificar los VPIs y los VCIs como identificadores para el ruteo y la conmutación de las celdas ATM.

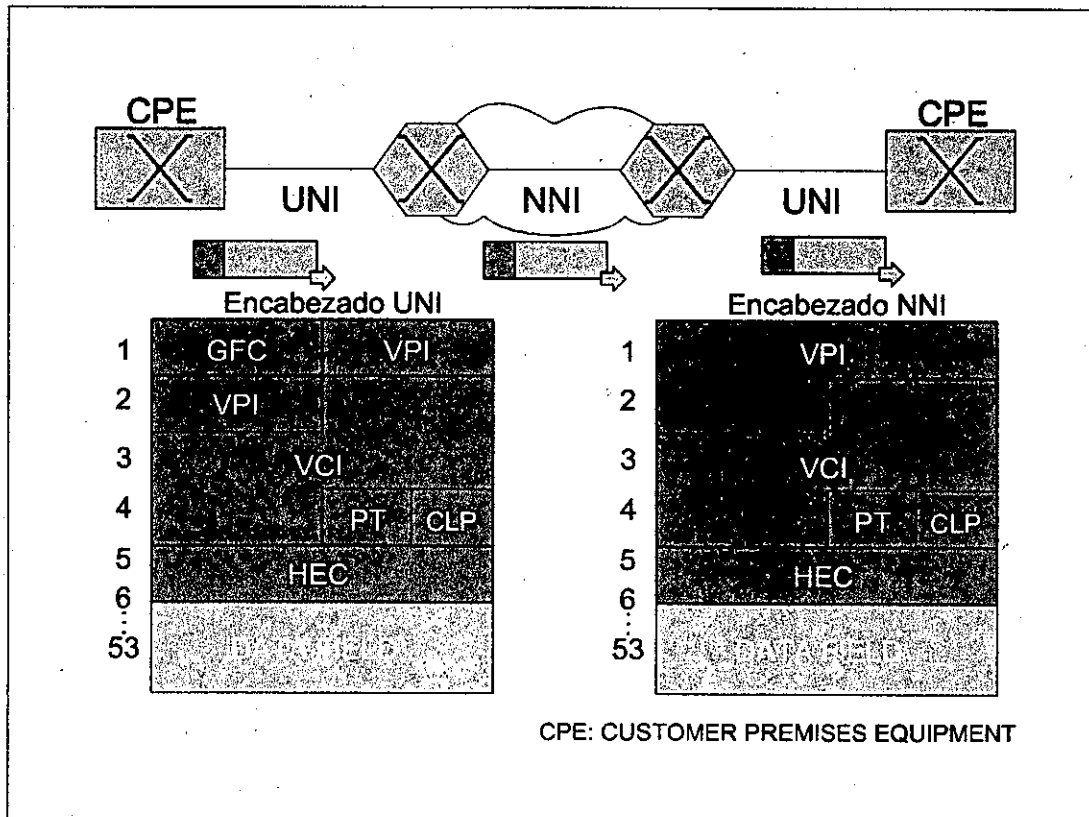


Figura 2.13. Tipos de Encabezado en las Celdas ATM

Los campos que componen el encabezado de la Celda son los siguientes:

- El campo *Control Genérico de Flujo* (Generic Flow Control, GFC) que consta de 4 bits proporciona las funciones de control de flujo en la interfaz UNI. Actualmente este campo se encuentra indefinido, por lo que se deberá operar en el modo de acceso no controlado mediante una codificación de cuatro ceros "0000" por parte del Equipo del Cliente (*Customer Premises Equipment, CPE*) y el Conmutador ATM en la interface UNI.

- El campo *Identificador de Camino Virtual* (Virtual Path Identifier, VPI) consta de 8 bits que sirven para identificar a los Caminos Virtuales (VPs), se puede tener un total de $2^8 = 2568$ identificadores distintos.
- El campo *Identificador de Canal Virtual* (Virtual Channel Identifier, VCI) consta de 16 bits que sirven para identificar a los Canales Virtuales (VCs), se puede tener un total de $2^{16} = 65536$ identificadores distintos.
- El propósito del campo *Tipo de Carga* (Payload Type, PT) que consta de 3 bits es el de discriminar entre celdas que contienen información de usuario y celdas que contienen información de operación y mantenimiento. También se utiliza para indicar las condiciones de congestión, esto se muestra en la Tabla 2.3.

Codificación	Significado
000	Celda de datos de usuario, no se experimentó congestión, SDU-tipo = 0
001	Celda de datos de usuario, no se experimentó congestión, SDU-tipo = 1
010	Celda de datos de usuario, se experimentó congestión, SDU-tipo = 0
011	Celda de datos de usuario, se experimentó congestión, SDU-tipo = 0
100	Celda de OAM de segmento
101	Celda de OAM de extremo a extremo
110	Reservado para funciones de control de tráfico futuro
111	Reservado para funciones futuras
SDU - Unidad de Información de Servicio OAM - Operación y Mantenimiento	

Tabla 2.3. Condiciones de Congestión.

- El campo de *Prioridad de Pérdida de Celdas* (Cell Loss Priority, CLP) consta de 1 bit y con éste se le permite al CPE la jerarquización de la información, con el fin de que esto sea considerado por parte de la red en situaciones de congestión y en las que es necesario descartar celdas. Cuando este campo es puesto a 0 indica alta prioridad y cuando está puesto a 1 indica baja prioridad. Es muy importante para la gestión de tráfico en ATM. Puede ser ajustado por los conmutadores ATM para el control interno de la red:

- a) VCs y VPs con baja calidad de servicio.
 - b) Celdas que excedan el contrato de tráfico.
- *Control de Error de Encabezado* (Header Error Control, HEC) es un campo de 8 bits que se utiliza para el control de errores sobre el encabezado. Mediante este campo se protege a todos los bits contenidos en el encabezado de las celdas de 53 bytes excepto el HEC. Con el valor contenido en el HEC es posible corregir hasta un bit errado dentro del encabezado y se puede detectar múltiples errores sobre el mismo. Las celdas sobre las cuales se detectan múltiples errores son descartadas.

2.3. MODELO DE REFERENCIA DE ATM.

El protocolo de referencia ATM se basa en los estándares desarrollados por el ITU-T. El Modelo de Referencia de ATM está dividido en tres niveles o capas básicas como se muestra en la Figura 2.14.

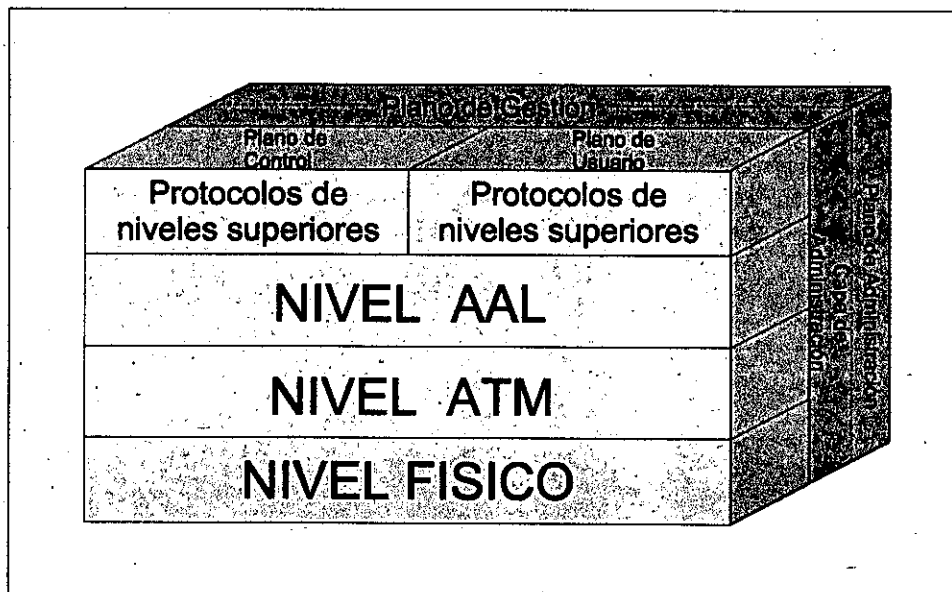


Figura 2.14. Modelo de Referencia de ATM.

Teniendo esta referencia se muestran las funciones y subcapas del Modelo de Referencia ATM en la siguiente Tabla 2.4.

Subcapa de Convergencia	CS	AAL
Segmentación y Reensamblaje	SAR	
Control de Flujo Genérico Traslación de VPI/VCI Multiplexión y Demultiplexión de Celdas		ATM
Generación y Verificación del HEC Delineación y Desacoplamiento de velocidad de Celdas Adaptación de la Transmisión de Trama Generación/Recuperación de la Transmisión de Trama	TC	PHY
Temporización de Bit Medio Físico	PMD	

Tabla 2.4. Subcapas y Funciones del Modelo de Referencia de ATM.

2.3.1. Capa Física.

La Capa Física (Physical Layer) se encarga de transportar las celdas ATM entre 2 entidades ATM. Soporta muchos tipos de medios físicos, inclusive aquellos existentes y utilizados en otros sistemas de comunicaciones. ATM es independiente del transporte físico. Las celdas ATM pueden ser transportadas en redes SONET (Red Óptica Síncrona, *Synchronous Optical Network*), SDH (Jerarquía Digital Síncrona, *Synchronous Digital Hierarchy*), T3/E3, T1/E1 o incluso en módems de 9600 bps, como el medio de transporte físico para ATM tanto para aplicaciones WAN como LAN.

El estándar de la Capa Física define el esquema básico para la transmisión digital de ATM incluyendo señalización, codificación, formatos y capacidades de operación y mantenimiento.

Cada conexión física al conmutador ATM es un enlace dedicado y todos los enlaces pueden estar simultáneamente activos. Los conmutadores ATM están diseñados para permitir a todos los puertos comunicarse transparentemente e independientemente de la velocidad física. Esto permite que la conexión física esté acoplada con los requerimientos de ancho de banda del dispositivo conectado. La conversión de velocidad es una característica inherente de ATM, tampoco tiene restricciones topológicas de las redes clásicas como Token Ring o Ethernet.

La Capa Física, proporciona a la Capa ATM los medios para transportar celdas ya configuradas. Esta Capa está dividida en dos Subniveles: el Subnivel de Convergencia de Transmisión (*Transmission Convergence*, TC), y el Subnivel Dependiente del Medio Físico (*Physical Medium Depend*, PMD). La selección del medio físico determina la operación de ambos Subniveles. El Subnivel PMD para cada medio, define cosas tales como velocidades de transmisión, tipos de conectores físicos, codificación en línea, recuperación de reloj, sincronización, etc. Además, para tráfico con temporización relacionada, proporciona información de temporización a la Capa de Adaptación ATM (AAL).

Pero el Subnivel TC es la clave para que la celda ATM, viaje libremente sobre una amplia variedad de medios (PDH ⁴, SDH, FDDI ⁵ o basada en Células). El Subnivel TC empaqueta las celdas ATM salientes en la estructura de trama del medio de transmisión, rellorando con celdas nulas según se necesite. A la recepción, el Subnivel TC determina los contornos de las celdas, extrayéndolas del flujo de bits, descartando celdas nulas o erróneas y finalmente entregándolas a la Capa ATM. Otra función importante es intercambiar información de operación y mantenimiento (OAM) con el plano de administración.

En el mercado se encuentran varias opciones con las que se puede implementar ATM:

- La opción basada en SDH/SONET.
Con STM-1, STM-4, STS-3c, STS-12.
- La opción basada en PDH.
Con E1, E3, E4, DS-1 y DS-3.

⁴ Jerarquía Digital Plesiochrana, *Plesiochronous Digital Hierarchy*

⁵ Interface de Datos de Fibra Distribuida, *Fiber Distributed Data Interface*

- La opción basada en celdas.
A una velocidad binaria de 155.520 Mbps con carga útil de 149.760 Mbps.
- La opción FDDI.
A 100 Mbps.
- La opción de IBM.
A 25.6 Mbps.

Las siguientes son algunas características de la Capa Física:

- Transporta los bits que constituyen las celdas ATM.
- Convierte al formato eléctrico u óptico.
- Existen tres categorías principales:
 - Jerarquía Digital Plesiocrana (*Plesiochronous Digital Hierarchy, PDH*)
 - ❖ Son los sistemas de comunicación existentes para la transmisión de voz.
 - ❖ Tres variantes determinadas por la localización geográfica: Europa, Japón y Norte América:
 - Jerarquía Digital Síncrona (*Synchronous Digital Hierarchy, SDH*)
 - ❖ Conocida como SONET en los EUA.
 - ❖ Diseñada para usarse sobre enlaces de fibra óptica.
 - ❖ SDH tiene muchas ventajas sobre PDH, sin embargo debido a los gastos para cambiar a SDH, SDH se diseña para interoperar con sistemas PDH.
 - ❖ Canal dividido en celdas/administración de la información de tolerancia a fallas (155 Mbps → 150 Mbps para celdas, 5 Mbps para administración de la información).
 - ❖ El múltiplexaje no se realiza a nivel SDH, se realiza a nivel de celda ⇒ se llena la carga con celdas (modo de “concatenación”).
 - ❖ Algunos vendedores toman ventaja del conjunto de chips existentes para FDDI para el transporte de celdas (conocidos como TAXI porque comúnmente son usados los chips “AMD TAXI”).
 - El medio físico usado actualmente para las redes LAN.

Se han acordado estándares para el transporte de ATM sobre SDH y SONET. Para SDH y SONET, las velocidades de transporte de ATM son:

SDH	SONET
STM-1 a 155 Mbit/s.	STS-1 a 53 Mbit/s.
STM-4 a 622 Mbit/s.	STS-3C a 155 Mbit/s.
STM-16 a 2.4 Gbit/s.	STS-12C a 622 Mbit/s.

Tabla 2.5. Velocidades de Transporte de ATM.

En la Figura 2.15 se muestra el mapeo directo de celdas ATM sobre estructuras PDH como: DS-1, DS-3, E1, E3 y E4.

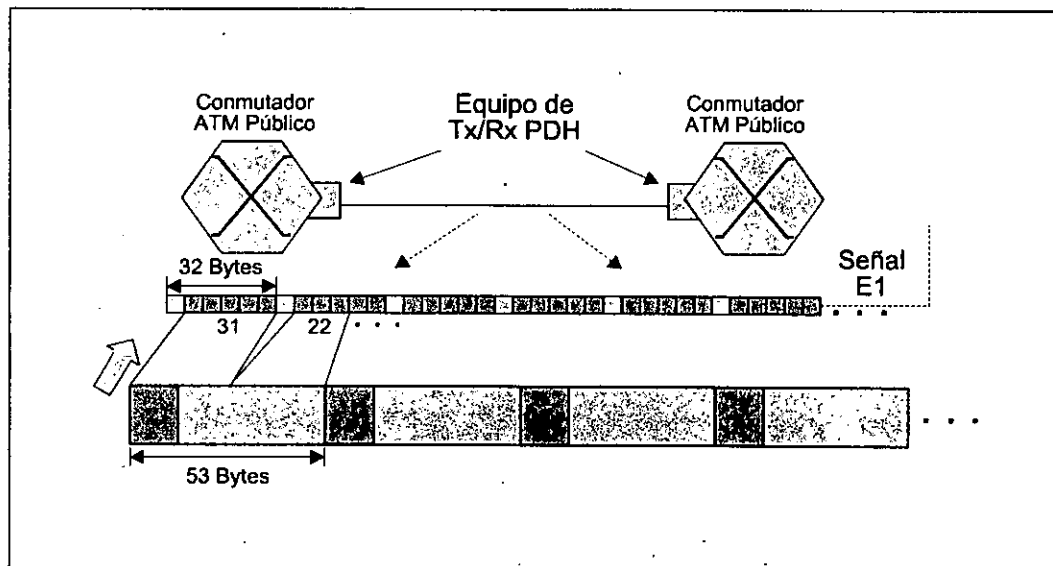


Figura 2.15. Celdas ATM sobre Estructuras PDH

Las redes de telecomunicaciones de alta capacidad en la actualidad están siendo implementadas mediante el uso de la tecnología SDH/SONET, reemplazando a la PDH. Como se ha visto, SDH es una estructura de transporte de cualquier tipo de información en cualquier formato. El futuro de SDH está asegurado con ATM, pues SDH es una de las

formas a Nivel Físico de como será implementado ATM, Figura 2.16. Dentro del encabezado SDH se concentran las funciones de control de la red de transporte SDH.

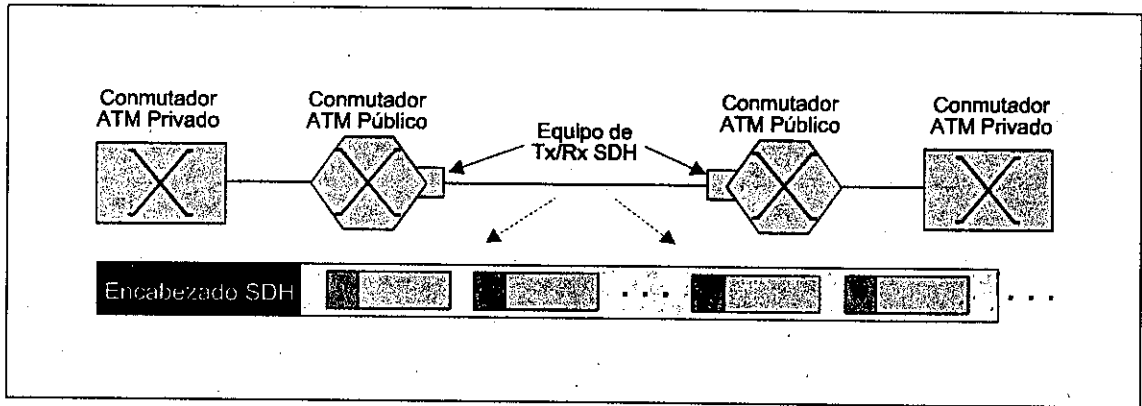


Figura 2.16. SDH Y ATM.

2.3.2. Capa ATM.

La Capa ATM se encarga de la multiplexación y demultiplexación de las celdas de diferentes conexiones, conmutación de celdas, establecimiento de trayectos y canales, funciones de administración, etc. En esta segunda Capa se define la estructura de la celda y como las celdas fluyen sobre las conexiones lógicas en una red ATM, es independiente tanto del servicio como del medio físico.

Es decir, el Modo de Transferencia Asíncrono (*Asynchronous Transfer Mode*, ATM), es el modo de transferencia escogido para la implementación de la B-ISDN y es independiente de los medios de transporte en la Capa Física. Se utilizan conexiones virtuales para la información de transporte, las conexiones son consideradas virtuales, dado que los usuarios pueden conectarse punto a punto, las conexiones sólo se realizan cuando las celdas necesitan ser enviadas. La conexión no es dedicada para uso exclusivo de una sola comunicación, aunque al usuario así le parezca.

Como se utilizan celdas de tamaño pequeño y fijo, reducen el tiempo de retardo en los conmutadores ATM y las celdas de tamaño fijo pueden ser conmutadas más fácilmente. Estas celdas son transmitidas serialmente y se propagan en estricta secuencia numérica a través de la red. Esta capa es la que unifica todos los medios de transmisión, este se mantiene a través de todos los accesos y medios de transmisión, de aquí que se le llame también "CELL- RELAY".

DISTINTOS TIPOS DE CELDAS	
Asignada (Assigned Cell)	Capa ATM, es una celda que proporciona servicio a una aplicación que utiliza la capa ATM.
No-Asignada (Unassigned Cell)	Capa ATM, una celda del nivel ATM que no transporta información de ninguna aplicación de la capa AAL.
Libre (Idle Cell)	Capa física, es una celda la cual es insertada/extraída por el nivel físico con el fin de adaptar la velocidad de flujo de celdas en la frontera entre la capa ATM y la capa física a la capacidad disponible para la carga útil en el sistema de transmisión utilizado.
Válida (Valid Cell)	Capa física, es una celda cuyo encabezado no contiene errores o ha sido modificada por el proceso de verificación de HEC.
Inválida (Invalid Cell)	Capa física, es una celda cuyo encabezado contiene errores y no ha sido modificada por el proceso de verificación de HEC. Está celda se descarta en la capa física.

Tabla 2.6. Tipos de Celdas.

El estándar de la capa ATM (CCITT Rec. Y.361) define las capacidades requeridas para la transmisión de información en este nivel en el modelo para B-ISDN, y también define los mecanismos para identificar las características del flujo de información del usuario, como lo son:

- a) El camino usado por el usuario a través de la red, Conexión de Camino Virtual (VPC).
- b) La Conexión de Canal Virtual (VCC) dentro del VPC.

- c) El mecanismo que asegura que el usuario utilizará más del ancho de banda asignado.

Esta Capa se refiere únicamente a cómo se ha de interpretar la cabecera de las celdas, con la única excepción de las celdas OAM usadas para la transmisión de información de gestión.

En ATM es posible que el usuario pueda enviar más datos de los permitidos en las características iniciales del ancho de banda contratado, y puede ocasionar que en algunos casos se descarten celdas de otro usuario. Es muy frecuente que cuando el servicio se contrate, la calidad del mismo este establecida con un rango de excelente calidad del servicio, esto se ve con el ancho de banda contratado, puesto que puede ocurrir lo que se mencionó anteriormente.

Se debe tener en cuenta que la Capa ATM no realiza ningún tipo de retransmisión de celdas, en todo caso se avisa a los niveles superiores que se han descartado celdas por la aplicación de la función de control de tráfico. Como algunas características de esta Capa incluyen:

- a) Realiza el ruteo, administración del tráfico y multiplexaje.
- b) El multiplexaje estadístico permite un mayor ancho de banda total que la capacidad del canal.
- c) Una vez que las celdas son desechadas, no hay retransmisión en la Capa ATM.

2.3.3. Capa De Adaptación ATM (AAL).

La Capa de Adaptación ATM (ATM Adaptation Layer, AAL) como su nombre lo indica es la responsable de desarrollar el mapeo necesario entre la Capa ATM y los protocolos de Capas superiores. Es decir, esta Capa es donde ATM encapsula el tráfico de las aplicaciones superiores del usuario dentro del formato de ATM.

La AAL yace entre la Capa ATM y las Capas más altas que usan el servicio ATM. Su propósito principal es resolver cualquier disparidad entre un servicio requerido por el usuario y atender los servicios disponibles de la Capa ATM.

En la Capa de Adaptación se tienen distintas fuentes de información las cuales pueden ser de velocidades binarias constantes como la voz, o bien de velocidades variables o por ráfaga como los datos, tales como emulación de circuitos, vídeo, audio, Frame Relay, etc.

Aquí se presenta la segmentación de la información en celdas ATM. Dependiendo de la naturaleza de la información se deberá escoger uno de los distintos tipos de niveles AAL que existen (Figura 2.17).

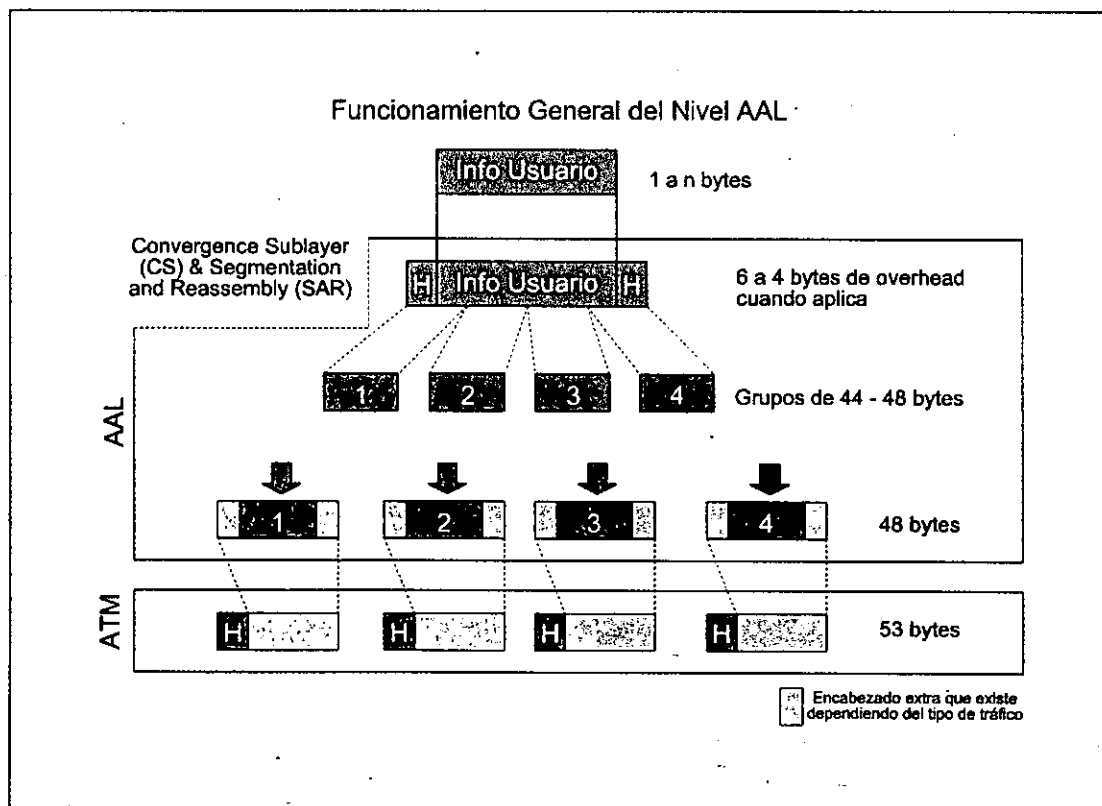


Figura 2.17. Funcionamiento General del Nivel AAL

ATM es orientado a conexión, el cuál es un método para crear rutas a través de una red conmutada, es decir, un mecanismo para establecer una conexión entre dos puntos de la red durante la duración de una llamada. Si se quisiera un servicio no orientado a conexión sería uno en el que el transmisor y el receptor no estuvieran conectados simultáneamente a la red.

Actualmente, la AAL está dividida en dos Subcapas, Subcapa de convergencia (*Convergence Sublayer, CS*) y la Subcapa de Segmentación y Reensamblado (*Segmentation And Reassembly, SAR*).

ATM brinda flexibilidad en los medios para todo tipo de telecomunicaciones incluyendo a los orientados y no orientados a conexión. Estos servicios están definidos en las recomendaciones F.811 de ITU-T (relación de servicios orientados a conexión) y F.812 (relación de servicios no orientados a conexión).

La AAL define una serie de reglas de cómo pueden ser utilizadas las celdas de 48 bytes y como pueden ser codificadas. El objetivo del Nivel de Adaptación es enmascarar las características del Nivel de Transporte de ATM a las aplicaciones de usuario, permitiendo ofrecer el mejor servicio posible a los niveles superiores (aplicaciones).

Los diferentes Niveles de Adaptación existen debido a las aplicaciones con diferentes requerimientos de red. Estas aplicaciones se agrupan en clases, en función a los criterios siguientes:

- Por la relación temporal entre la fuente y el destino.
 - ◆ Algunos servicios tienen una relación de tiempo entre la fuente y el destino, es decir, son isócronos. Por ejemplo, voz digitalizada PCM a 64 Kbps, en donde se tiene una clara relación de tiempo; a este tipo de servicios también se les conoce como servicios con transferencia de información en tiempo real. La transferencia de información entre computadoras no tiene una relación de tiempo.

- ☑ Por la Velocidad Binaria (Tráfico Constante o Variable).
 - ◆ Algunos servicios tienen una Velocidad Binaria Constante (*Constant Bit-Rate*, CBR) y otros tienen una Velocidad Binaria Variable (*Variable Bit-Rate*, VBR).
- ☑ Por el modo de conexión.
 - ◆ Orientados a conexión (Connection) o sin conexión (Connectionless).

Con lo anterior, se pueden clasificar estos servicios en cuatro tipos, los parámetros de éstos se citan en la Tabla 2.7 que se ilustra a continuación:

Características de Transmisión.	Clase A.	Clase B.	Clase C.	Clase D.
Tipo AAL	AAL 1	AAL 2	AAL $\frac{3}{4}$ AAL 5	AAL $\frac{3}{4}$ AAL 5
Relación temporal entre la fuente y el destino.	Requerida.	Requerida.	No Requerida.	No Requerida.
Velocidad Binaria.	Constante.	Variable.	Variable.	Variable.
Modo de Conexión.	Orientada a Conexión.	Orientada a Conexión.	Orientada a Conexión.	No Orientada a Conexión.

Tabla 2.7. Calidad de Servicio (*Quality of Service*, QoS).

Cada tipo de servicio dio origen a un tipo de AAL propio (desde el 1 al 4), con la particularidad de que los trabajos de estandarización acabaron fusionando los tipos 3 y 4 dando como resultado el tipo $\frac{3}{4}$ y una versión simplificada del mismo, el tipo 5.

En la Figura 2.18, se ilustran las diferentes clases de tráfico y tipos de servicio AAL.

Clases de Tráfico y Tipos AAL				
	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
Velocidad	Constante(CBR)		Variable(VBR)	
Conexión	Connection Oriented			Connectionless
Isócrono	Requerido		No Requerido	
Ejemplo	Voz, Video emulación de circuito	Video, Audio comprimido	Frame Relay, X.25, TCP	SMDS
Tipos AAL	1	2	3/4, 5	

Figura 2.18. Clases de Tráfico y Tipos de Servicio AAL.

La Figura 2.19 muestra los encabezados (Overhead) de los tipos de AAL.

Encabezados de los tipos de AAL				
	Overhead		ATM	
	Cell Overhead	AAL Header	AAL Trailer	User Data Payload
Tipo 1	5	1	0	47
Tipo 2	5	1	2	45
Tipo 3/4	5	2	2	44
Tipo 5	5	0	0	48

Encabezado Datos

Figura 2.19. Encabezados de los Tipos AAL.

Ahora se verá un poco más a fondo la aplicación y funcionamiento de cada tipo de servicio:

Estructura AAL 0.

- a) Es el tipo más sencillo, se utiliza para el reenvío de celdas, de hecho es un AAL vacío.

Estructura AAL 1.

- a) Se utiliza para soportar aplicaciones que requieren una transferencia de tráfico CBR desde y hacia una Capa por encima del Nivel AAL.
- b) Alineamiento de byte para permitir emulación de circuitos con ranuras de tiempo.
- c) Provee el transporte para ráfagas de bits síncronos.
- d) Recuperación del reloj usando la Marca de Tiempo Residual Síncrona (*Synchronous Residual Time Stamp, SRTS*).

e) Transporte de circuitos asíncronos/síncronos, transporte de señal de vídeo para interacción/distribución, transporte de señal en banda de voz, transporte de señal de audio de alta calidad.

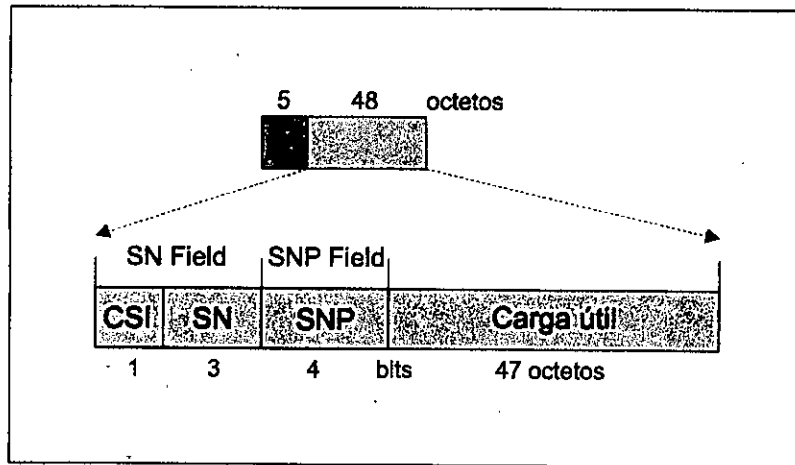


Figura 2.20. Estructura AAL 1.

El formato del campo de información de la celda, conocido como segmento, incluye un campo de Indicación de la Subcapa de Convergencia (CSI) que sirve para indicar la presencia de la función de la Capa de Convergencia de 1 bit, también del campo de Número de Secuencia de 3 bits (SN) para detectar una inserción o pérdida de una celda, y un campo asociado de 4 bits utilizado para Proteger el Número de Secuencia (SNP) contra errores de un bit.

Se muestra un ejemplo en la Figura 2.21 de cómo se emularía una señal E1 en una red ATM con un Nivel de Adaptación AAL 1. (Servicio de Emulación de Circuito, CES).

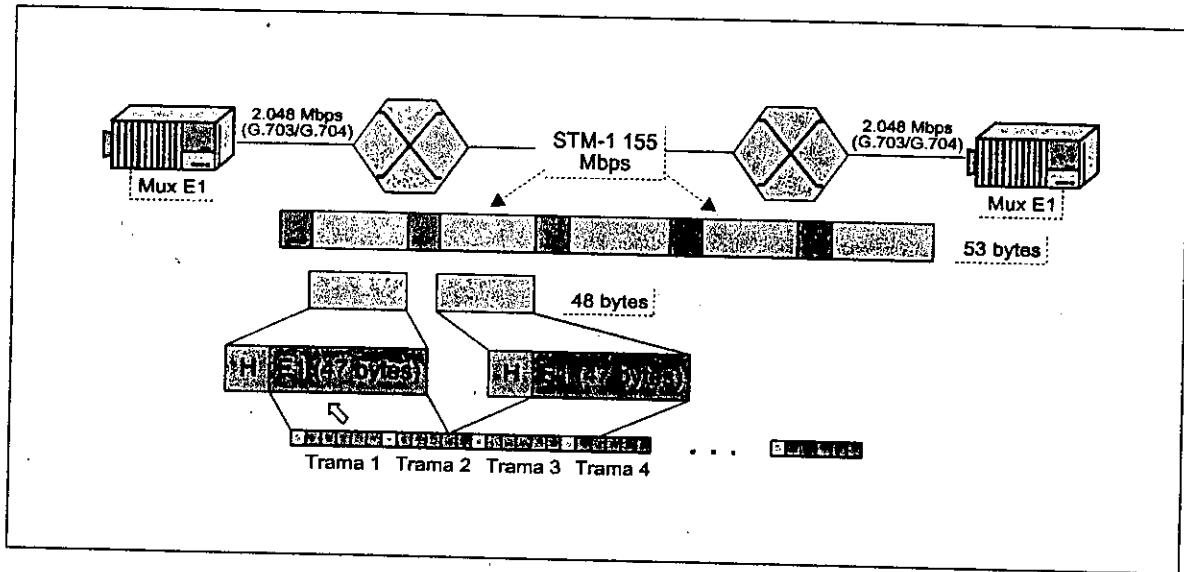


Figura 2.21. Servicio de Emulación de Circuito, CES

Algunos ejemplos de aplicaciones son las PCM (*Pulse Code Modulation*, Modulación por Código de Pulso), es decir, los servicios telefónicos, transmisión de "WSLXvideo".

A continuación se ve el transporte de una llamada de voz de 64 Kbps (Figura 2.22).

La digitalización de voz mediante PCM 64 Kbps. Genera un flujo binario, en bytes, constante (CBR) de:

- a) 8000 bytes/seg.
- b) En cada celda se transporta 47 bytes con AAL 1.
- c) Por lo tanto se tiene: $8000/47 = (170.21)$ 171 celdas/seg.
- d) Si se tiene 8000 tramas/seg. (E1), se necesita pasar una celda cada 47 tramas ($8000/171 = 46.78$) para completar la cantidad de 171 celdas/seg.

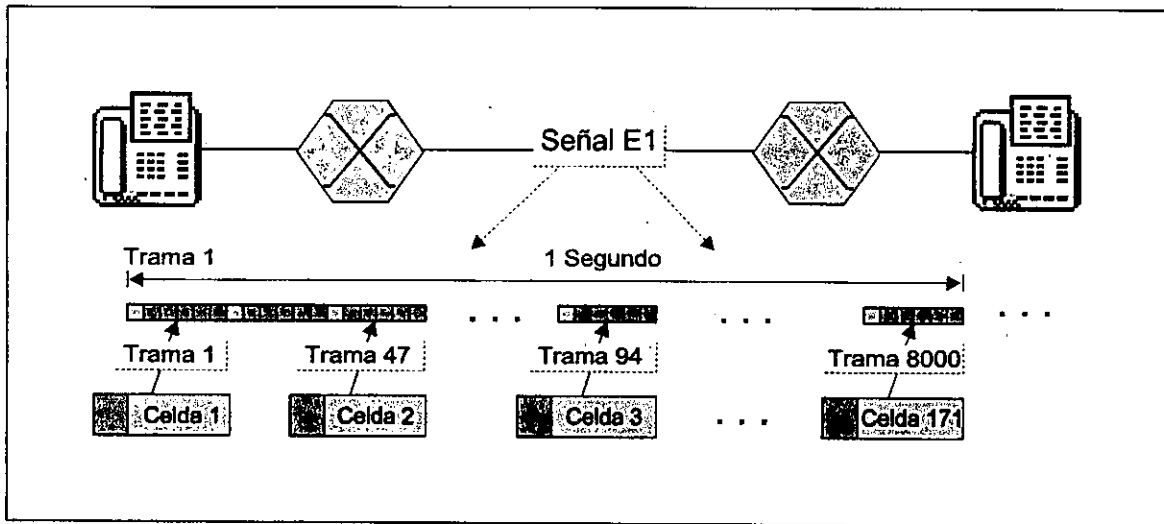


Figura 2.22. Transporte de una Llamada de Voz de 64 Kbps.

Estructura AAL 2.

- a) Este tipo se utiliza para servicios VBR en donde se requiere una relación de temporización entre los dos extremos en comunicación.
- b) Se habla de tráfico Clase B, como audio y vídeo comprimido.
- c) Este tipo AAL no ha sido estandarizado completamente por los organismos correspondientes.
- d) Se soporta variaciones de retardos entre celdas así como celdas o fuera de secuencia.
- e) La velocidad es variable.
- f) Orientado a conexión.
- g) Requiere sincronía.
- h) Utiliza Header (Encabezado) y Trailer (Elemento de la cola) y se le pone en la capa de convergencia.
- i) Es mejor utilizarlo para voz (45 bytes de "datos", 8 bytes de "encabezado").

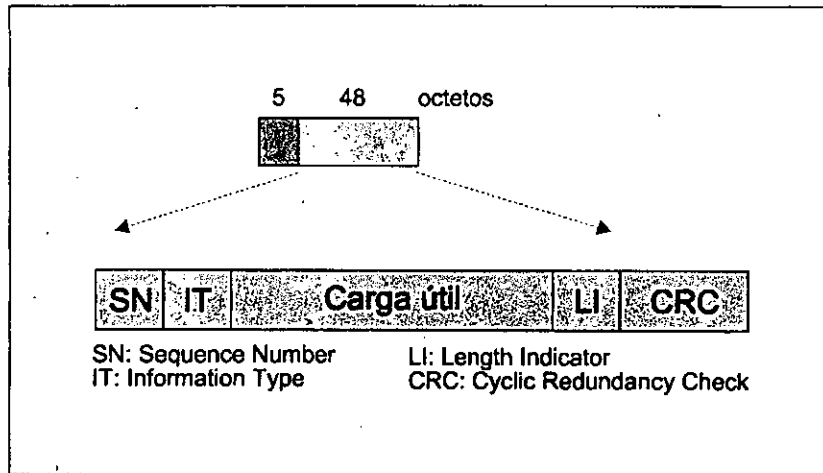


Figura 2.23. Estructura AAL-2.

Se tiene el campo SN que se usa para detectar celdas introducidas o perdidas, el campo de Tipo de Información (IT) indica, o bien la posición relativa del segmento con relación al mensaje remitido, o si el segmento contiene información de temporización, o de otro tipo. Los tres tipos de segmento con relación a la información posicional son: Comienzo de Mensaje (BOM), Continuación de Mensaje (COM) y Fin de Mensaje (EOM). Debido al tamaño variable de las unidades de mensaje remitidas, un Indicador de Longitud (LI) en la cola del segmento indica el número de bytes útiles en el último segmento. Finalmente, el campo CRC (Chequeo Cíclico de Redundancia) que sirve para hacer el control de errores. Algunos ejemplos de aplicaciones de este tipo son el transporte de voz y vídeo comprimidos, por ejemplo en MPEG.

Estructura AAL 3/4.

- a) Este tipo se utiliza para servicios VBR en donde no se requiere una relación de temporización entre los dos extremos en comunicación, como el tráfico de la clase C y D.
- b) En un principio existían los tipos AAL 3 y AAL 4 por separado, sin embargo por su similitud se decidió convertirlos en un solo tipo (tipo AAL 3/4).

- c) Adecuado para tráfico en donde la pérdida de información es sensible y el retardo no lo es tanto.
- d) No requiere sincronía (Se agregan de 8 a 11 bytes de overhead).
- e) Agrega encabezados en la Capa de Convergencia y Adaptación.
- f) Subnivel CS (Se agregan de 8 a 11 bytes de encabezado - overhead).
- g) Subnivel SAR se divide el Nivel CS en grupos de 44 bytes y cada uno se le agregan 4 bytes de encabezado (overhead) para formar grupos de 48 bytes.
- h) En el Nivel ATM: se agregan 5 bytes y se forman las celdas ATM.

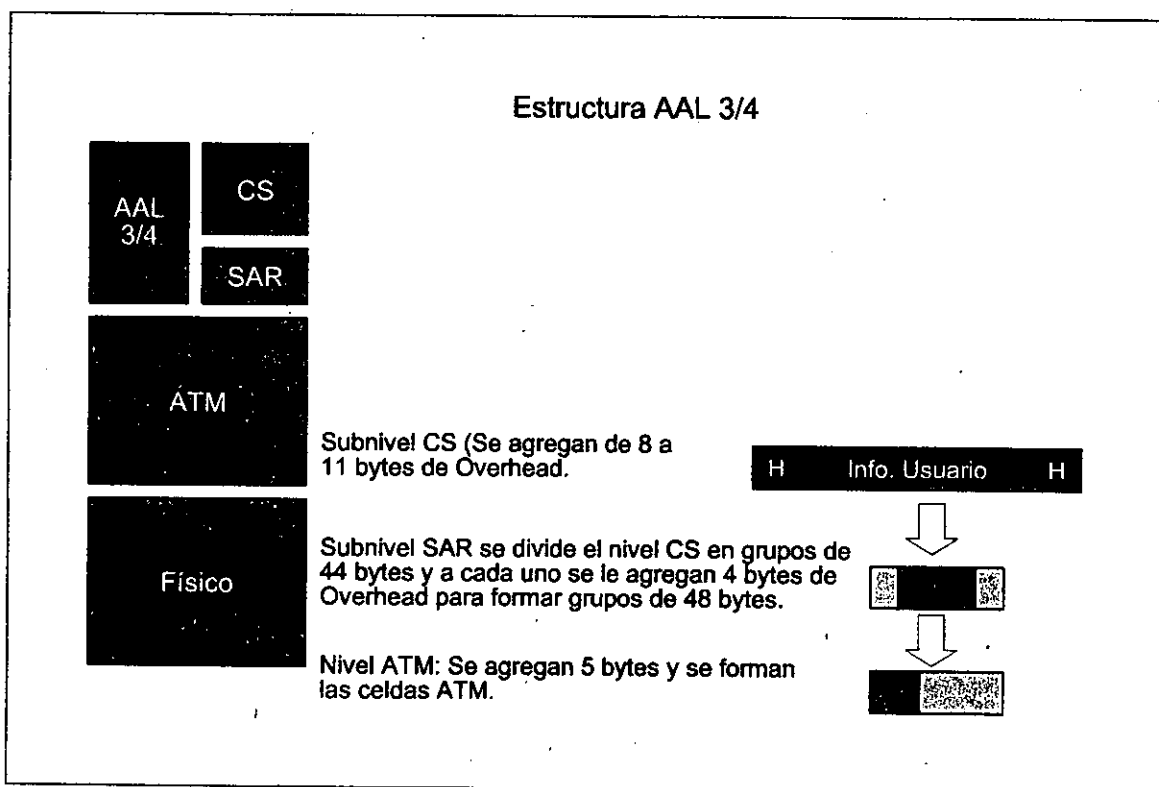


Figura 2.24. Estructura AAL 3/4

El protocolo AAL 3/4 proporciona dos tipos de servicios para la transferencia de datos: uno Orientado a Conexión y otro Sin Conexión. La diferencia entre los dos es que con el primero, antes de que cualquier dato pueda ser transmitido, debe establecerse una Conexión Virtual.

El servicio orientado a conexión tiene dos modos operacionales: asegurado y no asegurado, cada uno soportando envíos de Unidades de Datos del Servicio (*Service Data Unit, SDUs*) o mensajes de usuario, de tamaño fijo o variable. El modo asegurado proporciona un servicio fiable que garantiza que todas SDUs son entregadas sin errores y en la misma secuencia con que fueron remitidas. Este es un servicio similar al proporcionado por una red de conmutación de paquetes tipo X.25 y, para proporcionar este servicio, todos los segmentos generados por el subnivel CS están sujetos a procedimientos de control de flujo y recuperación de errores.

Para el modo no asegurado, los segmentos son transmitidos sobre la base del mejor intento; esto es, cualquier SDU corrompido es simplemente descartado y se deja a los niveles de protocolo de usuario superar esta eventualidad.

Algunos ejemplos de aplicaciones de este tipo AAL $\frac{3}{4}$ serían en Servicio Conmutado de Multimegabits de Datos (*Switched Multimegabyte Data Service, SMDS*), este es un servicio de datos conmutado sin conexiones.

En las siguientes Figuras 2.25 y 2.26 se muestra el contenido del Subnivel CS y del Subnivel SAR de la estructura AAL $\frac{3}{4}$ respectivamente.

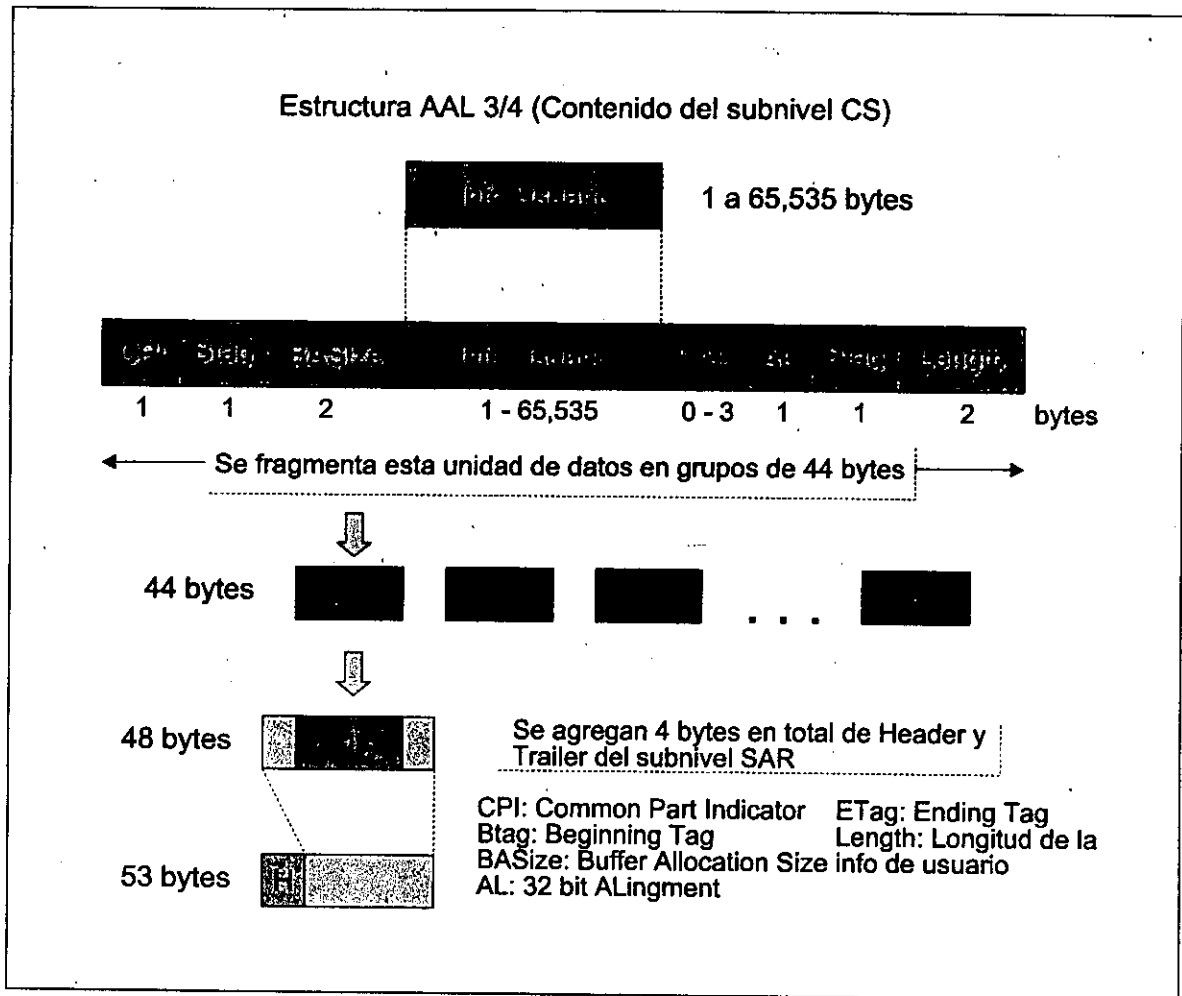


Figura 2.25. Contenido del Subnivel CS en AAL 3/4.

Los campos de cabecera y cola añadidos por el Subnivel CS a los datos del usuario, se utilizan para habilitar el protocolo CS receptor la detección de información perdida o malformada. El Identificador de Protocolo CS (CPI), se utiliza para identificar el tipo de protocolo CS que está siendo utilizado. El Identificador Comienzo-Fin (Btag) es un número de secuencia módulo 256 y se repite en cola para añadir capacidad de reacción (Etag). Se utiliza para asegurarse que la información es entregada en la misma secuencia en la que se remitió. El campo de Asignación de Buffer (BSize) se inserta en la cabecera para ayudar al protocolo CS receptor, a reservar una cantidad de memoria suficiente (buffer) para contener la información completa.

En la cola, el campo de relleno (PAD) se utiliza para hacer que el número de bytes de la unidad de datos del protocolo CS, sea un múltiplo de 4 bytes. De forma similar, el byte de Alineamiento (AL) es un byte de relleno para hacer que la cola tenga 4 bytes. El campo de longitud (Length) indica la longitud total de la unidad de datos del protocolo completa y entonces ayuda al receptor a detectar cualquier información malformada.

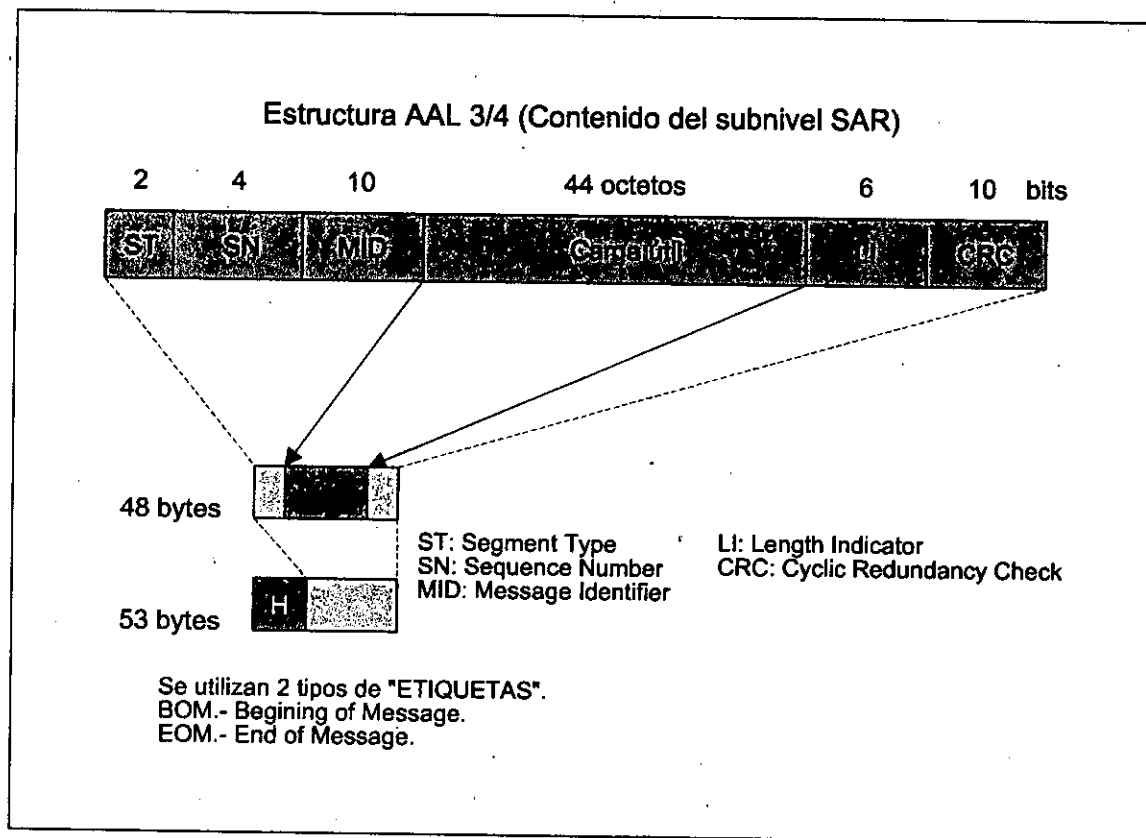


Figura 2.26. Contenido del Subnivel SAR en AAL 3/4.

Consta del campo ST que sirve para identificar que Tipo de Segmento; el campo SN que se usa para detectar celdas introducidas o perdidas; el campo MID que es el Identificador de Mensajes; debido al tamaño variable de las unidades de mensaje remitidas, un Indicador de Longitud (LI) en la cola del segmento indica el número de bytes útiles en el último segmento y finalmente, el campo CRC que sirve para hacer el control de errores.

Estructura AAL 5.

- a) Se utiliza para tráfico VBR Clase C y D al igual que el tipo $\frac{3}{4}$ pero más sencillos y con menos encabezado (Overhead).
- b) También utiliza un campo de CRC mayor para una mejor detección de errores.
- c) También se conoce como SEAL (*Simple and Efficient Adaptation Layer*, Capa de Adaptación Simple y Eficiente).
- d) Utiliza el último bit del PT (*Payload Type*, Tipo de Carga) del Header ATM para indicar la última celda (SDU = 0 o SDU = 1).
- e) Subnivel CS (Se agregan de 8 a 55 bytes de encabezado - Overhead).
- f) Subnivel SAR se divide el nivel CS en grupos de 48 bytes sin agregar ningún byte de Overhead.

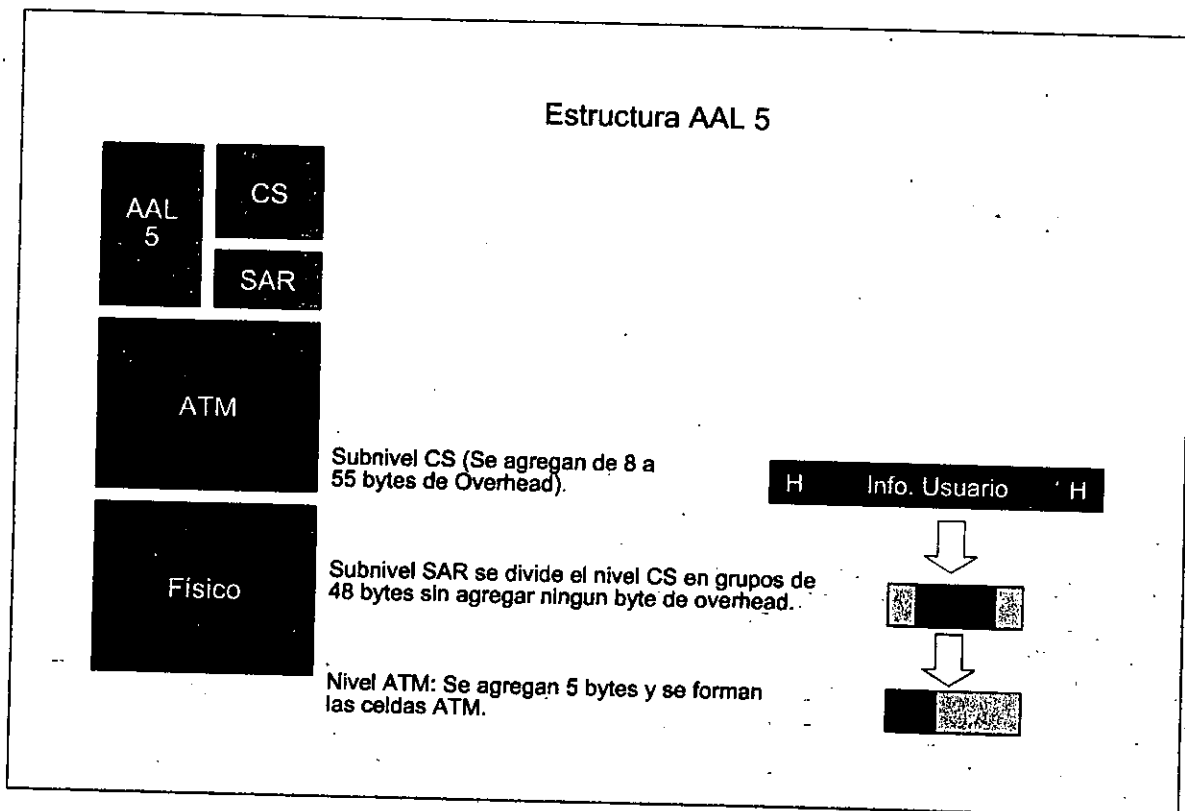


Figura 2.27. Estructura AAL 5

En la siguiente Figura 2.28, se muestra el contenido del Subnivel CS de la estructura AAL5.

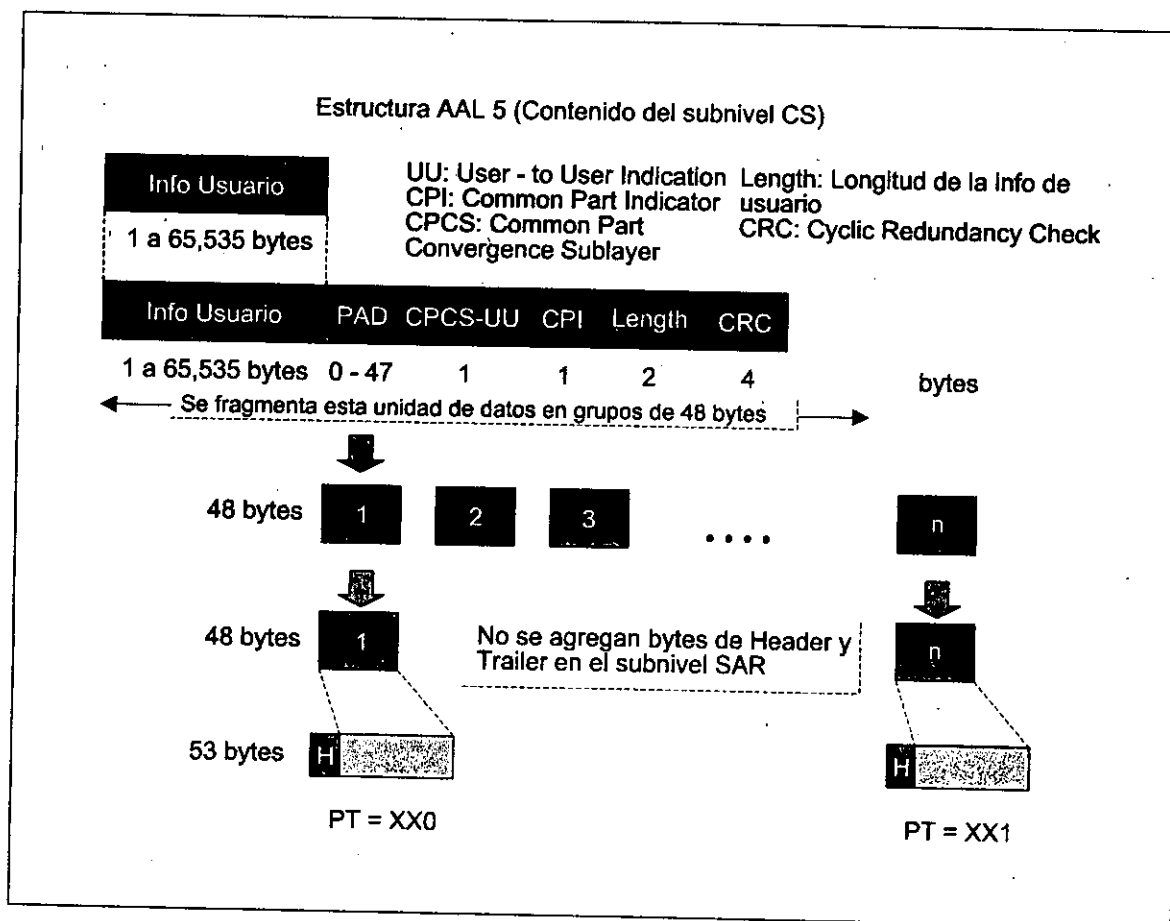


Figura 2.28. Contenido del Subnivel CS de la estructura AAL 5.

2.3.3.1. Subcapa de convergencia (CS).

La Subcapa de Convergencia permite la transmisión del tráfico de voz, vídeo y datos a través del mismo dispositivo de conmutación. Este interpreta los datos de entrada desde una aplicación de capa superior y la prepara para ser procesada por la Subcapa de Segmentación y Reensamblado.

La CS desarrolla las tareas de proceso de variación del retraso de celdas, sincronización de punto a punto y manejo de las celdas perdidas o mal insertadas. Obviamente, las operaciones y funciones desarrolladas por la Subcapa de Convergencia varían dependiendo el tipo y formato de los datos de entrada.

Algunas características que se pueden señalar son:

- a) Mapea las celdas hacia el medio de transmisión a ser usado.
- b) Es responsable de la delimitación de la celda y administración básica de las funciones relacionadas con el mapeo de la celda.
- c) Desacoplar la velocidad de transmisión de la celda del medio físico (inserción/eliminación de celdas improductivas para rellenar el bit-rate para la velocidad de transmisión a ser usada).

2.3.3.2. Subcapa de segmentación y reensamblado (SAR).

Como parte del nivel AAL, a la Subcapa SAR le concierne la segmentación de la información de las capas superiores dentro de un tamaño manejable para el campo de información de una celda ATM. Antes de que una aplicación transmita datos sobre la red ATM, la Subcapa SAR realiza la segmentación de los datos del usuario dentro de las celdas ocupando 48 bytes (Payload) de una celda ATM. Una vez que las celdas alcanzan su destino, la Subcapa SAR reensambla las celdas en datos para los protocolos de las Capas superiores y los transmite hacia el destino local apropiado.

2.4. PARÁMETROS DE TRÁFICO Y DE CALIDAD DE SERVICIOS DE ATM.

Anteriormente se mencionó que ATM puede transportar cualquier tipo de tráfico, éste debe ser identificado como tal y así preservar los Parámetros de Calidad de Servicio que requieren cada uno de ellos por separado.

Esto surge porque en ATM no existen canales físicos distintivos para cada uno de los servicios, debido a esto todo tipo de tráfico puede tomar lugar dentro de una misma conexión lógica. La conexión lógica está basada dentro de una estructura identificada por dos partes que son: el Canal Virtual (VCI) y la Ruta Virtual (VPI).

Para garantizar los Parámetros de Comunicación y la Calidad de Servicio requerido por la información que es transportada por ATM, en el Forum ATM se han definido cuatro clases de servicio en la Capa de Adaptación ATM (AAL), referidos como Calidad de Servicio (Quality of Service, QoS). Véase Tabla 2.7.

Algunas características de la capa de servicios son:

- ◆ Tratar con los servicios existentes y futuros.
- ◆ Cada servicio tiene su precio y parámetros de QoS.
- ◆ Los servicios incluyen:
 - ✓ Vídeo conferencia, TV, vídeo en demanda.
 - ✓ Servicios multimedia conmutados.
 - ✓ SMDS/CLNAP (para la integración de LANs de Área Amplia).
 - ✓ Frame Relay.
 - ✓ Cell Relay.
 - ✓ Interfaz de administración local provisional (Interim Local Management Interface, ILMI), habilita la administración de la red.
 - ✓ Servicios de señalización.

El manejo del tráfico y de la congestión en ATM está especificado en:

- a) Especificación de la Administración del Tráfico V 4.0, Foro ATM.
- b) 1.371: Control de Tráfico y Control de Congestión en B-ISDN, ITU-T.

Las perspectivas del cliente serían:

- a) Ahorrar en los costos de uso de la red.
- b) Cumplimiento de los requerimientos de eficiencia y calidad dependiendo del tipo de tráfico (Voz, Vídeo, Datos o Multimedia)

También se toman en cuenta las perspectivas del operador entre las que se destacan algunas como:

- a) Lograr la máxima utilización de los recursos instalados.
- b) Evitar congestión mientras sea capaz de compartir los recursos de la red entre todos los usuarios, satisfaciendo las necesidades de ellos de manera efectiva.
- c) Permitiendo estrategias de tarificación correctas y un rango de diversos servicios con diferentes niveles de costo/desempeño.

Dentro del manejo del tráfico en la red ATM se requieren acciones para que una red ATM pueda garantizar una cierta calidad de servicio:

- a) Especificar la cantidad de información (Kbps) en cada canal/trayecto virtual.
- b) Enrutar cada canal/trayecto virtual a lo largo de una ruta con recursos adecuados.
- c) Marcar como descartable a todas las celdas que exceden la cantidad de información contratada.

También se deben tener en cuenta otras acciones que debe realizar la red ATM para cumplir los objetivos de control de tráfico y de congestión como:

- a) Realizar el Control de la Admisión de la Conexión CAC (*Connection Admission Control*, Control de Admisión para Conexión).
- b) Establecer Controles para Monitorear y Regular el Tráfico en la UNI por medio del UPC (*Usage Parameter Control*, Parámetro de Uso y Control).

- c) Utilización del bit CLP para categorizar el tráfico de entrada del usuario.

Los parámetros de Tráfico:

- a) PCR (Peak Cell Rate): Tasa de celdas pico.
- b) SCR (Sustainable Cell Rate): Tasa de celdas sostenible.
- c) MBS (Maximum Burst Size): Tamaño máximo de ráfaga.
- d) MCR (Minimum Cell Rate): Tasa mínima de celdas.

Los parámetros de QoS:

- a) CDV (Cell Delay Variation): Variación del retardo de celda.
- b) Max CTD (Maximum Cell Transfer Delay): Retardo máximo de transferencia de celda.
- c) CLR (Cell Loss Ratio): Tasa de pérdida de celdas.
- d) El tiempo de Latencia se encuentra entre 15 o 20 μ s es el tiempo que se tarda en procesar el conmutador una celda. (El conmutador al no tener datos pone celdas de relleno.)
- e) Todas las celdas pasan por un UPC.

El CAC es un conjunto de procedimientos que operan sobre la UNI y que derivan en ciertas acciones tomadas por la red para garantizar o negar la conexión a un usuario.

La información del contrato de tráfico:

- ◆ Descripción de la fuente de tráfico.
 - PCR
 - SCR
 - MBS
 - MCR

◆ QoS en ambas direcciones.

- CDV (Cell Delay Variation): Variación del retardo de celda.
- Max CTD (Maximum Cell Transfer Delay): Retardo máximo de transferencia de celda.
- CLR (Cell Loss Ratio): Tasa de pérdida de celdas.
- CER (Cell Error Ratio): Tasa de error de celdas.
- SECBR (Severely Errored Cell Block Ratio): Tasa de bloqueo de celdas severamente erróneas.
- CMR (Cell Missinsertion Rate): Tasa de pérdida de inserción de celdas.

Una vez revisada e intercambiada la información del contrato de tráfico deben establecerse asignaciones para el compromiso dentro de la conexión o dentro del conmutador (Figura 2.29) como:

- a) Aceptar o no la conexión.
- b) Determinar si se requieren o no otros parámetros.
- c) Asignar los recursos para garantizar la comunicación.
- d) Determinar la ruta por donde se establecerá la conexión.

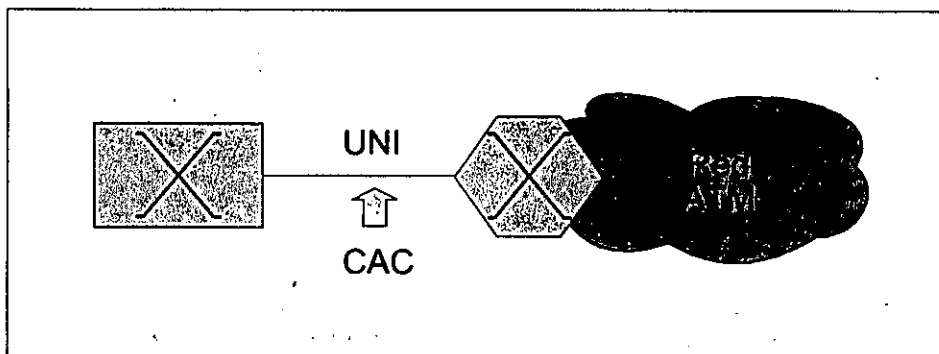


Figura 2.29. Asignaciones dentro de la Conexión.

Una vez que se ha garantizado la conexión y que la red ha reservado recursos para ella, se debe monitorear cada sesión de usuario, ésta es la función de la UPC (Figura 2.30).

Características del UPC:

- a) Tiene la habilidad de detectar tráfico no autorizado.
- b) Tiene la habilidad de variar los parámetros que son verificados.
- c) Una respuesta rápida a usuarios que se exceden en sus contratos.
- d) Mantener las operaciones sobre usuarios no autorizados transparentes a usuarios autorizados.

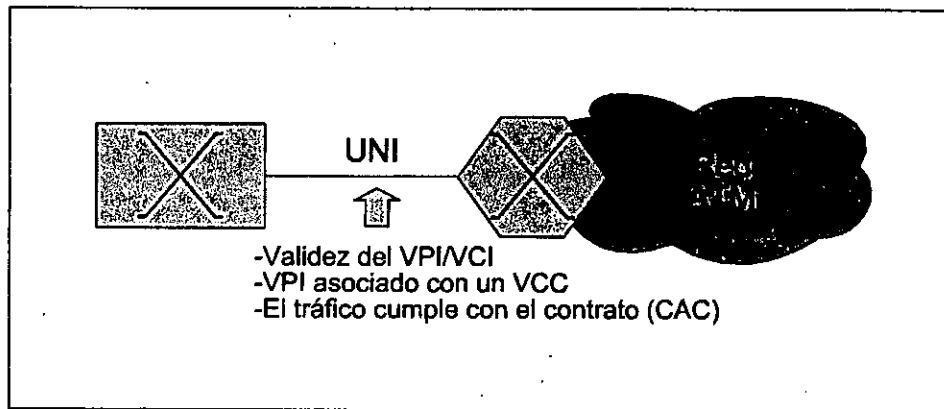


Figura 2.30. Usage Parameter Control (UPC)

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las bases en donde se sustenta la tecnología ATM, así como el funcionamiento de la misma, pero se observa un problema que está creciendo considerablemente, que es el manejo de grandes cantidades de información en las redes y por ello es conveniente conocer las ventajas y beneficios que brinda ATM, contra las otras dos tecnologías que tienen gran demanda, así como el compararlas para saber cuál es nuestra mejor solución dentro de nuestra empresa o negocio. Con las tecnologías que se están utilizando en la actualidad se tienen problemas de manejo de ancho de banda por que se rebasa éste, y hay perdida de información, tráfico, etc., y con ATM se solucionan estos problemas, manejando el ancho según las necesidades del usuario.

Se debe considerar también que esta tecnología es cara, por lo que cada empresa debe realizar su análisis de requerimientos, ya que se considera que ATM predominará en un futuro muy cercano por la flexibilidad que ofrece sobre las ya establecidas.

3.1. BENEFICIOS Y VENTAJAS DE ATM.

El Modo de Transferencia Asíncrona marca el inicio de una nueva era de integración y desempeño de las redes LAN/WAN. Su promesa es administrar y asegurar el ancho de banda en demanda, siendo esta la promesa de las telecomunicaciones estándar como el ISDN de banda ancha (B-ISDN). Datos, voz y vídeo pueden ser transmitidos en un circuito común de las redes y la tecnología de bajo costo.

Cualquier tipo de información podrá ser transferida y conmutada en tiempo real o no real a una velocidad fija o variable, dependiendo de las características de las fuentes de datos.

En suma, los beneficios y desventajas que presentan las redes de ATM en diferentes aplicaciones las cuales permitirán a las redes en el mundo proporcionar un mejor servicio de transmisión de información a través del uso constante de ellas.

Entre los beneficios que puede proporcionar la Tecnología ATM se pueden mencionar:

- Una única red ATM dará cabida a todo tipo de tráfico (voz, datos y vídeo). ATM mejora la eficiencia y manejabilidad de la red.
- Capacita nuevas aplicaciones - Debido a su alta velocidad y a la integración de los tipos de tráfico, ATM capacitará la creación y la expansión de nuevas aplicaciones como multimedia. ATM proporciona una plataforma multimedia para soportar tráfico de voz, datos y vídeo, es decir, una red única para todos los tipos de tráfico.
- ATM permite la integración de redes mejorando la eficiencia y rendimiento.
- Proporciona flexibilidad en la distribución de anchos de banda, ya que dicha distribución es realizada bajo demanda.
- Simple ruteo debido a su tecnología orientada a conexión.
- Compatibilidad: porque ATM no está basado en un tipo específico de transporte físico, es compatible con las actuales redes físicas que han sido desplegadas. ATM puede ser implementado sobre par trenzado, cable coaxial y fibra óptica.
- ATM está diseñado para tener una larga vida útil, ya que su arquitectura fue planeada para ser escalable y flexible en distancia geográfica, número de usuarios, accesos y anchos de banda flexibles (hasta ahora, las velocidades varían de Megas a Gigas), y servicios soportados.
- Esta tecnología proporciona una elevada Calidad de Servicio (*QoS*), garantizado en cuanto a pérdida de celdas, retardos y variación de retardos y variación de retardos incurridos por celdas que pertenecen a la conexión en una red ATM. Los parámetros de *QoS* pueden ser especificados explícitamente por el usuario o implícitamente asociados con peticiones específicas de servicio.

- En una red ATM, no existen servicios dependientes. El trabajo con voz y vídeo se hace igual que con los datos, además de no ser inflexible cuando se requieren anchos de banda para vídeo.
- Para señales de vídeo, ATM puede asignar todas las celdas existentes para un solo usuario.
- Manejo de tráfico de voz con algoritmos de supresión de silencio para optimizar el ancho de banda.
- Simplifica el control de la red - ATM está evolucionando hacia una tecnología estándar para todo tipo de comunicaciones. Esta uniformidad intenta simplificar el control de la red usando la misma tecnología para todos los niveles de la red.

Lo que se busca con ATM es que cualquier red que se base en un servicio independiente de la técnica de transferencia no sufrirá de las desventajas de otros modos de transferencia, como dependencia del servicio, no ser seguros en el futuro, ineficiencia en el uso de los recursos disponibles, no adaptable a fuentes de información a ráfagas, etc. Al contrario, tendrá las siguientes ventajas:

- *Flexible y a Salvo en el futuro.* Los avances en el estado de arte de la codificación de algoritmos y la tecnología VLSI pueden reducir los requisitos de ancho de banda de los servicios existentes. Pueden surgir nuevos servicios con características no conocidas. Todos estos cambios pueden ser soportados con éxito sin tener que modificar la red ATM y sin perder eficiencia. Los sistemas ATM (transmisión, conmutación, multiplexación, etc.) no necesitan ser modificados.
- *Eficiente en el uso de los recursos existentes.* Todos los recursos disponibles en la red pueden ser usados por todos los servicios, por lo tanto se puede obtener una compartición estadística óptima de los recursos. En ATM no existe una especialización de los recursos, esto significa que cualquier recurso disponible puede ser usado por cualquier servicio.

- *Una red universal.* Puesto que sólo se necesita diseñar, controlar, fabricar y mantener una red, el costo total del sistema puede ser menor, en función de la economía de escala. Estas ventajas beneficiarán todas las partes envueltas en el mundo de las telecomunicaciones: consumidores, operadores y fabricantes.

3.2. X.25.

En la actualidad, X.25 es la norma de interfaz orientada al usuario de mayor difusión en las redes de paquetes de gran cobertura. En X.25 se definen los procedimientos que realizan el intercambio de datos entre los Dispositivos de Usuario (*Data Terminal Equipment, DTE*) y un nodo de red encargado de manejar los paquetes (*Data Communication Equipment, DCE*), Figura 3.1. Esto quiere decir que es una Interfaz entre Equipos Terminales de Datos (DTE) y Equipos de Comunicación de Datos (DCE) que trabajan en Conmutación de Paquetes sobre redes de datos públicas.

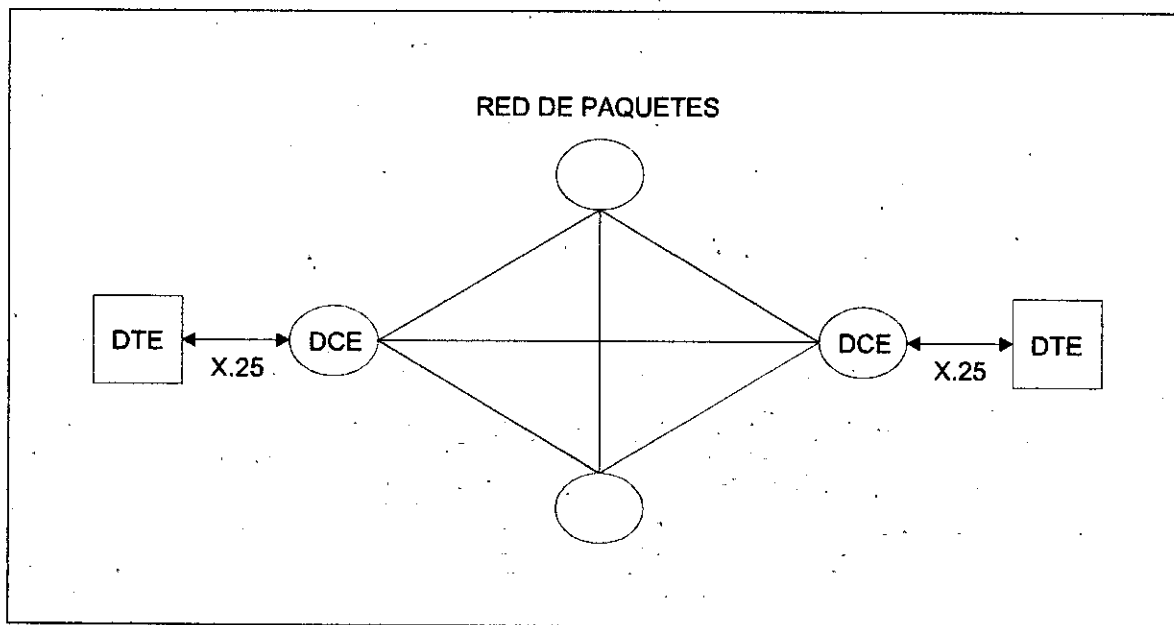


Figura 3.1. Límites de Aplicación para X.25.⁶

⁶ Tesis: CONECTIVIDAD DE UN SERVIDOR A LA RED X.25, Raúl Ortega B, Fco. Javier Palma F., Pág. 67

Al comienzo, X.25 fue especificado para soportar comunicaciones síncronas, pero gracias a innovaciones posteriores ahora también soporta conexiones asíncronas.

Se tiene que recordar que cuando se inventó X.25 la comunicación de datos a través de las líneas existentes no era confiable, puesto que se basaban en circuitos analógicos, y estos son susceptibles a ruidos externos. En ese tiempo se requería de un protocolo que fuera robusto y más que nada confiable a pesar de los medios de transmisión que no eran óptimos, esto es lo que ofrece X.25: comunicación y entrega garantizada de datos de un punto a otro, no importando el nivel local, nacional o internacional.

Las redes utilizan la norma X.25 para establecer los procedimientos mediante los cuales dos DTE que trabajan en conmutación de paquetes se comunican a través de la red, para que X.25 los conecte con sus respectivos DCE, por lo que el estándar consiste en proporcionar procedimientos comunes de establecimiento de sesión e intercambio de datos entre un DTE y una red de paquetes de DCE. Entre estos procedimientos se encuentran funciones como: Identificación de paquetes procedentes de computadoras y terminales mediante Números de Canal Lógico, Asentamiento de Paquetes, Rechazo de Paquetes, Recuperación de Errores y Control de Flujo.

Normalmente un DTE desea establecer comunicación con otro DTE (otro sistema de usuario) y utiliza la red con ese propósito, a su vez este DTE se conectará a un DCE que controla su acceso a la red y esta será responsable de administrar las comunicaciones entre los DCE. El protocolo X.25 regula el flujo de datos entre DTE y DCE sólo en cada extremo de la red. En la Figura 3.2 se demuestra este concepto en forma gráfica.

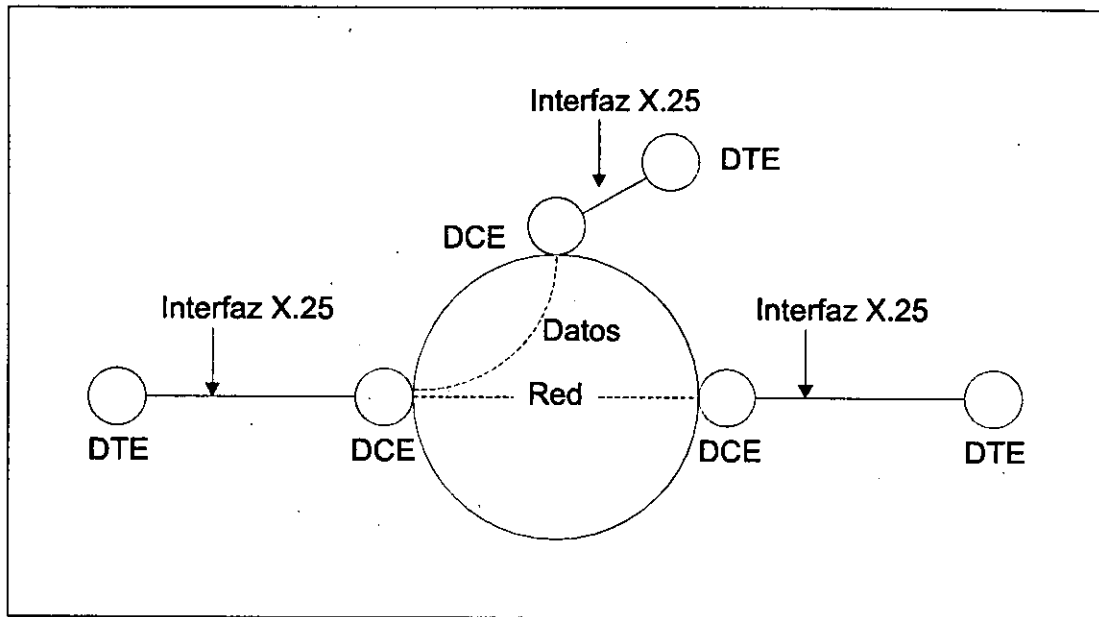


Figura 3.2. Concepto X.25.

3.2.1. Características De X.25.

X.25 trabaja sobre servicios basados en circuitos virtuales. Un Circuito Virtual (Canal Lógico, en la jerga de X.25) es aquel en el cual el usuario percibe la existencia de un circuito físico dedicado exclusivamente al ordenador que él maneja, cuando en realidad ese circuito físico "dedicado" lo comparten muchos usuarios. Mediante diversas técnicas de multiplexado estadístico, se entrelazan paquetes de distintos usuarios dentro de un mismo canal. Para identificar las conexiones a la red se emplean números de canal lógico (LCN). Pueden asignarse hasta 4095 canales lógicos y sesiones de usuario a un mismo canal físico.

Existen diferentes formas de establecer una sesión entre un DTE y un DCE, en la que el estándar ofrece cuatro mecanismos para establecer y mantener las comunicaciones, las cuales serían:

- **Un circuito virtual permanente (*Permanent Virtual Circuit, PVC*)**, es algo parecido a una línea alquilada en una red telefónica - el DTE que trasmite tiene asegurada la conexión con el DTE que recibe a través de la red de paquetes. En X.25, es preciso que se haya establecido un circuito virtual permanente que permita la transmisión de paquetes que será identificado por un número de canal lógico que marcará la ruta de conexión, así como el tiempo de enlace. El canal lógico siempre está en modo de transferencia de información.
- **Circuito virtual conmutado (*Switched Virtual Circuit, SVC*)**, que opera de manera similar a las líneas telefónicas, es decir se da una solicitud de llamada con un número lógico determinado y la red dirige ese paquete al DTE receptor, el cual recibe la llamada entrante procedente de su nodo de red, con un valor lógico que lo identifica de forma unívoca en la red. Aquí el receptor puede aceptar la llamada e inmediatamente enviará una señal de liberación o aceptación.
- **Herencia del datagrama en X.25**, es una forma de servicio no orientado a conexión que trata de eliminar la sobrecarga que suponen los paquetes de establecimiento y la liberación de la sesión, pero carece de medidas para garantizar la integridad y la seguridad de los datos entre extremo y extremo.
- **Llamada de selección rápida**, partiendo de que un DTE puede conectarse al nodo de la red mediante una indicación al efecto en la cabecera del paquete, admitiendo paquetes de solicitud hasta de 128 *bytes* de usuario. Además se puede tener una selección rápida con liberación inmediata, es decir, el paquete enviado establece la conexión a través de la red mientras que el paquete de retorno libera el enlace.

Se puede seguir mencionando un gran número de características dentro de esta tecnología, pero sólo se mencionaran otras más puesto que el tema lo requiere:

- ◆ Los paquetes de control de llamada, utilizados para establecer y liberar circuitos virtuales, son transportados en el mismo canal y circuito virtual que el que se utiliza para los paquetes de datos.
- ◆ La multiplexación de los circuitos virtuales se realiza en el nivel 3.
- ◆ Los niveles 2 y 3 incluyen mecanismos de control de flujo y de control de errores.

3.2.2. Operación De X.25.

Es importante remarcar que X.25 sólo especifica los procedimientos a seguir en esta interfaz y no define la manera en la que la información deberá transportarse, dentro de la red hasta su destino final.

En X.25 se definen las dos sesiones de los DTE con sus respectivos DCE. El objetivo principal en este estándar consiste en proporcionar procedimientos comunes de establecimiento de sesión e intercambio de datos ente un DTE y una red de paquetes DCE.

Se decidió dividirlo en varios niveles de control, de esta manera además, se garantiza la fácil substitución de cualquiera de los niveles referidos, por procedimientos equivalentes, si esto llegará a ser necesario. Estos Niveles de Control son los siguientes:

1.- Nivel Físico o Interfaz Física.

El Nivel Físico requiere de un circuito síncrono, punto a punto, full dúplex, entre el DTE y el DCE. Para ello se recomienda el uso del estándar ya existente del EIA-RS-232C. Siendo ésta una norma casi universal, se evitan los posibles cambios en el hardware de interfaz en los equipos terminales.

En realidad X.25 está contemplado para las tres primeras capas del Modelo OSI. La interfaz del Nivel Físico recomendado entre el DTE y el DCE es el X.21. En la siguiente Figura 3.3 se ilustran los circuitos más importantes.

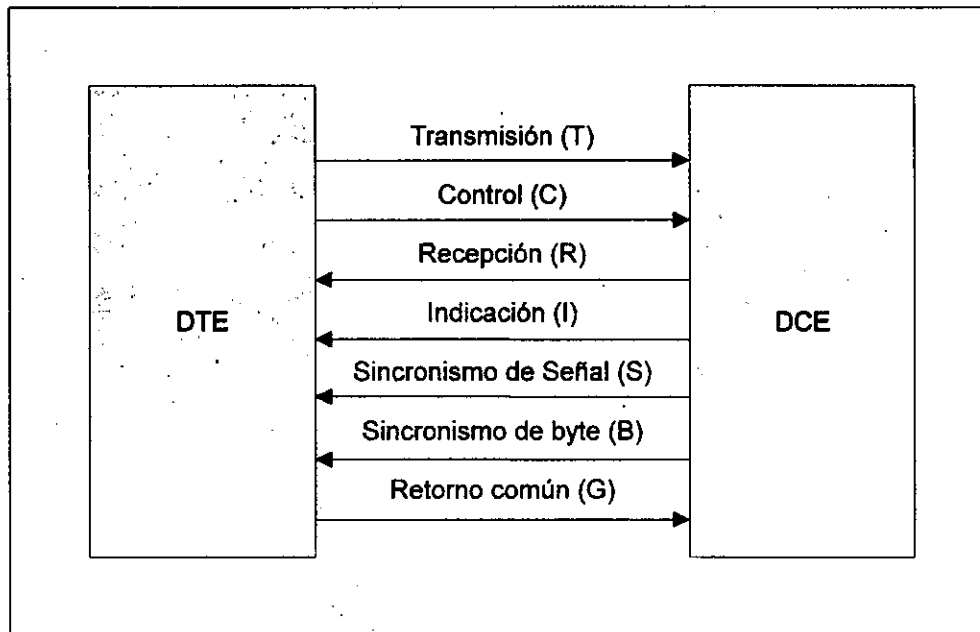


Figura 3.3. Circuitos del Nivel Físico de X.25.

Los circuitos T y R sirven para transmitir y recibir datos a través de la interfaz. Los datos pueden ser de usuario o señales de control. A diferencia de RS-232C, en X.21 se emplean los circuitos T y R tanto para datos de usuario como de control. Los circuitos C entregan a la red una señal de activación/desactivación, y el circuito I entrega esa señal al DTE. Estos dos circuitos sirven para activar y desactivar las sesiones de interfaz entre DTE y DCE.

Los circuitos S y B se encargan de la sincronización de las señales que intercambian el DTE y el DCE. El circuito G es el retorno común o masa de señal.

X.25 asume que el nivel físico X.21 mantiene activados los circuitos T (Transmisión) y R (Recepción) durante el intercambio de paquetes. Asume también que el X.21 se encuentra en estado 13S (Enviar datos), 13R (Recibir datos) o 13 (Transferencia de datos).

2.- Nivel de Trama, "Frame Level".

A fin de controlar el flujo de información en el enlace físico definido en el nivel uno, se especificaron los formatos para el Nivel de Trama. Los procedimientos ahí establecidos son compatibles con la norma "ISO" denominada "HDLC" (High-Level Data Link Control - Control de Enlace de Alto Nivel).

En esencia, la función del Nivel de Trama es la de proveer al tercer nivel de control (Nivel de Paquete), de un medio de enlace, libre de errores para el envío y recepción de paquetes de información, entre el nodo de red y el DTE. El Nivel de Trama no es exclusivo de X.25, el protocolo HDLC que es la base del nivel de trama de la recomendación, es ampliamente utilizado en la transmisión de datos síncrona.

Para distinguir entre paquete y trama, se tiene que los paquetes se crean en el nivel de red y se insertan dentro de una trama, la cual se crea en el nivel de enlace.

Sus funciones y características más importantes son:

- a) Proteger eficazmente la información, de errores en la línea.
- b) En caso de detectar errores, asegurar su corrección sin que ocurran pérdidas o duplicación en la información.
- c) Operar eficazmente, aún en líneas con elevados tiempos de propagación.
- d) Funcionar en modo Full-Dúplex y aún en altas velocidades de transmisión.
- e) Garantizar la total transparencia en la información.
- f) Informar a otros niveles (nivel de paquetes o aplicación), de problemas operativos o de control, para que estos tomen medidas adecuadas.

Por su puesto cuando HDLC es usado en contexto diferente a X.25 sus características y funciones se adecuan para estar en posibilidad de operar por ejemplo: Redes Multipunto y/o Half-Dúplex.

Con el fin de cumplir con las funciones antes mencionada, HDLC establece el formato general que se muestra en la Figura 3.4:

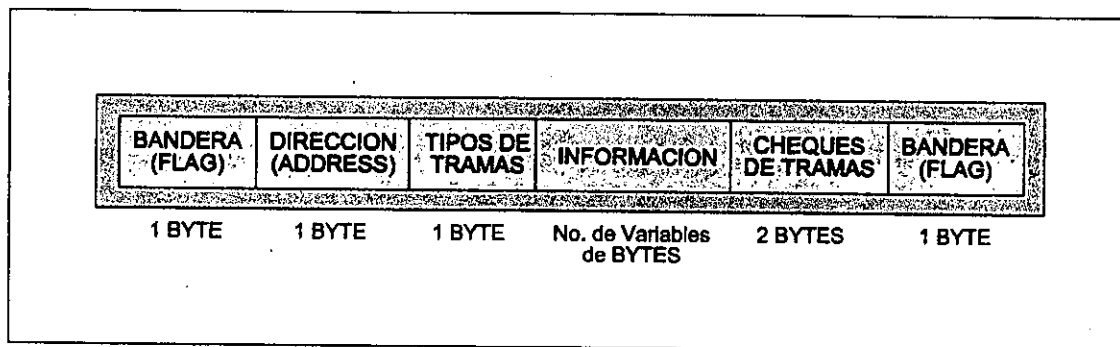


Figura 3.4. Formato General de la Trama.

Como se puede observar, la trama consta de dos bytes, que sirven como bandera (uno al inicio y otro al final) y que permite al DTE y DCE sincronizarse lógicamente. El byte de dirección, es un remanente de HDLC que no tiene uso práctico en una comunicación punto a punto como en el caso de X.25, su permanencia en el formato general de nivel dos es con el fin de asegurar la compatibilidad completa con HDLC.

3.- Nivel de Paquete, "Packet Level".

Este nivel es el responsable de mantener operando, simultáneamente, varias llamadas sobre un enlace físico. Implementa también el mecanismo necesario para identificar cual paquete de información corresponde a cual llamada.

Así mismo el Nivel de Paquete define los procedimientos para el control de las llamadas. Esto es el establecimiento y corte de la llamada, recuperación en caso de error, control de flujo de la información (requerida para evitar los "overflow" en los "buffers" de ambos extremos del circuito) y señalización (indicación de un número ocupado, red congestionada, etc.).

En la siguiente Figura 3.5 se muestra la relación existente entre el de red en X.25 y los sistemas de encaminamiento y retransmisión. El tráfico para el DTE A a un nodo intermedio, que podría ser el nodo de entrada del usuario A a la red (en X.25 el DCE).

En este nodo para atender al usuario A se invoca el Nivel Físico (1, RS-232C), al Nivel de Enlace (2, LAPB) y al Nivel de Red (3, X.25). En esta ilustración, el usuario A se identifica de cara a la red mediante el número de canal lógico (LCN) 11.

A continuación los datos se entregan a un determinado programa, el cual lleva a cabo las funciones de encaminamiento (estas funciones no forman parte de X.25). los datos regresan a X.25 y a los niveles inferiores, se transmiten desde el nodo intermedio (que podría ser el nodo de red DCE correspondiente al usuario B) hacia el DTE B.

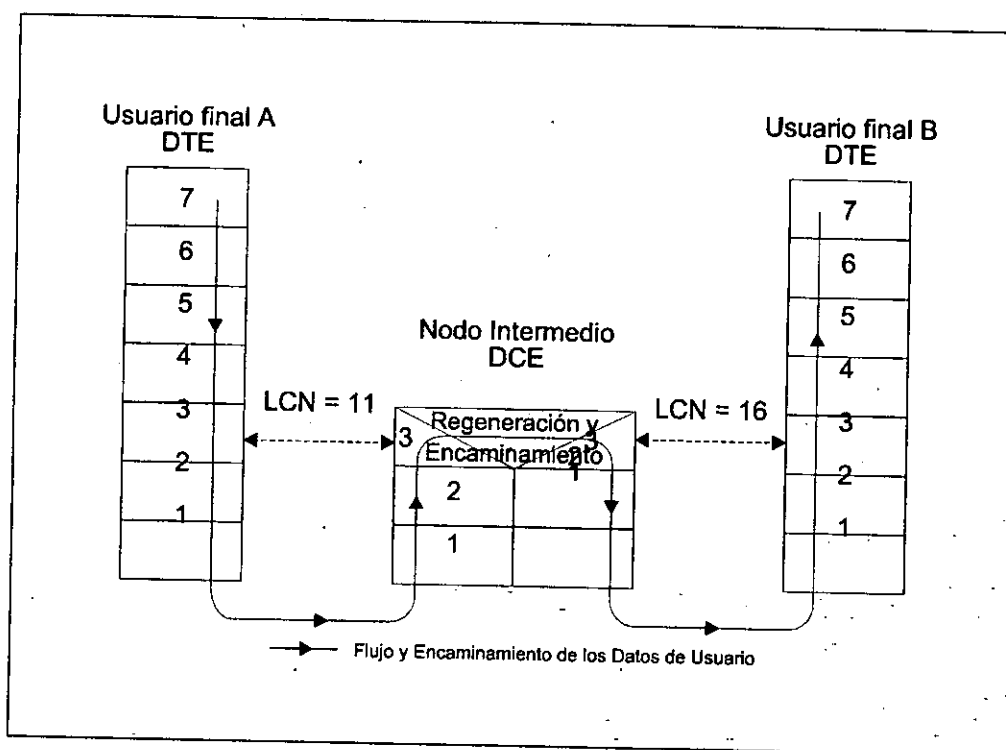


Figura 3.5. Regeneración y Encaminamiento en X.25.⁷

⁷ Redes de Computadoras, Protocolos, Normas e Interfaces
Black, U., Pág. 182

El protocolo X.25 está organizado como una arquitectura de tres niveles, que corresponden a los tres niveles de red del modelo OSI. La Figura 3.6 ilustra los tres niveles de X.25, en tanto que la Figura 3.7 muestra la relación, nivel por nivel, con la arquitectura OSI.

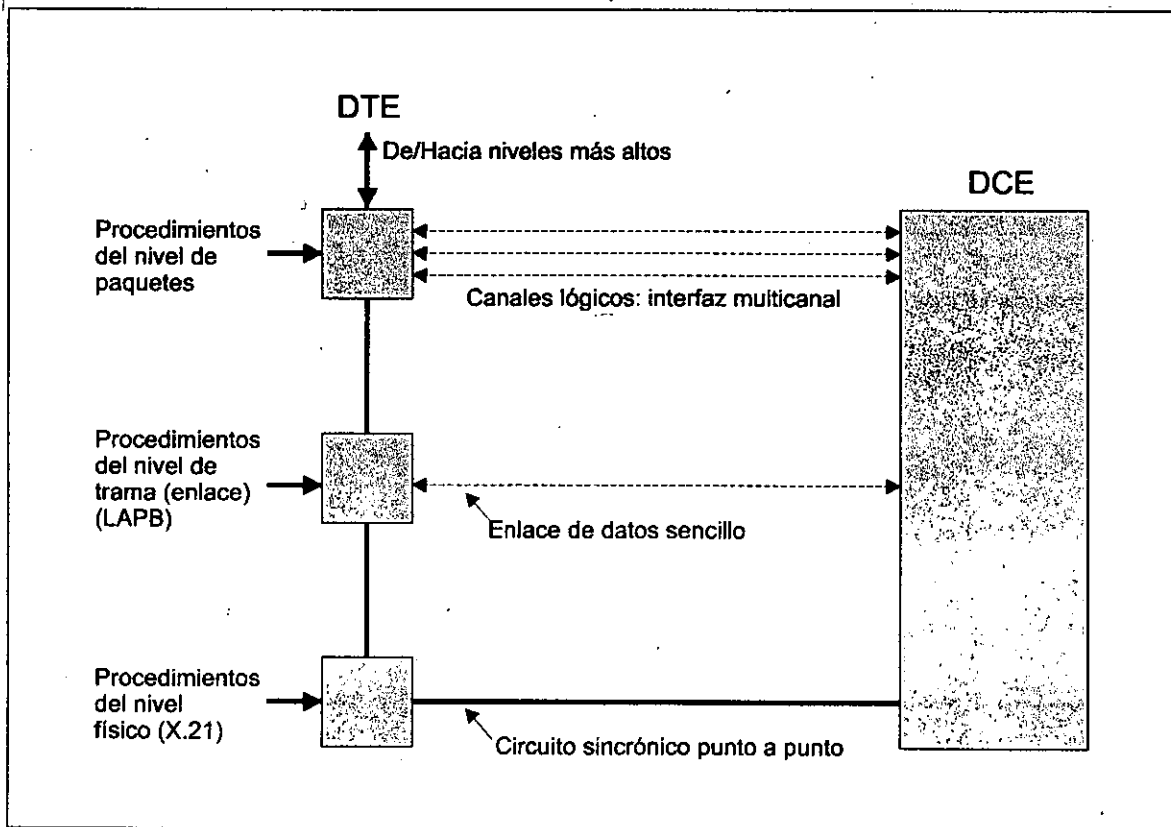


Figura 3.6. Capas de X.25.

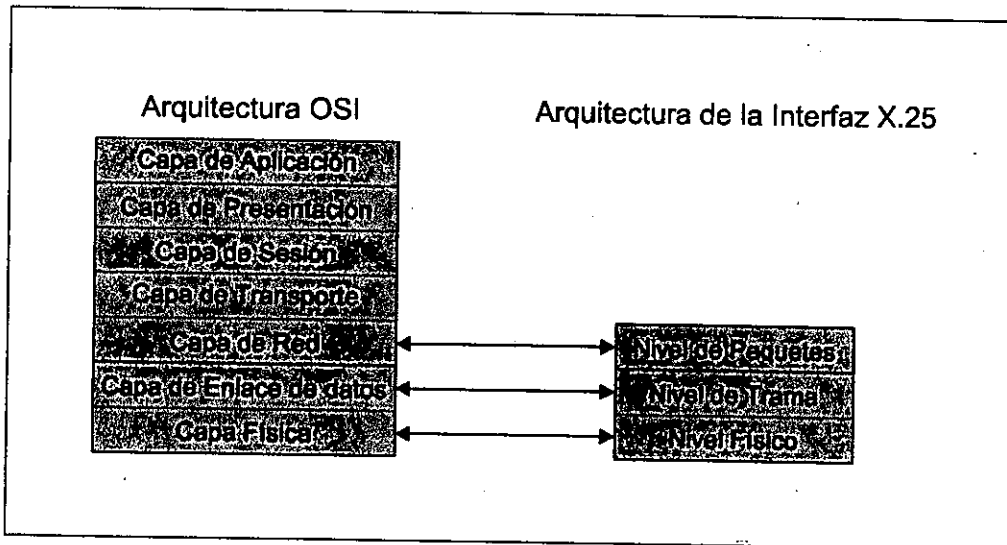


Figura 3.7. Relación entre las Arquitecturas OSI y X.25.

Las unidades de datos o tramas que atraviesan el enlace en cualquier dirección, de DTE a DCE, tiene precisamente el formato de la Figura 3.8 que se muestra enseguida.

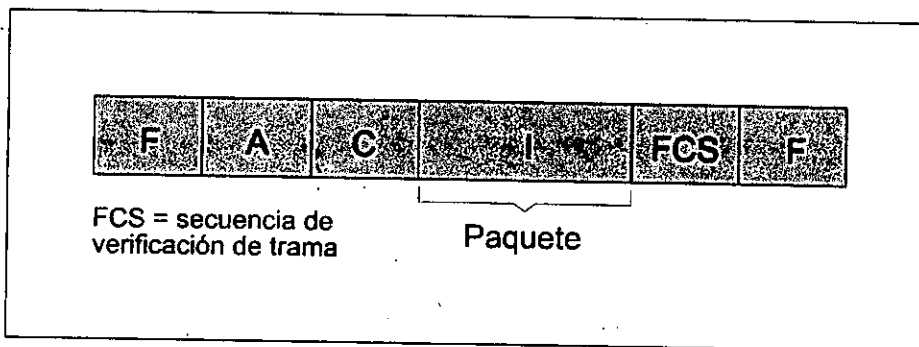


Figura 3.8. Formato de la Trama HDLC.

En el tercer nivel de red donde el protocolo X.25 se distingue como una arquitectura de interfaz. A esta capa se le llama Nivel de Paquetes en la terminología de X.25. Como ya se mencionó, X.25 se enfoca a conexiones de circuitos virtuales (VC), para este propósito, se asignan números de canal lógico en una conexión X.25 en particular (Fig. 3.6, Capas de X.25 / Nivel de Paquetes). Hay disponibles hasta 4095 de estas conexiones entre cualquier DTE y el DCE que tiene como interfaz.

Para ello, se utiliza un campo de dirección de 12 bits. Esto implica que hasta el mismo número de llamadas de VC puede ir simultáneamente entre un DTE dado y los otros DTE de la red, una vez establecida la llamada, cada paquete de datos que sale de un DTE lleva su propio número de canal lógico de 12 bits.

Todos se multiplexan o comparten el mismo enlace de datos y usan el mismo proveedor de servicios, el nivel de enlace de datos inferior. Cada interfaz DTE - DCE asigna su propio conjunto de números de canales lógicos. Así un VC completo, de extremo a extremo entre dos DTE que se comunican entre sí, puede usar diferentes números de canales lógicos en las dos interfaces en cada extremo del circuito virtual. En los diversos niveles de la arquitectura OSI, se requieren tres fases de comunicación para la operación de VC. Estas son, en orden: la Fase de Establecimiento de la Llamada o, simplemente, Fase de Establecimiento, la Fase de Transferencia de Datos, y la Fase de Desconexión o Liberación de la Llamada (se pueden usar VC permanentes).

Para garantizar la entrega de datos, los nodos que intervienen en el enlace X.25 se asegura que los paquetes recibidos sean correctos, si no sucede esto, requieren el reenvío de los paquetes, desde el último nodo que envió la información. Este proceso en el Nivel de la Red (nivel 3) en cada nodo, hace que la transmisión de datos sea inciertamente lenta e ineficiente para los estándares modernos. A pesar de que las interfaces especificadas por este protocolo soportan velocidades de hasta 2.08 Mbps, típicamente los enlaces usados no exceden los 64 Kbps, y en muchos casos son usados en interconexiones de 1.2 Kbps hasta 19.2 Kbps.

La recomendación del ITU-T indica que sólo la interface X.25 puede manejar hasta 4095 circuitos virtuales con paquetes de hasta 4096 bytes y hasta 128 paquetes por circuito. Los proveedores de estos equipos generalmente pueden implementar protocolos propietarios para sus comunicaciones internas. Cuando se requiere una comunicación con otro usuario o con un DCE remoto, se utiliza un plan de numeración (estándar X.121, Plan Internacional de numeración), análogamente como una llamada telefónica.

De manera semejante el sistema de numeración X.121 permite comunicarse con equipos DCE en el ámbito local, nacional e internacional. Generalmente la comunicación es de punto a punto dado que un solo número es designado por cada puerto de la red que presta el servicio X.25.

X.25 tiene muchos usos en las aplicaciones de interconexión de acceso remoto, algunos ejemplos prácticos y reales: en agencias bancarias, agencias de viajes, líneas aéreas, etc., siempre y cuando se tenga la necesidad de transmitir datos a bajas velocidades de una manera confiable, económica y sobre todo segura.

3.3. FRAME RELAY.

En la integración de las diferentes redes locales que existen geográficamente dispersas en las corporaciones pueden realizarse utilizando líneas privadas que proporcionan velocidades de 2.048 Mbps. Sin embargo, en muchos casos esta solución no es económicamente factible, sobre todo si se trata de una red con una gran cantidad de LANs y enlaces de larga distancia que no ocupan un porcentaje alto del tiempo debido a la naturaleza por ráfagas (intermitente) del tráfico transportado.

Con esto surge Frame Relay como la alternativa más viable de implementación de redes de transmisión de datos en la presente década.

Frame Relay es una forma simplificada de Conmutación de Paquetes diseñada para trabajar sobre las líneas de transmisión digitales de los 90's, que presentan una baja probabilidad de errores de transmisión. Frame Relay aumenta la velocidad de tránsito de una red, en comparación a X.25, reduciendo el procesamiento efectuado sobre los paquetes en la red. Los nodos de la red (conmutadores) reciben paquetes y los envían sobre la línea de salida correspondiente, dejando que las estaciones de los usuarios corrijan los errores eventuales que pueden ocurrir en la red.

Frame Relay es una nueva forma de conmutación "Modo paquete" para redes WAN que engloba cuatro importantes características:

- 1- Altas velocidades de transmisión.
- 2- Bajos retardos sobre la red.
- 3- Compartir puertos (alta conectividad).
- 4- Uso eficiente del ancho de banda.

El servicio que presenta Frame Relay es orientado a conexión con:

- ◇ Preservación del orden de la trama.
- ◇ No duplicación de tramas.
- ◇ Muy pequeña probabilidad de perder una trama.

Las normas de Frame Relay han sido desarrolladas por el Sector de Estandarización de Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T), el Instituto Nacional de Estándares Americanos (ANSI) y el foro Frame Relay.

En términos generales los elementos y el funcionamiento de Frame Relay son muy similares a lo que se ha visto para X.25.

La diferencia esencial es que Frame Relay toma ventaja de los medios digitales para operar a velocidades mayores, transportar más información y eliminar las confirmaciones.

3.3.1. Características De Frame Relay.

Pueden agregarse nuevas características en los últimos años a las redes de Frame Relay que mejoran el servicio que puede ofrecerse a los clientes. Entre las más importantes se pueden citar la Transmisión de Multicast, la Interconexión de redes y el Establecimiento Dinámico de Circuitos Virtuales.

La Transmisión Multicast sobre PVCs punto-a-multipunto es un servicio opcional muy interesante ofrecido por Frame Relay que permite enviar una trama a un grupo de usuarios. El servicio definido en el acuerdo de implementación FRF 7, se ofrece a un grupo de usuarios a través de una entidad intermedia llamada Servidor Multicast que efectúa el mapeo requerido de direcciones uno a muchos.

Para facilitar la interconexión de redes Frame Relay de múltiples proveedores, el acuerdo de la implementación FRF 2 (Network-to-Network Interface, NNI) define cómo deben interactuar, como iguales, dos redes Frame Relay. Una diferencia muy importante entre los Circuitos Virtuales Permanentes y los Circuitos Virtuales Conmutados, es que en los primeros el ancho de banda asignado a un Circuito Virtual ocupa recursos permanentemente en la red mientras que en los segundos el ancho de banda negociado durante la Fase de Establecimiento de la Conexión se libera al terminarse el SVC y puede ser utilizado posteriormente por otro Circuito Virtual.

Debido a esto, los SVCs pueden basar sus tarifas en la duración de la conexión y/o en la cantidad de datos transmitidos y permitirán ofrecer ahorros a los clientes en una gran cantidad de aplicaciones. En general, los SVCs se utilizan cuando no se justifica tener una topología fija de conexiones permanentes y los usuarios requieren verdadero ancho de banda en demanda.

En suma, Frame Relay es una tecnología de alta velocidad que ofrece ancho de banda sobre demanda y que permite multiplexar estadísticamente diferentes Circuitos Virtuales sobre un mismo enlace de acceso a la red. La existencia de caminos redundantes en las redes públicas Frame Relay y el uso de protocolos de enrutamientos dinámicos, como OSPF (*Open Shortest Path First*, Primer Ruta Abierta más Corta), proporcionan una alta disponibilidad de la red. Estas características de Frame Relay la poseen como la tecnología adecuada en términos de velocidad, costos y disponibilidad para las empresas en un gran número de aplicaciones.

Se puede seguir mencionando un gran número de características dentro de esta tecnología, pero sólo se mencionarán otras más puesto que el tema lo requiere:

- ◆ La señalización de control de llamada se transporta en una conexión lógica distinta a la de los datos de usuario.
- ◆ La multiplexación y conmutación de las conexiones lógicas se realizan en el nivel 2 en lugar del nivel 3.
- ◆ No existe control de flujo y control de errores en cada salto.
- ◆ El control de flujo y de errores es extremo-extremo y se deja como responsabilidad a los niveles superiores.

3.3.2. Operación De Frame Relay.

Frame Relay opera en el Modo Orientado a Conexión (Connection Oriented), para este modo existen dos tipos de conexiones:

- ✓ Circuitos Virtuales Permanentes (PVC).
 - Se establecen de manera permanente al momento de la contratación.
- ✓ Circuitos Virtuales Conmutados (SVC).
 - Se establecen durante una "llamada" para enviar información de un sitio a otro.

Frame Relay opera bajo el supuesto de que las conexiones son confiables y transporta únicamente datos. Elimina gran parte del control y detección de errores de X.25, por lo que se requiere menos procesamiento que éste.

Transfiere datos entre 2 equipos, DCE - DTE o DTE - DTE. La red recibe las tramas del equipo transmisor y verifica su estructura, longitud y el CRC. Si la información es aceptable, la red envía la trama a su destino, identificado por un campo de información en

la trama. El equipo destino retira la información Frame Relay y entrega solamente la información original, los paquetes dañados son descartados, y si la red está congestionada los paquetes pueden ser descartados.

3.4. COMPARACIÓN, USO Y APLICACIÓN DE X.25, FRAME RELAY Y ATM.

Hasta ahora se han visto tres de las tecnologías en el ámbito de las comunicaciones que son mayormente utilizadas para la transmisión de datos a niveles locales, nacionales e internacionales, éstas son las anteriormente mencionadas (X.25, Frame Relay, ATM). Primero que nada se tiene que observar las necesidades de la interconexión de datos y de redes de área local, dichas tecnologías están siendo usadas cada día más por operadores públicos para ofrecer servicios de alta y baja velocidad, lo importante dentro de este tema sería la transmisión de voz, imágenes y vídeo.

A continuación se describe en forma general la aplicación de dichas tecnologías con el objetivo de mostrar el uso, aplicaciones y comparaciones, así como presentar la relación que existe entre estas tres tecnologías, en el punto 3.2 se habló de X.25, por lo tanto se hablará de las dos tecnologías restantes:

3.4.1. FRAME RELAY

Con la evolución de la tecnología y las consecuentes mejoras de los medios de telecomunicación traídas por la digitalización de los enlaces, se hizo evidente que la verificación de la integridad de las tramas de información en cada nodo ya no era necesaria; este escenario dio origen al protocolo Frame Relay, el cual toma ventajas de los beneficios ofrecidos por la alta calidad de las líneas digitales y de fibra óptica existentes hoy en día. El proceso de digitalización de las líneas de comunicación ha avanzado en forma gigantesca, actualmente existe una red de fibra óptica que cubre la mayoría de las ciudades del país,



con esto se puede decir que todas las empresas están implantando sus redes en fibra óptica para tener una mayor calidad dentro de esta tecnología.

Dado que X.25 se define en las tres primeras capas del modelo OSI, Frame Relay trabaja en las dos primeras capas de dicho modelo. Al no trabajar en la capa de red todos los protocolos que funcionan a este nivel o a uno mayor son transferidos a través de la red en una forma transparente; con esto la velocidad de transmisión de las tramas aumenta considerablemente, de esta forma Frame Relay soporta velocidades que varían desde 9600 bps hasta 56 Mbps.

La transportación de datos trabaja cuando la red recibe las tramas del equipo transmisor y verifica su estructura, longitud y el CRC. Si la información es aceptable, la red envía la trama a su destino (identificado por un campo de información de la trama). La red misma se ocupa también de mantener el orden de las tramas y se asegura que las mismas no sean duplicadas.

Para tener una conexión con Frame Relay se establece un contrato con el proveedor y el usuario, esto es para especificar el mínimo ancho de banda que el proveedor se compromete a ofrecer cuando haya interconexión. Esto es a lo que se le llama Tasa Comprometida de Información (*Committed Information Rate, CIR*), el proveedor le permite al usuario exceder este CIR, claro que el ancho de banda debe de estar disponible en la red, a esto se le conoce como Tasa Excedente de Información (*Excess Information Rate, EIR*); un ejemplo sería un enlace de Frame Relay con un CIR de 64 Kbps y un EIR de 256 Kbps. Así se podría transmitir a una velocidad mayor de la contratada, siempre que no exista congestión en la red. Este es uno de los grandes beneficios de Frame Relay.

Frame Relay establece mecanismos para prevenir congestiones permanentes en la red, dichos mecanismos requieren de una comunicación estrecha entre la red y los DTEs. En caso de congestiones, utiliza dos campos de las tramas llamados Notificación Explícita de Congestión Avanzada (*Forward Explicit Congestion Notification, FECN*), que sirven para

informarles a los DTEs que empieza a existir congestión y que, por lo tanto deben de reducir la velocidad a la cual están transmitiendo, en el caso de que el DTE no responda a la petición de la red de reducir la velocidad de transmisión, entonces se enciende un bit de la trama conocido como Elegibilidad de Descarte (*Discard Eligibility, DE*), lo que le indica que el nodo que recibe la trama puede descartar la misma durante períodos severos de congestión.

Dentro de los elementos utilizados para tener acceso a la red, están los equipos llamados Ruteadores: los cuáles son equipos de interconexión que trabajan a nivel de la red (capa 3). Su mayor uso es el de interconectar redes de área local LAN (Local Area Network) mediante redes de área amplia WAN (Wide Area Network). Las redes LAN y los protocolos de alto nivel no tienen que ser similares en ambos extremos de la conexión.

Lo que se quiere decir con esto, es que es posible interconectar redes Ethernet, Token Ring y FDDI localmente a través de la red de área amplia, así como también protocolos de alto nivel por ejemplo TCP/IP, IPX, XNS, Apple Talk, etc., siempre y cuando el protocolo de la capa 3 se mantenga.

Frame Relay puede multiplexar y demultiplexar diferentes tramas, en el mismo enlace físico. Para lograr este objetivo utiliza un sistema de direccionamiento al nivel de enlace (capa 2). A las tramas se les da el nombre de Identificador de Enlace de Conexión de Información (*Data Link Connection Identifier, DLCI*).

Todas las tramas que participen en una conexión de Frame Relay contienen el mismo DLCI, además de los DLCIs otros procesos dentro de la red son usados para garantizar el direccionamiento correcto de las tramas del usuario.

En sus comienzos Frame Relay solo soportaba Conexiones PVC, el cual se comportaba como una línea dedicada. Posteriormente fue introducido el SVC (Switched Virtual Circuit)

por algunos proveedores. Esto permite la interconexión de un punto a otro mediante una conexión conmutada, como una llamada telefónica común.

La interconexión de redes de área local a través de redes de área amplia ha sido uno de los responsables del crecimiento explosivo experimentado por el Frame Relay a nivel mundial. Si se requiere una interconexión de datos a alta velocidad, en un ambiente en el cual los medios de transmisión son confiables, Frame Relay es una de las mejoras opciones.

3.4.2. ATM

ATM surgió como una evolución de la Tecnología ISDN; de hecho el modelo de ATM tuvo su origen en otro modelo conocido como B-ISDN (Broadband ISDN, ancho de banda ISDN). ATM permite la colocación de múltiples señales en un solo canal (multiplexación) de diversos servicios tales como voz, vídeo y datos a muy alta velocidad.

ATM por el momento ha encontrado mucho uso entre operadores públicos para transportar datos a alta velocidad a nivel del backbone (red fundamental o dorsal).

Al nivel de acceso existen proveedores de equipos que le permiten al usuario la interconexión directa de sus equipos actuales (PBXs, LANs, Vídeo Codecs, Multiplexores, Hosts, etc.) a una red ATM, de un modo totalmente transparente.

Los beneficios que se encuentran dentro de ATM fueron anteriormente mencionados, pero sí se tiene la necesidad de interconectar servicios de voz, vídeo y datos con múltiples protocolos a diferentes velocidades, una solución es ATM por su calidad, confiabilidad y eficiencia.

Aunque todavía no se estandariza, en un tiempo no muy lejano se llegará a trabajar con esta tecnología que viene a romper con todo esquema antes presentado. También se tiene en

cuenta que los costos por el momento no son tan bajos para adquirirlo, pero observando el costo contra el beneficio se puede deducir que tarde o temprano será muy útil para tener mejor calidad en el servicio y velocidad.

Un beneficio adicional es que ATM es un servicio orientado a conexión, de tal manera que asegura que la información que se envía llega correcta. Las subredes no se encuentran ya atadas a puertos físicos, lo cual permite a los administradores crear verdaderas redes lógicas. Los usuarios pueden ser parte de un grupo de trabajo no importando su localización física.

Existe una extensión de este beneficio, cuando las funciones del Ruteador se conjuntan con las de una tarjeta de red inteligente. Si el servidor de ruteo puede trabajar con la tarjeta de red de la misma forma que lo hace con el HUB, el backplane del Ruteador virtual puede “fusionarse” con el backplane de la estación de trabajo, de tal manera que la estación de trabajo es un valor agregado a la red en lugar de un punto ciego en la red.

CAPÍTULO IV

REQUERIMIENTOS

REQUERIMIENTOS

En este capítulo se presentan distintos requerimientos de hardware para mejorar las redes de datos existentes hoy en día, se tomarán en este caso los equipos de la nueva tecnología (ATM) como son las distintas variaciones de Conmutadores, Concentradores, Hubs y Tarjetas de Interfaz ATM. El innumerable hardware ATM está dividido en tres grandes categorías: Oficina central (CO) basado en conmutadores, Conmutadores Campus (Ca) y Conmutadores locales ATM.

El equipo ATM dentro del mercado tiene una cobertura hoy en día, en la clase local o en el equipo ATM tal como: Ruteadores, Conmutadores, Hubs y Sistemas de término, ofreciendo desde una tarjeta de interfaz ATM hasta una arquitectura completa de conmutación ATM.

4.1. MODELOS DE CONMUTADORES.

Los conmutadores ATM tienen características claves que los distinguen en su modo de operar. Primero, la arquitectura del conmutador puede ser blocking, non-blocking y virtually non-blocking; después, el fabricante del conmutador en el corazón de la máquina, y finalmente, el método de buffereo y sus implicaciones en su funcionamiento. Estos tres elementos comprenden el corazón de la arquitectura del conmutador.

4.1.1. Funcionamiento Del Conmutador ATM Blocking.

La representación de la cualidad, llamada bloqueo, atribuida a los conmutadores ATM ha sido adaptado de los conmutadores de circuitos. En los conmutadores de circuitos, si un canal de entrada puede estar conectado a cualquier canal de salida desocupado, hasta el punto donde todas las entradas están ocupadas, entonces el conmutador se dice ser

estrictamente non-blocking. Otra típica suposición es que la distribución de los canales de entrada necesita la conexión específica a los canales de salida la cuál es distribuida uniforme y aleatoriamente. Los conmutadores de circuitos son a menudo especificados como virtually non-blocking, es decir, que una pequeña probabilidad de bloqueo ocurre mientras que no más que una cierta fracción de los canales de entrada estén en uso.

Este concepto de bloqueo ha sido extendido a los conmutadores ATM. Teniendo en mente que un conmutador ATM utiliza un paradigma diferente que el conmutador de circuitos. Cuando una entrada está conectada a una salida en un conmutador de circuitos, el ancho de banda es reservado y completamente aislado de otras conexiones. Esto generalmente no es cierto en un conmutador ATM, hay conexiones virtuales (VPC's o VCC's) las cuales llegan a puertos de salida potencialmente diferentes. La pérdida de celdas puede ocurrir, dependiendo de la naturaleza estadística de esta conexión virtual de tráfico como es manejado por el método de conmutación y la estrategia de buffereo. La pérdida de celdas en un conmutador ATM es lo análogo a llamar blocking en un conmutador de circuitos. La suposición es usualmente hecha ya que la llegada de una conexión virtual de tráfico es uniforme y aleatoriamente distribuida a través de las salidas. El funcionamiento del conmutador es entonces normalmente citado como virtually non-blocking (algunas veces llamado non-blocking), es decir, que hasta una cierta carga en la entrada ocurre una muy pequeña proporción de pérdida de celdas.

El funcionamiento de un conmutador ATM blocking es sensitivo a la arquitectura del conmutador y a las suposiciones de las fuentes de tráfico. Esta es una importante consideración práctica, dependiendo de sus características de tráfico, un tipo de conmutador puede ser mejor y menos caro que otro.

4.1.2. Arquitecturas De Los Conmutadores.

La Figura 4.1 ilustra varias de las arquitecturas de conmutadores más comunes, implementadas en los actuales y previstos conmutadores ATM. Por supuesto, algunos conmutadores son híbridos de estos diseños, y a menudo uno más grande es usado para conectar otro más pequeño para producir otro más grande que todos. Cada arquitectura es descrita en términos de su complejidad, máxima velocidad, escalabilidad, facilidad de soporte multicast, nivel de bloqueo y otros atributos únicos.

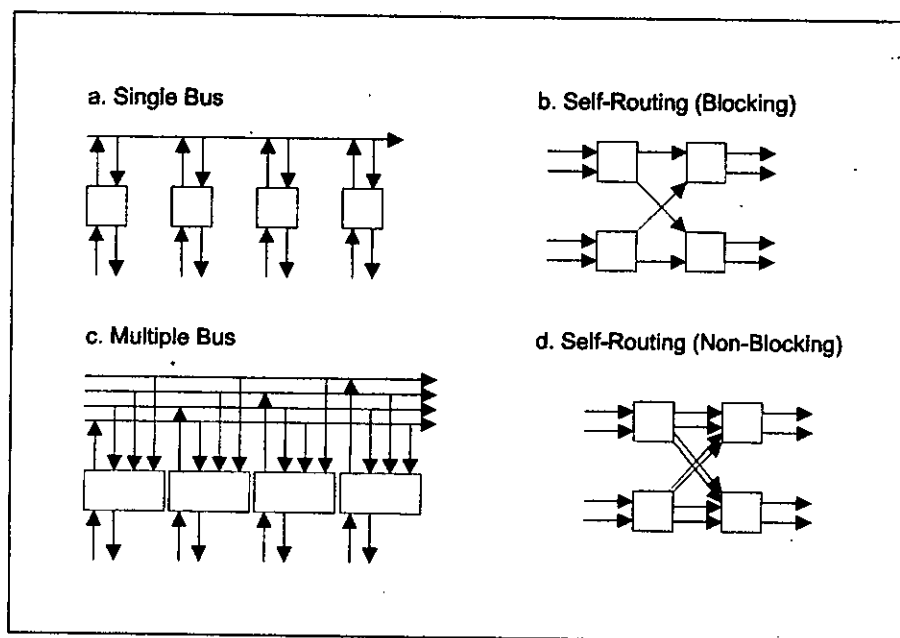


Figura 4.1. Ejemplo de las Arquitecturas de los Conmutadores

El bus simple mostrado en la Figura 4.1a es el tipo de conmutador más simple. Básicamente los puertos están conectados a un bus simple, el cual puede ser implementado por un largo número de tarjetas paralelas. La velocidad total de dicho bus está en el rango de 1 a 10 Gbps. Hay algo de complejidad presentada por la necesidad del arbitraje del bus, el cuál en combinación con la estrategia de buffereo controla el nivel de bloqueo. El multicast es relativamente fácil de hacer ya que todos los puertos de salida están “escuchando” a un bus común.

El conmutador de bus múltiple mostrado en la Figura 4.1c extiende el concepto de bus simple por proveer un bus Broadcast para cada puerto de entrada. Esto elimina la necesidad del arbitraje del bus, excepto que cambia requerimientos adicionales en el control de bloqueo a las salidas. En general, cada bus corre ligeramente más que la velocidad del puerto (100 a 600 Mbps), y usa circuitos múltiples en el backplane compartido en el que todas las otras tarjetas se conectan. Además el ancho de banda del conmutador es comparable al del conmutador de bus simple. Una versión temprana de esta arquitectura fue llamada el conmutador "knockout" porque las salidas podían recibir celdas sólo desde un número limitado de entradas al mismo tiempo en un intento por hacer la arquitectura más escalable. Para conmutadores más pequeños cada salida puede ser capaz de recibir desde cada entrada simultáneamente. Otro método es emplear el arbitraje para asegurar que el puerto de salida no reciba demasiadas celdas simultáneamente; sin embargo, esto crea una necesidad para el buffereado de entrada y agrega complejidad. El multicast es natural en este tipo de conmutador como lo era para el de bus simple en el cual cada entrada está transmitiendo a cada salida.

Los conmutadores de autoruteo mostrados en 4.1b y 4.1d, tales como el Batcher Banyan o punto de cruce de redes tiene elementos internos más complicados; sin embargo, estos pueden ser escalados a tamaños más grandes debido a la naturaleza regular de los elementos en las implementaciones VLSI (*Very Large Scale Integration*, Integración de Escala muy Grande). Estos tipos de redes han sido el sujeto de un gran trato de búsqueda e investigación. Estos conmutadores generalmente no soportan bien el multicast, y requieren una copia separada de la red o procesamiento especial en los elementos internos del conmutador. Si la red de autoruteo corre a la misma velocidad que los puertos de entradas, entonces el bloqueo puede ser bastante alto. Las redes de autoruteo generalmente tienen algún buffereado dentro de los elementos de conmutación. Un aumento en el autoruteo básicamente corre la matriz interna a una mayor velocidad o tiene múltiples conexiones entre los elementos de conmutación.

La tabla 4.1 resume una comparación de las características de las arquitecturas de estos conmutadores.

Características	Bus Simple	Bus Multiple	AutoRuteo	Autoruteo Aumentado
Complejidad	Bajo	Medio	Alto	Alto
Velocidad Máxima	1-10 Gbps	1-10 Gbps	1-200 Gbps	1-200 Gbps
Escalabilidad	Pobre	Muy Buena	Buena	La Mejor
Soporte de Multicast	Buena	Buena	Pobre	Pobre
Nivel de Bloqueo	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Bajo
Características Unicas	Barato	Barato	Soporta VLSI	Soporta VLSI

Tabla 4.1. Características de los Conmutadores ATM

4.1.3. Métodos De Buffereo Del Conmutador.

La estrategia de buffereo empleada en el conmutador también juega un papel importante en el funcionamiento del conmutador blocking. La Figura 4.2 ilustra varias estrategias de buffereo de conmutadores ATM.

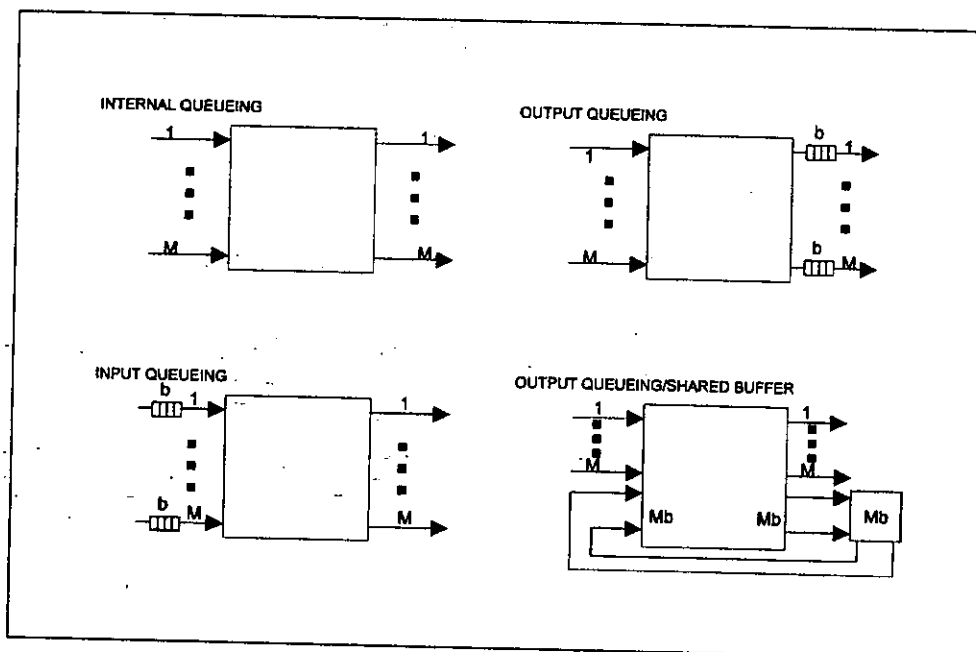


Figura 4.2. Métodos de Buffereo en el Conmutador

Los siguientes parámetros definen la notación en la Figura:

M = Número de puertos del conmutador ATM

b = Número de posiciones efectivos de buffereeo por puerto

Los conmutadores construidos con encolamiento interno tienen el potencial para aumentar los tamaños. Por otra parte, es difícil proveer otras funciones -tales como la prioridad de encolamiento, buffers más grandes y multicast- con conmutación internamente encolada.

El encolamiento de entrada era fácil para implementar; sin embargo, puede sufrir un fallo fatal. Con el encolamiento de entrada, cuando la celda a la Cabeza de la Línea (Head Of Line) no puede ser conmutada a través del tráfico, todas las celdas que le siguen son retrasadas. Este encolamiento de entrada limita el throughput del conmutador sólo al 50 ó 60% de la velocidad del puerto. Además, el encolamiento de entrada solo no es adecuado para muchas aplicaciones, y es usualmente empleada en conjunción con otros métodos de encolamiento.

El encolamiento de salida es teóricamente óptima, y el encolamiento de salida compartido es lo mejor en términos de ejecución, el máximo throughput con menos posiciones de celdas en el buffer. La mayoría de los conmutadores ATM emplean por lo menos algún encolamiento de salida para esta razón. Los conmutadores ATM reales pueden tener una combinación de encolamiento de entrada, salida e interno.

4.1.4. Otros Aspectos De Conmutadores Atm.

Otros factores que son importantes en comparación de las arquitecturas de los conmutadores son:

- Modularidad, la cuál está definida como el número incremental de puertos que pueden ser añadidos al conmutador.

- **Mantenimiento**, el cuál mide el aislamiento de una interrupción del resto de un conmutador.
- **Disponibilidad**, lo cuál significa que la operación continua en la presencia de un simple o múltiples errores.
- **Complejidad**, a menudo medida por contadores de compuertas lógicas, chip pin-out y tarjeta pin-out en comparación de las implementaciones del conmutador.
- **Flexibilidad**, la cuál cubre la capacidad para implementar fácilmente otras funciones de procesamiento de paquetes.
- **Escalabilidad**, la cuál considera el número máximo de puertos del conmutador soportados por la arquitectura.

4.2. CATEGORÍAS DEL HARDWARE.

La tecnología ATM ha aparecido en muchos de los dispositivos de las redes usados actualmente: Conmutadores, Routers, Puentes, Hubs, Multiplexores y las Tarjetas de interfaz ATM para las estaciones de trabajo. Así, ATM está desintegrando la fina línea entre las redes locales, campus y de área ancha usando un ancho de banda, arquitectura basada en celdas que se adapta bien en distancia, velocidad y el tamaño de la red.

ATM ha encontrado su camino en los tres ambientes básicos de hardware: Oficina Central (CO), Ambiente del Equipo del Usuario (Customer Premises Environment, CPE) o Campus (Ca), junto con otros dispositivos tales como Routers, Puentes y Hubs. El CO basado en conmutadores a menudo solicitan throughput superior a 5 Gbps, mientras que los conmutadores Campus pueden reclamar menos de 5 Gbps. Sin embargo, el throughput sólo no distingue un conmutador CO de un conmutador Campus.

Los conmutadores de CO son generalmente más grandes y con más potencia industrial que su contraparte CPE. El ambiente del CO demanda corriente DC y la capacidad para aumentar a un número mayor de puertos. Al contrario, el CPE a menudo implica una menor

capacidad, escalabilidad reducida, corriente AC, y menos procesamiento de corriente que el conmutador CO. El equipo ATM, tal como conmutadores, Routers, Hubs, y puentes también juegan un papel importante en la red ATM.

La Figura 4.3 ilustra los diferentes papeles de un conmutador CO ATM y un CPE, o un conmutador Campus ATM. Empezando con el equipo cliente ATM disponible Router o Hub, el cuál permite que los Clientes (C) y los Servidores (S) se comuniquen en una red virtual. Un conmutador ATM local interconecta estos Routers ATM en lo que es llamado el Backbone. Las estaciones de trabajo y los servidores pueden ser directamente conectados al conmutador local ATM formando un grupo de trabajo de alto desempeño. El PBX ATM local puede también ser conectado para acceder a los servicios de información y voz de circuito publico. El conmutador local ATM accesa a las redes WAN vía una interfaz UNI ATM DS3, la cuál está conectado al conmutador ATM CO soportando un servicio publico ATM. El conmutador CO puede también conmutar el tráfico de vídeo y el de voz a los conmutadores de voz y otras redes como se muestra en la Figura.

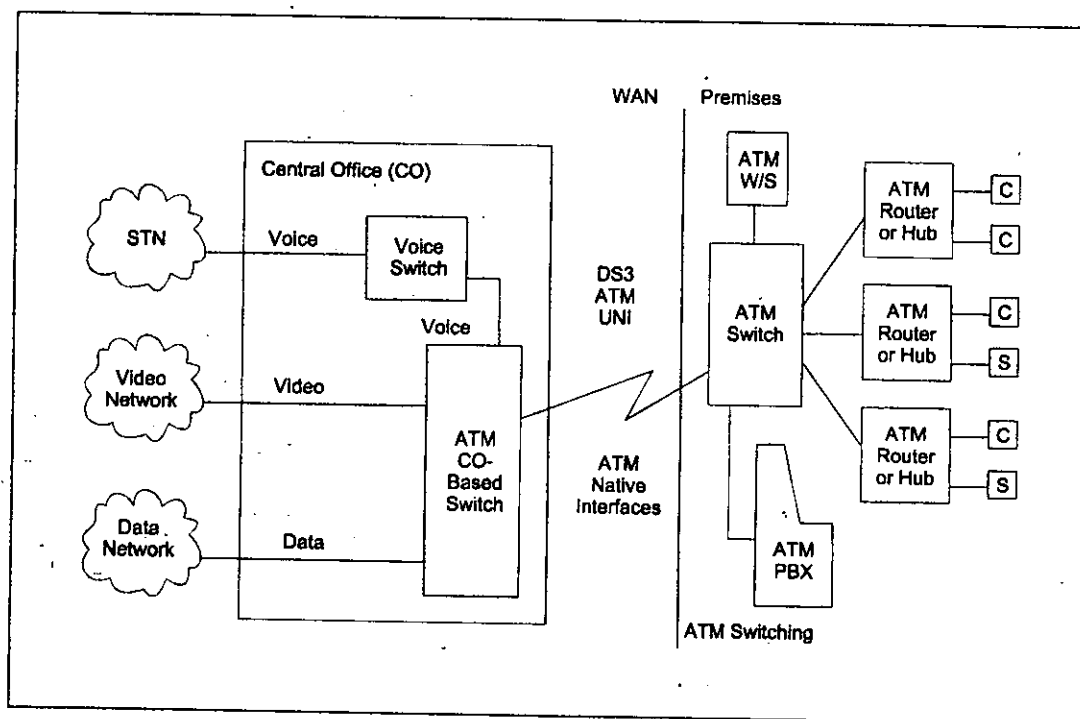


Figura 4.3. Papeles de los Conmutadores CO y Campus

4.2.1. Conmutadores ATM De CO.

Los conmutadores ATM de CO son el Backbone de una red ATM, a menudo demandando un throughput mayor a 5 Gbps. Típicamente contienen completamente interfaces UNI ATM. Los conmutadores ATM de CO establecen llamadas a los conmutadores CPE, así como los conmutadores CO de voz establecen llamadas a los PBX de los CPE. El ambiente CO demanda corriente DC y la habilidad para ampliar el procesamiento y la capacidad de puerto.

4.2.2. Conmutadores Campus ATM.

Los conmutadores Campus ATM son típicamente más pequeños que sus contrapartes CO, demandando un throughput menos de 5 Gbps, pero proporcionando muchas interfaces no encontradas en la versión CO, tales como las nativas LAN (Ethernet y Token Ring), MAN (FDDI y DQDB), SNA, X.25 y voz. Algunas proveen la conversión de protocolo, emulación LAN y redes virtuales. Los conmutadores Campus y CPE típicamente corren en corriente AC, tienen capacidad de puertos más pequeños y un poder de procesamiento que el conmutador CO.

4.3. COMPARACIÓN DE CONMUTADORES ATM.

A continuación se enumeran y se definen los principales atributos de los conmutadores ATM de CO, CPE y Campus.

1. *Arquitectura del Conmutador.* La principal característica para la arquitectura del conmutador es el grado para el cual es virtualmente non-blocking. Por ejemplo el conmutador Stratacom ofrece el funcionamiento non-blocking cuando opera a 4.43

Gbps, pero también puede ofrecer virtualmente non-blocking a 9.6 Gbps con el throughput Full-Dúplex si se requiere.

2. *Capacidad del Buffer.* La capacidad del buffer define el número total de posiciones de almacenamiento para celdas de entrada, interno y salida. Más capacidad de buffer puede significar mejor throughput para los protocolos tales como el TCP, sin embargo los buffers grandes tienden a crear más estado de latencia y retardo durante las condiciones de tráfico. Como regla básica, entre más grandes sean los buffers, menos tráfico habrá, pero mayor será el retardo para un cierto tipo de línea.
3. *Método de Buffereeo.* El método de buffereeo puede ser de entrada, de fábrica o de salida.
4. *Retardo de Conmutación.* El retardo se mide en μ s, como el retardo total en un sentido a través del conmutador. Grandes cantidades de retardo pueden afectar algunas formas de tráfico desfavorables, tales como el tráfico de video y voz o el tráfico de sesión-orientada, tal como el tráfico de SNA. El retardo varía ampliamente basado en el fabricante del conmutador.
5. *Interfaces ATM.* La típica interfase física ATM UNI encontrada en estos conmutadores incluyen DS1/E1, DS3/E3, OC-3/STM-1, OC-12/STM-4, fibra óptica 4B/5B, y fibra 8B/10B.
6. *Número máximo de puertos.* Es importante también señalar el número máximo de puertos, por la velocidad, soportado por el conmutador. La mayoría de los proveedores de los conmutadores CO ofrecen únicamente puertos para redes WAN, dejando los puertos de las redes LAN a los vendedores de los conmutadores CPE y de los equipos. La mayoría de los conmutadores Campus proveen puertos para ambos tipos de redes LAN y WAN.
7. *Soporte de AAL*
8. *Interfaces de Interoperabilidad.* Los conmutadores ATM también soportan la interoperabilidad para una variedad de interfaces de redes LAN, MAN y WAN, tales como: Ethernet, Fast Ethernet, FDDI, Frame Relay (FR), SMDS y Emulación de Circuito.
9. *Número de Clases de prioridad de Calidad de Servicio (QoS).* El número de Clases de QoS soportado por los conmutadores ATM varía. Múltiples clases de servicio permiten

la asignación de baja o alta prioridad para diferentes tipos de tráfico. El tráfico sensitivo al retardo puede ser dado una alta prioridad sobre el tráfico insensitivo al retardo. Las clases de QoS no deben confundirse con el uso del bit Cell Loss Priority (CLP) el cuál soporta los dos niveles de prioridad.

10. *Soporte de PVC y SVC.*
11. *Control de Congestión.*
12. *Control de Tráfico.* Es también necesario conocer el número de parámetros de tráfico que son monitoreados por conexión.
13. *Soporte de Conexiones de Punto a Multipunto.* Esto es conocido o referido como el multicast. A menudo, esta característica es soportada en el software a baja velocidad y en hardware a altas velocidades.
14. *Bits VPI/VCI.* Los conmutadores ATM varían en el número de los bits de dirección VPI y VCI que soportan.
15. *Puenteo.* Los conmutadores Campus o CPE usualmente manejan el clásico tráfico LAN y encapsulación. Los conmutadores Campus ATM actualmente soportan el puenteo privado encapsulado de los protocolos LAN sobre ATM. Este método es comúnmente usado por protocolos los cuales no pueden ser ruteados.
16. *Capacidad de LAN virtual.* Algunos conmutadores Campus ATM soportan la capacidad de una LAN virtual. Las "LANs virtuales" usan software para definir "grupos de trabajo virtuales" los cuales lógicamente unen a múltiples usuarios en diferentes LANs en el mismo segmento virtual LAN. Esta capacidad puede ser nombrada como la función de puenteo.
17. *Administración de la Red.* Los protocolos comunes de administración de redes soportados incluyen el protocolo SNMP (Simple Network Management Protocol), el protocolo CMIP (Common Management Information Protocol), o protocolos privados.
18. *Redundancia.* El hardware de ATM puede ofrecer algún nivel de redundancia en el nodo, tarjeta y nivel de modulo. La redundancia M para N, es definida como M espacios libres para un conjunto de N componentes activos, tales como CPUs, tarjetas de puerto, suministros de energía, o matriz de conmutación.

4.4. ATM LOCAL - ROUTERS, CONMUTADORES, HUBS, Y SISTEMAS DE TÉRMINO.

Los diferentes tipos de equipos basados en ATM que están disponibles ahora para uso primario en Área Local son Conmutadores, Routers y Hubs. Hay también otros equipos usualmente de bajo nivel como Multiplexores, Concentradores, CSU/DSUs y Dispositivos de Puenteo.

4.4.1. Conmutadores Locales ATM.

Los conmutadores locales ATM son conectados juntos en una red, y también pueden ser interconectados con otras redes. Usualmente una red privada conmutada es conectada con una o más redes públicas conmutadas. Aunque el nombre *Red* usado en conmutación como opuesto a *Subred* señala el hecho que la interoperabilidad es más difícil en redes conmutadas que en redes ruteadas. Los conmutadores son dispositivos orientados a conexión. La interface de usuarios para encaminar y comunicar la conexión pide información vía un protocolo de señalamiento usuario-red. Entre los conmutadores se puede usar un protocolo de interconmutador. Las redes son interconectadas con un protocolo de señalamiento más complejo red-red. Las funciones de señalamiento pueden ser emuladas por protocolos de administración de red donde se hacen las conexiones de cruce de ATM individuales.

4.4.2. Ruteadores ATM.

Un ruteador maneja múltiples protocolos y además puede necesitar ver dentro una secuencia de celdas ATM para realizar esta función. Una función principal de los ruteadores es que automáticamente descubren las direcciones de los dispositivos conectados a una red de ruteadores usando un protocolo interior de ruteo, o aún a una red

de redes usando un protocolo exterior de ruteo. Efectivamente aún la denominación tanto de redes como subredes es como una parte de una red más grande que ha demostrado ser un concepto muy grande. Los paquetes son ruteados basados en la dirección de destino, algunas veces usando la dirección fuente, o bien una especificación de ruta de fin-a-fin. Los ruteadores conectan protocolos distintos por la conversión del protocolo de ruteo e información. Los ruteadores manejan los servicios de orientado a conexión y sin conexión. También monitorean continuamente el estado de los enlaces que interconectan los ruteadores en una red, o los enlaces con otras redes a través de una variedad de protocolos de ruteo, tales como el protocolo RIP (Routing Information Protocol), el BGP (Border Gateway Protocol) o el protocolo OSPF (Open Shortest Path First routing Protocol). A través de estos protocolos, los ruteadores pueden descubrir los cambios de topología de red y proveen el reruteo dinámico. Como los conmutadores, los ruteadores ATM también tienen la capacidad para conmutar las celdas entre múltiples tarjetas de interfaz ATM.

4.4.3. Hubs ATM.

La Figura 4.4 ilustra la instalación, segmentación y la función de administración de la red que realiza un hub. Usualmente muchos pares trenzados de Ethernet o Token Ring, en algunos casos FDDI y en el futuro ATM sobre par trenzado a estaciones de trabajo individuales, están corriendo en un hub usualmente localizado en la instalación. Los hubs permiten que los administradores asignen usuarios individuales a un recurso, mostrado como una elipse en la Figura, vía ordenes de la administración de la red. El nivel más bajo de los hubs está a menudo conectado en una jerarquía al nivel más alto de los hubs, algunas veces vía los protocolos de alta velocidad tales como FDDI, y en el futuro ATM sobre fibra óptica y pares trenzados de alta calidad. Los hubs están empleados en una manera jerárquica para concentrar el acceso para muchos usuarios individuales a un recurso compartido, tal como un servidor o un ruteador como se muestra en la Figura 4.4. El nivel más alto de los hubs son candidatos para una arquitectura de backbone colapsado basado en ATM, también soporta acceso de alta velocidad a recursos compartidos tales como

ruteadores y conmutadores. Si un usuario es añadido, cambiado o movido desde una oficina a otra, el administrador realiza la acción correspondiente para añadir, cambiar o mover al usuario.

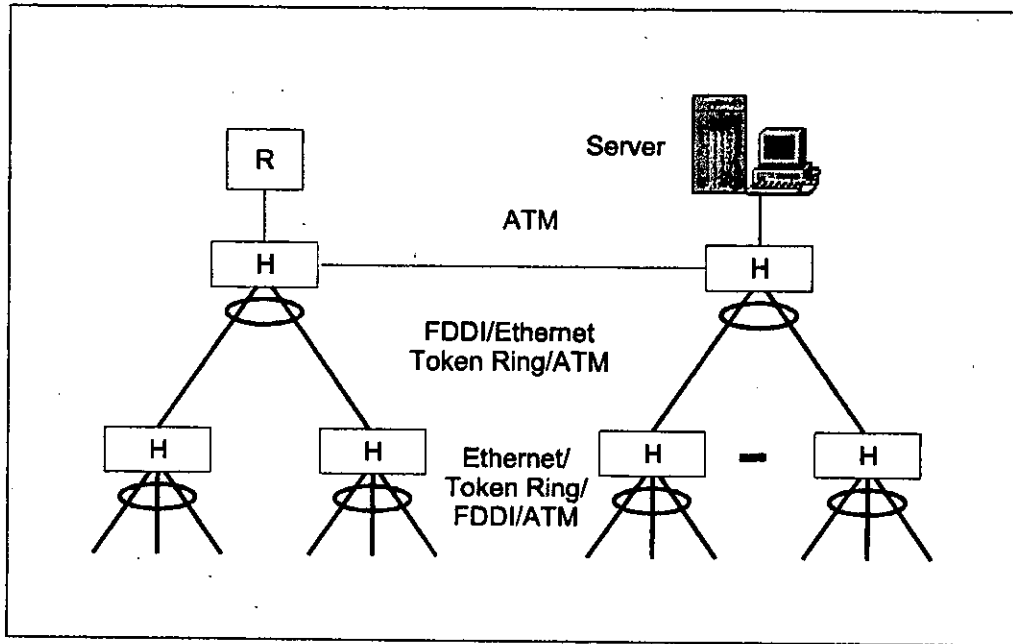


Figura 4.4. Interfaces, Funciones y Arquitectura de los Hubs

Las tarjetas de interfaz del ruteador y el hub soportan un amplio rango de interfaces estándar, tales como UTP, DS1, DS3, 100 Mbps (4B/5B), 140 Mbps (4B/5B0, Canal de fibra de 155 Mbps, OC-3 o OC-12). Ellos típicamente vienen equipados con sus propios microprocesadores. Las tarjetas de hub tienen un amplio rango de funcionalidad, incluyendo PVC's y SVC's, multicast (punto a multipunto) y Broadcast, procesamiento de AAL 3 y AAL 5, y QoS garantizado; soporta TCP/IP y API's ATM, y son SNMP MIB y CMIP. Los adaptadores ATM están diseñados para soportar una amplia variedad de buses de sistema, tales como EISA, ISA, VME, SBUS, TURBOChannel, NeXTbus, NuBus, GIO32 y GIO64, Microchannel, PCI y FutureBus.

4.4.4. Interfaces De Fin De Sistema.

Los usuarios típicamente intentan primero segmentar su Ethernet LAN existente en segmentos más pequeños hasta que alcancen el umbral de la conmutación de Ethernet la cuál provee 10 Mbps a cada usuario. La videoconferencia -la integración del teléfono, computadora y video- es ya una realidad para casi todas las corporaciones, en la cuál se requerirá de las capacidades de ATM.

Proveer ATM a una terminal es un problema controversial para algunos. Muchos vendedores de hardware tales como SUN, HP, SGI, DEC y NeXT, han gastado o desarrollado tarjeta de interfaz ATM y también están persiguiendo la aplicación de las interfaces en sus sistemas operativos y paquetes de administración de redes.

Para algunos usuarios, ATM en una terminal es muy costoso en este punto. Sin embargo, el precio para una tarjeta de interfaz está cayendo rápidamente, y en poco tiempo costará igual que una tarjeta de red para LAN. Aunque las velocidades de ATM son más grandes que muchas aplicaciones actuales, el rápido crecimiento de la ejecución de una computadora y el incremento de la necesidad para la comunicación cambiará esta situación. Cuando la estación de trabajo llega a ser más rápida que la LAN actual, entonces un cambio estaría en orden. El cambio a ATM será la alternativa para muchos.

Hay un número limitado de interfaces ATM nativas que pueden ser instaladas en los sistemas actuales. Este tipo de interfaces son necesarias para una alta ejecución en los trabajos de grupo de ATM donde el alto ancho de banda, múltiples clases de servicio, y flexibilidad de ATM se requieren en una terminal.

4.4.5. Otros Dispositivos Locales ATM.

Otros dispositivos locales de ATM son: Multiplexores/Concentradores, Puentes y CSU/DSUs. La Figura 4.5 muestra una representación de las interfaces y funciones de estos dispositivos. Un Multiplexor ATM toma múltiples, a menudo interfaces ATM de baja velocidad y las concentra en un lado más pequeño de velocidad más alta de las líneas de las interfaces. Un dispositivo de Puenteo toma un protocolo que acepta el puenteo, tal como Ethernet o Token Ring, y se conecta sobre una red ATM. Esto hace que parezca a los dispositivos de los usuarios como si ellos estuvieran en el mismo segmento compartido, como se muestra por la elipse en la Figura. Un CSU/DSU (Channel Service Unit/Digital Service Unit) toma el marco basado en la interface ATM DXI sobre una interface HSSI (High-Speed Serial Interface) y lo convierte en una serie de celdas ATM.

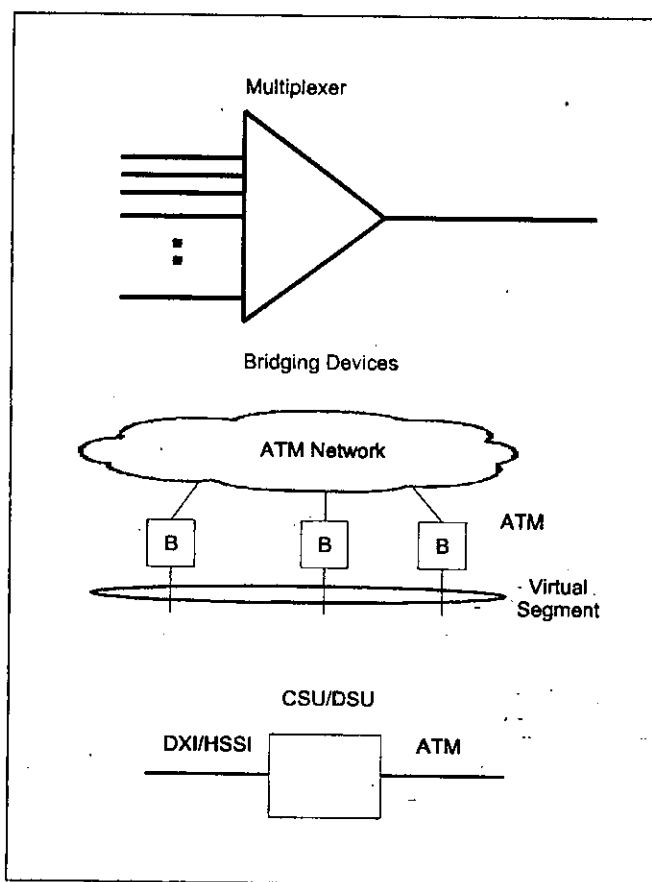


Figura 4.5. Multiplexores, Puentes y CSU/DSUs ATM

4.4.5.1. Multiplexores / Concentradores ATM.

Un Multiplexor, o concentrador, toma múltiples interfaces ATM como entrada y las concentra en una interface ATM única. Un conmutador también puede ejecutar el multiplexaje; sin embargo, los multiplexores son usualmente menos caros que los conmutadores a causa de que tiene menos funciones.

4.4.5.2. Dispositivos de puenteo ATM.

Un dispositivo de puenteo encapsula un protocolo puenteado, tal como Ethernet, y emula las funciones del protocolo encapsulado. Estas incluyen las capacidades de auto-aprendizaje y auto-reparación.

4.4.5.3. CSU/DSUs ATM.

Un CSU/DSU (Channel Service Unit/Digital Service Unit) ejecuta la conversión desde una interface HSSI DTE/DCE operando arriba de 50 Mbps utilizando el protocolo ATM DXI basado en tramas a una interface ATM UNI.

4.5. EL CONMUTADOR LIGHTSTREAM 1010.

El Conmutador LightStream 1010 (Figura 4.6) es un Sistema Cisco de la siguiente generación de conmutadores ATM para grupo de trabajo y despliegue de backbone campus. Incorporando soporte para las últimas especificaciones del Foro ATM y construyendo en el sistema IOS (Internetwork Operating System) del Sistema Cisco, el LightStream 1010 ofrece la más completa, y sofisticada característica de colocar cualquier conmutador ATM

en su clase. También ofrece el funcionamiento, escalabilidad y la fuerza requerida para el despliegue de producción de ATM.

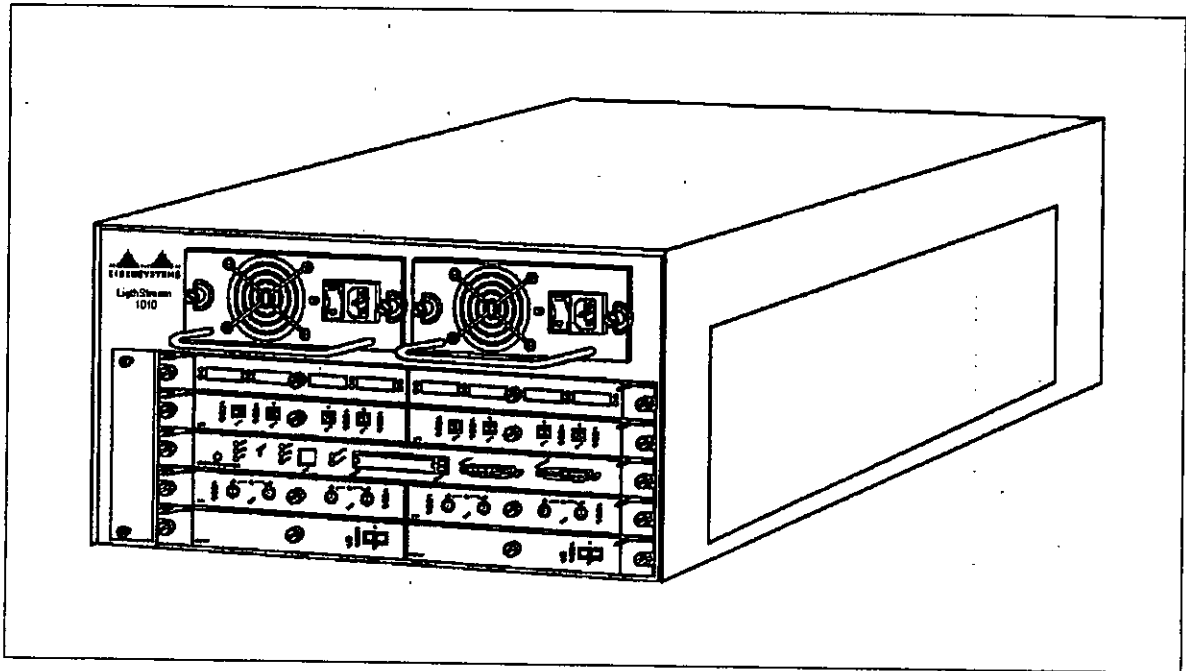


Figura 4.6. Conmutador LightStream 1010

El LightStream 1010 usa cinco ranuras, chasis modular presentando la opción de dual, tolerante de fallas, carga compartida de suministro de energía. La ranura central en el LightStream 1010 está dedicado a un único campo reemplazable de módulo ASP (ATM switch processor) que soporta 5 Gbps de memoria compartida y conmutador completamente non-blocking. El ASP también soporta la tarjeta principal y el procesador de alta ejecución RISC. que provee la inteligencia central para el dispositivo. Las ranuras sobrantes soportan cuatro módulos de acarreos intercambiables (CAMs). Cada CAM soporta dos módulos de adaptadores de puertos intercambiables (PAMs) para un máximo de ocho PAMs por conmutador, soportando una amplia variedad de interfaces de terminal, backbone y área ancha.

El conmutador LightStream 1010 provee conexiones ATM conmutadas a estaciones de trabajo individuales, servidores, segmentos LAN, u otros conmutadores ATM y ruteadores

usando fibra óptica, UTP y cable coaxial. El conmutador LightStream 1010 puede acomodar 32 puertos de conmutación ATM OC-3 en un rack estándar de 19 pulgadas.

El LightStream 1010 tiene las siguientes características:

- ⇒ Interface UNI para ambos lados, la red y los usuarios.
- ⇒ Interface NNI entre conmutadores.
- ⇒ Soporta los siguientes tipos de conexiones:
 - Conexiones permanentes de canal virtual (PVCCs)
 - Conexiones permanentes de ruta virtual (PVPCs)
 - Conexiones permanentes flexibles de canal virtual (SPVCCs)
 - Conexiones permanentes flexibles de ruta virtual (SPVPCs)
 - Conexiones conmutadas de canal virtual (SVCCs)
 - Conexiones conmutadas de ruta virtual (SVPCs)
 - Rutas virtuales (VP)
 - Conexiones ATM de punto a punto
 - Conexiones ATM de punto a multipunto
- ⇒ Administración de OAM (Operation, Administration and Maintenance)
- ⇒ Administración de recursos para soportar las siguientes categorías de servicio:
 - CBR (Constant bit rate)
 - VBR (Variable bit rate)
 - ABR (Available bit rate)
 - UBR (Unspecified bit rate)
- ⇒ Interface ILMI (Interim Local Management Interface) según el UNI 3.0/3.1
- ⇒ Protocolo de señalamiento ATM UNI para usuario y red según el UNI 3.0/3.1
- ⇒ Protocolos de señalamiento ATM NNI:
 - IISP (Interim Interswitch Signaling Protocol) como lo define el Foro ATM
 - PNNI (Private Network-Network Interface) un lanzamiento preestándar del Foro ATM PNNI que soporta un grupo único igual

- ⇒ Emulación LAN como se define en el Foro ATM de Emulación LAN sobre ATM versión 1.0
- ⇒ ATM y otros MIBs (Management Information Bases) aplicables
- ⇒ Dispositivo en banda de administración de la red usando IP sobre ATM con el protocolo SNMP (Simple Network Management Protocol)
- ⇒ Dispositivo fuera de banda de administración de la red usando puertos de Ethernet y de una consola
- ⇒ Interface CLI (Command Line Interface) en el RS-232 y Telnet
- ⇒ Software de Carga/Descarga código de imagen
- ⇒ Puerto de snooping

Soporta las Siguietes interfaces:

- ⇒ 155 Mbps:
 - Cable multimodo de fibra óptica SONET
 - Cable modo único de fibra óptica SONET
 - Cable UTP
- ⇒ Cable coaxial DS-3 a 45 Mbps
- ⇒ Cable coaxial E-3 a 34 Mbps
- ⇒ Cable modo único de fibra óptica SONET OC-12 a 622 Mbps

★ APLICACIONES DEL LIGHTSTREAM 1010.

El conmutador ATM LightStream 1010 puede adaptar 32 puertos ATM conmutados OC-3 en un rack estándar de 19 pulgadas. El chasis del LightStream 1010 tiene cinco ranuras. La ranura de enmedio (número 2) es usada para el ASP, el cuál provee la conmutación en la capa 2, con administración local y remota.

En la siguiente Figura 4.7 se muestra un ejemplo de la configuración de una red usando el conmutador ATM LightStream 1010 en un alto desempeño de grupo de trabajo.

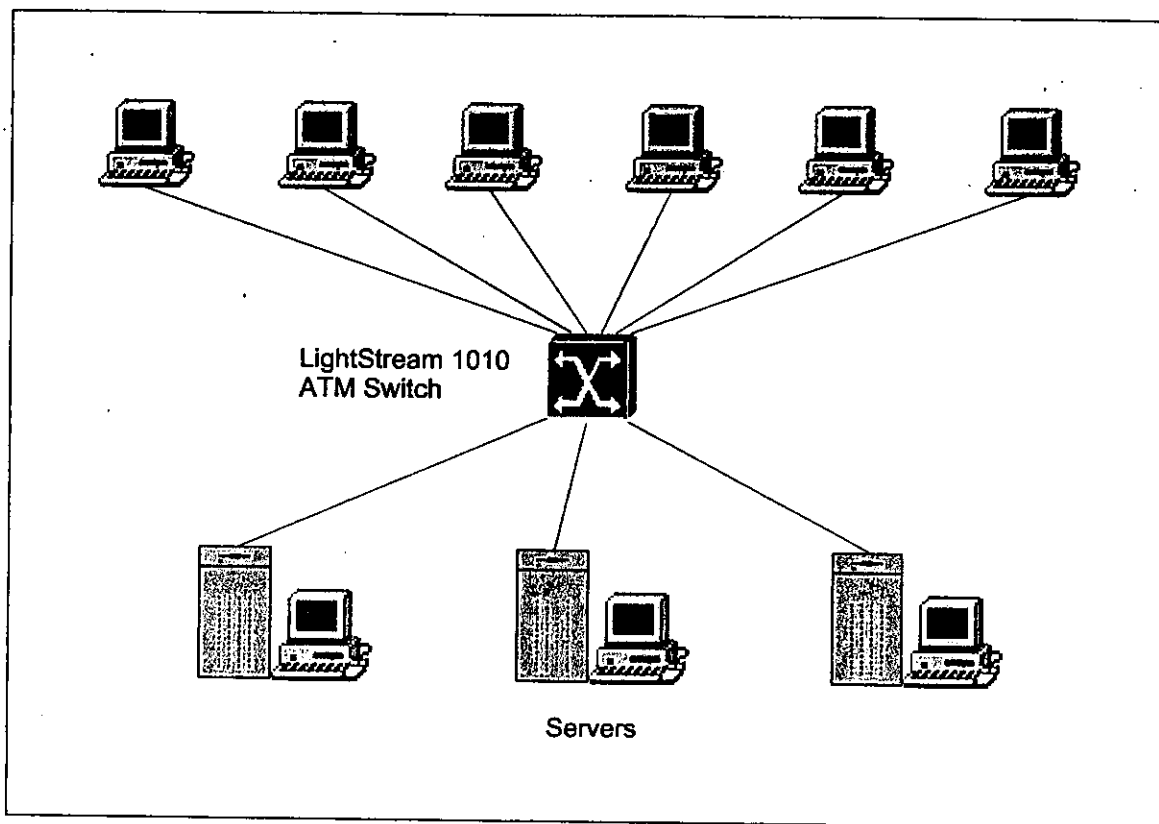


Figura 4.7. Ejemplo de configuración del LightStream 1010 en un Grupo de Trabajo

En la siguiente Figura 4.8 muestra un ejemplo de la configuración de una red usando el conmutador ATM LightStream 1010 para un backbone campus.

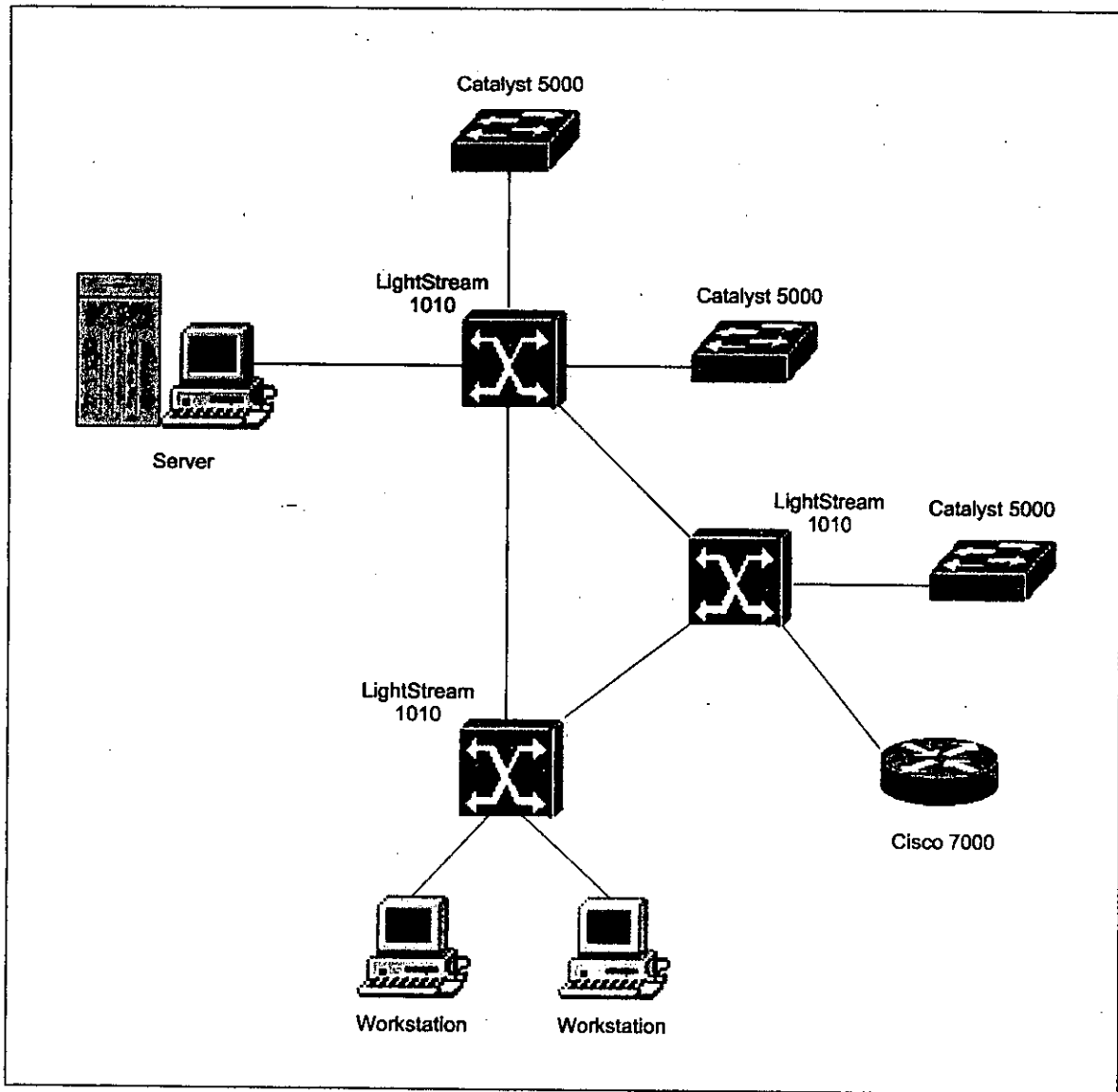


Figura 4.8. Ejemplo de configuración del LightStream 1010 en un Backbone

En la Figura 4.9 muestra un ejemplo de la configuración de una red usando el conmutador ATM LightStream 1010 en una red de multisitios.

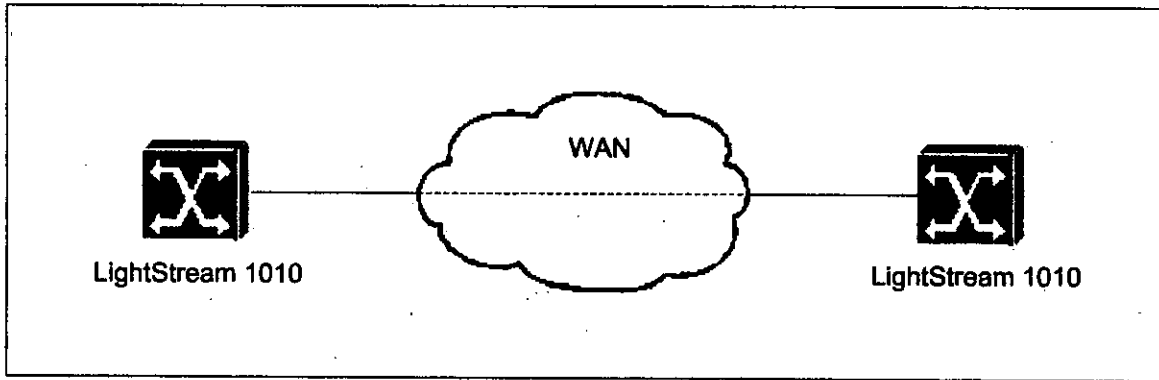


Figura 4.9. Ejemplo de configuración del LightStream 1010 en una Red Multisitios

En la siguiente Figura 4.10 muestra un ejemplo de la configuración de una red usando el conmutador ATM LightStream 1010 en una Red LANE (LAN Emulation).

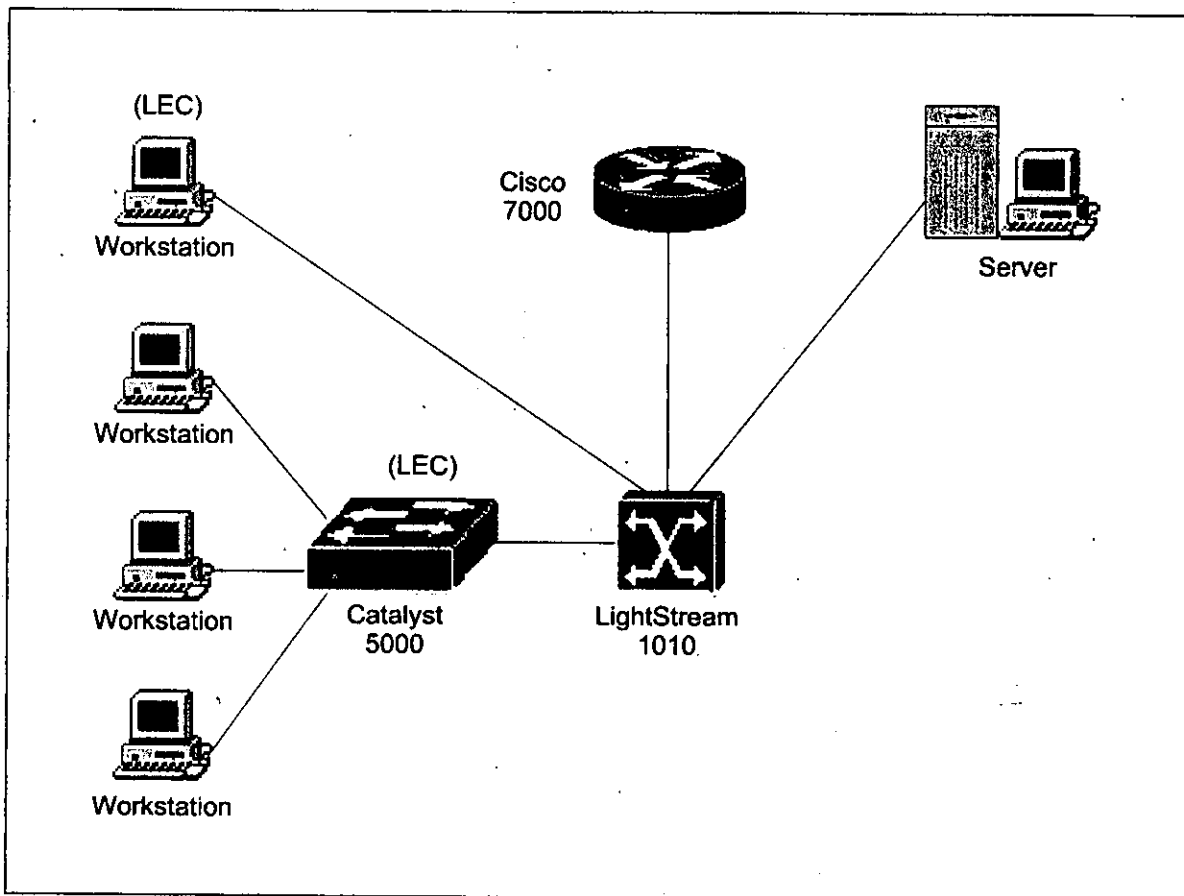


Figura 4.10. Ejemplo de configuración del LightStream 1010 en una Red LANE

En la siguiente Figura 4.11 muestra un ejemplo de la configuración en la cuál los conmutadores privados forman una red privada interconectada sobre VPs permanentes. Estos VPs proveen líneas lógicas a través de una red pública.

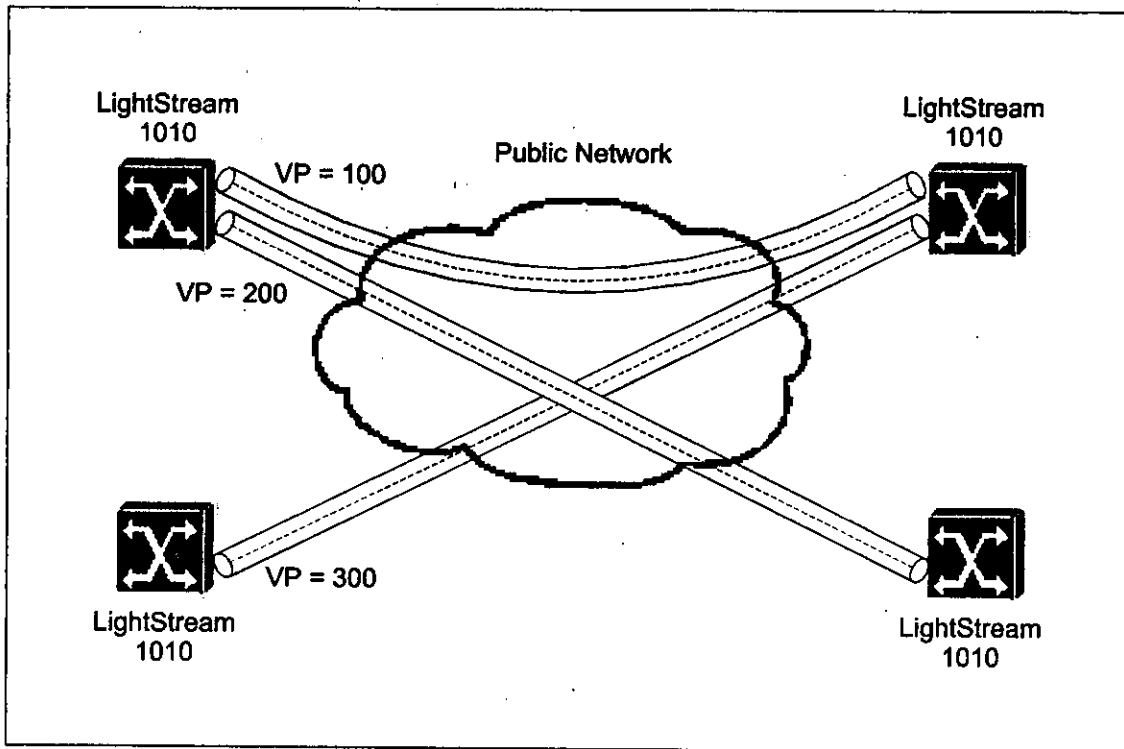


Figura 4.11. Ejemplo de Túneles VP con el LightStream 1010

★ FUNCIONES DEL LIGHTSTREAM 1010.

El LightStream 1010 puede ser implementado para conmutar celdas en una red ATM como:

- Direccionamiento ATM y Operación Plug-and-Play
- Señalamiento ATM
- Ruteo ATM
- Administración Avanzada de Tráfico
- Soporte de Operación, Administración y Mantenimiento

- Emulación LAN
- Clásico IP sobre ATM
- Administración de la red
- Compatibilidad con los estándares de ATM

4.6. EL CONMUTADOR CATALYST 5000.

El conmutador Catalyst serie 5000 (Figura 4.12) proporciona alta densidad para Ethernet conmutado para ambos la instalación del gabinete y las aplicaciones de datos céntricos. El conmutador contiene un único integrado de 1.2 Gigabits por segundo (Gbps) backplane de conmutación múltiple en la red LAN que soporta Ethernet conmutado de 10 Mbps y 100 Mbps para Fast Ethernet con conexiones backbone a Fast Ethernet, Fiber Distributed Data Interface (FDDI), Copper Distributed Data Interface (CDDI) y Asynchronous Transfer Mode (ATM).

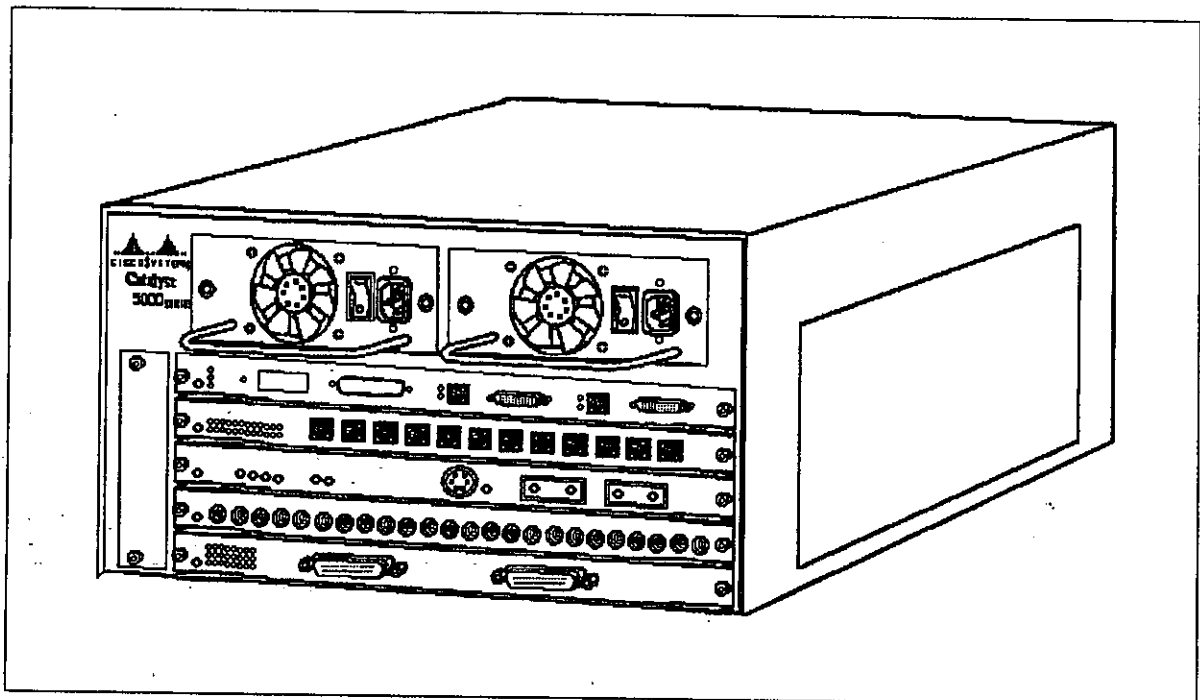


Figura 4.12. Conmutador Catalyst 5000

El conmutador Catalyst serie 5000 proporciona a Ethernet y a Fast Ethernet conexiones conmutadas a estaciones de trabajo individuales, servidores, segmentos de red LAN o a otros conmutadores Catalyst serie 5000 utilizando Shielded twisted pair (STP), unshield twisted pair (UTP) y cable de fibra óptica.

El conmutador Catalyst serie 5000 puede acomodar desde 2 hasta 98 interfaces Ethernet conmutado en un rack estándar de 19 pulgadas. El chasis del Catalyst 5000 contiene 5 ranuras. La primera ranura es usada por el módulo supervisor, el cuál proporciona conmutación en la capa 2, administración local y remota, e Interfaces Fast Ethernet duales. Las cuatro ranuras sobrantes pueden ser usadas para cualquiera combinación de Ethernet, Fast Ethernet, FDDI/CDDI y módulos ATM.

La Figura 4.13 y la Figura 4.14 muestran ejemplos de configuraciones usando el Conmutador Catalyst serie 5000.

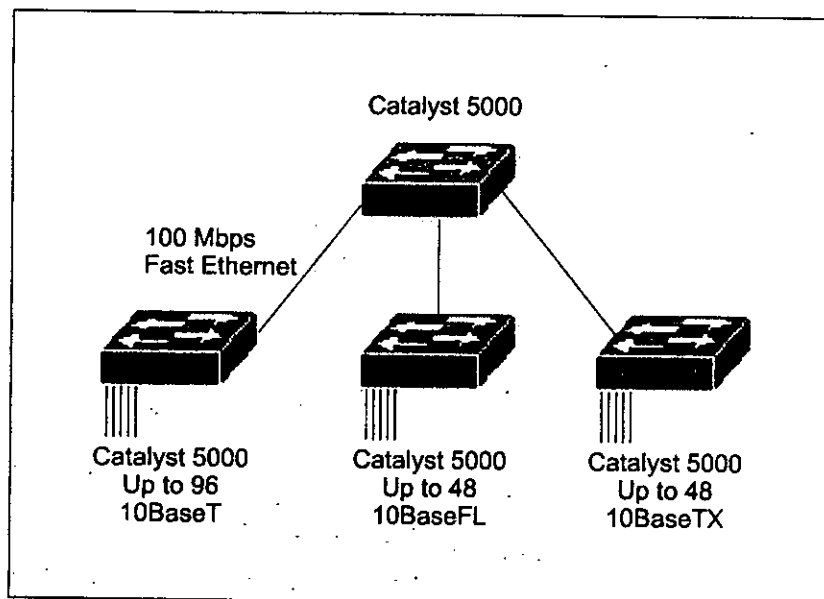


Figura 4.13. Conmutadores en Cascada usando Interfaces Fast Ethernet en el Módulo Supervisor

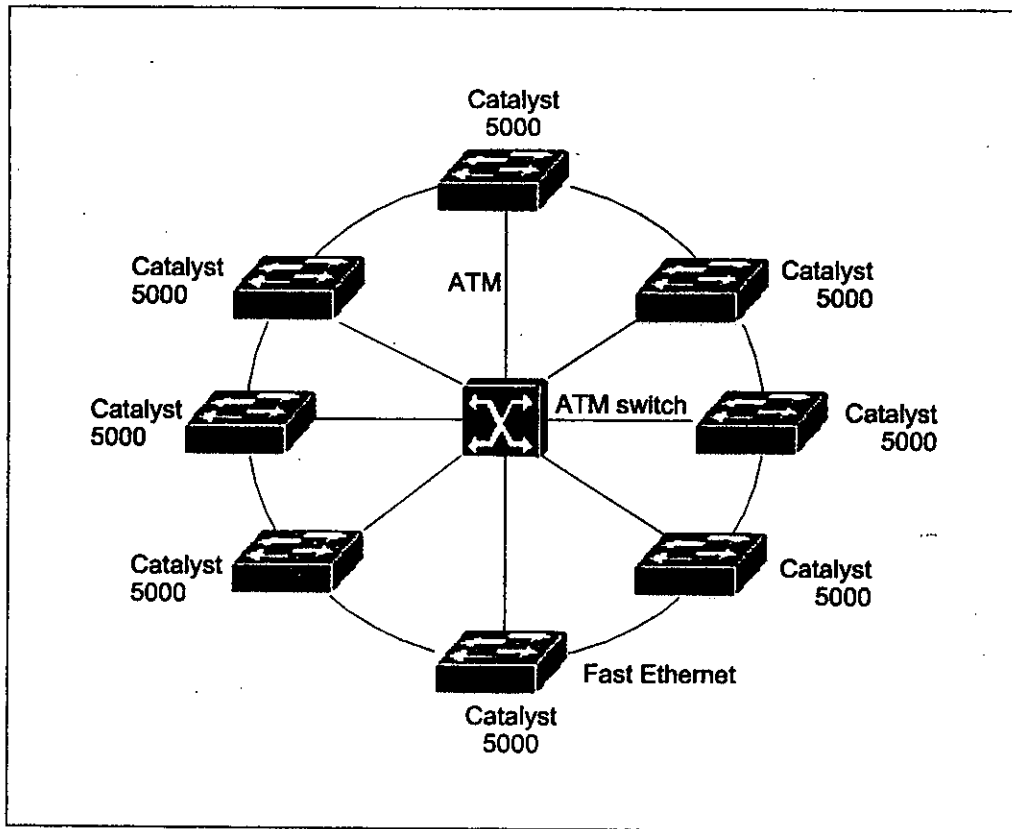


Figura 4.14. Fast Ethernet como un Respaldo para los enlaces ATM

El uso de la conmutación de la capa 2 previene enviar paquetes entre dos puertos conmutados a transmitirlos a otros puertos conmutados. Previene tráfico externo a través de interfaces conmutadas aumentando el ancho de banda sobre todas las redes.

La ejecución puede ser más forzada por la limitación del tráfico a través del uso de redes virtuales de área local (VLANs) que permiten la transmisión de tráfico entre estaciones pertenecientes a la misma VLAN mientras bloquea el tráfico de otros. Las VLANs pueden ser usadas para proporcionar barreras de seguridad o cercas de fuego (firewalls), entre estaciones que están físicamente conectadas por medio del mismo conmutador.

Típicamente, las interfaces de Ethernet son usadas para conectar estaciones de trabajo y servidores, mientras las interfaces de Fast Ethernet conectan a estaciones de trabajo,

servidores, conmutadores y ruteadores. Las conexiones múltiples de Fast Ethernet pueden ser usadas para conectar conmutadores en múltiples pisos o edificios en un campus, o para crear enlaces de respaldo para otros conmutadores a través de la red.

Las interfaces de Ethernet y de Fast Ethernet en el conmutador Catalyst serie 5000 pueden ser usadas para conectar servidores de red y estaciones de trabajo de nueva generación o para interconectar múltiples conmutadores Catalyst serie 5000, como se muestra en la Figura 4.13. El conmutador Catalyst serie 5000 puede también ser usado para extender las redes existentes que requieran capacidad adicional.

El conmutador Catalyst serie 5000 proporciona las siguientes características:

- ◆ EARL (Encoded Address Recognition Logic): Reconocimiento Lógico de Dirección Codificada.
- ◆ VLAN (Virtual Local Area Network): Red Virtual de Área Local.
- ◆ Trunk Connections: Conexiones en Línea.
- ◆ ISLs (Inter-Switching Links): Conexiones de Interconmutación.
- ◆ Spanning-Tree Protocol: Protocolo Spanning-Tree.
- ◆ Network Management: Administración de la Red
 - SNMP (Simple Network Management Protocol): Protocolo de Administración de Red Única.
 - CDP (Cisco Discovery Protocol): Protocolo de Descubrimiento de Cisco.

★ EARL (Encoded Address Recognition Logic).

El EARL es una costumbre en componentes de Cisco, en este caso el conmutador Catalyst serie 5000 que es similar en función a los puentes de conocimiento o al contenido direccionable en memoria (CAM) usado sobre otros sistemas. El EARL automáticamente aprende las direcciones fuente MAC y las guarda en una tabla de direcciones RAM con

VLAN y la información de puertos. El EARL entonces usa la información aprendida para ejecutar operaciones altas sobre las direcciones de destino (DAs) para obtener la información del puerto para ser usado para dirigir el paquete.

★ **VLAN (Virtual Local Area Network).**

Una red LAN virtual es un grupo lógico de estaciones de término, independiente de su localización física, con un conjunto común de requerimientos.

La característica de la VLAN es que puede enormemente simplificar el añadir, mover y cambiar a las redes.

Cuando una estación final es físicamente movida a una nueva localización, sus atributos pueden ser reasignados a la consola de administración de la red. Cuando la estación es movida dentro de la misma VLAN, retiene sus atributos previamente asignados en su nueva localización. Cuando la estación es movida a una diferente VLAN, los atributos de la nueva VLAN son aplicados a la estación, dependiendo de los niveles de seguridad de ese lugar. Las VLANs también proporcionan barras de seguridad o firewalls, entre estaciones que están físicamente conectadas.

Una VLAN también puede ser considerada como un dominio broadcast. Solo las estaciones finales dentro la VLAN reciben un paquete broadcast desde dentro de la VLAN.

Actualmente, el conmutador Catalyst serie 5000 soporta un puerto céntrico en la configuración VLAN. Todos los puertos en un segmento pertenecen a la misma VLAN y son asignados al mismo ID VLAN.

Las VLANs son similares para los grupos en puente con el conmutador Catalyst serie 1200.

Los conmutadores Catalyst serie 5000 pueden ser conectados a otros conmutadores y a ruteadores usando interfaces de alta velocidad parecido como el Fast Ethernet y FDDI. Las VLANs que han sido implementadas sobre los conmutadores son preservadas sobre estas conexiones llamadas líneas (trunks). Esta línea es un canal de comunicaciones entre dos puntos que implica un enlace primario en una red.

★ Trunk Connections

Una conexión en línea es un enlace físico entre los conmutadores Catalyst serie 5000 y los ruteadores que llevan múltiples enlaces lógicos por las VLANs. El conmutador Catalyst serie 5000 proporciona un medio de multiplexación arriba de 1000 VLANs entre conmutadores y ruteadores usando el protocolo Inter-Switch Link (ISL).

Usted puede escoger conexiones de cobre de bajo costo o gran distancia en fibra óptica para estas líneas.

★ ISL (Inter Switch Links).

Cualquier puerto Fast Ethernet puede ser configurado como una línea ISL. Los puertos Fast Ethernet usan el protocolo spanning-tree sobre todas las VLANs que sean llevadas a través de la línea para detectar y romper lazos. La línea ISL puede tomarse como una continuación sobre el backplane conmutado.

La Figura 4.15 muestra un ejemplo de una configuración en línea. Los usuarios conectarán los conmutadores uno con otro y a los ruteadores usando interfaces de alta velocidad, tales como Fast Ethernet, FDDI y ATM. Si las VLANs han sido implementadas sobre los conmutadores, entonces las VLANs deben ser conservadas sobre estas conexiones.

El Catalyst serie 5000 proporciona un medio de multiplexación arriba de 1024 VLANs entre conmutadores y ruteadores usando:

- ◆ Emulación LAN sobre ATM.
- ◆ 802.10 sobre FDDI.
- ◆ ISL (Inter – Switch Link) sobre Fast Ethernet.

Los usuarios pueden usar cualquier combinación de estas tecnologías backbone para formar empresas amplias de VLANs.

Los usuarios pueden escoger conexiones de cobre de bajo costo o gran distancia en fibra óptica para estas líneas.

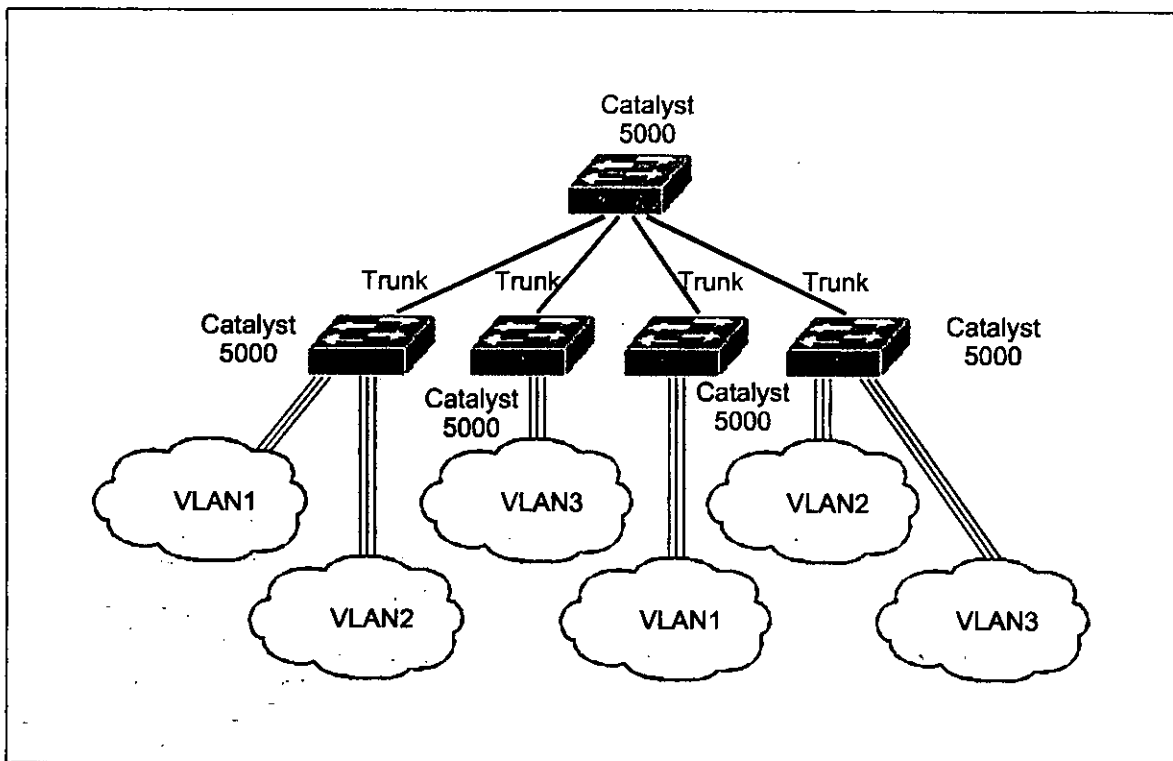


Figura 4.15. Ejemplo de la Configuración en Línea

★ LAN Emulation.

Los módulos de interfaces de emulación LAN ATM del conmutador ATM Catalyst serie 5000 conmuta LANs a través de una red ATM. Esto provee a los usuarios de la red LAN con accesos a los servicios basados en ATM. La emulación LAN extiende una red VLAN a través de la red estableciendo conexiones de circuitos virtuales ATM punto a punto entre los usuarios de la misma VLAN. Refiriéndose a la Figura 4.16 para ver un ejemplo de la configuración de la emulación de una red LAN ATM.

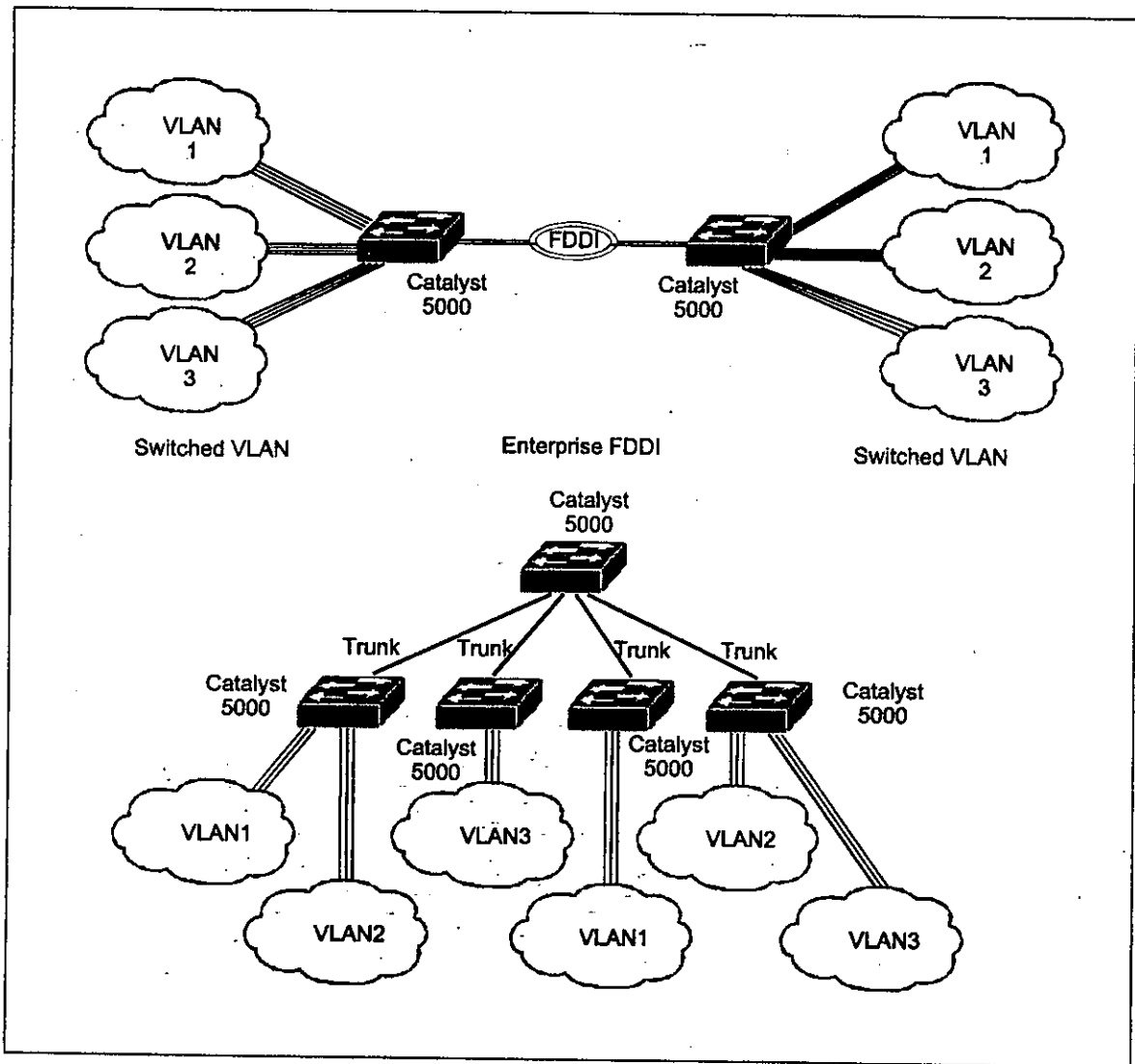


Figura 4.16. Ejemplo de Emulación LAN

★ 802.10 FDDI.

Los módulos FDI/CDDI del conmutador Catalyst serie 5000 con módulos FDDI/CDDI integra una LAN Ethernet conmutada a la red FDDI. Las redes virtuales LANs pueden ser extendidas a través de la red FDDI por multiplexación conmutada VLANs sobre la interface FDDI usando la especificación IEEE 802.10b. Cada paquete comprende un identificador VLAN que puede ser interpretado por el módulo FDDI y enviado al destino final.

★ Spanning - Tree Protocol.

El conmutador Catalyst serie 5000 usa el protocolo spanning-tree de la especificación IEEE 802.1d con el protocolo spanning-tree sobre todo a 10 Mbps y a 100 Mbps con interfaces Ethernet. El protocolo spanning-tree detecta y rompe lazos para bloquear algunas conexiones que serán activadas en el suceso de una falla. Una separación corriendo en el protocolo spanning-tree dentro de cada una de las 1024 VLANs, asegurando las topologías Ethernet legales a través de la red.

El protocolo spanning-tree soporta estados como los siguientes:

- ◆ Disabled (Inhabilitar)
- ◆ Forwarding (Envío)
- ◆ Learning (Aprendizaje)
- ◆ Listening (Atendiendo)
- ◆ Blocking (Bloqueando)

El estado para cada VLAN es inicialmente determinado por la configuración y es modificado después por el proceso del protocolo spanning-tree. Después el estado del

puerto a la VLAN es determinado, la especificación del puente 802.1D determina si el puerto enviará o bloqueará paquetes.

Usted puede diseñar conexiones tolerantes a fallas usando solo Ethernet o en combinación con otras topologías. Refiriéndose a la Figura 4.17, Figura 4.18 y Figura 4.19 para ejemplos del protocolo spanning-tree.

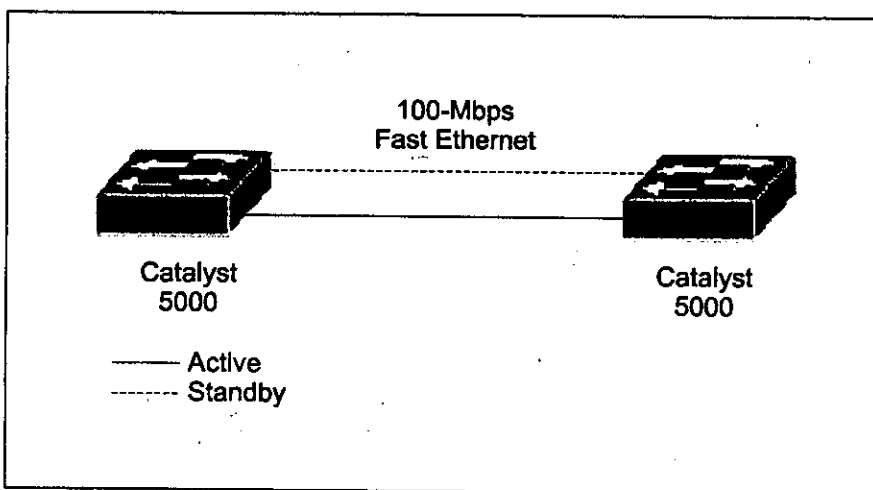


Figura 4.17. Ejemplo de una Topología de Fast Ethernet Tolerante a Fallas

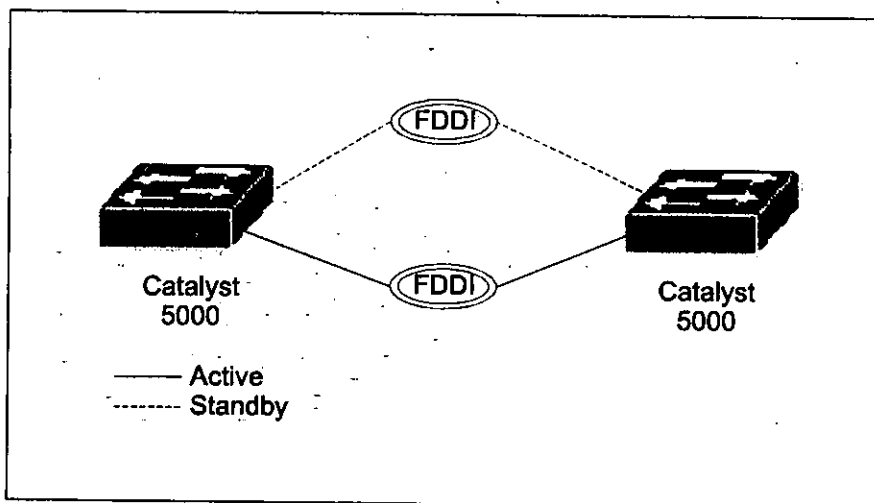


Figura 4.18. Ejemplo de una Topología FDDI Tolerante a Fallas

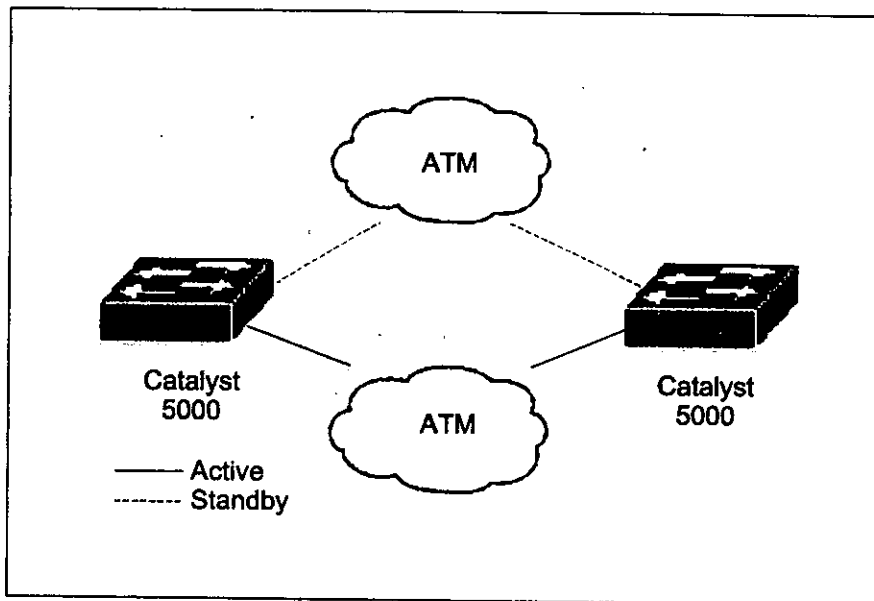


Figura 4.19. Ejemplo de una Topología ATM Tolerante a Fallas

★ **Network Management.**

Usted puede acceder a la interface de administración del conmutador Catalyst serie 5000 desde una consola terminal conectada directamente o también puede ser un módem a la interface EIA/TIA-232 sobre el módulo supervisor de la máquina. Alternamente, usted puede acceder a la interface administrativa usando el protocolo SNMP, Telnet y el protocolo Trivial File Transport (TFTP).

*** CARACTERÍSTICAS DEL HARDWARE.**

El conmutador Catalyst serie 5000 proporciona las siguientes características del hardware:

- El chasis cuenta con 5 ranuras montados en un rack con un ranura dedicada al módulo supervisor de máquina y en las siguientes cuatro ranuras cualquier combinación de los módulos de conmutación intercambiables:
 - Módulo supervisor de máquina. (Supervisor Engine Module).
 - Módulo de conmutación de Fast Ethernet. (100BaseTX 12 Port), (Fast Ethernet Switching Module).
 - Módulo de conmutación de Ethernet (10BaseT 24 Port), (Ethernet Switching Module).
 - Módulo de conmutación de Ethernet (10BaseT 24 Port), (Ethernet Switching Module).
 - Módulo de conmutación de Ethernet (10BaseFL 12 Port), (Ethernet Switching Module).
 - Módulo de Emulación de red LAN ATM (Single-Mode y Multimode Fiber), (ATM LAN Emulation Module)
 - Módulo de Emulación de red LAN ATM (UTP).
 - Módulo SMF de FDDI (Single-Mode Fiber)
 - Módulo CDDI.
- Suministro de poder redundante de intercambio.
- Ventilador dual intercambiable en una bandeja de ventilador.

El intercambio le permite agregar, reemplazar o mover módulos de conmutación sin interrumpir la corriente del sistema o ordenes de información a cualquier consola. La opción de redundancia de corriente proporciona carga compartida de suministro de energía que mantiene la entrada de corriente sin la interrupción si un suministro falla. El medio de monitoreo y las funciones de reporte le permite mantener la operación normal del sistema para resolver condiciones prioritarias contrarias al medio para la pérdida de operación. Si

las condiciones alcanzan umbrales críticos, el sistema se apaga para evitar daños en el equipo por excesos de calor o corrientes eléctricas. El software descargable y Flashcode le permite a usted cargar nuevas imágenes dentro de la memoria Flash remotamente, sin tener acceso físicamente al conmutador y producir mejoras del sistema rápidas y seguras.

*** ARQUITECTURA DEL SISTEMA.**

Aquí se describe la interacción de los componentes usados en el sistema para la conmutación de los paquetes a través del conmutador Catalyst serie 5000, en la Figura 4.20 se muestra el diagrama a bloques de la arquitectura del sistema e ilustra la operación general del conmutador.

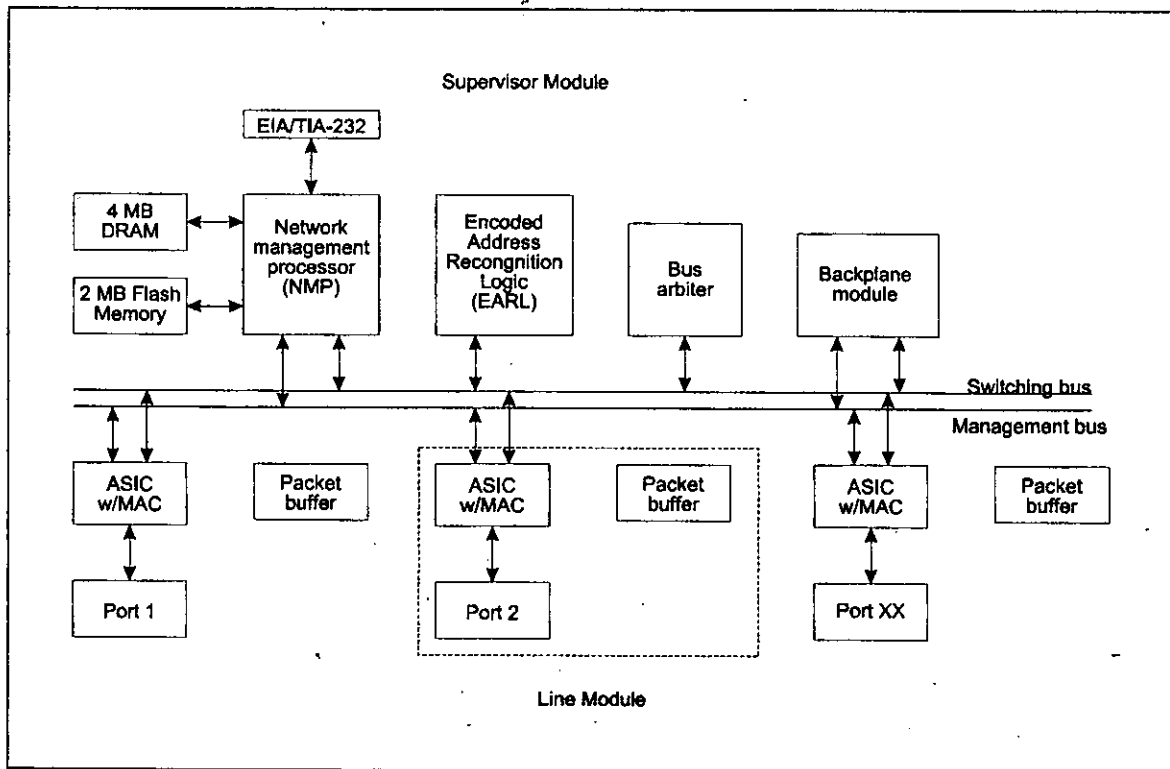


Figura 4.20. Arquitectura del Sistema Catalyst 5000

Aquí se observa la transmisión de los datos a través del Catalyst serie 5000 como sigue:

1. Los paquetes son recibidos en los puertos sobre los módulos de interface y transferidos en el buffer de paquetes.
2. Una vez que el paquete entero es recibido y almacenado en el buffer de paquete, el circuito integrado de aplicación específica (ASIC) envía una petición al bus principal, para transmitir los paquetes a través del bus de conmutación de alta velocidad. El ASIC es parte de la interface del puerto que incluye cuatro canales controladores directos de acceso a memoria, MAC, interface CPU y buffers de paquetes. Cada puerto tiene su propia interface de puerto.
3. El bus principal iniciará la transferencia de datos a través del ASIC durante el ciclo próximo. Todos los paquetes almacenados en el buffer serán transmitidos a través del backplane de conmutación de alta velocidad a menos que el puerto de destino cancele la transmisión.
4. Todos los puertos recibirán los paquetes y comenzarán a guardarlos en su buffer de paquete.
5. Si el EARL identifica un puerto específico como el puerto destino, entonces el puerto de destino será instruido para transmitir los paquetes y los otros puertos limpiarán sus buffers.
6. Si la dirección de destino no es reconocida o es una dirección broadcast o multicast, entonces los paquetes son enviadas a todos los puertos.

CONCLUSIONES.

Como se ha visto en el presente trabajo, puede darse cuenta de que los sistemas de comunicación son un gran avance dentro de todo el mundo, el uso de esta tecnología brinda grandes ventajas para transportar la información con la que se trabaja, por esto mismo en la actualidad es conveniente el tenerla en cuenta, ya que en un futuro no muy lejano será una de las más grandes e importantes tecnologías.

También se puede observar que hay mayor calidad de transmisión y fácil acceso de voz, video y datos, pues esto representa uno de los más grandes retos para todas aquellas personas relacionadas con este tipo de servicios. El Modo de Transferencia Asíncrono (ATM) resulta ser la solución con mayor futuro para lograr crear una red que proporcione esos resultados, sus características demuestran las grandes ventajas sobre otros protocolos, debido principalmente a la reducción a gastos a través de la eliminación de enlaces múltiples y de una mayor eficiencia y simplicidad en los servicios.

Sin temor a cometer una equivocación, se puede tener la seguridad de que el presente trabajo es muy importante por la información recopilada y la explicación breve y concisa sobre este tema.

ATM es ampliamente aceptado como la base tecnológica para la próxima generación de las comunicaciones a nivel global. Proporciona el marco adecuado para el desarrollo de los requisitos en tiempo real de las aplicaciones multimedia, a la vez que proporciona compatibilidad con las necesidades actuales de aumentar el ancho de banda disponible.

Una cosa muy importante es que se consiguen velocidades de hasta 2.5 Gigabits/segundo sobre medios de transmisión compuestos por fibra óptica. Al llegar a esa velocidad se implementarán redes que soportarán velocidades de transmisión de 34, 140, 155 y 622 Megabits/segundo.

De lo anterior se concluye que ATM representa la respuesta tecnológica a la necesidad de redes digitales con gran capacidad para soportar la demanda de las nuevas aplicaciones multimedia y se perfila como el estándar de transmisión para la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (RDSI-BA o B-ISDN en inglés).

GLOSARIO

A

AAL (ATM Adaptation Layer): Capa de Adaptación ATM. Capa Estándar que permite múltiples aplicaciones para tener información convertida hacia/desde las celdas ATM.

AAL-1 (ATM Adaptation Layer 2): Capa de Adaptación ATM Clase 1. Funciones AAL para soportar velocidad constante, tráfico dependiente del tiempo, tal como voz y vídeo.

AAL-2 (ATM Adaptation Layer 2): Capa de Adaptación ATM Clase 2. Este soporta transmisión de vídeo para velocidad variable.

AAL-3/4 (ATM Adaptation Layer 3/4): Capa de Adaptación ATM Clase 3/4. Funciones AAL para soportar velocidad variable, tolerante a retardos de tráfico con petición de soporte de detección de errores y/o secuencia. Originalmente eran dos tipos, con y sin conexión, los cuales han sido combinados.

AAL-5 (ATM Adaptation Layer 5): Capa de Adaptación ATM Clase 5. Funciones AAL para soportar velocidad variable, tolerante a retardos de tráfico orientado a conexión requiriendo la mínima secuencia o con soporte de detección de error.

ABR (Available Bit Rate): Servicio de la capa ATM que depende de la disponibilidad del ancho de banda de acuerdo a las características de la red.

Ancho de Banda (Bandwidth): Gama de frecuencias que pasa por un circuito. Cuatro mayor que el ancho banda, se puede enviar más información por el circuito en un lapso determinado.

ANSI (American National Standards Institute): Instituto Nacional Estadounidense de Normas.

ASCII (American Standard Code of Information Interchange): Código de siete niveles (128 caracteres posibles) con previsión para paridad, usado para la transferencia de datos.

Asíncrono: Método de transmisión de datos que permite enviar caracteres en intervalos irregulares, cada uno con un bit de inicio y otro final.

ATM (Asynchronous Transfer Mode): Implementación normalizada (por la ITU-T) de "Cell Relay", una técnica de conmutación de paquetes que utiliza paquetes (celdas) de longitud fija. Es asíncrono en el sentido de que un usuario determinado no es periódicamente.

B

Backbone: Red Principal.

Banda Base (*Base Band*): Se refiere a la transmisión de una señal analógica o digital en su frecuencia original, sin modificada por modulación.

BPS (*BPS – Bit per Second*): Bits por segundo. Medida de la velocidad de transmisión de datos en la transmisión serie.

Bridge (*Puente*): Dispositivo que interconecta redes LAN en la Capa de Enlace de Datos, OSI Filtra y retransmite tramas según las direcciones a nivel MAC.

Broadband: Tecnología de banda ancha que soporta voz, vídeo y datos usando quizás múltiples canales.

Broadcast: Transmisión a todas las direcciones o funciones.

B-ISDN: (*Broadband ISDN – RDSI en Banda Ancha*): La próxima generación de ISDN (RDSI) diseñada para transportar información digital, voz y vídeo. El sistema de conmutación es ATM, y SONET o SDH el medio de transporte.

Bus: Vía o canal de transmisión. Típicamente, un bus es una conexión eléctrica de uno o más conductores, en el cual todos los dispositivos ligados reciben simultáneamente todo lo que se transmite.

C

Cable Coaxial: Cable compuesto por un conductor central de cobre sólido aislado eléctricamente de un blindaje que puede ser también sólido o en forma de malla y que rodea al núcleo para protegerlo de la interferencia electromagnética externa. El espacio entre los dos conductores lo ocupa un dieléctrico aislante. Aplicados a los sistemas locales de cableado para la transmisión de datos.

CAC (*Connection Admission Control*): Control de Admisión para Conexión. Es definido como el conjunto de acciones tomadas por la red durante la fase de establecimiento de llamada (o durante la fase de renegociación de llamada) para determinar si una petición de conexión puede ser aceptada o debería ser rechazada (o si una petición para reasignación puede ser acomodada).

CBR (*Constant Bit Rate*): Velocidad de Bits Continua. Servicio ATM cuyo ancho de banda es constante, sirve para transportar vídeo o voz, los cuales requieren un control de tiempo riguroso y parámetros de ejecución.

CCITT (*Comité Consultor Internacional de Telegrafía y Telefonía*): Comité asesor internacionales de transmisión. (Denominado actualmente ITU-T).

Celda: Agrupamiento lógico de información que incluye un encabezado y, normalmente, datos del usuario. Es de longitud fija, generalmente pequeña, en ATM de 53 bytes.

CELL RELAY (*Transmisión por celdas*): Tecnología de redes basada en el uso de pequeños paquetes de tamaño fijo, llamados celdas.

CLP: Prioridad de Pérdida de Célula, campo de la célula ATM. Si es 0, indica mayor prioridad.

Conexión Punto a Punto: Conexión entre dos dispositivos únicamente.

Conexión Multipunto: Conexión entre más de dos dispositivos.

Conmutación de Paquetes (*Packet Switching*): Técnica de transmisión de datos que divide la información del usuario en envoltentes de datos discretas llamadas paquetes y la envía.

Connectionless (*Orientado sin Conexión*): Se refiere a la habilidad de enviar información sin un previo establecimiento de conexión.

CPCS (*Common Part Convergence Sublayer*): Subcapa de Convergencia Parte Común del modelo ATM, que permanecen indiferentes al tipo de tráfico.

CRC (*Cyclic Redundancy Check*): Sistema de detección de errores en la transmisión de datos. Se aplica un algoritmo polinómico a los datos, y la suma de verificación resultante se agrega al final de la trama. El equipo receptor ejecuta un algoritmo similar.

CS (*Convergence Sublayer*): Subcapa de Convergencia de los Niveles Superiores del modelo ATM, son procedimientos generales y funciones que convierten entre formatos ATM y los que no son ATM. Se usa también para describir la conversión entre las funciones de protocolos tales como Frame Relay y SMDS y los protocolos de ATM sobre la capa AAL.

CSU (*Channel Service Unit – Unidad de Servicio de Canal*): Equipo de propiedad del usuario, instalado en el local del usuario en la interface las líneas de la empresa telefónica como terminación de un circuito T1. Los CSU brindan protección a la red y capacidades diagnósticas.

D

Datagrama IP: Los segmentos (información) creados por TCP son encapsulados por IP, y a esta encapsulación se le llama *datagramas* IP.

Dirección Internet (*Internet Address*): También denominada IP Address. Dirección de 32 bits independiente del hardware que se asigna a computadoras centrales bajo el conjunto de protocolos TCP/IP.

DNS (*Domain Signal Level 3*): Señal Digital de jerarquía 3. Término usado para denominar la señal digital de 45 Mbps transportada por una instalación T3.

DQDB (*Distributed Queue Dual Bus*): Estándar para las Redes MAN (IEEE 802.6), consiste en dos buses unidireccionales, en el cual todas las computadoras se conectan.

DS-0 (*Digital Signal, Level 0*): La velocidad de 64 Kbps que es el bloque básico de construcción para las jerarquías Norteamericanas y Europeas.

DS-1 (*Digital Signal, Level 1*): Estándar de señalamiento de Jerarquía Digital Norteamericana para la transmisión a 1.544 Mbps. Este estándar soporta 24 señales simultaneas DS-0. El termino es usado a menudo intercambiamente con T1, aunque las señales DS-1 pueden ser cambiadas sobre otros sistemas de transmisión.

DS-2 (*Digital Signal, Level 2*): Estándar de señalamiento de Jerarquía Digital Norteamericana para la transmisión a 6.312 Mbps que es usado por T2, el cual soporta 96 llamadas.

DS-3 (*Digital Signal, Level 3*): Estándar de señalamiento de Jerarquía Digital Norteamericana para la transmisión a 44.736 Mbps que es usado por T3. DS-3 soporta 28 DS-1 además de encabezados.

DSU (*Digital Service Unit – Unidad de Servicio Digital*): Dispositivo de usuario conectado a un circuito digital (T1 cuando está combinado con una CSU). La DSU convierte la corriente de datos del usuario a formato bipolar para su transmisión.

E

E0: Estándar de transmisión a 64 Kbps.

E1: (Sistema de portadora digital a 2.048 Mbps usado en Europa.). Estándar CCITT (ITU-T) de Transmisión Plesiócrona con velocidad de 2.048 Mbps.

E2: Estándar CCITT (ITU-T) de Transmisión Plesiócrona a 8 Mbps.

E3: (Estándar CCITT (ITU-T) de Transmisión Plesiócrona a 34.368 Mbps.). Norma europea de transmisión digital de alta velocidad que opera a 34.368 Mbps.

Enrutado (*Routing*): Proceso de selección de la vida circuital más eficiente para un mensaje.

Enrutador (*Router*): Dispositivo de la capa 3 OSI que puede decidir cual de varios caminos debe seguir el tráfico de la red, basándose en alguna métrica óptima.

Ethernet: Diseño de red de área local normalizada como IEEE 802.3. Utiliza transmisión a 10 Mbps por un bus coaxial, y el método de acceso CSMA/CD.

ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*): Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeas.

E

FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*): Norma ANSI para enlaces por fibra óptica con velocidades hasta 100 Mbps.

Fibra óptica (*Fiber Optics*): Delgado, filamentos de vidrio o plástico que llevan un haz de luz transmitido (generado por un LED o láser), solucionando los problemas de ruido electromagnético.

FRAME RELAY: Servicio de Transmisión de Datos basado en la Tecnología de conmutación de Tramas.

Frecuencia de verificación de trama (*Frame Check Sequence, FCS*): Cualquier fórmula matemática la cual deriva un valor numérico basado en el patrón de bits del bloque de información transmitido y usa ese valor al término de la recepción para determinar la existencia de cualquier error de transmisión.

Full Dúplex: Circuito o dispositivo que permite la transmisión en ambos sentidos simultáneamente.

G

GATEWAY: Compuerta o servidor de intercomunicación.

Gestión de Testigos: En la Capa de Sesión del Modelo OSI, el usuario/extremo que tenga el testigo, es el que puede realizar la operación requerida.

GFC (*Generic Flow Control*): Control de Flujo Genérico, campo de la célula ATM. Puede ser usado para proveer funciones locales.

H

Half-Dúplex: Circuito o dispositivo que permite la transmisión en ambos sentidos pero no simultáneamente.

HDLC (*High-Level Data Link Control - Control de enlace de datos de alto nivel*): Protocolo internacional estándar definido por la ISO, protocolo de enlace estándar para comunicaciones punto a punto y multipunto.

HEC (*Header Error Control*): Control de error de encabezado, campo de la célula ATM, sirve para checar un error y corregir el contenido del encabezado.

HOST: Computadora principal.

HUB: Concentrador de una Red LAN.

I

IDN (*Integrated Digital Network - Integración de Redes Digitales*): Integración de conmutadores digitales y la transmisión digital para realizar beneficios sinérgicos en costos y desempeño.

IEEE (*Institute Electric 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.

IEEE 802.6: Especificación de la IEEE para las Redes MAN, (ver DQDB).

Internetwork: Conexión de dos o más redes.

Interface de Periférico Serial (*Serial Peripheral Interface, SPI*): Método para evitar colisiones de mensajes, que consiste en determinar las direcciones de cada estación con un número binario de n bits definidos que serán comparados bit por bit (serialmente).

IP (*Internet Protocol*): Protocolo de capa 3 (capa de Red) del conjunto de protocolos TCP/IP, que contiene información de direccionamiento y de control para permitir el enrutamiento de paquetes.

ISDN (*Integrated Services Digital Network - Red Digital de Servicios Integrados*): Servicio previsto por una empresa de comunicaciones que permite transmitir simultáneamente diversos tipos de datos digitales conmutados y voz.

ISO (*International Standard Organization - Organización Internacional de Normas*): Organización Internacional involucrada en la formulación de normas de comunicaciones.

ITU-T: Unión Internacional para las Telecomunicaciones sector telefonía y transmisión de datos.

L

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.

M

MAN (*Metropolitan Area Network*): Red de área metropolitana. En términos generales se refiere a una red que ocupa un área metropolitana, geográficamente mayor que la que ocupa una red LAN, pero menor que la de una red WAN.

Medio de Comunicación Físico: Puede ser fibra Óptica, Coaxial, etc., para realizar la interconexión entre las terminales de la red.

Módem (*Modulator/Demodulator*): Dispositivo usado para convertir señales digitales serie de un DTE transmisor a una señal adecuada para la transmisión por línea telefónica. Reconvierte también la señal transmitida a información digital serie para su aceptación por un DTE receptor.

Modo de Transferencia: Técnica de conmutación y multiplexaje.

Multicasting: La operación de transmisión de una PDU única por una interface fuente donde el PDU alcanza un grupo de uno o más destinos.

Multiplexer (*Multiplexor/Mux*): Dispositivo que permite que dos o más señales transiten y compartan una vía común de transmisión.

N

N-ISDN (*Narrowband-ISDN*): Red digital de Servicios Integrados (RDSI) de banda angosta. Soporta velocidades debajo de 1.5 Mbps.

NNI (*Network - to - Network Interface*): Interfaz entre Conmutadores ATM, definido como la interface entre dos nodos de red.

Nodo (*Node*): Punto de Interconexión a una red.

Número de Canal Lógico (*Logic Channel Number, LCN*): Sirve para identificar las conexiones en la red de los distintos DTE en X.25.

Q

OAM (*Operations Administration and Maintenance*): Un grupo de Funciones de Administración de la Red que proveen a la red indicación de fallas, información de ejecución, y funciones de información y diagnóstico.

Orientado a Conexión (*Connection - Oriented*): Término empleado para describir transferencias de datos posteriores al establecimiento de un circuito. Se debe establecer la conexión antes de enviar la información.

OSI (*Open Systems Interconnection Model*): Modelo de Referencia de siete capas de Red de Comunicaciones, desarrollado por la ISO.

OSPF (*Open Shortest Path First - Abrir primero la trayectoria más corta*): Algoritmo de ruteo para el estado de enlace, el cual es usado para calcular rutas basándose en el número de Ruteadores, velocidad de transmisión, retardos y costo de ruta.

P

PAD (*Packet Assembler/Disassembler*): Ensamblador/Desensamblador de paquetes.

PBX (*Private Branch Exchange*): Conmutador de voz privado.

PCM (*Pulse Code Modulation – Modulación por Codificación de Pulsos*): Procedimiento para adoptar una señal analógica (como la voz) a una corriente digital de 64 Kbps para la transmisión.

PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*): Jerarquía Digital Plesiócrona , fue desarrollada para llevar voz digitalizada sobre UTP más eficientemente.

PDU (*Protocol Data Unit*): Unidad de información del protocolo, es un mensaje de un protocolo dado comprimiendo la información y la información de control del protocolo específico, contenido en el encabezado.

Protocolo (*Protocol*): Conjunto de reglas y formatos (semántica y sintáctica) que determina el funcionamiento de la comunicación de las entidades de las capas en la ejecución de las funciones de las capas.

PT (Payload Type): Campo de la célula ATM, que discrimina entre celdas que llevan información de administración y celdas que llevan información de usuario.

PVC (Permanent Virtual Circuit - Circuito Virtual Permanente): En forma genética se refiere a un circuito virtual establecido en forma permanente.

Q

QoS (Quality of Service): Calidad del Servicio.

R

RDSI : Red Digital de Servicios Integrados.

Red de Computadoras (Network): (1) Grupo de nodos interconectados. (2) Serie de puntos, nodos o estaciones conectados por canales de comunicación; el conjunto de equipos por medio del cual se establecen las conexiones entre las estaciones 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.

Router (Ruteador): Dispositivo físico que es capaz de enviar paquetes basados en la información de la capa de red.

S

SAR (Segmentation and Reassembly - Segmentación y Reensamblaje): Método de separar arbitrariamente los paquetes.

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.

Síncrono: Método de transmisión de datos en donde los caracteres y bits son transmitidos a una velocidad ya establecida con el transmisor y receptor sincronizados.

SMDS (*Switched Multimegabit Data Service - Servicio Conmutado de Multimegabits de Datos*):

Especificación de un servicio de datos de paquetes conmutados sin conexiones.

SNMP (*Simple Network Management Protocol - Protocolo de Administración de Redes Simples*):

Actualmente muy difundido. El protocolo de administración de redes del conjunto de protocolos TCP/IP.

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 comienzan por 31.84 Mbps y llegan a 2.5 Gbps.

SSP (*Service Switching Points - Puntos de Conmutación de Servicios*): Es un punto de señalización en la red capaz de generar, finalizar o transmitir los mensajes de control del SS7. (ver también SCP, STP).

SS7 (*Signaling System Number 7 - Sistema de Señalización Número 7*): Es un canal común de propósito general para el sistema de señalización, es el mayor componente del ISDN.

STM (*Synchronous Transfer Mode - Modo de Transferencia Síncrona*): STM es un bloque básico de construcción usado por la jerarquía de multiplexación síncrona definida por el ITU-T.

STM-1 (*Synchronous Transport Module 1*): Estándar de Transmisión Síncrono sobre fibra óptica OC-3 que maneja una velocidad de 155 Mbps.

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.

STP (*Signaling Transfer Points - Puntos de Transferencia de Señalización*): Es un punto de señalización en la red capaz de generar, finalizar o transmitir los mensajes de control del SS7. (ver también SCP, SSP).

STS-1 (*Synchronous Transport Signal 1 - Señal de Transporte Síncrona 1*): Estándar de SONET para la transmisión sobre fibra óptica OC-1 a 51.84 Mbps.

SVC (*Switched Virtual Circuit - Circuito Virtual Conmutado*): Circuito virtual que puede establecer una forma dinámica por demanda. Se contrasta con PVC.

T

T1E1: Un estándar de ANSI tratado con las interfaces de Red.

TC (*Transmisión Convergence*): Subcapa de Convergencia de Transmisión. Esta subcapa empaqueta las celdas ATM, rellenas con celdas nulas según se necesite. En la recepción, la TC determina los contornos de las celdas, extrayéndolas del flujo de bits, descartando celdas nulas o erróneas y finalmente entregándolas a la Capa ATM. Otra función importante es intercambiar información de operación y mantenimiento (OAM) con el plano de administración.

TCP (*Transmission Control Protocol*): Protocolo orientado a conexión residente en la capa de transporte del conjunto de protocolos TCP/IP, es el responsable de asegurar la transferencia de un datagrama IP desde la máquina fuente a la máquina destino.

TCP/IP (*Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet*): Conocido también como Internet Protocol Suite. Este conjunto de protocolos se utiliza en Internet y se ha generalizado su uso para la interconexión de redes heterogéneas.

TDM (*Time Division Multiplexing - Multiplexación por División de Tiempo*): Método en el cual se divide el tiempo disponible en su enlace compuesto entre sus canales, por lo general intercambiado por los bytes.

Transmisión Asíncrona (*Asynchronous Transmission*): Método de transmisión el cual envía las unidades de datos de un carácter por vez. Los caracteres son precedidos y seguidos por bits de arranque/parada (start/stop) que dan la temporización (sincronización) en la terminal receptora. Llamada también transmisión de arranque/parada.

Transmisión Síncrona (*Synchronous Transmission*): Transmisión en la cual los bits de datos se envían a velocidad fija, con la transmisión y receptor sincronizados.

U

UBR (*Unspecified Bit Rate*): Servicio ATM que no especifica ancho de banda.

UNI (*User - Network Interface*): Interfaz entre Usuarios y un conmutador ATM privado, o entre un conmutador ATM privado y una red pública ATM.

UPC (*Usage Parameter Control*): El Parámetro de Uso de Controles definido como un conjunto de acciones tomadas por la red para monitorear y controlar el tráfico, su principal propósito es proteger los recursos de la Red.

UTP (*Par Trenzado sin Blindaje*): Término general aplicados a los sistemas locales de cableado para la transmisión de datos, y los cables no están blindados.

V

VBR (*Variable Bit Rate*): Categoría de servicio el cual soporta tráfico de información velocidad variable con parámetros medios y altos de tráfico.

VC (*Virtual Circuit - Circuito Virtual*): Es la conexión lógica entre dos extremos a través de una red de conmutación de paquetes que ofrece un servicio con conexión.

VCI (*Virtual Channel Identifier*): Identificador de Canal Virtual, campo de la célula ATM, sirve para identificar un canal virtual.

VPI (*Virtual Path Identifier*): Identificador de Trayectoria Virtual, campo de la célula ATM, que sirve para indicar la ruta virtual sobre la que la celda deberá ser enrutada.

W

WAN (*Wide Area Network*): Red de área amplia. Red que ocupa un área geográfica amplia.

X

X.25: Recomendación CCITT que definen el formato de los paquetes para transferencias de datos en redes públicas de datos.

BIBLIOGRAFÍA

Redes de Computadoras, Protocolos, Normas e Interfaces

Black, U.

Madrid Macrobit, 1989

Principios Básicos Protocolos y Arquitecturas

Douglas E. Comer

Prentice Hall, 1997

Sistemas Operativos, Conceptos y Diseño

Milan Milenkovic

McGraw - Hill, 2a Edición

Tesis: Conectividad de un Servidor a la Red X.25

Raúl Ortega Bernal, Francisco Javier Palma Franco

1994

LightStream 1010 ATM Switch User Guide

Cisco Systems, Inc.

USA, 1996

Catalyst 5000 Series Hardware Installation and Maintenance

Cisco Systems, Inc.

USA, 1995

ATM Theory and Application

David E. McDysan, Darren L. Spohn

McGraw - Hill, 1995

Introduction to ATM design and performance with applications analysis software

J.M. Pitts, J.A. Schormans

Jhon Wiley & Sons, Ltd. 1996

Apuntes de la Materia de Redes de Datos

Ing. Manuel Quintero Cervantes.

WORLD WIDE WEB URLs:

<http://www.cisco.com>

<http://www.pue.upaep.mx/puebla/atm/capi0.html>

<http://www.pue.upaep.mx/puebla/atm/capi1.html>

<http://www.pue.upaep.mx/puebla/atm/capi2.html>

http://www.comunicaciones.unitronics.es/tecnologia/atm_origenes.htm

<http://www.atmforum.com>

<http://www.nortel.com/magellan>

<http://www.intersys.com.mx>